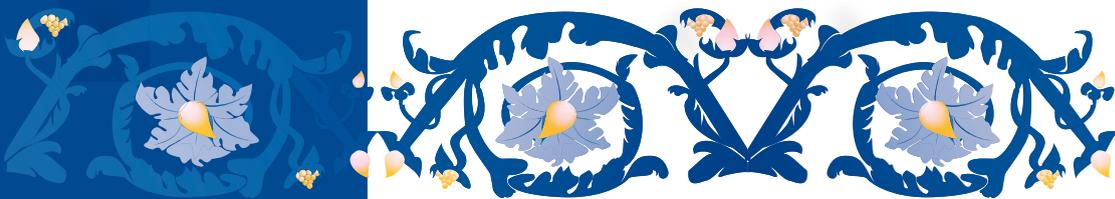


**R**  
EVUE

**A**  
RCHÉOLOGIQUE

de  
**N**  
ARBONNAISE



**2020**  
**TOME 53**



# Le transport maritime du vin léétanien au haut Empire. L'apport du gisement d'amphores du cap Gros (Port-Vendres)

- Franck BRECHON
- Verónica MARTÍNEZ FERRERAS
- Jose-Oscar ENCUESTRA
- Emmanuel NANTET
- Michel SALVAT

## ▼ Résumé :

Le gisement sous-marin du cap Gros a fait l'objet de sondages ces dernières années. Il n'a pas livré de vestiges significatifs de navire, mais correspond toutefois à un site de naufrage, ainsi qu'en témoignent plusieurs éléments ténus. En revanche, il a livré les vestiges d'une cargaison d'amphores Pascual I. Des analyses archéométriques ont permis de déterminer que cette cargaison, très homogène, provient d'un même secteur, voire probablement d'un même atelier situé aux environs de Badalone. Elle illustre des flux de vins léétaniens transportés depuis les ports de la zone centrale de la côte catalane vers Narbonne, afin d'alimenter l'ouest de la Gaule notamment, ainsi que les confins septentrionaux de l'Empire. Plus précisément, elle est comparable à celle des épaves d'Els Ullastres et de Cap del Vol, et doit être placée à l'acmé de la production de vins léétaniens entre 40 av. J.-C. et la période augustéenne.

## ▼ Mots-clés :

Tarraconaise, Léétanie, Narbonnaise, Roussillon, épave, commerce maritime, amphore, Pascual I, vin, archéométrie.

## ▼ Abstract :

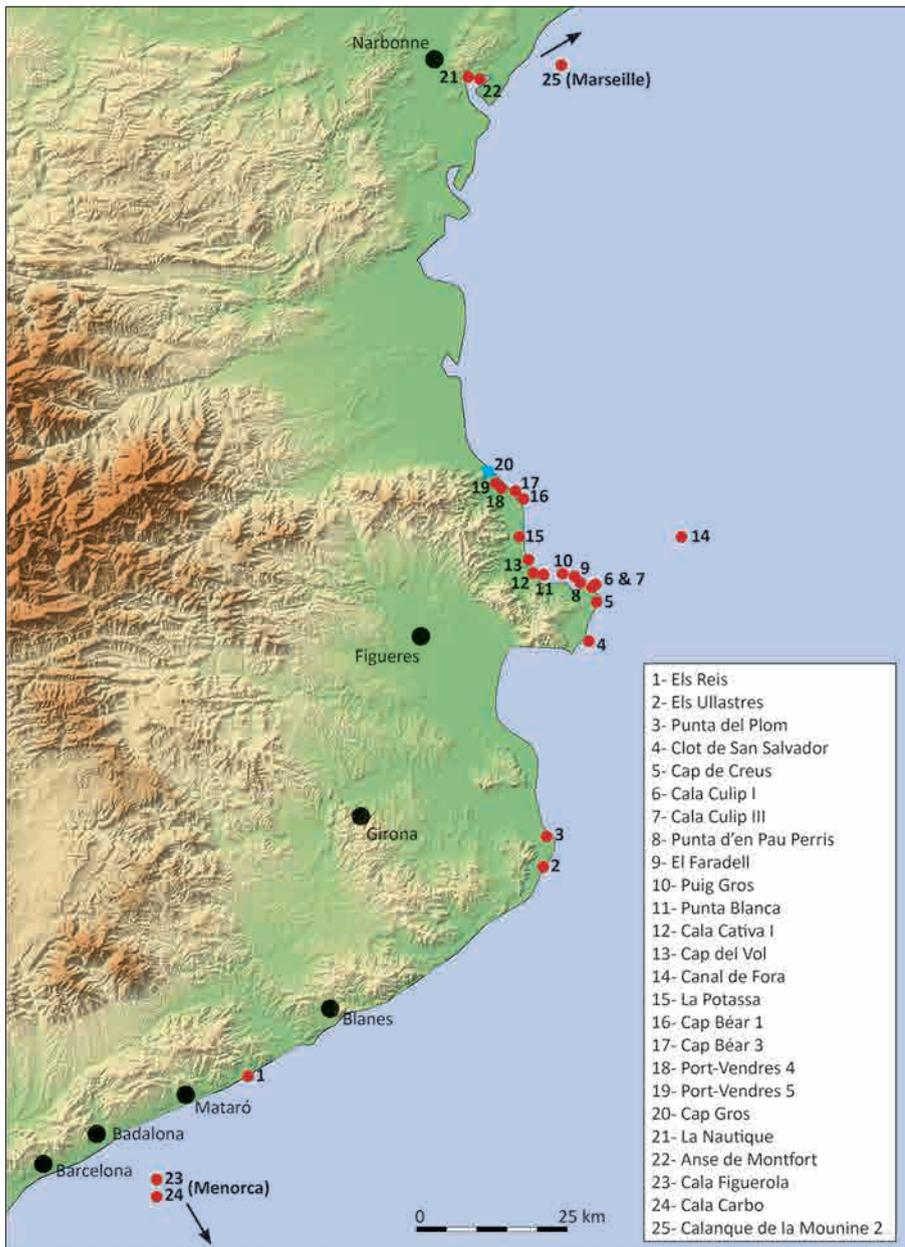
The underwater deposit of cape Gros has been the subject of surveys in recent years. It has not yielded any significant remains of a ship, but corresponds to a shipwreck site, as shown by several tenuous elements. On the other hand, it has yielded the remains of a cargo of Pascual I amphorae. Archaeometric analyses have shown that this very homogeneous cargo comes from the same area, and probably from the same workshop located in the vicinity of Badalone. It illustrates the flow of Leetanian wines transported from the ports of the central area of the Catalan coast to Narbonne, in order to supply western Gaul in particular, as well as the northern confines of the Empire. More specifically, it is comparable to that of the wrecks at Els Ullastres and Cap del Vol, and must be placed at the peak of Leetanian wine production between 40 BC and the Augustan period.

## ▼ Keywords :

Hispania Tarraconensis, Leetania, Gallia Narbonensis, Roussillon, shipwreck, maritime trade, amphora, Pascual I, wine, archaeometry.

Depuis une cinquantaine d'années, les différentes opérations archéologiques conduites dans l'avant-port de Port-Vendres et au large du cap Béar ont enrichi la connaissance des épaves de ce secteur de la Côte Vermeille (Castellvi 2017). Plusieurs d'entre elles sont attribuables au I<sup>er</sup> s. av. J.-C. ou au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C. (*Cap Béar 3, Port-Vendres 4, Port-Vendres 5*). Associées aux épaves de la même période découvertes en Catalogne, elles documentent le commerce du vin léétanien en direction de la Gaule et du nord de l'Empire.

Depuis les travaux précurseurs de Ricard Pascual i Guasch (Pascual i Guasch 1962 ; Pascual i Guasch 1977) et de Jordi Miro (Miro 1988), les études sur les productions amphoriques du nord-est de l'Espagne se sont poursuivies en nombre. Jusqu'à ces quinze dernières années les travaux avaient surtout porté sur la région de Tarragone et Barcelone, mais ils se développent maintenant vers des secteurs moins bien connus comme l'Empordà où la viticulture s'est implantée plus tardivement au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C. (Nolla 2008). Ils permettent maintenant d'avoir une connaissance précise de l'essor de la viticulture dès la fin du II<sup>e</sup> s. av. J.-C. et de la commercialisation du vin à grande échelle à compter du début de l'ère chrétienne (Martín i Oliveras 2015, et surtout Martín i Oliveras *et al.* 2017 qui apporte la synthèse la plus récente sur l'économie viticole léétanienne).



**Figure 1**  Carte de localisation des épaves chargées de Pascual 1 (F. Brechon).

Les études archéologiques et céramologiques ont permis d'affiner les typologies des productions de Tarraconaise (Miro 1988, López-Mullor Aquilué-Abadías 2008), d'identifier près d'une centaine d'ateliers (Tremoleda i Trilla 2008) et de préciser les chronologies de chaque type d'amphore. En ce qui concerne les formes Pascual 1, les débuts de la production seraient à placer dans les années 40 à 30 av. J.-C. pour culminer entre 10 av. J.-C. et 10 apr. J.-C., période durant laquelle elles constituent le contenant dominant des exportations, à l'acmé de la production viticole de Léétanie (Martine-Ferreras 2016). Ensuite les productions viticoles sud-gauloises entrent en concurrence avec le vin léétanien sur son aire initiale de grande diffusion (Brun 2005 : Mauné

2013). Les amphores Pascual 1 s'effacent alors progressivement jusque dans les années 50 (Járrega Domínguez 2015, 225).

Parallèlement à la production historique conséquente sur l'essor de la viticulture domaniale, ainsi que sur les formes sociales et économiques qu'elle implique, la commercialisation de ce vin a été abordée dès les années 1970 et 1980 (Tchernia 1971 ; Colls 1983 ; Sciallano Liou 1985 ; Liou 1987). Au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., sa diffusion est clairement attestée jusque dans le nord de la Gaule, sur les rives de la Tamise et sur le *limes* rhénan (Fitzpatrick 1985 ; Galliou 1991 ; Laubenheimer 2005 ; Gisbert Santonja 2008 ; Sealy 2009 ; Rico 2015, 212-214).

Le commerce se fait d'abord manifestement par voie maritime, depuis les ports de la zone de production en Léétanie (*Barcino*, *Baetulo*, *Illuro* et *Blandae* qui prennent alors le relais d'Empuriès), jusqu'à Narbonne, et peut-être dans une moindre mesure Arles (Nieto Raurich 1998). Ensuite, les marchandises sont acheminées par voie de terre vers l'Atlantique, ou par voie fluviale sur les axes garonnais (Roman 1983, 172 ; Rico 2015), ligériens et séquano-rhodanien. Ce commerce à destination de l'Ouest de la Gaule et des régions septentrionales de l'Empire met alors prioritairement en jeu des amphores Pascual 1 (Comas Sola 1998), par rapport aux Dressel 2-4 et potentiellement 3-2<sup>1</sup>, pour partie contemporaines, mais presque absentes de ces horizons géographiques (Martínez Ferreras *et al.* 2014).

À ce jour, au moins 20 épaves de l'extrême fin de la période républicaine ou des premières décennies de l'Empire chargées au moins partiellement d'amphores Pascual 1 ont été découvertes sur la côte méditerranéenne. Elles jalonnent une route commerciale bien identifiée (Arnaud 2005, 165-167). Il s'agit, du sud au nord (fig. 1), des épaves *Els Reis* (Arenys de Mar), *Els Ullastres* (Palafrugell), *Punta del Plom* (Begur), *Clot de San Salvador* (Cadaquès), *Cap de Creus* (Cadaquès), *Culip I et III* (Cadaquès), *Punta d'en Pau Perris* (Cadaquès), *El Faradell* (El Port de la Selva), *Puig Gros* (El Port de la Selva), *Punta Blanca* (El Port de la Selva), *Cala Cativa I* (El Port de la Selva), *Cap del Vol* (El Port de la Selva), *Canal de Fora*, *La Potassa* (Portbou), *Cap Béar 1* (Port-Vendres), *Cap Béar 3* (Port-Vendres), *Port-Vendres 4* (Port-Vendres) et *Port-Vendres 5* (Port-Vendres), *Cap Gros* (Port-Vendres), *Anse de Montfort* et *Port-La-Nautique* (Narbonne), *Cala Figuerola* et *Cala Carbo* (Menorca) et *Calanque de la Mounine 2* (Marseille) (Solier *et al.* 1981 ; Nieto Raurich 1998, 115-119, Antéas 2012, 132-165 et 190-242 ; Castellvi 2017).

Ces épaves présentent des diversités de cargaison très marquées. Par exemple, le navire *Els Ullastres* était exclusivement chargé d'amphores Pascual 1 et témoigne sans doute d'une liaison directe entre un port de Léétanie et Narbonne (Martínez *et al.* 2013 ; Carreras-Montfort, Berni 2002, 365). À l'inverse, les navires *Port-Vendres 4* (Colls *et al.* 2014) et *Port-Vendres 5* (Martínez Ferreras *et al.* 2015), ou *Cap Béar 3*, étaient chargés de cargaisons hétérogènes témoignant *a minima* d'un chargement dans un port de redistribution à destination de ports de la région, voire d'un chargement échelonné dans plusieurs ports léétaniens dans une logique de cabotage<sup>2</sup>.

La reprise de l'étude du gisement de cap Gros avait pour objectif principal de compléter le corpus d'amphores Pascual 1 dans la perspective de lancer une étude archéométrique dont les résultats contribueront à éclairer le commerce du vin de Tarraconaise grâce à une meilleure connaissance de la composition des cargaisons.

## I. DESCRIPTION DU GISEMENT

Découvert en 1955 par André Bonneau, le gisement du cap Gros a manifestement fait l'objet de pillages dans les années 1950-1960. Une première expertise a été conduite par Yves Chevalier (Drasm) en 1970 qui en a dressé un plan général. Des sondages y ont manifestement aussi été réalisés superficiellement, sans qu'un rapport ou compte rendu précis ne nous en soit parvenu. Quelques fragments d'amphores ont alors été mis au jour<sup>3</sup>.

Toutefois, même si le gisement est resté bien présent dans la bibliographie (Parker 1992, 103 ; Tremoleda i Trilla 2000, 119), il n'a pas été positionné avec précision et de nombreuses plongées de prospections, conduites sur plusieurs années par l'Aresmar, ont été nécessaires pour le retrouver dès lors qu'une étude plus approfondie a été envisagée.

Il a été finalement redécouvert en 2016. L'attention des plongeurs avait été alors attirée par la présence d'un tessonnier épars composé d'une cinquantaine de fragments de panses d'amphores. En outre, la topographie des lieux correspondait au relevé réalisé par Yves Chevalier en 1970. Trois sondages ouverts dès 2016 ont confirmé la présence du gisement recherché (Brechon *et al.* 2016, 15-17). S'en sont suivies deux autres années d'opérations de sondages en 2017 et 2018 (Brechon *et al.* 2017 et 2018).

Les ramassages de surface réalisés en 1970, tout comme les sondages de 2016, ont mis en évidence la présence dominante, voire potentiellement exclusive, d'amphores Pascual 1 provenant de Tarraconaise.

### I.1. Localisation et topographie

Le gisement du cap Gros se situe immédiatement à l'aplomb de la pointe rocheuse du cap éponyme, entre Collioure et Port-Vendres, qui plonge ses falaises dans l'eau depuis 20 à 30 m de hauteur (fig. 2).

Le gisement s'étend entre 11 et 13 ou 14 m de profondeur, en appui sur la base du tombant sur une petite plaine de sable, gravier et coquilles grossières, limitée par le tombant au sud, un bloc rocheux imposant au nord et un éboulis à l'ouest. Il se prolonge aussi en direction du Sud dans un goulet de quelques mètres qui sépare la pointe du cap Gros de la côte. Il s'inscrit donc dans un espace sédimentaire contraint, encadré par des massifs rocheux (fig. 3).

La côte rocheuse, inhospitalière, n'offre à cet endroit aucun abri à un navire qui y serait drossé par la mer. En outre, le cap Gros n'est protégé d'aucun vent et s'avère même directement battu par la Tramontane, de secteur nord, qui peut souffler toute l'année et en particulier se lève très brutalement en été. Il est aussi directement exposé au vent d'Est, le plus fort, levant de très violentes tempêtes en automne et en hiver. Le vent marin, de secteur sud, s'y fait un peu moins sentir.

Figure 2  
Le cap Gros (F. Brechon).



