

## À propos de la momie infantile du musée Calvet d'Avignon

**Jean-Claude Goyon (1), Carole Mathe (2), Cathy Vieillescazes (2)**

(1) Pr. émérite, président de l'association CPPA des Frères Champollion, 69660 St. Étienne des Oullières, France. (2-3) Enseignants-Chercheurs, IMBE UMR7263/ IRD237 Avignon Université / CNRS/IRD / Aix Marseille Université, UFR-ip STS, Campus Jean-Henri Fabre, 301 rue Baruch de Spinoza BP 21239, 84916 Avignon cedex 9, France.

À L'OCCASION du bicentenaire de sa création et pour le plus grand bonheur des visiteurs et des spécialistes, le musée Calvet d'Avignon inaugurerait en juin 2011 l'exposition *Fastueuse Égypte* rassemblant plus de 400 œuvres sur l'Égypte<sup>1</sup>. Parmi les pièces et objets figurant à son inventaire, une momie d'enfant, répertoriée sous le numéro A84 [fig. 1], suscitait l'émotion et l'interrogation. La présente étude est le fruit d'une collaboration complice entre l'approche de l'égyptologue et celle du chimiste, visant à mieux connaître les pratiques funéraires lors du processus de momification et à renseigner sur les matériaux employés.



Fig. 1. Momie d'enfant (numéro A84), musée Calvet d'Avignon  
(crédit photographique : Jean-Luc Maby).

La plupart des études publiées sur la composition des substances de préparation des corps après la mort concerne l'embaumement des momies égyptiennes<sup>2</sup>. De façon générale, il en

---

<sup>1</sup> Les auteurs expriment leur gratitude à Odile Cavalier, conservateur en Chef du Patrimoine au Musée Calvet, chargée des collections antiques et Hélène Guichard, conservateur en Chef au Musée du Louvre.

<sup>2</sup> M. MÉNAGER, C. AZÉMARD, C. VIEILLESCAZES, « Study of Egyptian mummification balms by FT-IR spectroscopy and GC-MS », *Microchemical Journal* 114, 2014, p. 32-41 ; J.J. ŁUCEJKO, A. LLUVERAS-TENORIO, F. MODUGNO, E. RIBECHINI, M.P. COLOMBINI, « An analytical approach based on X-ray diffraction, Fourier transform infrared spectroscopy and gas chromatography-mass spectrometry to characterize Egyptian embalming materials », *Microchemical Journal* 103, 2012, p. 110-118 ; S.A. BUCKLEY, A.W STOTT, R.P. EVERSLED, « Studies of organic residues from ancient Egyptian mummies using high temperature-gas chromatography-mass spectrometry and sequential thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry

ressort que la spectroscopie infrarouge permet une première caractérisation de ces produits. La chromatographie en phase gazeuse conduit à une analyse organique plus fine. Cette méthode séparative, du fait de sa grande sensibilité, permet la séparation de mélanges complexes. Le couplage avec la spectrométrie de masse constitue un très bon outil analytique, rendant possible l'identification complète des composés présents<sup>3</sup>.

### Présentation de la momie d'enfant A84

La momie du musée Calvet est inventoriée sous le numéro A84. De provenance inconnue, il s'agit d'une momie égyptienne d'époque romaine (fin de la période ptolémaïque, début de la domination romaine - 1<sup>er</sup> siècle après J.-C), mesurant 87 cm. Elle a fait l'objet d'une phase de restauration au sein du laboratoire du musée de l'Homme à Paris ainsi que d'une analyse anthropologique. Nous savons ainsi qu'il s'agit d'un enfant de sexe féminin, âgé de 2 ans et demi environ, de stature normale pour son âge. L'une des causes de sa mort peut être un traumatisme crânien postérieur. Par ailleurs, l'étude anthropologique a montré que le traitement funéraire effectué sur le corps s'avère soigneux et de qualité, ce qui semble être atypique pour les momifications d'enfants effectuées à cette même période. Peu d'inhumations d'enfants de sexe féminin figurent dans les comptes rendus de fouilles de nécropoles indigènes d'époque romaine de la Vallée, mais aucune n'a connu le soin apporté à celle de la fillette du musée Calvet<sup>4</sup>.

