

## **Annexe 7**

**Devis pour l'analyse du contenu de  
l'ensemble des ampoules de pèlerinage  
restantes**

## DEVIS 2020-d87

Date : 24.10.2020  
 Objet : Analyses organiques du contenu organique du lot complet d'ampoules de pèlerin en plomb du XII<sup>e</sup> siècle  
 Site : cimetière de l'abbaye de Grandmont  
 Resp. : Philippe Racinet / Jean Soulat

### Problématique

Suite à l'étude du contenu d'une première ampoule en plomb, scellée, contenant principalement de l'huile de noisette et en accord avec une précédente étude du contenu d'une fiole fusiforme en verre issu d'une nécropole antique à Eauze, nous proposons d'étendre cette recherche inédite à la série complète d'ampoules en plomb de l'abbaye de Grandmont.

### Méthodologie

Afin de détecter la présence et d'identifier la nature des matériaux organiques imprégnés sur la paroi interne des objets et, par-là, identifier leur(s) contenu(s), nous proposons une approche métabolomique pour l'analyse chimique des contenus :

- l'extraction selon le protocole classique de Charters *et al.*, 1995<sup>1</sup> donne accès aux **marqueurs solubles** (acides gras, stérols, terpènes, hydrocarbures, sucres), permettant d'identifier huiles, graisses, cires, résines et poix, stérols et stanols... ;

- une seconde extraction en milieu acide anhydre, protocole complémentaire développé au sein du LNG en 2013<sup>2</sup> et amélioré depuis par l'introduction de l'extraction micro-ondes (MAE), donne accès à la **matière insoluble et/ou polymérisée** ou encore certains marqueurs liés à la structure argileuse ; l'extrait est 10 à 100 fois plus concentré, l'information plus riche d'autant qu'elle mène à la détection de dérivés de fruits dont le raisin, de la fermentation alcoolique donc de vin, des huiles siccatives, des dérivés du poisson, etc. La double analyse est aussi pertinente pour évaluer la part de pollutions environnementales dues à la végétation en décomposition, aidant ainsi à l'interprétation des données chimiques.

Les deux extraits successifs sont purifiés puis analysés séparément par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (GC-HRMS), technique qui permet d'identifier des composés sur une très large gamme de concentration, des composés majoritaires aux composés ultra-traces, avec une très grande précision ;

- le traitement des données, manuel et par des logiciels de bioinformatique, puis statistique, permet une approche de *métabolomique*, inédite et très utile pour les molécules recherchées. L'étude de la série permettra d'évaluer l'importance de l'huile de noisette.

Les autres approches que l'on pourrait proposer (spots tests, spectrométrie infrarouge du résidu brut, simple GC), plus rapides et moins coûteuses, ne permettraient pas d'extraire et d'identifier avec sûreté les biomarqueurs des matériaux naturels, ni d'évaluer les contributions des pollutions environnementales.

1. Charters, S., Evershed, R. P., Blinkhorn, P. W., & Denham, V. (1995). Evidence for the mixing of fats and waxes in archaeological ceramics. *Archaeometry*, 37(1), 113–127. doi.org/10.1111/j.1475-4754.1995.tb00730.x

2. Garnier, N. & Valamoti, S.M., 2016. Prehistoric wine-making at Dikili Tash (Northern Greece): Integrating residue analysis and archaeobotany. *Journal of Archaeological Science*, 74, pp. 195–206. doi: S0305440316000558

2020-d<sup>87</sup>

Le second objectif de l'analyse de cette série conséquente et globale d'ampoules en plomb est la rédaction d'un article de synthèse dans une revue internationale afin de valoriser les recherches.

### Échantillons sélectionnés :

- 34 ampoules scellées (l'une a déjà été analysée).

Référence	Désignation	Montant HT	Qté	Prix total HT
GC-HRMS	<b>Analyse des lipides solubles par GC-HRMS des objets</b> - extraction adaptée des constituants - purification éventuelle par SPE sur microcolonne - analyse GC-HRMS de l'extrait et/ou des fractions - identification des marqueurs (HRMS) - identification des matériaux biologiques originels	450.00	34	15 300.00
BF <sub>3</sub> -GC-HRMS	<b>Analyse des marqueurs insolubles / polymérisés par GC-HRMS des objets</b> - extraction acido-catalysée - analyse GC-HRMS de l'extrait et/ou des fractions - identification des marqueurs (HRMS) - identification des matériaux biologiques originels	450.00	34	15 300.00
traitement des données	- détection des pics et déconvolution - identification des composés - identification des matériaux - rédaction du rapport	100.00	34	(3 400.00)
<b>Montant HT (en euros)</b>				<b>34 000.00</b>
<b>Montant HT ramené à (en euros)</b> <i>Le second protocole est offert</i>				<b>15 000.00</b>
TVA 20.0% (en euros)				3 000.00
<b>Montant TTC (en euros)</b>				<b>18 000.00</b>

Le rapport comprend :

- la description complète des protocoles et des conditions d'analyse,
- l'identification des marqueurs chimiques,
- l'identification des matériaux organiques à partir des associations de marqueurs précédemment identifiés,
- la publication des données brutes, qui pourront être discutées voire réinterprétées par d'autres chimistes à l'avenir, en fonction de l'état des connaissances.

Le délai d'exécution des analyses et la rédaction du rapport est d'environ 3 mois, à compter de la réception des échantillons.

#### CONDITIONS D'EXÉCUTION DE LA PRESTATION

1. Les prélèvements seront effectués soit par l'archéologue, et envoyés par colis postal ou par un transporteur à la charge du donneur d'ordre, soit réalisées par l'analyste. Dans le cas d'un prélèvement sur site, les frais de transport sont à la charge du donneur d'ordre.
2. Les analyses seront effectuées dans les locaux du LNG.
3. Les rapports d'examen, d'analyses ou de recherches sont rédigés en l'état actuel des connaissances inhérent à une obligation de moyens et non de résultats.
4. Aucune responsabilité n'est engagée quant aux résultats obtenus lors des examens, des analyses ou des recherches demandées.

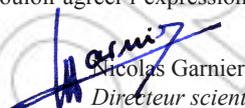
#### CONDITIONS DE PAIEMENT

- par chèque ou virement bancaire dans les 30 jours suivants la remise du rapport final.

#### VALIDITÉ DE L'OFFRE

La présente offre est valable six mois.

J'espère que cette offre saura retenir toute votre attention. Je reste à votre entière disposition pour tout renseignement complémentaire. Je vous prie, Madame, Monsieur, de bien vouloir agréer l'expression de ma parfaite considération.

  
Nicolas Garnier

Directeur scientifique, président de la SAS



## RELEVÉ D'IDENTITÉ BANCAIRE

Ce relevé est destiné à tout organisme souhaitant connaître vos références bancaires pour domicilier des virements ou des prélèvements sur votre compte.

CA CENTRE FRANCE 18/06/2011  
**VIC LE COMTE** 00641  
Tel. 0473690079 Fax. 0473699356

**Intitulé du Compte** :SAS LABO NICOLAS  
GARNIER  
  
32 RUE DE LA PORTE ROBIN  
  
63270 VIC LE COMTE

### DOMICILIATION

Code établissement	Code guichet	Numéro de compte	Clé RIB
<b>16806</b>	<b>04100</b>	<b>28592778001</b>	<b>35</b>

### IBAN (International Bank Account Number)

**FR76 1680 6041 0028 5927 7800 135**

**Code BIC** (Bank Identification Code) - Code **swift**:  
**AGRIFRPP868**