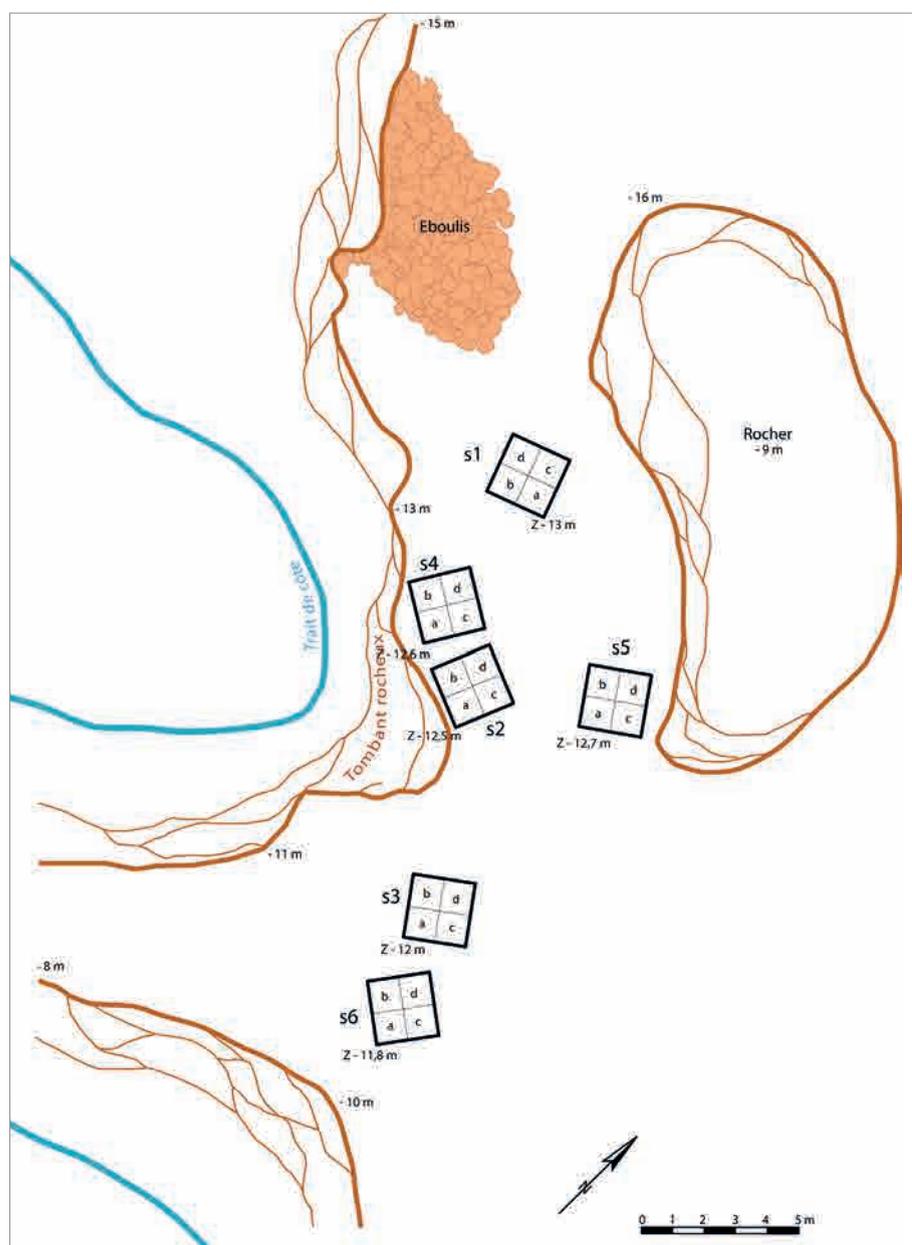


Figure 3



## I.2. Les sondages

Plan d'ensemble du gisement  
(relevé O. Encuentra,  
L. Broucas, F. Brechon,  
dessin F. Brechon).

Au moment de sa redécouverte, les seuls vestiges visibles sur le gisement se limitaient à quelques tessons épars, essentiellement des panses d'amphores, les formes ayant probablement été progressivement ramassées par les plongeurs loisir, nombreux à fréquenter le site en raison de ses reliefs rocheux et de son caractère poissonneux. Les sondages ont donc été implantés de manière à explorer l'ensemble de l'espace sédimentaire enserré par le tombant et les roches émergentes. Sans compter les trois sondages réduits (1 m x 1 m) réalisés en 2016 qui n'ont pas été poursuivis au-delà de la mise en évidence des premiers niveaux archéologiques, six sondages d'une surface unitaire de 4 m<sup>2</sup> ont été ouverts.

Les profils stratigraphiques et la nature du mobilier qu'ils ont livré permettent de les regrouper en trois ensembles : les sondages 2 et 4 d'une part, puis les 1 et 5, et enfin le sondage 3. Le sondage 6 s'est avéré négatif.

### I.2.a. Les sondages 1 et 5

Le sondage 1 est implanté sur le point le plus bas de l'épandage de tessons, à 13 m de profondeur, à proximité d'une langue d'éboulis de blocs de gros module qui ferme le plateau sur lequel le gisement se développe. Quant au sondage 5, il est ouvert à 12,50 m de profondeur, à proximité du massif rocheux qui limite le gisement vers l'Est. Ils ont été implantés dans le but de vérifier la présence potentielle d'éléments de coque et de cargaison piégés contre les rochers qui émergent du fond marin de plusieurs mètres.

Les deux présentent le même profil stratigraphique, avec une US unique d'une puissance respectivement de 74 cm et de 68 cm au plus profond de chaque sondage. Cette couche présente la même texture dans les deux sondages : hétérogène et peu compacte elle est composée de sable schisteux mêlé à des débris coquillés brisés. Quelques blocs schisteux décimétriques sont à signaler dans le sédiment du sondage 1 alors quelques lambeaux de mat de posidonie morte sont présents dans le sondage 5, mais ne recouvrent jamais toute la surface du sondage, et n'isolent pas de couche close à un niveau inférieur.

Le sondage 1 a livré 22 tessons d'amphores et le sondage 5, 40 tessons. À l'exception de deux pointes d'amphores Pascual 1 dans le sondage 1, ce mobilier est globalement assez fortement érodé et recouvert de concrétions marines épaisses. Il est pour l'essentiel piégé dans les anfractuosités entre les blocs rocheux qui occupent les sondages, ou contre ces derniers.

La rareté du mobilier mis au jour sur ces sondages, son caractère érodé et concrétionné, témoignent d'un enfouissement lent après le naufrage. Sa position entre les blocs rocheux du fond des sondages laisse penser qu'il s'agit de mobilier résiduel issu de coluvionnement, qui a glissé depuis le sommet de la pente sur laquelle les sondages sont implantés.

### I.2.b. Les sondages 2 et 4

Les sondages 2 et 4 ont été implantés immédiatement au pied du tombant rocheux en appui sur la paroi rocheuse du tombant, à un mètre de distance l'un de l'autre et à une profondeur respective de 12,5 m et de 12,6 m (fig. 4). Tous deux ont été ouverts sur

un substrat de cailloutis et de sable assez homogène, avec peu de blocs rocheux, tant en surface qu'en profondeur. Ils ont été fouillés sur toute leur surface jusqu'au terrain naturel, sur une profondeur variant de 45 cm à l'est du sondage 2, à 68 cm à l'ouest du sondage 4. Ils présentent la même stratigraphie avec trois US couvrant toute la surface de chaque sondage (fig. 5).

- L'US 1, d'une puissance de 15 à 25 cm, est peu compacte. Elle est composée de cailloutis de module décimétrique, mélangés à du sable schisteux gris, et de restes coquillés peu denses. Elle a livré vingt-cinq tessons sur les deux sondages. Il s'agit d'une couche superficielle régulièrement brassée par la mer. La rareté du mobilier qu'elle contient comme son caractère érodé et concrétionné témoignent de l'impact des mouvements de mer sur ce premier niveau.

- L'US 2 d'une puissance de 25 à 45 cm, homogène, est composée de sable, de gravier et de quelques cailloux seulement. Cette US a livré l'essentiel du mobilier avec 383 restes d'amphores parfois conséquents. Elle a aussi livré deux fragments de céramique commune, deux plombs de pêche, un possible anneau de cargue et le seul élément de bois mis au jour sur le site (fig. 6). L'US 2 livre les vestiges d'une cargaison d'amphores dont certaines sont faiblement brisées, voire presque entières. Il ne s'agit toutefois pas d'une cargaison « en place » au sens où elle aurait conservé la position qu'elle occupait sur le navire, mais d'un épandage concentré de vestiges d'amphores dans lequel au moins 22 individus sont représentés. Il convient de noter que si une amphore ne s'est pas brisée, les autres semblent s'être très largement affaissées sur elles-mêmes sans que la dispersion des fragments ait été très importante. À ces amphores, il faut associer quelques rares vestiges du navire (anneau de cargue et planche) ou de possible mobilier de bord (céramique commune et plomb de pêche) (fig. 7).

- À la base du sondage l'US 3 est une couche très compacte et homogène, composée de sable schisteux gris avec des inclusions de plaquettes de schiste et de cailloutis. Sa puissance est variable, absente sur les pointements du substrat rocheux, elle peut faire une trentaine de centimètres en d'autres secteurs sur sondage, elle repose directement sur le socle rocheux en place. Elle est totalement dépourvue d'artefacts et doit être considérée comme le substrat naturel.

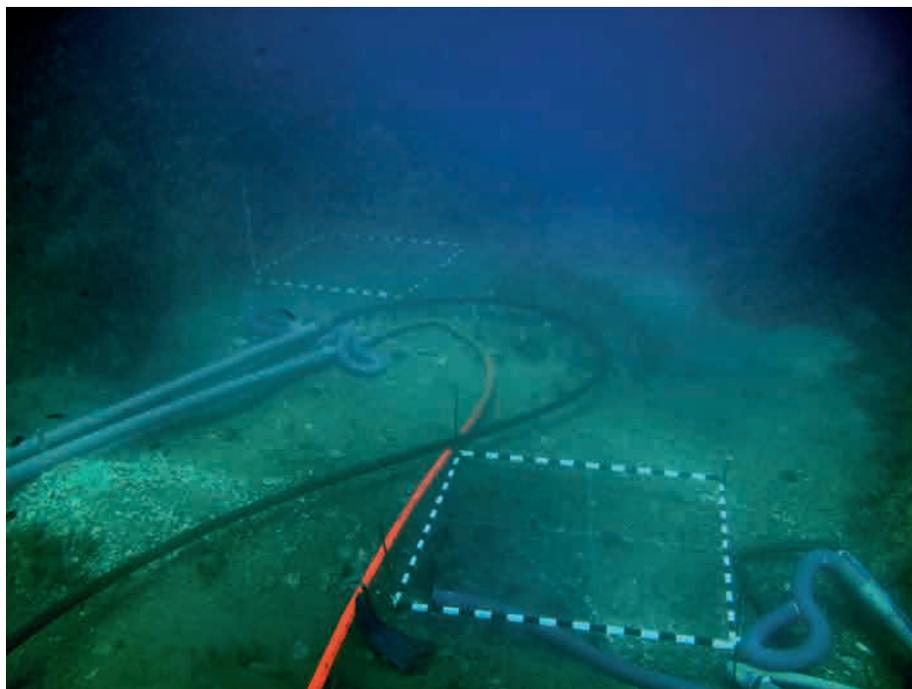


Figure 4  
Sondages 4 (à gauche) et 5 (à droite) (F. Brechon).

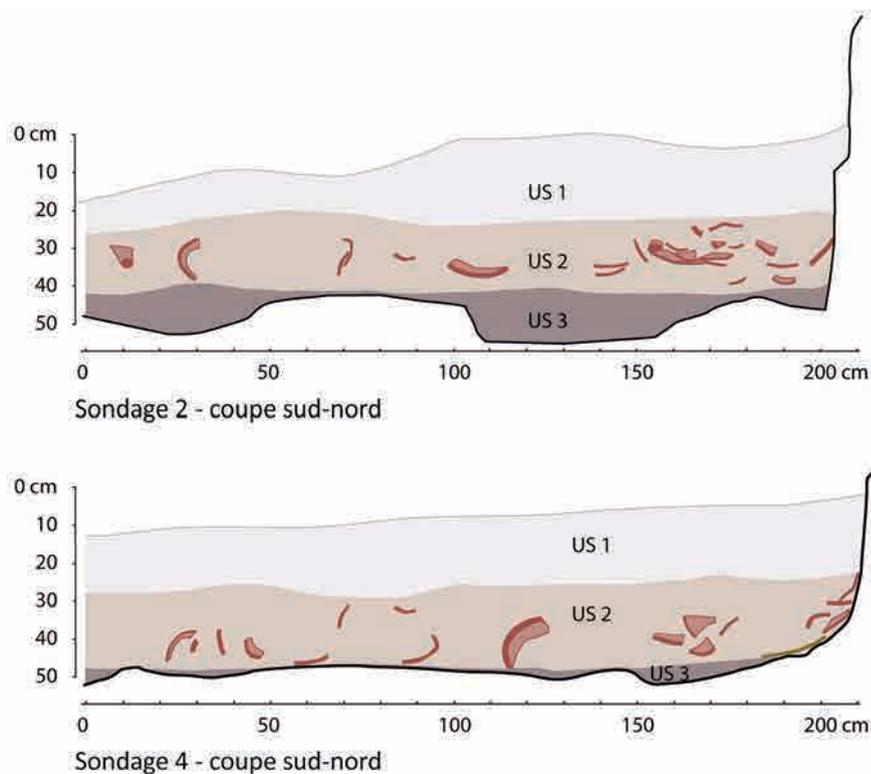


Figure 5  
Stratigraphie des sondages 2 et 4 (F. Brechon).

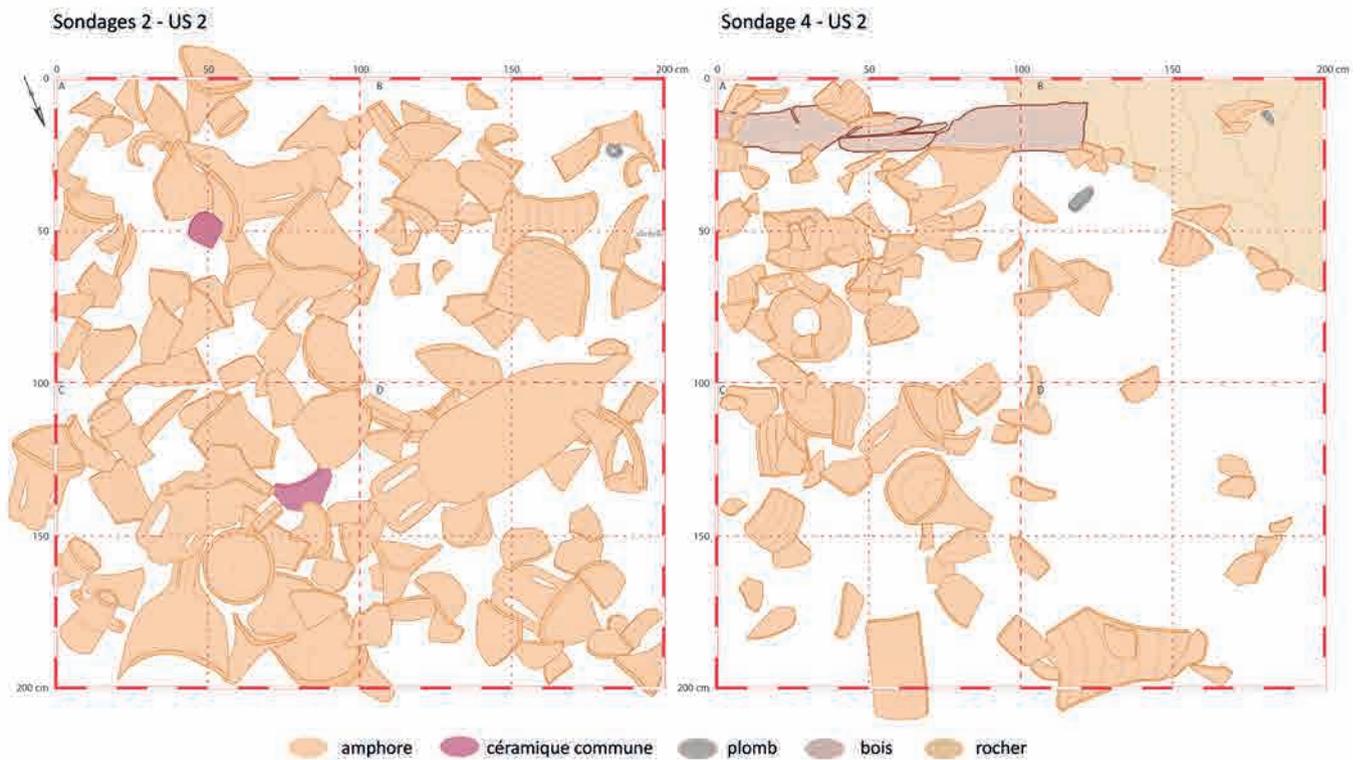


Figure 6 ▲  
Plan de l'US 2 sur  
les sondages 2 et 4  
(F. Brechon).

Figure 7 ▼  
Sondage 4, US 2  
(F. Brechon).



### 1.2.c. Le sondage 3

Le sondage 3 a été ouvert sur un substrat hétérogène constitué de cailloutis de gravier et de blocs décimétriques. Il a été fouillé jusqu'au terrain naturel sur une profondeur variant de 15 cm au nord-est à 65 cm au nord-ouest. L'espace où il est implanté semble plus fortement battu par mer, avec des blocs de schiste dénudés, sans implantation de gorgones. Sans doute que la topographie des lieux, en forme d'entonnoir, ainsi que la proximité de la côte, contribuent à amplifier les mouvements de ressac.