### Partie expérimentale

L'analyse a été menée par méthode spectroscopique et technique séparative.

#### *La spectroscopie d'absorption infrarouge à transformée de Fourier (IRTF)*

##### *Principe*

Rapide et sensible, il s'agit probablement d'une des méthodes physiques les mieux adaptées aux applications analytiques visant à identifier des produits organiques, et même non organiques, aussi complexes que variés. Plus particulièrement, la plage située entre 400 et 4000  $\text{cm}^{-1}$ , c'est-à-dire le moyen infrarouge, convient bien à l'étude des composés organiques. La spectroscopie IRTF trouve sa principale application dans l'analyse fonctionnelle et structurale : elle permet d'identifier les fonctions chimiques et les différents groupes existant

---

and pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry », *Analyst* 124, 1999, p. 443-452 ; S.A. BUCKLEY, R.P. EVERSLED, « Organic chemistry of embalming agents in Pharaonic and Graeco-Roman mummies », *Nature* 413, 2001, p. 837-841 ; K.A. CLARK, *Tracing the evolution of organic balm use in Egyptian mummification via molecular and isotope signatures*, PhD thesis, University of Bristol, Bristol, UK, 2006 ; S. CERSONY, *Imagerie chimique des matériaux biologiques anciens*, Thèse, université Pierre et Marie Curie, Paris, 2013 ; A. TCHAPLA, P. MÉJANELLE, J. BLETON, S. GOURSAUD, « Characterisation of embalming materials of a mummy of the Ptolemaic era. Comparison with balms from mummies of different eras », *Journal of Separation Science* 27, 2004, p. 217-234.

<sup>3</sup> S.A. BUCKLEY, R.P. EVERSLED, *Nature* 413, 2001, p. 837-841 ; A. TCHAPLA, P. MÉJANELLE, J. BLETON, S. GOURSAUD, *Journal of Separation Science* 27, 2004, p. 217-234.

<sup>4</sup> C. BOU, A. RASSI, *Rapport médical*, musée de l'Homme, Paris, 2008 ; J.-Cl. GOYON, *Catalogue d'exposition « Fastueuse Égypte » au musée Calvet*, éd. Hazan, 2011, p. 69-71 ; P. LE FLOCH-PRIGENT, M. LAVAL-JEANTET, « Scénographie d'une momie égyptienne, antique, d'enfant et d'une momie péruvienne, ancienne, d'adulte », *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris XIV<sup>e</sup> série* 3/2, 1986, p. 117-139.

dans la molécule étudiée. Les vibrations moléculaires forment un spectre IR propre à chaque molécule. Il constitue donc son empreinte digitale.

### Résultats

Le spectre obtenu traduit la présence de bandes caractéristiques de la matière organique. De plus, sa comparaison avec un échantillon standard de bitume de la Mer morte montre de fortes corrélations spectrales [fig. 2].

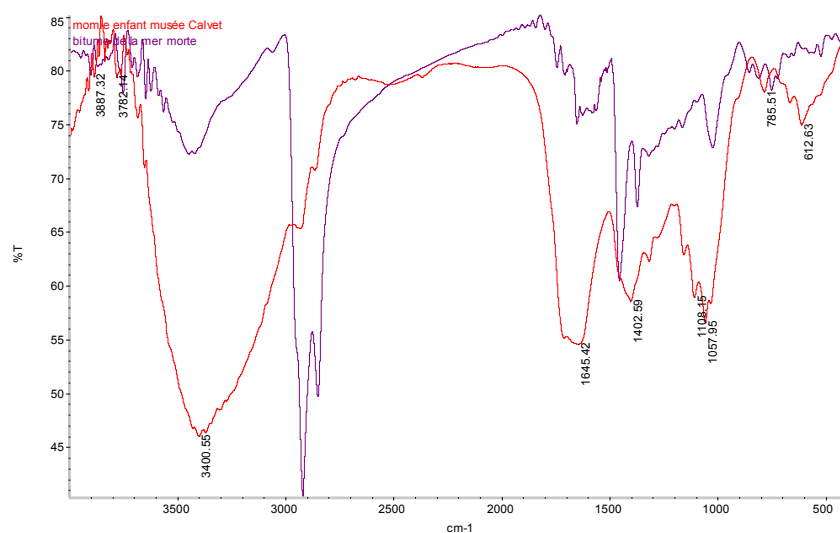


Fig. 2. Superposition des spectres IRTF de l'échantillon avec un bitume de la Mer morte.