Il a livré une seule US composée de gravier de schiste roulé, de cailloutis anguleux et de blocs décimétriques mélangés en proportions variables. Elle est globalement peu compacte. Les différences de densité de blocs rencontrés par endroits ne peuvent être

lues comme des US différentes mais s'apparentent à une hétérogénéité de l'US 1. Cette US unique repose sur le substrat schisteux qui présente des déclivités et des ressauts importants sur toute la superficie du sondage.

Cette US a livré 26 tessons d'amphores Pascual 1, dont un col, et aucune pointe. Ce mobilier était réparti dans la masse de l'US, avec une concentration particulière au fond du sondage, directement sur le substrat rocheux, dans l'angle sud-ouest. Globalement, il s'agit de mobilier relativement peu concrétionné. Cette US a aussi livré deux pièces en plomb : une part d'une petite languette rectangulaire et un vase globulaire en plomb. À ces deux objets en plomb, il faut ajouter quatre clous de fer (fig. 8).

Le sondage 3 est à l'écart de l'épicentre du gisement situé dans le secteur des sondages 2 et 4, ainsi qu'en témoigne une densité relativement faible de mobilier amphorique. Toutefois, ses niveaux ne sont pas comparables à ceux des sondages 1 et 5 et ne semblent pas provenir de colluvionnement. Bien que peu nombreux et très fragmentés, les vestiges de mobilier céramique présentent des cassures assez franches et demeurent peu concrétionnés.

### 1.2.d. Le sondage 6

Le sondage n°6 est implanté à 11,8 m de profondeur, au sud-est du sondage n°3. Il est localisé au débouché d'un goulet délimité par le tombant, qui remonte vers la côte.

Cette implantation a été retenue afin d'explorer ce goulet, dans lequel des vestiges de coque auraient été susceptibles de se bloquer.

Il présente une seule US puissante de 45 à 65 cm, très hétérogène et moyennement compacte, composée de sable schisteux, de blocs parfois imposants, et de gravier de schiste.

Le sondage 6 est situé au-delà des limites du site et s'est avéré quasiment stérile, exception faite de trois maigres fragments d'amphores déplacés par les mouvements de mer depuis le cœur du gisement.

### 1.2.e. Interprétation générale

Le croisement entre la topographie des lieux et les vestiges retrouvés permet de penser qu'un navire s'est échoué sur la pointe du cap Gros. Le navire se brisant sur les roches acérées du cap a dû se disloquer rapidement, ce qui explique l'absence d'éléments de coque significatifs. Sa cargaison a alors coulé directement au pied du tombant dans la zone des sondages 2 et 4 et plus marginalement jusqu'au sondage 3. Seul un peu de mobilier, entraîné sur la pente a glissé en contrebas, jusqu'à l'emplacement des sondages 1 et 5.

Le gisement se présente donc comme un épandage de fragments d'amphores accumulés en une couche épaisse au pied du tombant du cap Gros sur une surface d'une petite dizaine de mètres de longueur et de trois à quatre mètres de largeur au plus. Cette cargaison est accompagnée de quelques éléments de mobilier de bord (céramique commune, vase en plomb) et de rares vestiges du navire (clous, anneau de plomb) qui témoignent toutefois du naufrage.

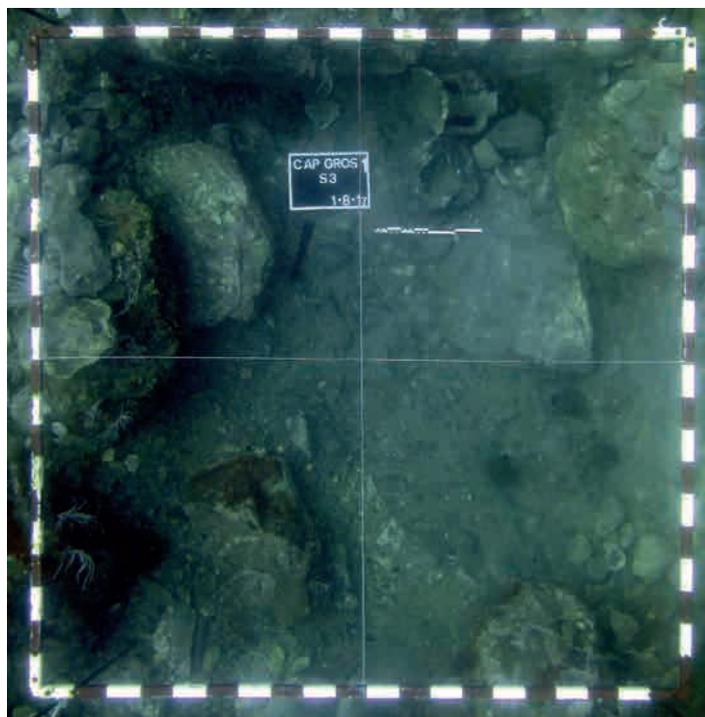
## II. ÉTUDE DU MOBILIER

Les trois sondages ont livré cinq-cent-seize éléments de mobilier archéologique (fig. 9).

### II.1. Amphores

Le mobilier amphorique déterminable est presque exclusivement constitué d'amphores Pascual 1 sur l'ensemble des sondages<sup>4</sup>. Au moins 20 individus sont représentés, dont un sur lequel il ne manque que la lèvre<sup>5</sup>.

Sans décrire ici les amphores Pascual 1 dont le type et les caractéristiques sont connus et largement détaillés, remarquons que celles du *Cap Gros* sont globalement de facture médiocre, avec en particulier des lèvres de hauteur variable d'un côté à l'autre du même individu, des sillons d'anses grossiers (CG17/3/183), ou des pointes mal conformées



(CG17/2/8), ce qui rejoint les remarques formulées au sujet de celles de l'épave *Cap Béar 3* (Colls 1986, 203-204).

L'unique individu presque complet de Pascual 1, étant donné sa panse ovoïde et trapue se rattache au type «b», proposition confirmée par la hauteur moyenne des cols qui ne dépasse pas 15 à 17 cm et qui sont terminés par des lèvres plutôt légèrement évasées (López-Mullor, Martín-Menéndez 2008, 57) (fig. 10 à 12).

Aucun timbre épigraphique n'a été identifié sur les vestiges des amphores mises au jour au cap Gros, malgré leur abondance assez générale sur ce type de matériel, pour lesquelles de nombreuses études de synthèse (Miró 1988; Pascual i Guasch 1992; Revilla Calvo 1995 et 2004), comme de cas (Bergé 1990; Savarese 2011; Berni Millet, Carreras Monfort 2013; Berni Millet 2014), présentent des catalogues d'estampilles. En revanche, le mobilier mis au jour au cap Gros présente des tracés digités ou incisés, voire les deux à la fois. Ces marques sont toutes localisées sur les pointes et sont de deux types.

Figure 8  
Sondage 3, fragment d'amphore Pascual 1 et vase en plomb dans l'angle sud-ouest du sondage (F. Brechon).

Figure 9  
Tableau récapitulatif du mobilier.

	Amphores		Céramique commune	Bois (nb restes)	Éléments métalliques		Total
	Nb restes	Nb individus			Plomb	Fer	
Sondage 1	22	2	0	0	0	1	23
Sondage 2	281	18	2	0	1	0	284
Sondage 3	26	0	0	0	2	4	32
Sondage 4	127	4	0	5	2	0	134
Sondage 5	40	0	0	0	0	0	40
Sondage 6	3	0	0	0	0	0	3
Total	499	24	2	5	5	5	516



Figure 10  
Amphore Pascual I  
(F. Brechon, M. Salvat).

Un tracé digité simple ou double, globalement parallèle à l'axe de l'amphore, figure sur 12 des 19 pointes<sup>6</sup>, soit 63 % des individus. Les 12 tracés digités simples forment une incision unique de 8 à 10 cm de longueur pour une profondeur d'un à deux millimètres au plus, souvent moins. Très ténue, cette trace est parfois difficile à repérer. Ce long trait est doublé dans cinq cas<sup>7</sup> d'un second tracé de 2 à 4 cm de longueur, situé à gauche du premier, sur la base duquel il est aligné. À la différence des timbres épigraphiés, ces marques plus simples dans leur conception et leur réalisation renvoient notamment à l'organisation de la production, au comptage et à l'identification d'un potier (Laubenheimer 1985 ; Martín-Menéndez 2015). Plusieurs marques similaires ont été mises au jour sur les productions de différents ateliers (Tremoleda i Trilla 2000, 142) et sur les pointes d'amphores de diverses épaves (Martínez Ferreras *et al.* 2014a et 2015).

Outre ces tracés digités, un tracé d'un exemplaire unique a été incisé à l'aide d'un outil pointu laissant une trace fine et profonde de 2 mm environ<sup>8</sup>. Il forme un astérisque à six branches de 5 cm constitué de trois tracés croisés en leur milieu (fig. 13).

## II.2. Éléments de bord

Le gisement a livré quelques éléments pouvant faire partie du mobilier de bord du navire, vaisselle ou matériel de pêche.

### II.2.a. Céramique commune

Le sondage 2 a livré deux fragments réduits de céramique commune qui sont potentiellement assimilables à de la vaisselle de bord.

Un fragment pourrait appartenir à une jarre ou une urne à fond plat de 25 cm de diamètre environ. En céramique oxydante, elle pourrait s'apparenter aux productions de Tarraconnaise qui se développent à compter de l'époque augustéenne et sont le fait des mêmes ateliers que les amphores, pour lesquels ils constituent des productions complémentaires, avec les terres cuites architecturales (Casas i Genover *et al.* 1990, 45-46). Plus particulièrement, elle pourrait provenir de l'atelier du Collet à Sant-Antoni-de-Calonge, dont les productions sont globalement similaires, et même pour certaines identiques, ou de l'atelier de céramiques communes des Ametllers à Tossa<sup>9</sup>.

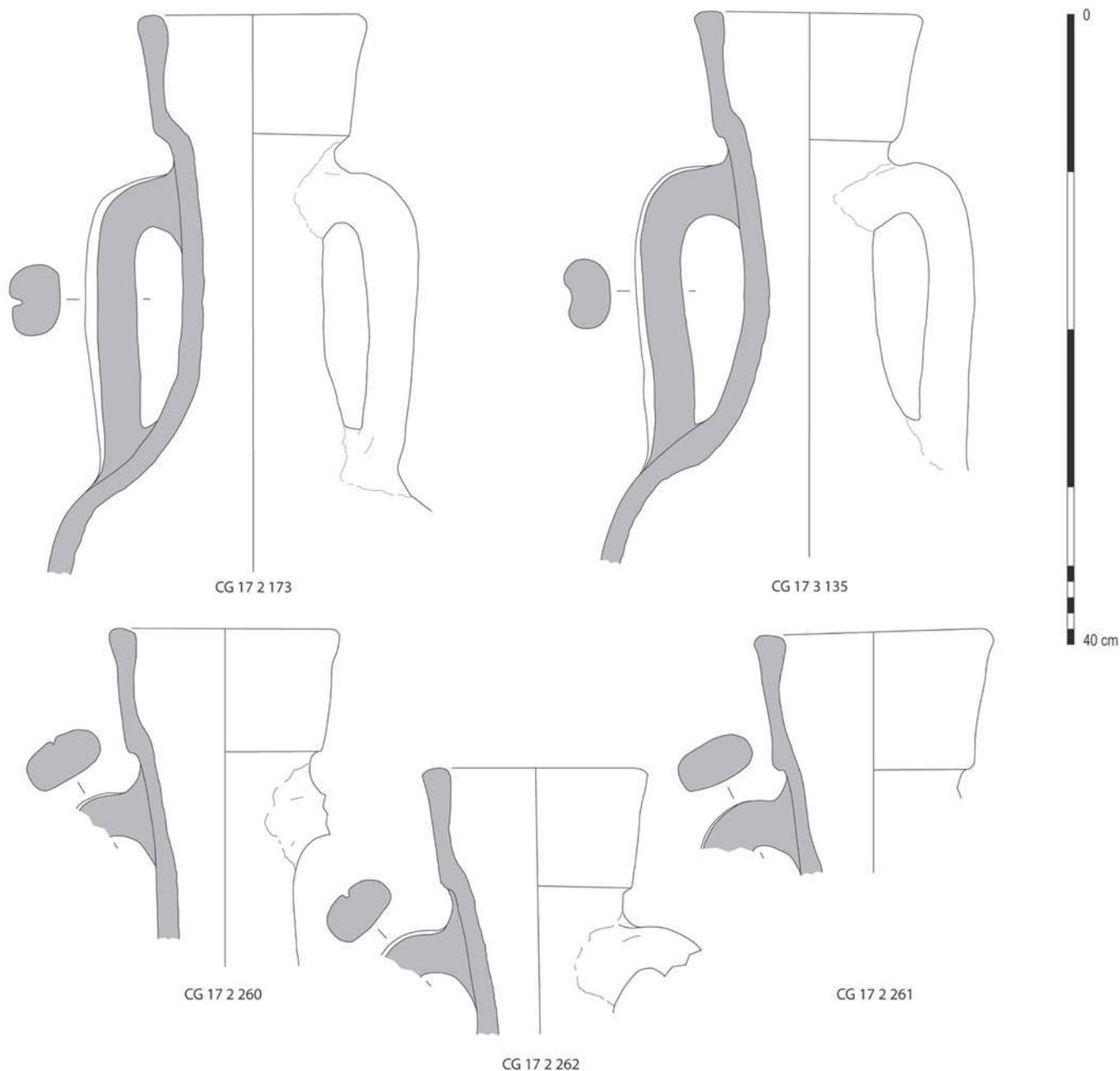
Trop réduit, un autre fragment n'a pu faire l'objet d'aucune proposition d'identification.

### II.2.b. Vaisselle de plomb

Le sondage 3 a livré un vase globulaire en plomb, dont le fond, découpé par l'usure était détaché et reposait à quelques dizaines de centimètres. Le parfait emboîtement du fond arraché dans l'orifice laissé sur le vase permet d'affirmer qu'il s'agit bien d'une seule et même pièce (fig. 14).

Ce vase présente aujourd'hui un diamètre maximal de 32 cm, pour une hauteur de 18 cm. Néanmoins, son épaisseur, assez faible (2,5 à 3 mm en moyenne), et le caractère malléable du plomb explique qu'il se soit déformé. Sa section verticale initiale devait probablement être ovoïde et son plan circulaire.

Son ouverture, munie d'un bord ourlé de 10/12 mm, mesure entre 13 et 15 cm de diamètre, les déformations du métal interdisant une mesure plus précise. Il ne présente aucune anse, aucune trace d'emmanchement et aucun pied. Il est difficile de dire si le fond plat constaté est lié à l'écrasement, ou à la facture originelle permettant de stabiliser le vase en l'absence de pieds. À titre de comparaison, un vase identique mis au jour sur l'épave *Grand Rouveau* possède un fond bombé (Sciallano Liou 1985, 59). Il ne présente aucune marque ou estampille visible.

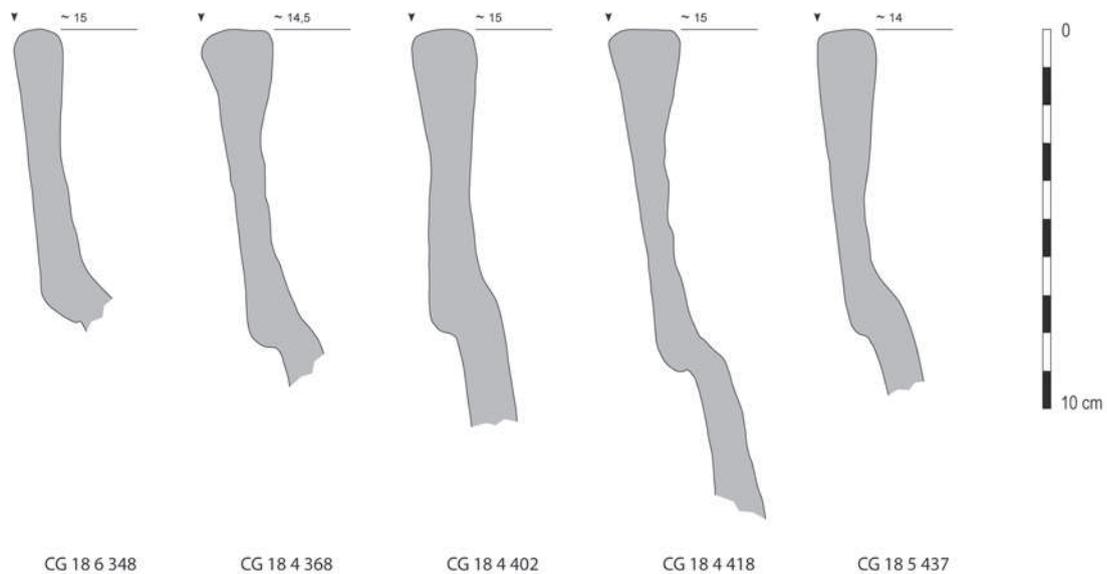
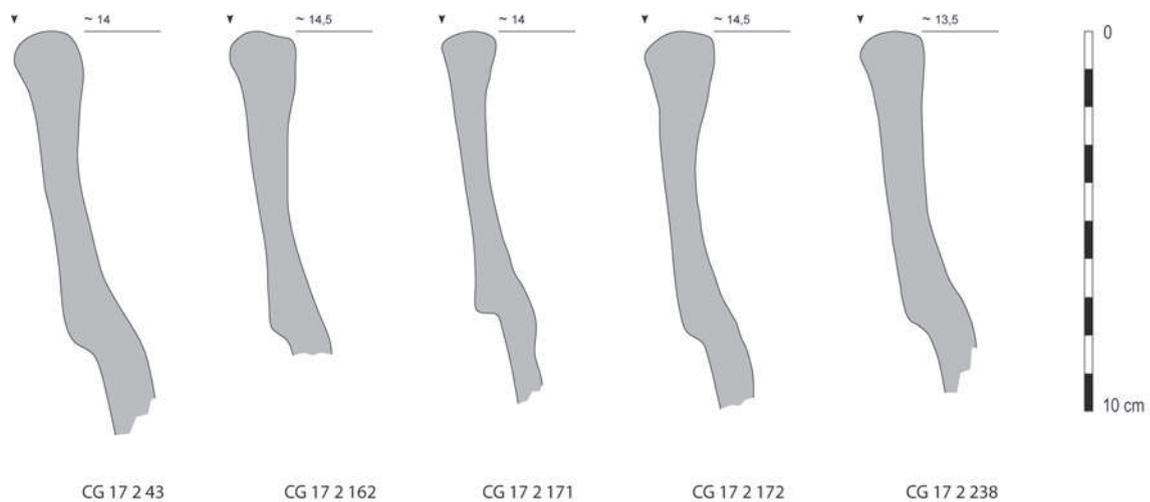
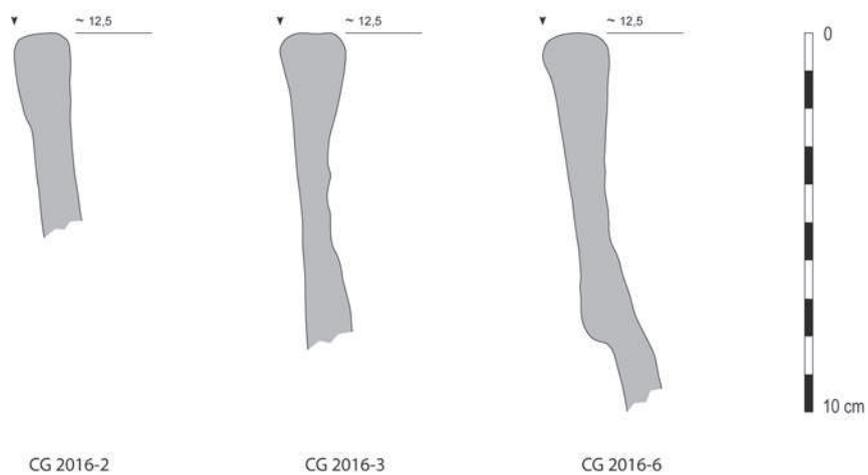


De tels vases morphologiquement et métrologiquement identiques sont attestés à six reprises dans des contextes d'épaves chronologiquement proches de celui de *Cap Gros*, entre 20 av. J.-C. et 50 apr. J.-C. Ils ont été découverts sur les épaves *La Garoupe* à Antibes (Fiori 1972, 35), *Grand-Rouveau* à Bandol (Sciallano, Liou 1985, 59), *Diano Marina* à Gênes (Pallarés, Gandolfi 1983, 112), *Ladispoli* (D'Atri, Gianfrotta 1986), *Grand Ribaud D* à Hyères (Hesnard *et al.* 1988, 116-117 et fig. XLVI, n° 3) et *Dramont D* à Saint-Raphaël (Joncheray 1975, 12). Le musée de l'Éphèbe à Agde en possède une collection de quatre exemplaires, dont un particulièrement volumineux, mais qui sont le fruit de découvertes subaquatiques hors contexte<sup>10</sup>.

Interprété comme un élément de la vaisselle de bord, ce type de vase en plomb pourrait servir au stockage de liquides dans un récipient parfaitement étanche et non poreux. Comme cinq des sept occurrences découvertes en contexte archéologique proviennent de navires à *dolia* (*La Garoupe*, *Grand-Rouveau*, *Diano Marina*, *Ladispoli*, *Grand Ribaud D*), il est possible qu'ils aient pu servir à transvaser le vin (Feugère 2017). L'usage d'un tel vase n'en demeure pas moins très conjectural. Le récipient découvert au *cap Gros* a été soigneusement vidé de son contenu. Ce dernier a été tamisé, mais son contenu n'était composé que de sable et de gravier stérile, et n'a livré aucun élément archéologique.

Figure 11  
Amphores Pascual 1  
(M. Salvat).

Figure 12  
*Amphore Pascual I*  
 (M. Salvat).



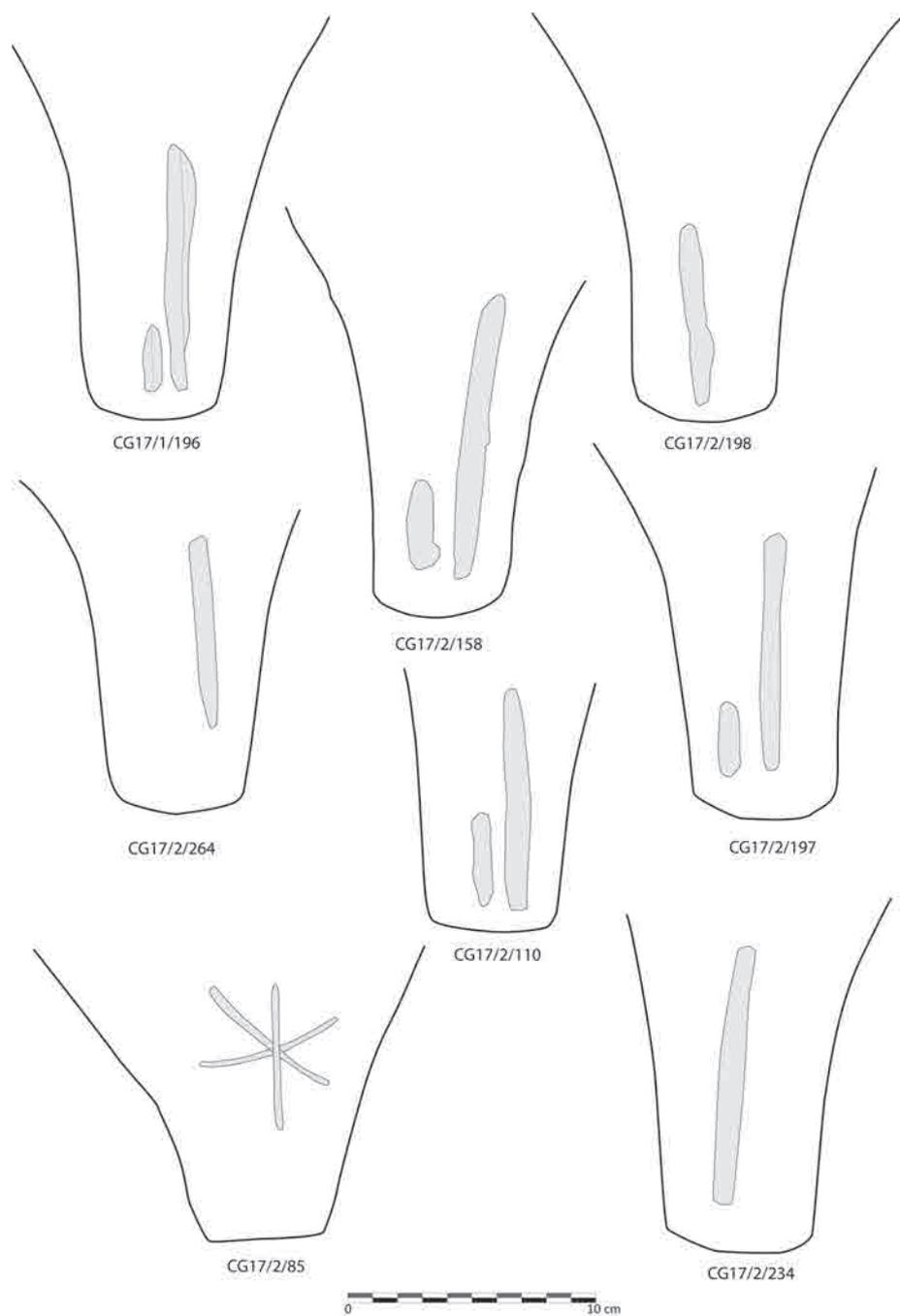


Figure 13  
 Marques digités et tracé  
 sur les pointes (M. Salvat).



Figure 14  
 Vase globulaire en plomb  
 (F. Brechon).

Un fragment du vase en plomb a fait l'objet d'une analyse de corrosion réalisée par Jürgen Kettenring<sup>11</sup> dans le cadre des études conduites sur les méthodes de datation des métaux immergés. La méthode déployée à titre expérimental est basée sur la corrélation linéaire entre l'épaisseur des différentes couches de corrosion et la durée de l'exposition aux conditions marines, recoupée avec la nature des produits de corrosion étudiés, principalement de la litharge PbO et de la cérussite PbCO<sub>3</sub> (Reich *et al.* 2003). Les couches de corrosion ont été déterminées à l'aide d'un microscope optique et la teneur en produits de corrosion par diffraction des rayons X sur poudre (XRPD). Ces études préliminaires aboutissent à une datation autour de 100 apr. J.-C., +/- 200 ans.

### **II.2.c. Matériel de pêche**

Deux éléments en plomb peuvent s'apparenter à des plombs de pêche ou de filets.

Le premier est une pièce plate de 73 mm de longueur et 21 mm de largeur pour 16 mm d'épaisseur, terminée en pointe sur l'une des extrémités. Ses bords retournés permettent de bloquer un fil. Elle s'apparente à un plomb de filet de type «A», les plus répandus en Gaule au moins à compter de la romanisation (Mauduit 2012, 28). Il apparaît toutefois épais par rapport aux plombs de pêche parallélépipédiques découverts sur d'autres épaves, comme sur celle de Tiboulou de Maire à Marseille (Martinez 2018, t. 2, fig. 117) ou *Mateille A* (Solier *et al.* 1981, 208).

Le second est un lest de pêche de forme tronconique, qui semble cassé à son extrémité supérieure, au niveau d'un trou traversant permettant de l'attacher au fil de pêche. Sa longueur conservée est de 61 mm pour un diamètre de 28 mm. Par sa forme et ses dimensions, il s'apparente tout à fait à ceux découverts sur l'épave *Port-Vendres 2* et conservés au dépôt archéologique de Port-Vendres (Colls *et al.* 1977).

Le sondage 3 a aussi livré une plaquette de plomb de 8 cm par 5 cm de côté et 4 mm d'épaisseur moyenne. Elle est proprement découpée et présente des bords assez rectilignes. Sur une face, cette plaque est marquée d'une rainure périphérique bien entaillée sur trois côtés et d'un amincissement sur le quatrième. Elle est lisse sur l'autre face. Elle est dotée de six trous de 2 à 3 mm de diamètre situés dans ses angles, au milieu d'un côté et en son centre, autour desquels un fraisurage, une marque d'emboutissage ou de rivetage apparaît en creux. Aucune explication

d'usage ne peut être avancée pour cette pièce qui s'apparenterait par sa facture soignée à un élément d'équipement de bord indéfini.

## **II.3. Éléments du navire**

### **II.3.a. Bois**

Une planche fragmentée en cinq morceaux a été mise au jour à la base du sondage 4. Scellée sous plusieurs fragments d'amphores, cette planche reposait pour partie directement sur le rocher. D'une largeur de 17 cm et d'une longueur apparente de 122 cm, elle se prolonge au-delà de la limite du sondage dans son angle sud-est et sa longueur dégagée n'est pas complète. Elle ne présente aucune marque de travail, aucune trace de cheville ou d'assemblage. Elle pourrait s'apparenter, sous toutes réserves et avec prudence, à un élément de vaigrage – éventuellement vaigre mobile – ou à un élément servant à l'arrimage de la cargaison d'amphores. C'est le seul vestige de bois qui aurait pu appartenir au navire.

### **II.3.b. Éléments métalliques**

Cinq clous de fer de 8 à 14 centimètres de longueur apparente ont été découverts, principalement sur le sondage 3. Très corrodés et inclus dans une gangue épaisse, leur forme est impossible à identifier en l'état. Sans doute proviennent-ils du navire lui-même.

Le sondage n° 2 a livré un anneau de plomb, dont le diamètre extérieur mesure de 6 à 6,4 cm, pour 0,5 cm d'épaisseur. Le diamètre de son trou central est compris entre 2 et 2,5 cm. L'anneau est composé d'une lame plate de plomb recourbée en boucle sur elle-même. Les deux extrémités, taillées en biseau, se chevauchent pour fermer le cercle. Un petit trou traversant de 2 à 3 mm de diamètre est visible à la périphérie de l'anneau, non loin de l'axe de jonction des deux extrémités de la lame de plomb qui le compose. La périphérie de ce trou présente une marque de fraisurage. L'interprétation d'un anneau de ce type est incertaine. Une utilisation comme anneau de cargue peut être évoquée à partir de différents exemples, notamment de ceux découverts sur l'épave *Port-Vendres 2* (Colls 1982, 1983, 1984). Toutefois d'autres exemples issus des épaves *Chrétienne C* (Joncheray 1975b, 104), *Dramont A* (Santamaria 1975, 190), et surtout *Ladispoli* (Carre 1993, 26) et *Arles-Rhône 3* (Arles-Rhône I3 2014, 69) sont sensiblement différents. En bois, ils sont dotés d'un côté plat portant sur la voile, à laquelle ils sont ligaturés au travers de deux trous.



### III. UNE CARGAISON HOMOGÈNE D'AMPHORES

Les éléments retrouvés au pied du tombant du cap Gros évoquent manifestement une cargaison homogène provenant de Léétanie. Seule une caractérisation archéométrique des pâtes est susceptible d'apporter des renseignements complémentaires. L'essentiel de l'approfondissement des connaissances sur le commerce du vin de Léétanie provient d'ailleurs aujourd'hui des études archéométriques qui se développent sur les chargements et les ateliers de production d'amphores, au point qu'une première synthèse est proposée (Martínez Ferreras 2016).

Elles permettent en particulier d'améliorer la connaissance de la commercialisation des produits du vignoble catalan (Martínez Ferreras 2012). Dans cette perspective, la reprise des études sur les cargaisons des épaves *Els Ullastres*, *Cap del Vol* (Martínez Ferreras *et al.* 2012c), *Port-Vendres 4* (Colls *et al.* 2014; Martínez Ferreras *et al.* 2015) et *Port-Vendres 5* (Martínez Ferreras *et al.* 2014) ont été particulièrement fructueuses. Elles mettent souvent en évidence l'origine composite des cargaisons regroupant des productions de plusieurs domaines de la côte catalane centrale pour les seules amphores Pascual 1, parfois associées à des productions italiennes au sein d'un commerce de redistribution (*Port-Vendres 4*). Le réexamen de ces cargaisons permet d'affiner le modèle de circulation commercial proposé initialement à partir de l'épave *Culip IV* (Nieto 1989, 239-244) puis théorisé à la fin des années 1990 (Pomey *et al.* 1997, 152-159).

Afin de déterminer l'origine de la cargaison d'amphores, des analyses archéométriques ont été réalisées en 2019 à l'Université de Barcelone (ERAAUB)<sup>12</sup> sur vingt-trois individus d'amphores Pascual 1. Le programme analytique comprend l'examen de lames minces au microscope optique polarisant (MOP), et la caractérisation de la composition minéralogique et chimique en utilisant la diffraction de rayons X (DRX) et la fluorescence de rayons X (FRX) respectivement. L'étude permet aussi d'envisager l'homogénéité ou la diversité de la composition de la cargaison et d'approcher les processus technologiques de production, notamment la sélection et la préparation des matières premières afin d'obtenir la pâte souhaitée, le modelage, la finition et la cuisson. La provenance des amphores, définie comme le lieu de production, a été explorée en utilisant la base de données analytique de l'ERAAUB comme référence. Elle comprend différents types d'amphores (Dressel 1 d'Espagne Citérieure, Tarraconaise, Pascual 1, Dressel 2-4, Dressel 7-11 et Oberaden 74) fabriquées dans vingt-six ateliers de potiers situés dans le

nord-est de la péninsule ibérique, et dont les groupes de référence ont été identifiés sur la base de la composition chimique de leurs productions (fig. 15). En outre, les groupes pétrographiques caractéristiques de ces zones ont été identifiés et ont également été utilisés à titre de comparaison (Martínez Ferreras 2014; Martínez Ferreras, Gutiérrez 2013; Martínez Ferreras 2017; Angourakis *et al.* 2018). L'objectif est d'apporter des éléments de connaissance supplémentaires sur la provenance de la cargaison afin de déterminer l'aire de départ le long du littoral de la Catalogne et la route maritime suivie par l'épave, à l'image des études réalisées pour les cargaisons de *Port-Vendres 4* (Colls *et al.* 2014) et *Port-Vendres 5* (Martínez Ferreras *et al.* 2014).