## La chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse

### Principe

C'est une technique séparative intéressante dans le cas de mélanges complexes. Pour son analyse globale, l'échantillon fait l'objet de la formation préalable de dérivés triméthylsilylés. Il s'agit là d'un mode de préparation très utile dans lequel les constituants du mélange à analyser réagissent quantitativement avec un réactif choisi, permettant ainsi d'obtenir des composés plus volatils.

### Résultats

Dans un premier temps, l'échantillon a été traité dans sa globalité après un traitement chimique préalable (formation de dérivés triméthylsilylés) afin d'améliorer la qualité chromatographique des résultats et de faciliter la caractérisation des populations chimiques [fig. 3].

La présence de matière lipidique a été identifiée, correspondant à divers acides gras : acides myristique (C14:0), palmitique (C16:0), oléique (C18:1), stéarique C18:0 et à du glycérol. Le rapport de l'aire des pics des acides palmitique et stéarique C16:0 / C18:0 présente une valeur égale à 2,5. Plusieurs scientifiques ont à bon escient débattu de la signification de ce rapport. Néanmoins, au vu de l'expérience du laboratoire, cette valeur plaide potentiellement en faveur

d'un corps gras d'origine animale.

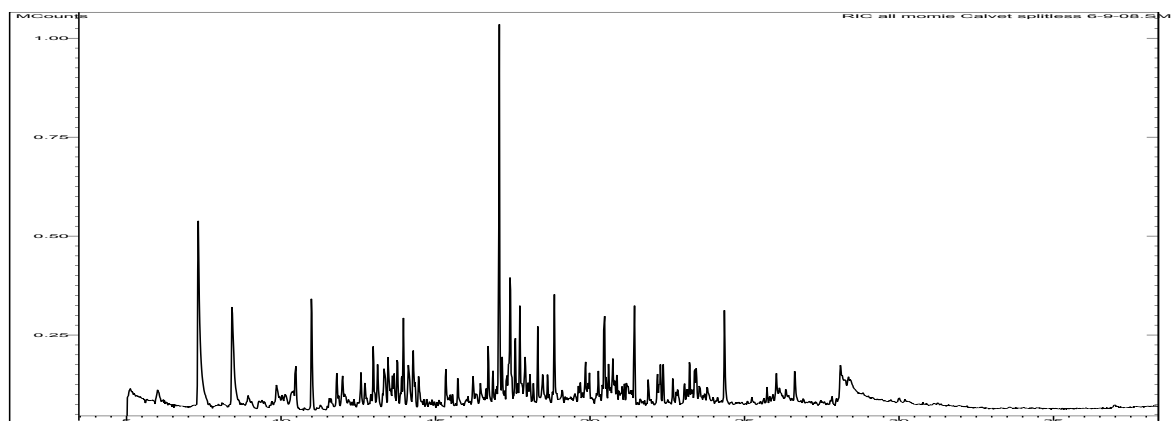


Fig. 3. Chromatogramme de l'échantillon brut.

L'acide déhydroabiétique a été également identifié ; il s'agit d'un dérivé diterpénique habituellement rencontré au sein des résines appartenant à l'ordre des Conifères et plus particulièrement à la famille des *Pinaceae*. Cependant, il faut noter l'absence totale d'autres diterpènes ainsi que de leurs marqueurs de dégradation comme le rétène. Enfin, des composés saccharidiques (sucres) ont également été caractérisés tels que le rhamnose, le mannose ou bien le galactose. Des gommages végétales entrent donc également dans la formulation du baume.

Dans un second temps, la présence de bitume a été confirmée en réalisant une extraction liquide / liquide sélective de la fraction des hydrocarbures saturés, apolaire [fig. 4]. La fraction restante est de fait riche en produits plus polaires. La fraction des hydrocarbures saturés ainsi obtenue est couramment utilisée pour l'analyse des pétroles et des sédiments, car elle fournit de nombreuses informations quant à l'origine de la matière organique. Dans le cas présent, elle révèle la présence de stéaranes et de hopanes qui sont les biomarqueurs moléculaires de bitumes pétroliers.