#### III.1. Observations macroscopiques<sup>13</sup>

L'examen à la loupe binoculaire de tous les échantillons permet une première classification des céramiques en fonction des caractéristiques et de la composition des pâtes au niveau macroscopique. Quelques échantillons montrent des matrices de couleur hétérogène due aux processus d'altération secondaire intervenant pendant l'enfouissement dans un milieu marin subaquatique et anaérobique. Des bandes longitudinales de couleurs différentes sont observées, les surfaces étant généralement plus sombres. Après examen des fractures fraîches, ces amphores se répartissent en deux groupes macroscopiques principaux. L'un comprend vingt-deux amphores (CG-A) et l'autre un seul échantillon (CG-B).

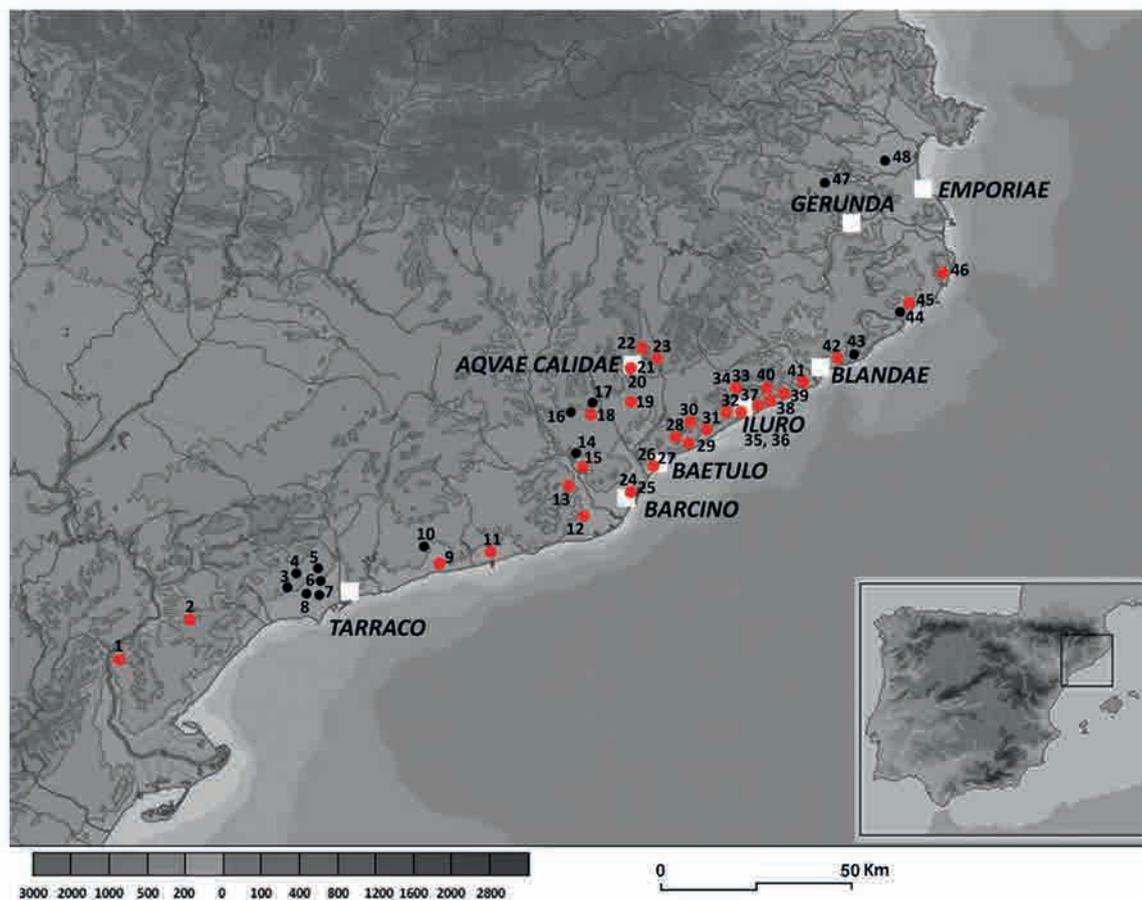
Le groupe **CG-A**, comprenant vingt-deux amphores<sup>14</sup>, soit la quasi-totalité des échantillons, est caractérisé par des pâtes calcaires de couleur beige-rosé comportant un dégraissant grossier abondant. Toutefois, la couleur de la matrice varie en fonction de la température de cuisson. La fréquence des pores varie en fonction des échantillons, mais il s'agit principalement de vacuoles orientées suivant l'axe des parois. Les inclusions non-plastiques plus grossières suivent la même orientation. Elles apparaissent relativement bien distribuées et leur fréquence (communes à abondantes) varie aussi en fonction de l'échantillon. Elles présentent une forme sub-angulaire à sub-arrondie et leur taille correspond à la fraction moyenne à grossière (0,5 à 1,5 mm) du sable.

En revanche un seul exemplaire (CG11) compose le groupe **CG-B**<sup>15</sup>. Il présente une matrice de couleur rougeâtre, caractéristique des pâtes peu calcaires, riches en oxydes de fer. Les pores et les inclusions sont peu fréquents. Ces dernières, rares, correspondent au même type que celles observées sur les échantillons du groupe CG-A (fig. 16).



Figure 15

Localisation des ateliers ayant fabriqué des amphores Pascual I (points rouges) parmi tous les ateliers de potiers d'époque romaine identifiés en Catalogne (V. Martínez Ferreras d'après Tremoleda 2008).



- |                                                                        |                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. Mas del Catxorro (Benifallet, Baix Ebre)                            | 25. Av. Francesc Cambó-Mercat Sta. Caterina (Barcelona, Barcelonès) |
| 2. L'Aumedina (Tivissa, Ribera d'Ebre)                                 | 26. Can Peixau (Badalona, Barcelonès)                               |
| 3. Mas de l'Antoni Corts (Riudoms, Baix Camp)                          | 27. Illa Fradera (Badalona, Barcelonès)                             |
| 4. Mas del Coll (Riudoms, Baix Camp)                                   | 28. Alella-Autopista (Alella, Maresme)                              |
| 5. La Buada (Reus, Baix Camp)                                          | 29. Cal Ros de les Cabres (El Masnou, Maresme)                      |
| 6. El Vilar (Reus, Baix Camp)                                          | 30. Club Tennis Barcelona (Teià, Maresme)                           |
| 7. Els Antigols (Reus, Baix Camp)                                      | 31. Veinat del Sant Crist (Cabrils, Maresme)                        |
| 8. Les Planes del Roquis (Reus, Baix Camp)                             | 32. Ca l'Arnau-Can Pau Ferrer (Cabrera de Mar, Maresme)             |
| 9. El Vilarenc (Calafell, Baix Penedès)                                | 33. Can Notxa (Argentona, Maresme)                                  |
| 10. Tomoví (Albinyana, Baix Penedès)                                   | 34. Can Portell (Argentona, Maresme)                                |
| 11. Darró (Vilanova i la Geltrú, Garraf)                               | 35. Torre Llauder (Mataró, Maresme)                                 |
| 12. Barri Antic o Vila Vella (Sant Boi de Llobregat, Baix Llobregat)   | 36. Les Casetes (Mataró, Maresme)                                   |
| 13. Can Reverter (Sant Vicenç dels Horts, Baix Llobregat)              | 37. El Morrell (Llavaneres, Maresme)                                |
| 14. Can Pedrerol (Castellbisbal, Vallès Oriental)                      | 38. El Moré (Sant Pol de Mar, Maresme)                              |
| 15. Can Tintorer (El Papiol, Baix Llobregat)                           | 39. El Mujal (Calella, Maresme)                                     |
| 16. Can Jofressa (Terrassa, Vallès Occidental)                         | 40. El Sot del Camp (Sant Vicenç de Montalt, Maresme)               |
| 17. La Salut (Sabadell, Vallès Occidental)                             | 41. Can Viader (Malgrat de Mar, Maresme)                            |
| 18. Can Feu (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental)                | 42. Fenals (Lloret de Mar, La Selva)                                |
| 19. Camp d'en Ventura de l'Oller (Sta. Perpètua de Mogoda, Vallès Oc.) | 43. Els Ametllers (Tossa de Mar, La Selva)                          |
| 20. Mas Manolo (Caldes de Montbui, Vallès Oriental)                    | 44. Solius-Can Llovarons (Castell-Platja d'Aro, Baix Empordà)       |
| 21. Sant Miquel dels Martres (Caldes de Montbui, Vallès Oriental)      | 45. El Collet de Sant Antoni (Calonge, Baix Empordà)                |
| 22. Can Vendrell (Santa Eulàlia de Ronçana, Vallès Oriental)           | 46. Llafranc (Palafrugell, Baix Empordà)                            |
| 23. Can Cabot (Santa Eulàlia de Ronçana, Vallès Oriental)              | 47. Ermedàs (Cornellà del Terri, Pla de l'Estany)                   |
| 24. Carrer Princesa (Barcelona, Barcelonès)                            | 48. La Bomba (Vilamacolum, Torroella de Fluvià, Alt Empordà)        |

### III.2. Analyse pétrographique par Microscopie Optique en lumière Polarivée (MOP)<sup>16</sup>

L'étude pétrographique intègre l'analyse des caractéristiques optiques de la matrice céramique et des caractéristiques texturales (type, forme, mesure, fréquence et distribution des inclusions), en utilisant des critères relevant de la minéralogie optique. Cette technique permet de déterminer les similitudes de composition entre les pâtes céramiques et d'établir

des groupes pétrographiques en fonction de la composition de la matrice, ainsi que des inclusions fines et grossières. Cette analyse apporte des informations sur l'origine des matières premières, très utiles dans les études de provenance. Elle renseigne aussi sur les processus technologiques de la chaîne opératoire de production, comme la sélection et traitement des matières premières, le modelage et la cuisson, jusqu'à l'obtention du produit fini (Whitbread 1995 ; Quinn 2013).



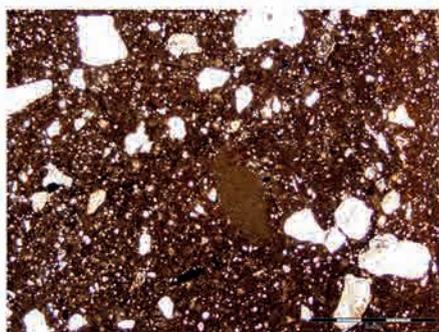
Figure 16  
 Photographies des fractures  
 fraîches de quelques  
 amphores examinées au  
 micro-stéréoscope, 10x  
 (échelle : 5 mm)  
 (V. Martínez Ferreras).

L'examen des lames minces au microscope optique polarisant indique que toutes les amphores analysées, excepté CG11, constituent un groupe pétrographique (CG-A) calcaire et grossier (fig. 17).

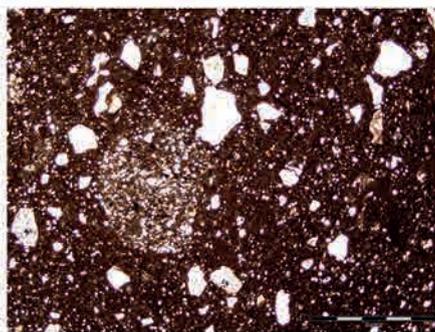
La matrice apparaît plus ou moins vitrifiée en fonction de la température de cuisson de chaque individu. Les matrices de coloration marron orangé présentent

une activité optique moyenne, tandis qu'elle est nulle et très vitrifiée dans le cas des matrices de couleur marron clair-jaunâtre. Quelques échantillons intègrent des nodules argileux plus calcaires, dépourvus d'inclusions, et des concentrations d'inclusions très fines formant des agrégats limoneux. Ils contiennent principalement des petits cristaux de quartz et de carbonates et ressemblent aux nodules

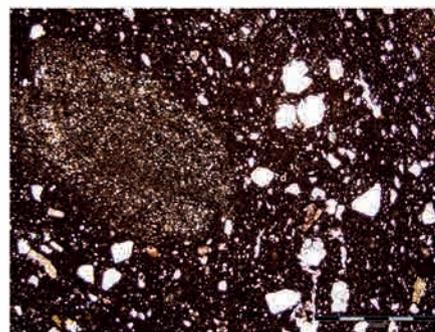




CG1 20x LPP



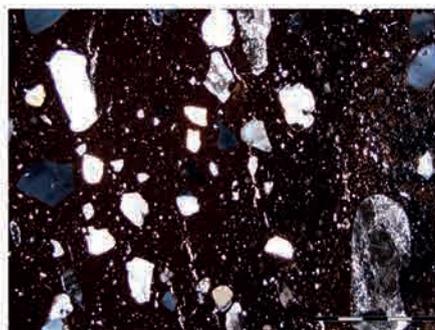
CG3 20x LPP



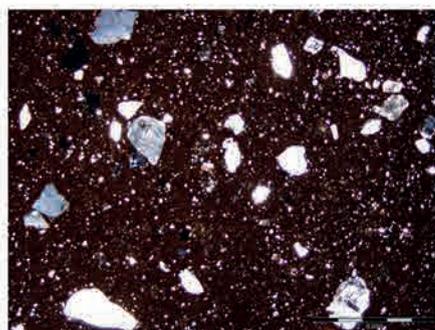
CG6 20x LPP



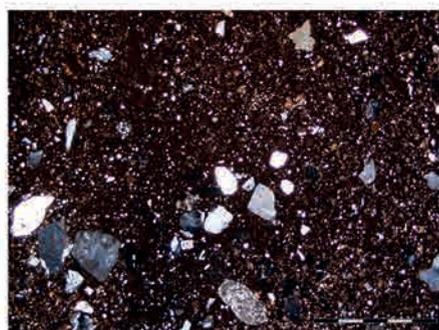
CG2 20x LPC



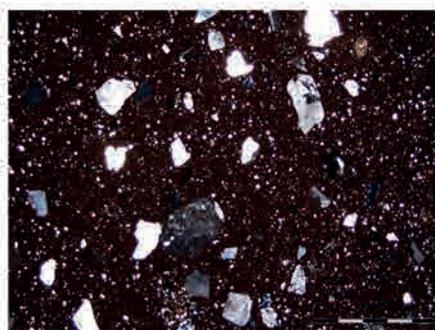
CG5 20x LPC



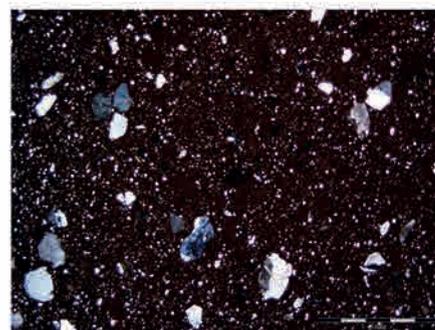
CG10 20x LPC



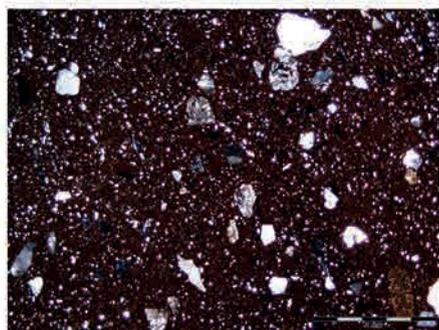
CG12 20x LPC



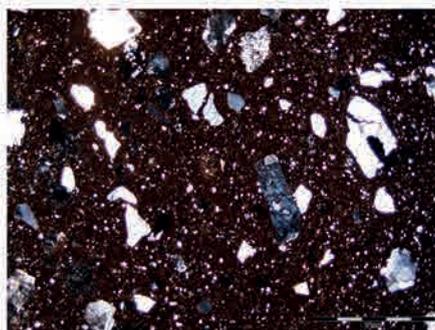
CG13 20x LPC



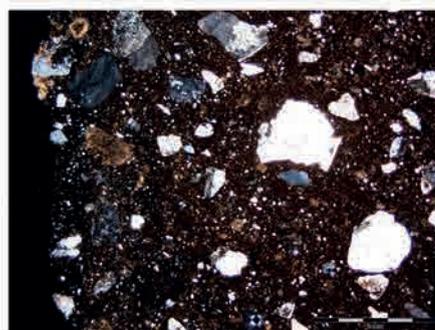
CG14 20x LPC



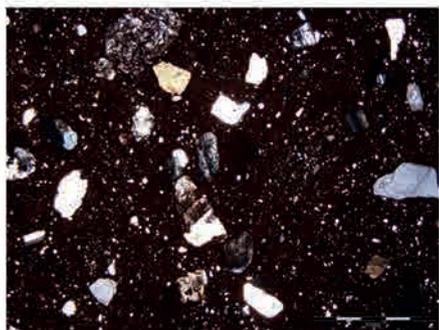
CG16 20x LPC



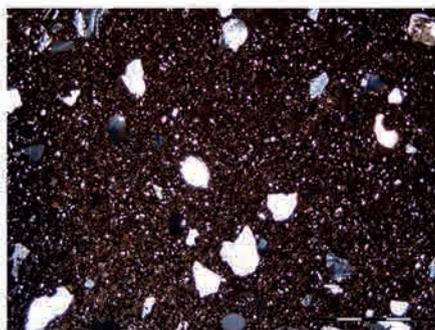
CG17 20x LPC



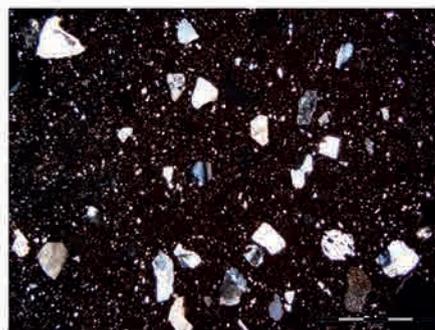
CG18 20x LPC



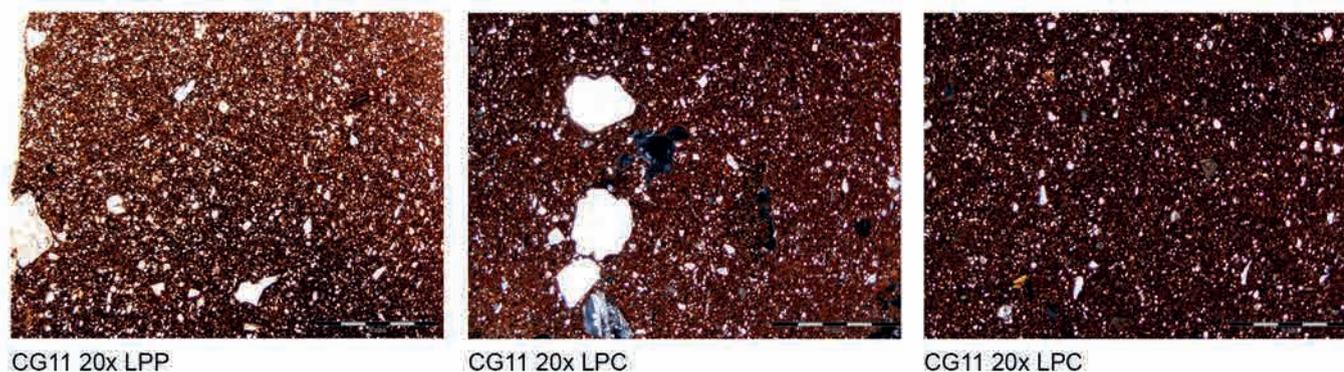
CG20 20x LPC



CG21 20x LPC



CG23 20x LPC



limoneux déjà observés dans la pâte des amphores Pascual I produites dans les ateliers de *Baetulo* (Badalona) (Martínez Ferreras 2014; Antequera *et al.* 2010).

La porosité varie aussi en fonction de l'échantillon, car elle est principalement liée au processus de cuisson. Les pores présentent la taille et la forme de micro-vacuoles et méso-vacuoles. La majeure partie de la porosité est le résultat de la décomposition partielle ou totale des carbonates, si bien que quelques pores contiennent des cristaux de calcite microcristalline secondaires.

Les inclusions de la fraction fine sont plus ou moins nombreuses et correspondent principalement à des petits cristaux de quartz monocristallin. Des petits carbonates (probablement microfossiles parmi d'autres) apparaissent généralement décomposés par le processus de cuisson, mais ils étaient aussi fréquents à l'origine. Des cristaux de feldspaths et des lames de phyllosilicates (biotite et muscovite) sont aussi communément présents, ou rares dans le cas des amphores de pâte très vitrifiée.

La fraction grossière varie, de commune à abondante, en fonction de l'amphore. Toutes contiennent des inclusions relativement bien distribuées et orientées suivant l'axe longitudinal des parois. Il s'agit principalement de fragments de granitoïdes et de cristaux dérivés de ces roches, parmi lesquels le quartz, le feldspath potassique et le plagioclase sont prédominants. Ces inclusions présentent une forme sub-angulaire à sub-arrondie, et une taille correspondant à la fraction sableuse moyenne et grossière (0,5-1,5 mm). Des nodules de calcite microcristalline (micrite) sont fréquents, spécialement dans le cas des amphores cuites à plus basse température. Néanmoins, les nodules calcaires apparaissent généralement très altérés et décomposés du fait des températures de cuisson du plus grand nombre des échantillons. Outre les inclusions dérivées des granitoïdes, comme les phyllosilicates (biotite et muscovite), les amphiboles sont présentes, de communes à rares, dans les échantillons cuits à plus basse température.

L'amphore CG11 constitue un groupe différent (CG-B) avec une pâte peu calcaire et présentant moins d'inclusions grossières (fig. 18). La matrice est riche en oxydes de fer, de couleur rougeâtre, très peu vitrifiée, l'activité optique des minéraux argileux étant élevée. La porosité est inférieure à celle des amphores du groupe CG-A. Elle présente aussi des formes de micro-vacuoles et méso-vacuoles, et sont aussi orientées suivant un axe longitudinal par rapport aux parois. Les inclusions de la fraction fine sont très abondantes et correspondent à des petits cristaux de quartz et des lames de phyllosilicates, mais il faut souligner l'absence de carbonates.

La fraction grossière est plus faible que sur les autres échantillons et elle présente une distribution très hétérogène, étant donné les inclusions concentrées dans quelques parties des parois, tandis que d'autres parties sont dépourvues d'inclusions. Elles correspondent à des fragments de roches de type granitoïde et des cristaux détachés de ces roches, principalement quartz et feldspath potassique, présentant une forme sub-angulaire à sub-arrondie, et une taille entre 0,5-1,5 mm. Des cristaux de plagioclase et des lames de phyllosilicates sont communs, tandis que les cristaux d'épidote sont rares.

### III.3. Analyse minéralogique par Diffraction de Rayons X (DRX)<sup>17</sup>

L'évaluation des diffractogrammes réalisés sur les vingt-trois échantillons permet d'identifier les minéraux, ou phases cristallines majeures, présentes dans les pâtes céramiques. Ces phases sont indicatives de la présence des minéraux primaires qui ont survécu au processus de cuisson, des minéraux créés pendant la cuisson et des minéraux développés pendant l'utilisation ou pendant la phase d'enfouissement des céramiques, voire les deux à la fois. Cette technique offre des informations complémentaires très utiles sur les matières primaires utilisées pour élaborer la pâte, sur les conditions de la cuisson (température estimée et atmosphère) et sur les altérations suivies par les céramiques en fonction des conditions propres au gisement.

☉ *Figure 17 (p. préc.)*  
Photographies des lames minces des amphores représentatives du groupe pétrographique CG-A, lumière polarisée plane (LPP) et croisée (LPC); échelle: 2 mm (agrandissement 20x) (V. Martínez Ferreras).

☉ *Figure 18 (ci-dessus)*  
Photographies de lames minces de l'amphore CG11 (groupe pétrographique CG-B), lumière polarisée plane (LPP) et croisée (LPC); échelle: 2 mm (agrandissement 20x) (V. Martínez Ferreras).

Les amphores analysées par DRX ont été classées en différentes catégories, ou groupes minéralogiques, sur la base aux minéraux identifiés dans leurs diffractogrammes. Les températures de cuisson équivalentes (TCE) ont été estimées en fonction de l'absence de phases de cuisson ou de la coexistence de certaines phases primaires et de cuisson à chaque diffractogramme. En plus, quelques phases cristallines secondaires, produits des processus d'altération, ont aussi été identifiées dans certains échantillons.

Dans le cas du groupe calcaire CG-A, les transformations minéralogiques produites à certaines températures lors de la cuisson sont caractéristiques des pâtes céramiques calcaires (Cultrone *et al.* 2001; Trindade *et al.* 2009, 2010; Maggetti *et al.* 2011; Fabbri *et al.* 2014). Lors d'une cuisson prolongée, les carbonates se décomposent par décarbonatation à des températures comprises entre 600 et 800°C, en fonction du type et de la taille du grain. Au cours de ce processus, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est libéré et de la chaux libre (CaO) est formée. La déshydroxylation des minéraux argileux peut atteindre jusqu'à 800°C pour former la phase pseudo-amorphe de la méta-argile. Au cours de ce processus, la chaux libre de la calcite décarbonatée réagit avec le Si et génère la nucléation et la cristallisation de plusieurs phases de cuisson telles que la gehlénite, le diopside et l'anorthite, entre autres, qui réagissent de manière continue avec l'incrément de la température (Trindade *et al.* 2009, 2010). La formation initiale de diopside se produit autour de 800 à 850°C mais en très faible concentration et se forme radicalement à 900-950°C à l'interface dolomite-quartz. La gehlénite commence à cristalliser à des températures voisines de 850°C à partir de la réaction de CaO avec des composés amorphes résultant de la déshydroxylation de minéraux argileux (Maniatis *et al.* 1983; Cultrone *et al.* 2001; Trindade *et al.* 2010). Sa stabilité est maximale aux températures voisines de 850 à 950°C, mais elle est totalement décomposée à des températures comprises entre 1 050 et 1 100°C. Outre les carbonates, d'autres phases minéralogiques subissent également des modifications lors de la cuisson. Les phyllosilicates disparaissent normalement à des températures supérieures à 1 000°C. La présence d'oxydes de fer dans les argiles primaires riches en Ca est aussi influencée par la formation de gehlénite et de diopside (Maniatis *et al.* 1983; Nodari *et al.* 2007; Maggetti *et al.* 2011).

Toutes les amphores de pâte calcaire appartenant au groupe CG-A présentent des quartz, plagioclase et feldspaths potassiques comme phases cristallines primaires. Les amphores CG5 et CG6 contiennent aussi de la calcite et des phyllosilicates (illite-muscovite) comme phases primaires, même si elles sont

peu développées. Conjointement, on observe le diopside et, probablement l'hématite, comme phases de cuisson, ce qui suggère une température de cuisson équivalente autour de 850-900/950°C. Il faut souligner l'absence de gehlénite, phase de cuisson commune en céramiques calcaires cuites entre 850-950/1 000°C.

Dans les diffractogrammes des amphores CG2 et CG7, la calcite a disparu et les phyllosilicates sont plus réduits. En revanche, on observe le taux de diopside plus élevé, signe d'une température de cuisson sensiblement plus haute, autour 900-950/1 000°C. Les phyllosilicates, sont absents dans les diffractogrammes des amphores CG8, CG18, CG19, CG21 et CG22, tandis que les pics de diopside sont plus intenses, ce qui suggère une TCE supérieure à 900-950/1 000°C. Le reste des amphores (CG1, CG3, CG4, CG9, CG10, CG12, CG13, CG14, CG15, CG16, CG17, CG20 et CG23) contient les mêmes phases cristallines même si de l'analcime a été aussi identifié. Il s'agit d'une zéolite sodique (Na(Si<sub>2</sub>Al)O<sub>6</sub>·H<sub>2</sub>O) qui apparaît comme une altération des céramiques calcaires cuites à très haute température (>1 000°C), aussi bien dans des environnements terrestres que maritimes. Cette altération comporte des modifications de divers éléments chimiques, comme la fixation du sodium allochtone avec une possible perte de potassium (K<sub>2</sub>O) et de rubidium (Rb) (Schwedt *et al.* 2006).

Outre l'analcime, les phases secondaires identifiées dans les amphores du Cap Gros sont aussi liées pour une part à leur enfouissement en milieu marin (comme la cristallisation de carbonates secondaires), ainsi qu'aux conditions d'enfouissement dans un environnement pauvre en oxygène (comme la précipitation de sulfures). Même si les carbonates ne sont pas visibles dans tous les diffractogrammes, des cristaux microcristallins de calcite ont été observés sur les lames minces des amphores cuites à plus haute température, indiquant qu'ils correspondent à des précipitations secondaires (Buxeda i Garrigós *et al.* 2004, 2005; Martínez Ferreras *et al.* 2013, 2015). En observant les sulfures, les cristaux de pyrite (FeS<sub>2</sub>) se forment dans des pores formant des bandes longitudinales en connexion avec les surfaces. L'identification de cette phase secondaire dans les diffractogrammes est complexe car elle se rapproche d'autres phases comme l'hématite. Néanmoins, on peut supposer leur présence dans une large part, voir tous les échantillons. L'apparition des cristaux de pyrite est due aux conditions anoxiques de l'environnement de dépôt des échantillons. En milieu sub-aquatique, dans les sédiments, la pénétration de l'oxygène est limitée et au-delà de la zone aérée, il existe une zone de réduction des sulfates. Dans cette zone, à partir de la respiration anaérobie des bactéries sulfite-réductrices,



l'ion sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) présent dans l'eau de mer, est réduit en sulfite d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Une partie de celui-là réagit avec l'hématite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) (primaire ou de cuisson) présent dans les pâtes des amphores pour en former des sulfites, minéraux métastables. Il s'agit surtout de sulfites de fer amorphe lesquels, dans une réaction postérieure, forment d'autres phases, comme la pyrite (Jørgensen 2000; Kasten et Jørgensen 2000). Ainsi, la pyrite néoformée est la responsable de la couleur gris/noir que présentent les surfaces de divers échantillons.

Dans le cas des céramiques de pâte peu calcaire, comme l'amphore CG11, les transformations minéralogiques lors de la cuisson sont diverses. Néanmoins, le diffractogramme de cet échantillon montre uniquement des phases minéralogiques primaires: quartz, feldspath potassique, plagioclase et phyllosilicates (illite-muscovite), témoignant d'une température de cuisson équivalente assez basse à environ 750-800/850°C (fig. 19).

### III.4. Analyse chimique par Fluorescence de Rayons X (FRX)<sup>18</sup>

Cette technique permet de déterminer la concentration de 29 éléments chimiques majeurs, mineurs et des traces dans les pâtes des amphores parmi laquelle, on a considéré:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (comme Fe total),  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , MnO,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ , MgO, CaO,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ , Ba, Rb, Mo, Th, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Sn, Ce, Co, Ga, V, Zn, W, Cu, Ni et Cr (fig. 20). Sur cette composition, une matrice de variation compositionnelle a été calculée afin de connaître la variabilité chimique existant parmi les amphores analysées (Buxeda 1999). Cette matrice présente la valeur de la variabilité totale (vt), et la contribution des divers éléments chimiques

TCE	Amphores	Fasses cristallines
750-800/850°C	CG11	Qtz, Pl, Kfs, Ill, Hm, ↓Cal, Py
850-900/950°C	CG5, CG6	Qtz, Kfs, Pl, Di, Cal, Ill, Hm, Py
900-950/1000°C	CG2, CG7	Qtz, Kfs, Pl, Di, Hm, ↓Ill, Py
> 1000°C	CG8, CG18, CG19, CG21, CG22,	Qtz, Pl, Kfs, Di, Hm, Py
> 1000°C	CG1, CG3, CG4, CG9, CG10, CG12, CG13, CG14, CG15, CG16, CG17, CG20, CG23	Qtz, Di, Pl, Kfs, Hm, Anal, Py

à cette variabilité ( $t_i$ ) (fig. 21). Dans ce cas, la  $vt = 0.409$  montre une valeur légèrement élevée, significative d'un ensemble peu homogène. Les éléments chimiques qui apportent plus de variabilité sont le CaO, le MgO, le Sr, le  $\text{Na}_2\text{O}$ , le Rb, le  $\text{K}_2\text{O}$ , le Pb et le  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Cependant, le  $\text{Al}_2\text{O}_3$  montre la moindre variabilité relative à l'ensemble de données ( $\tau_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0.440$ ).

La plupart des valeurs  $t_i$  élevées sont dues à des différences de composition entre l'échantillon CG11 et le reste des amphores (fig. 20). Ainsi, des valeurs en CaO et MgO sont plus basses pour CG11 que dans le reste des amphores, ce dont résultent des valeurs  $t_{\text{MgO}}$  et  $t_{\text{CaO}}$  très élevées. CG11 s'agit, comme cela a déjà été signalé, d'une amphore de pâte peu calcaire (2,7% CaO), tandis que les amphores appartenant au groupe CG-A ont une pâte calcaire et présentent des concentrations en CaO variant entre 6.1 et 10.8%. Dans quelques cas, comme cela a été observé sur les lames minces de quelques amphores, la cristallisation de calcite secondaire liée au processus d'altération peut comporter des perturbations dans la concentration finale en CaO. La valeur élevée de la  $t_{\text{Sr}}$  peut être aussi liée à la basse proportion en Sr (114 ppm) observée dans l'amphore CG11 par rapport au reste des échantillons (entre 157 et 377 ppm). Néanmoins, étant donné que le CaO et Sr sont deux éléments alcalinoterreux, les lectures

Figure 19  
Températures de cuisson équivalentes (TCE) des vingt-trois amphores analysées, estimées en fonction des phases minéralogiques identifiées par DRX.

Figure 20  
Compositions chimiques relatives des vingt-trois amphores analysées par FRX; éléments majeurs (de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  à  $\text{SiO}_2$ ) et perte au feu (PAF) en %; éléments trace (de Ba à Cr) en ppm.