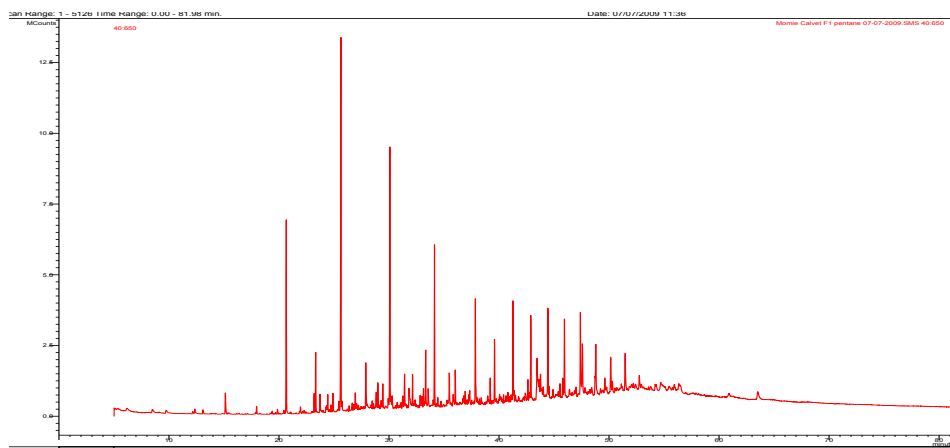


Fig. 4. Chromatogramme de la fraction des hydrocarbures saturés.

## Discussion et conclusion

L'échantillon de momie d'enfant du musée Calvet révèle la présence de différentes familles chimiques représentant divers matériaux organiques de nature variée. Ce prélèvement correspond donc à une réelle formulation traduisant le mélange d'une matière grasse probablement d'origine animale, de saccharides, d'une résine diterpénique appartenant à la famille des Pinacées et d'un bitume pétrolier.

L'utilisation du bitume pour la momification a longtemps fait débat. On a, en effet, souvent attribué la couleur noire des momies à l'utilisation de bitume. Cependant, de nombreuses analyses ont démontré que l'aspect noirâtre provenait majoritairement du noircissement naturel des baumes vieillis par le temps. D'autres auteurs indiquent néanmoins que le bitume était également utilisé dans leur formulation<sup>5</sup>. L'identification des produits rituels constituant ces baumes vient compléter les connaissances des pratiques funéraires<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> S.A. BUCKLEY, R.P. EVERSLED, *Nature* 413, 2001, p. 837-841 ; J. MAURER, T. MÖHRING, J. RULLKÖTTER, A. NISSENBAUM, « Plant lipids and fossil hydrocarbons in embalming material of Roman Period mummies from the Dakhleh Oasis, Western Desert, Egypt », *Journal of Archaeological Science* 29, 2002, p. 751-762 ; M.P. COLOMBINI, F. MOGUGNO, F. Silvano, M. Onor, « Characterization of the balm of an egyptian mummy from the seventh century B.C. », *Studies in Conservation* 45, 2000, p. 19-29 ; A. QUILES, E. DELQUÉ-KOLIĆ, L. BELLOT-GURLET, C. COMBY-ZERBINO, M. MÉNAGER, C. PARIS, C. SOUPRAYEN, C. VIEILLESZAZES, G. ANDREU-LANOË, K. MADRIGAL, « Radiocarbon dating of Egyptian mummies from the musée des confluences in Lyon (France) : on ageing's effect due to embalming's rituals », *ArcheoSciences* 38, 2014, p. 135-149.

<sup>6</sup> K.A. CLARK, *Tracing the evolution of organic balm use in Egyptian mummification via molecular and isotope signatures*, PhD thesis, University of Bristol, Bristol, UK, 2006 ; A. PERRAUD, *Connaissance et représentations du cerveau en Egypte ancienne ; évolution des pratiques funéraires et des connaissances médicales*, Thèse, université Montpellier 3 Paul Valéry, 2013.