	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	MnO	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{TiO}_2$	MgO	CaO	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SiO}_2$	Ba	Rb	Th	Nb	Pb	Zr	Y	Sr	Ce	Ga	V	Zn	Cu	Ni	Cr	LOI
CG1	5.9	15.5	0.08	0.15	0.72	4.7	10.2	1.6	2.5	56.2	493	106	15	17	23	162	24	209	74	16	100	71	21	29	65	2.3
CG2	5.4	15.1	0.07	0.15	0.68	6.0	8.6	1.0	3.4	54.0	541	68	15	18	25	179	25	162	78	17	100	78	23	35	73	5.3
CG3	6.3	16.1	0.07	0.19	0.72	5.5	9.7	1.5	2.6	55.3	547	103	16	18	19	187	25	195	74	16	94	71	20	29	64	2.0
CG4	5.7	15.0	0.07	0.14	0.68	4.6	9.6	1.3	3.1	56.2	492	69	14	16	23	162	22	157	68	14	88	63	19	24	57	3.5
CG5	4.8	14.4	0.06	0.14	0.61	7.6	6.1	1.1	2.7	55.7	450	79	15	17	22	171	23	159	69	15	95	68	19	27	60	6.7
CG6	5.6	14.7	0.07	0.17	0.66	7.1	7.0	0.9	2.9	54.4	495	93	15	17	24	180	24	170	73	15	98	68	19	27	66	6.5
CG7	5.0	14.7	0.06	0.16	0.66	6.3	7.7	1.0	3.2	55.0	546	113	18	17	21	182	25	190	92	16	95	72	20	30	69	6.0
CG8	5.5	15.1	0.07	0.15	0.69	4.8	9.1	1.0	3.6	56.5	524	62	16	18	22	176	25	164	79	16	102	76	22	32	67	3.2
CG9	7.1	16.0	0.08	0.21	0.72	5.2	10.2	1.5	2.3	54.8	567	82	16	18	21	179	25	167	86	16	102	77	22	31	71	1.7
CG10	5.9	15.9	0.07	0.16	0.74	5.1	9.7	1.5	2.9	56.1	529	129	22	22	23	235	40	114	119	21	128	93	14	24	52	1.8
CG11	8.5	18.5	0.10	0.14	1.00	2.2	2.7	1.4	3.3	59.8	510	72	15	17	17	177	25	200	74	14	94	74	21	33	63	2.2
CG12	6.3	15.1	0.09	0.19	0.70	6.2	10.8	1.3	2.6	50.8	570	99	16	18	22	180	25	168	81	16	100	75	21	30	67	5.9
CG13	5.7	15.8	0.07	0.14	0.72	4.7	9.5	1.5	2.9	57.4	547	96	17	18	25	191	26	167	83	16	93	76	22	31	71	1.4
CG14	5.9	15.8	0.07	0.14	0.73	4.8	9.8	1.3	3.2	56.9	541	74	17	18	24	177	25	165	82	17	96	77	21	31	71	1.3
CG15	6.1	15.8	0.07	0.17	0.71	4.9	10.0	1.4	2.8	56.5	534	76	15	18	18	179	25	167	83	16	102	76	21	32	68	1.4
CG16	5.9	15.8	0.07	0.15	0.72	5.0	9.9	1.6	2.7	56.4	553	89	16	17	20	178	25	178	73	15	94	73	21	30	68	1.8
CG17	5.7	15.5	0.07	0.15	0.69	4.7	9.2	1.5	2.8	56.4	556	104	16	17	22	179	24	221	71	14	91	66	19	26	65	3.1
CG18	5.1	14.7	0.07	0.15	0.64	4.5	8.9	1.1	3.3	56.5	519	94	15	17	21	173	24	377	75	15	94	71	20	29	65	4.9
CG19	5.3	14.8	0.07	0.16	0.67	6.4	9.4	0.9	3.2	52.9	521	61	15	18	26	189	25	171	80	16	88	75	22	32	69	6.0
CG20	6.3	15.4	0.08	0.18	0.72	5.2	10.6	1.4	2.4	55.2	543	99	15	17	22	176	25	188	74	15	95	71	20	31	65	2.3
CG21	6.3	15.2	0.08	0.20	0.70	5.1	9.6	1.0	3.3	53.7	522	103	15	17	21	178	24	207	76	15	100	71	21	28	62	4.5
CG22	5.3	15.1	0.07	0.15	0.69	6.0	9.0	0.9	3.4	53.9	554	94	16	18	22	184	26	171	70	16	99	72	21	30	67	5.3
CG23	5.8	15.6	0.07	0.15	0.72	4.8	9.8	1.5	2.9	56.7																2.0

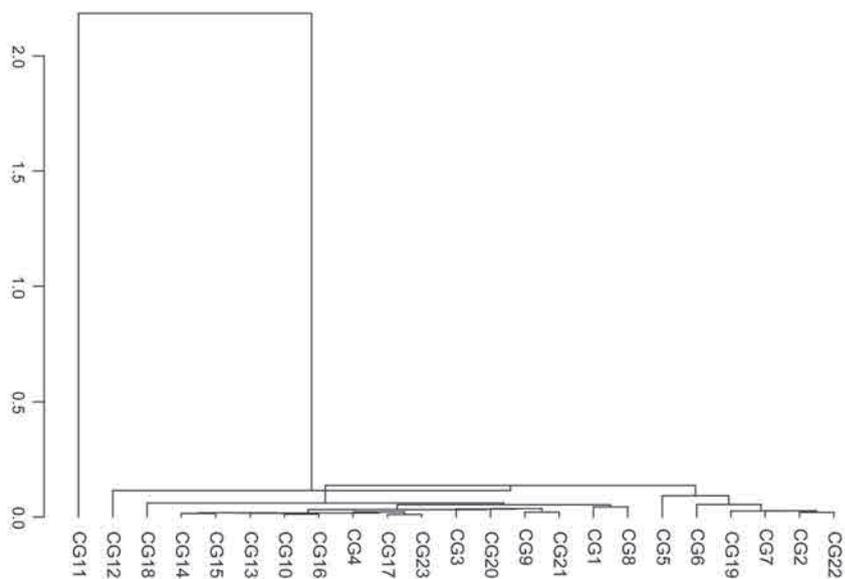
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	Ba	Rb	Th	Nb	Pb	Zr	Y	Sr	Ce	Ga	V	Zn	Cu	Ni	Cr
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.007	0.003	0.018	0.004	0.110	0.123	0.035	0.039	0.014	0.015	0.056	0.008	0.006	0.029	0.007	0.006	0.083	0.009	0.006	0.008	0.004	0.031	0.018	0.024
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0	0.005	0.018	0.002	0.078	0.101	0.036	0.019	0.002	0.004	0.038	0.004	0.000	0.016	0.002	0.004	0.058	0.007	0.001	0.002	0.001	0.015	0.011	0.010
MnO	0.003	0.005	0	0.020	0.003	0.099	0.113	0.038	0.030	0.010	0.010	0.045	0.006	0.004	0.027	0.005	0.004	0.066	0.007	0.005	0.007	0.003	0.026	0.016	0.019
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.018	0.018	0.020	0	0.024	0.058	0.076	0.061	0.046	0.021	0.021	0.084	0.028	0.020	0.029	0.024	0.030	0.058	0.035	0.023	0.024	0.020	0.017	0.011	0.018
TiO <sub>2</sub>	0.004	0.002	0.003	0.024	0	0.100	0.121	0.036	0.024	0.006	0.008	0.037	0.003	0.001	0.021	0.002	0.001	0.071	0.004	0.001	0.002	0.001	0.026	0.017	0.018
MgO	0.110	0.078	0.099	0.058	0.100	0	0.070	0.151	0.080	0.068	0.072	0.141	0.101	0.083	0.071	0.091	0.110	0.055	0.115	0.091	0.087	0.088	0.042	0.057	0.055
CaO	0.123	0.101	0.113	0.076	0.121	0.070	0	0.115	0.120	0.093	0.077	0.169	0.124	0.107	0.115	0.111	0.137	0.069	0.133	0.112	0.115	0.104	0.041	0.052	0.053
Na <sub>2</sub> O	0.035	0.036	0.038	0.061	0.036	0.151	0.115	0	0.096	0.041	0.035	0.113	0.044	0.038	0.070	0.039	0.043	0.135	0.041	0.035	0.042	0.033	0.045	0.038	0.040
K <sub>2</sub> O	0.039	0.019	0.030	0.046	0.024	0.080	0.120	0.096	0	0.015	0.018	0.012	0.018	0.018	0.025	0.020	0.022	0.045	0.027	0.023	0.020	0.024	0.035	0.037	0.028
SiO <sub>2</sub>	0.014	0.002	0.010	0.021	0.006	0.068	0.093	0.041	0.015	0	0.002	0.036	0.006	0.002	0.014	0.003	0.008	0.052	0.011	0.004	0.005	0.004	0.013	0.012	0.007
Ba	0.015	0.004	0.010	0.021	0.008	0.072	0.077	0.035	0.018	0.002	0	0.037	0.008	0.005	0.021	0.005	0.011	0.046	0.013	0.006	0.008	0.005	0.009	0.009	0.005
Rb	0.056	0.038	0.045	0.084	0.037	0.141	0.169	0.113	0.012	0.036	0.037	0	0.030	0.035	0.058	0.033	0.032	0.073	0.037	0.039	0.033	0.041	0.069	0.067	0.055
Th	0.008	0.004	0.006	0.028	0.003	0.101	0.124	0.044	0.018	0.006	0.008	0.030	0	0.003	0.022	0.003	0.002	0.069	0.004	0.003	0.004	0.004	0.028	0.021	0.018
Nb	0.006	0.000	0.004	0.020	0.001	0.083	0.107	0.038	0.018	0.002	0.005	0.035	0.003	0	0.017	0.001	0.003	0.060	0.005	0.001	0.002	0.001	0.018	0.013	0.012
Pb	0.029	0.016	0.027	0.029	0.021	0.071	0.115	0.070	0.025	0.014	0.021	0.058	0.022	0.017	0	0.021	0.024	0.070	0.030	0.018	0.024	0.020	0.026	0.029	0.023
Zr	0.007	0.002	0.005	0.024	0.002	0.091	0.111	0.039	0.020	0.003	0.005	0.033	0.003	0.001	0.021	0	0.002	0.062	0.006	0.003	0.003	0.002	0.022	0.016	0.014
Y	0.006	0.004	0.004	0.030	0.001	0.110	0.137	0.043	0.022	0.008	0.011	0.032	0.002	0.003	0.024	0.002	0	0.074	0.004	0.003	0.004	0.003	0.034	0.025	0.024
Sr	0.083	0.058	0.066	0.058	0.071	0.055	0.069	0.135	0.045	0.052	0.046	0.073	0.069	0.060	0.070	0.062	0.074	0	0.079	0.067	0.063	0.063	0.042	0.048	0.043
Ce	0.009	0.007	0.007	0.035	0.004	0.115	0.133	0.041	0.027	0.011	0.013	0.037	0.004	0.005	0.030	0.006	0.004	0.079	0	0.005	0.006	0.005	0.034	0.024	0.023
Ga	0.006	0.001	0.005	0.023	0.001	0.091	0.112	0.035	0.023	0.004	0.006	0.039	0.003	0.001	0.018	0.003	0.003	0.067	0.005	0	0.002	0.001	0.021	0.015	0.013
V	0.008	0.002	0.007	0.024	0.002	0.087	0.115	0.042	0.020	0.005	0.008	0.033	0.004	0.002	0.024	0.003	0.004	0.063	0.006	0.002	0	0.003	0.023	0.016	0.015
Zn	0.004	0.001	0.003	0.020	0.001	0.088	0.104	0.033	0.024	0.004	0.005	0.041	0.004	0.001	0.020	0.002	0.003	0.063	0.005	0.001	0.003	0	0.018	0.011	0.012
Cu	0.031	0.015	0.026	0.017	0.026	0.042	0.041	0.045	0.013	0.009	0.009	0.069	0.028	0.018	0.026	0.022	0.034	0.042	0.034	0.021	0.023	0.018	0	0.004	0.003
Ni	0.018	0.011	0.016	0.011	0.017	0.057	0.052	0.038	0.037	0.012	0.009	0.067	0.021	0.013	0.029	0.016	0.025	0.048	0.024	0.015	0.016	0.011	0.004	0	0.004
Cr	0.024	0.010	0.019	0.018	0.018	0.055	0.053	0.040	0.028	0.007	0.005	0.055	0.018	0.012	0.023	0.014	0.024	0.043	0.023	0.013	0.015	0.012	0.003	0.004	0
t <sub>i</sub>	0.661	0.440	0.572	0.785	0.534	2.073	2.451	1.399	0.841	0.449	0.452	1.372	0.559	0.455	0.822	0.498	0.612	1.551	0.663	0.498	0.520	0.471	0.643	0.571	0.534
vt/t <sub>i</sub>	0.618	0.929	0.714	0.521	0.764	0.197	0.167	0.292	0.486	0.909	0.904	0.298	0.731	0.898	0.497	0.820	0.668	0.263	0.616	0.821	0.786	0.868	0.635	0.715	0.765
r <sub>v,t</sub>	0.960	0.989	0.970	0.871	0.966	0.109	-0.03	0.902	0.836	0.992	0.993	0.894	0.961	0.983	0.973	0.975	0.951	0.269	0.955	0.976	0.975	0.981	0.669	0.849	0.896
vt	0.409																								

Figure 21  
Matrice de variation compositionnelle des vingt-trois amorphes analysées en considérant vingt-cinq éléments chimiques.

de fluorescence peuvent présenter des interférences et des imprécisions (Buxeda 1999). Les valeurs en  $\text{Na}_2\text{O}$  sont plus variées même entre les amphores du groupe CG-A, ces différences étant responsables de la valeur  $t_{\text{Na}_2\text{O}}$  observée (fig. 21). Les amphores avec des valeurs plus élevées en  $\text{Na}_2\text{O}$  correspondent aux individus présentant l'analcime comme phase secondaire. En cohérence avec les changements provoqués par le processus de cristallisation de l'analcime, la composition chimique de ces amphores se caractérise par des valeurs élevées en  $\text{CaO}$  et  $\text{Na}_2\text{O}$ , et basses en  $\text{K}_2\text{O}$  et  $\text{Rb}$  (Schwedt *et al.* 2006). Finalement, les valeurs élevées  $t_{\text{Pb}}$  et  $t_{\text{P}_2\text{O}_5}$ , sont dues à des différences notables parmi les échantillons du groupe CG-A. Ainsi, les valeurs en  $\text{Pb}$  varient entre 15 à 26 ppm, et celles en  $\text{P}_2\text{O}_5$  varient entre 14 à 21 ppm. Il s'agit de deux éléments traces susceptibles d'être perturbés par divers processus d'altération pendant l'enfouissement aussi bien en contextes terrestres que subaquatiques (Freestone *et al.* 1985 ; Maritan Mazzoli 2004 ; Maritan *et al.* 2009).

Le traitement statistique a été réalisé sur la composition  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (comme  $\text{Fe}$  total),  $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Th}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Ce}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$  et  $\text{Cr}$  transformée en logarithmes de rapports utilisant le  $\text{Al}_2\text{O}_3$  comme diviseur car il s'agit de l'élément chimique qui présente le moins de variabilité. Dans ce traitement on a rejeté tous les éléments plus susceptibles d'être altérés par la cristallisation de phases secondaires. Afin d'évaluer la distribution des céramiques en fonction de la similitude/dissemblance de composition, une analyse de grappe a été réalisée en utilisant la distance euclidienne au carré et le processus agglomératif du centroïde. Le dendrogramme résultant établit la proximité des amphores (fig. 22), dans un processus hiérarchique d'agglomération à partir de l'association des individus qui se trouvent à la base. Il met en évidence une structure dominée par un groupe majoritaire d'amphores associées (CG-A), et l'amphore CG11 qui apparaît isolée parce qu'elle contient les valeurs les plus élevées en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Th}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Ce}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{V}$  et  $\text{Zn}$  de l'ensemble analysé.

La comparaison des données chimiques des vingt-trois amphores de *Cap Gros* avec les groupes de référence chimiques des productions amphoriques caractérisées précédemment par l'ERAAUB, appartenant à vingt-six ateliers différents, permet d'associer les deux groupes identifiés (CG-A et CG-B) à des ateliers ou zones de production spécifiques. Afin d'évaluer la provenance des vingt-trois amphores, une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée sur la sous-composition  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Ce}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$  et  $\text{Cr}$ , transformée en logarithmes de rapports



utilisant le  $\text{SiO}_2$  comme diviseur. Les éléments susceptibles de présenter des valeurs perturbées ont été éliminés, même si le  $\text{CaO}$  a été pris en compte car il s'agit d'un élément très discriminant entre les productions amphoriques de pâte calcaire et peu calcaire. Le graphique (fig. 23) montre la première et la deuxième composante principale, qui représente 79% de la variabilité totale. Dans ce graphique, toutes les amphores appartenant au groupe chimique et pétrographique CG-A s'associent aux productions amphoriques de l'aire de *Baetulo* (Badalona), localisées dans la basse vallée du fleuve Besòs, en Léétanie méridionale. Il s'agit spécifiquement des groupes de référence des amphores Pascual 1 produites aux ateliers Illa Fradera-EMBC et Can Peixau, localisées dans la banlieue de la ville romaine, proche de la mer et de la *via Augusta*. En revanche, l'amphore CG11, qui correspond au seul exemplaire du groupe CG-B repéré au Cap Gros, apparaît isolée mais proche des productions amphoriques originaires des ateliers localisés à l'aire de la ville d'*Iluro* (Mataró), en Léétanie septentrionale, comme Can Nota à Argentona et Ca l'Arnau à Cabrera de Mar (Martínez Ferreras 2014).

La caractérisation archéométrique réalisée sur vingt-trois amphores Pascual 1 provenant de l'épave de Cap Gros met en évidence une grande homogénéité des pâtes. Même s'il manque une grande partie de la cargaison et que seuls quelques individus issus de cet ensemble ont été caractérisés, les résultats de cette étude signalent une même aire de provenance, voire un même atelier pour vingt-deux des vingt-trois amphores analysées. Elles ont été associées dans le groupe CG-A, et leur composition chimique, minéralogique et pétrographique est en concordance avec les données caractéristiques des productions de la ville de *Baetulo*. Il s'agit d'amphores à pâte calcaire avec

Figure 22  
Dendrogramme représentant la distribution des vingt-trois amphores analysées en fonction de leur composition chimique transformée en logarithmes de rapports.

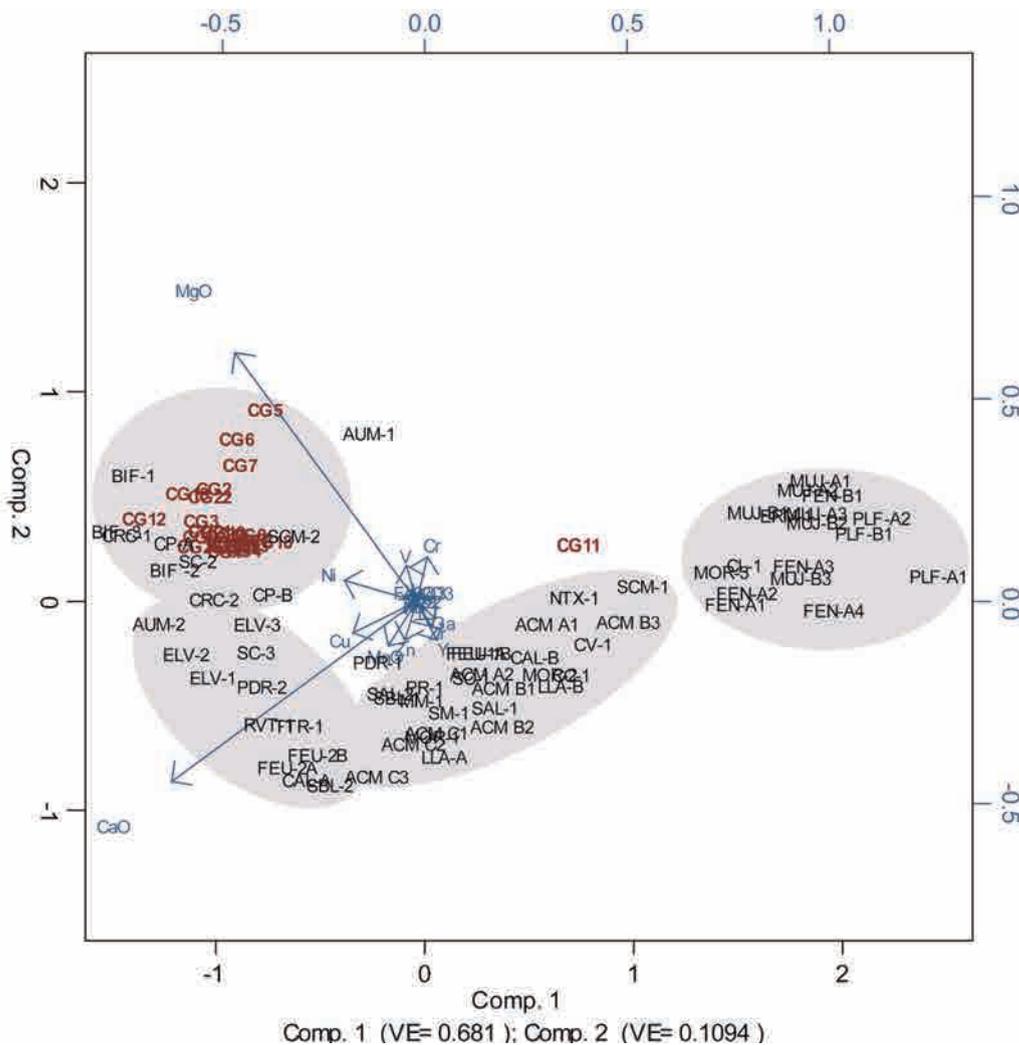


Figure 23  Graphique bivarié résultant de l'ACP de la sous-composition chimique des vingt-trois amphores de cap Gros et les groupes de référence chimiques des productions amphoriques d'Hispania Citerior-Tarraconensis correspondant à la base de données chimique de l'ERAAUB.

des concentrations en MgO plus hautes que le reste de groupes de référence identifiés pour l'heure en Catalogne. Du point de vue pétrographique, elles présentent des matrices marron-jaunâtres, vitrifiées, et sont constituées principalement d'éléments lithiques dérivés de roches granitoïdes liés à la Serralada Litoral Catalana. De même que dans ces productions, des agrégats limoneux ont aussi été identifiés dans quelques amphores du groupe CG-A de cap Gros. Les matières premières utilisées aux ateliers de *Baetulo* correspondent probablement aux marnes et limolites dérivées des dépôts marins et continentaux d'époque miocène. Ces dépôts recouvrent une série granodioritique, avec leucogranites porphyriques, aplites, pegmatites, et porphyres leucogranitiques de l'ère carbonifère (ICC 2005a). La présence de calcaires, de calcaires dolomitiques et de dolomites entrecoupées d'argiles rouges d'époque triasique pourrait être la responsable des hautes valeurs en CaO et MgO des productions amphoriques de *Baetulo*.

En revanche, l'amphore CG11 s'associe, du point de vue chimique, minéralogique et pétrographique,

aux productions amphoriques des ateliers situés en Léétanie septentrionale, autour de la ville d'*Iluro* (Mataró). Les matières premières utilisées dans ces ateliers correspondent à des sédiments quaternaires constitués par des argiles, du limon argileux et des graviers dérivés de matériaux granitiques de la Serralada Litoral catalane, riches en oxydes de fer et inclusions dérivées des granitoïdes aussi liés à la Serralada Litoral (ICC 2005b).

Outre les différences de composition entre ces deux groupes, il est à remarquer que les tracés digités identifiés sur douze individus ne se rencontrent que sur les amphores du groupe CG-A, et l'astérisque incisé à l'aide d'une pointe concerne le groupe CG-B.

## CONCLUSION

Les sondages réalisés, bien que limités en nombre et en surface, ont permis d'acquérir une bonne connaissance du gisement du cap Gros. Il correspond au site de naufrage d'un navire qui s'est probablement brisé sur les roches du cap par gros temps. En témoigne la présence de vestiges ténus du navire (quelques clous, probable planche de vaigrage isolée ou bien appartenant à l'arrimage de la cargaison, anneau de cargue), de vaisselle de bord (céramique commune, vase en plomb) et de matériel de bord (plombs de pêche). Cependant, la topographie du site, un cap rocheux battu par la mer, n'offrait pas un cadre permettant la bonne conservation d'une épave et l'enfouissement des vestiges du navire. Cette situation explique qu'ils soient très ténus et dispersés.

En revanche, une partie de la cargaison d'amphores, pondéreuse, a alors coulé directement à l'aplomb du cap en se brisant plus ou moins dans sa chute. Elle constitue aujourd'hui le cœur du gisement qui se présente comme un épandage de fragments d'amphores accumulés en une couche épaisse au pied du tombant rocheux sur lequel le navire s'est disloqué.

L'ensemble des vestiges de cargaison mis au jour est composé d'amphores Pascual 1, avec 499 fragments, permettant de restituer 24 individus au minimum. Étant donné les conditions probables du naufrage, seule une petite partie de la cargaison a sans doute été conservée et retrouvée, et rien ne permet d'estimer son importance initiale. Cette cargaison d'amphores

Pascual 1 témoigne d'un transport de vin en provenance de Léétanie et sans doute à destination de la Gaule ou des marges septentrionales de l'empire.

Les analyses archéométriques réalisées sur la cargaison d'amphores conservée montrent que cette dernière est très homogène, à pâte argilo-calcaire. Toutes ces amphores proviennent de la même région, voire probablement d'un même atelier situé à proximité de la ville de *Baetulo*. Même si une amphore représentant des productions réalisées autour de la ville d'*Iluro* était aussi présente dans l'épave, cette dernière, isolée, serait probablement à attribuer à un usage de bord.

On pourrait éventuellement voir dans celle-ci l'unique vestige d'une concentration de la production de plusieurs ateliers du même territoire dans un embarcadère de la région, à l'image de ce qui a été démontré pour *Port-Vendres 4* et *Port-Vendres 5*. Néanmoins, la quasi-totalité de la cargaison conservée au cap Gros étant d'une provenance très locale, le territoire d'une ville, cette hypothèse paraît peu probable.

La majorité des épaves ayant livré des amphores Pascual 1 transportaient aussi d'autres productions, à l'image de celles découvertes à proximité comme *Cap Béar 3*, *Port-Vendres 4* et *Port-Vendres 5* par exemple sur lesquelles des amphores Dressel 2-4 entre d'autres ont été découvertes. D'autres épaves, plus rares, présentent en revanche des cargaisons unitaires d'amphore Pascual 1 d'origine similaire à celle de cap Gros. Il s'agit des navires *Els Ullastres* à Palafrugell, *Cap del Vol* et *Cala Cativa 1* à Port de la Selva (Nieto Foerster 1980; Nieto 1982; Raurich 1994; Vivar Lombarte *et al.* 2013). Ces dernières sont exclusivement constituées par des amphores de type Pascual 1 et celles de *Els Ullastres* et *Cap del Vol* représentent aussi des cargaisons provenant majoritairement des ateliers de *Baetulo* (Martínez Ferreras *et al.* 2013) qui semble correspondre au principal centre de production d'amphores Pascual 1 en Léétanie à la période augustéenne. L'état de conservation de la cargaison ne permet pas d'être totalement affirmatif, mais l'épave de cap Gros pourrait correspondre à un troisième navire de ce type. La composition et la provenance de la cargaison

permettent de proposer une datation affinée pour cette dernière. Le début de la production d'amphores Pascual 1 à *Baetulo* est daté des années 40/30 av. J.-C. et s'étend essentiellement sur la période augustéenne, lorsque ces amphores ont largement été commercialisées à grande échelle.

Dans cette perspective, le gisement du cap Gros livre probablement les vestiges d'un petit navire assurant le transport de vin faisant route directement entre un embarcadère situé sur la côte centrale catalane à proximité du lieu de production, possiblement *Baetulo*, et celui de Narbonne (Nantet 2016, 173-175), à l'acmé de la production et de la commercialisation de vin de Léétanie vers la Gaule et le nord de l'empire à la période augustéenne.



FRANCK BRECHON  
CRESEM (UNIVERSITÉ DE PERPIGNAN -  
VIA DOMITIA) / ARESMAR  
ARESMA, FACULTÉ LSH, UNIVERSITÉ DE PERPIGNAN,  
52 AVENUE PAUL ALDUY, 66000 PERPIGNAN  
FRANCK.BRECHON@UNIV-PERP.FR

VERÓNICA MARTÍNEZ FERRERAS  
ERAAUB, DEPARTAMENT D'HISTÒRIA I  
ARQUEOLOGIA (UNIVERSITÉ DE BARCELONE)  
FACULTAT DE GEOGRAFIA I HISTÒRIA, UNIVERSITAT DE  
BARCELONA, C/ MONTALEGRE, 6-8, 08001 BARCELONA  
VMARTINEZ@UB.EDU

JOSE-OSCAR ENCUESTRA  
UNIVERSITÉ DE SOUTHAMPTON / ARESMAR  
FLAT 12, 17 MANSEL ROAD, EAST  
SO16 9DN, SOUTHAMPTON  
JEB1D14@SOTON.AC.UK

EMMANUEL NANTET  
LEON RECANATI INSTITUTE FOR MARITIME STUDIES  
(UNIVERSITÉ DE HAÏFA) / CREAAH / ARESMAR  
ABBA KHOUSHY AVENUE 199, 3498838 HAÏFA  
ENANTET@UNIV.HAIFA.AC.IL

MICHEL SALVAT  
DÉPÔT ARCHÉOLOGIQUE DE PORT-VENDRES / ARESMAR  
8 RUE JOSEPH PARÈS, 66660 PORT-VENDRES  
MUSEE@PORT-VENDRES.COM



## Notes de commentaire

1. Le corpus d'amphores Dressel 2-4 découvert sur les épaves catalanes serait d'ailleurs à reconsidérer à la lumière des relectures typologiques récentes sur ces séries et sur la définition du type Dressel 3-2 (Berni Millet 2019).
2. La notion de cargaison hétérogène illustrée par ces exemples recouvre des réalités très diverses. Ainsi, la cargaison de *Port-Vendres 4* est composée d'amphores italiennes et de Tarraconnaise, alors que celle de *Port-Vendres 5* d'amphores de Tarraconnaise Pascual 1 et Dressel 2-4 types provenant de sept ateliers, ainsi que de plaques de marbre de Carrare, alors que *Cap Béar 3* provenait de plusieurs ateliers de Tarraconnaise.
3. Archives Drassm et dépôt archéologique de Port-Vendres / EA 4905.
4. Un seul reste d'amphore issu des niveaux très superficiels du sondage 4 n'évoque pas une amphore Pascual 1. Sa pâte gris brun sombre sans dégraissant quartzique apparent ne semble pas correspondre à une pâte de Tarraconnaise. Réduit au départ d'une anse sur une épaule, il est difficilement identifiable, mais pourrait potentiellement renvoyer plutôt à une amphore italienne (Dressel 1a?). Sa présence dans un niveau superficiel tout comme sa forme érodée plaide pour un apport par la mer depuis un gisement voisin non identifié, le secteur étant globalement assez riche en céramiques éparses.
5. Pour une synthèse historiographique et typologique sur les amphores Pascual 1, cf. Tremoleda i Trilla 2000, 118-124; López-Mullor, Aquilué-Abadias 2008.
6. Au total vingt pointes ont été mises au jour. Néanmoins, trois ne sont pas complètes et leurs lacunes sont susceptibles de masquer la présence de marques. Nous les avons donc exclues du décompte. Les marques concernant les individus suivants: CG17/1/110, CG17/2/158, CG17/2/161, CG17/2/167, CG17/2/181, CG17/2/196, CG17/2/197, CG17/2/198, CG17/2/234, CG17/2/263, CG17/2/264 et CG18/4/385.
7. CG17/1/110, CG17/2/234, CG17/2/158, CG17/2/196, CG17/197.
8. CG17/2/85.
9. Nous remercions Jérôme Bénézet qui s'est penché sur ce matériel, et Josep-Maria Nolla pour ces pistes d'identifications.
10. N° d'inventaire 456, 457 et 2972.
11. Doctorant à l'université d'Haïfa, département des Civilisations Maritimes, sous la direction du Pr Sarel Shalev.
12. Les études archéométriques ont été conduites par Verónica Martínez Ferreras à l'université de Barcelone, au sein de l'Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAAUB) du Departament d'Història i Arqueologia de la Facultat de Geografia i Història
13. L'observation a été réalisée avec un micro-stéréoscope Olympus SZ61TR, équipé avec un appareil photo digital Olympus DP73-WDR.
14. Amphores n°CG1 (CG-17-2-268), CG2 (CG-17-2-264), CG3 (CG-17-2-237), CG4 (CG17-2-161), CG5 (CG-17-1-110), CG6 (CG-17-2-174), CG9 (CG-17-2-181), CG10 (CG-17-2-196), CG12 (CG-17-1-6), CG13 (CG-17-2-167), CG14 (CG-17-HS-319), CG15 (CG-18-4-403), CG16 (CG-17- 2-234), CG17 (GG18-4-509), CG18 (CG-17-2-164), CG19 (CG-17-2-93), CG20 (CH-17-2-263), CG21 (CG-17-2-267), CG22 (CG-18-4-385), CG23 (CG-17-2-236). Le numéro de laboratoire est indiqué en premier, le numéro d'inventaire suit entre parenthèses.
15. Amphore n° CG11 (CG-17-2-85).
16. Avec un microscope optique polarisant Olympus BX43F, équipé d'objectifs de 2x, 4x, 10x, 20x et d'un oculaire de 10x, offrant un rapport d'augmentation compris entre 20 et 200. Les photographies des pâtes céramiques ont été réalisées avec un appareil digital Olympus DP73. Les divers composants des céramiques (matrice, inclusions non plastiques et porosité) ont été évalués avec le logiciel *Stream Basic*.
17. Étude réalisée sur les échantillons nettoyés (avec le polissage des surfaces) et pulvérisés aux *Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona* (CCiT-UB, <http://www.ccit.ub.edu/ES/home.html>). L'analyse par DRX a été réalisée avec un diffractomètre Panalytical X'Pert PRO MPD et les spectres (diffractogrammes) ont été évalués avec le programme X'Pert HighScore de Panalytical.
18. Les analyses par Fluorescence de Rayons X (FRX) ont été réalisées aux *Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona* (CCiT-UB, <http://www.ccit.ub.edu/ES/home.html>). Les intensités de fluorescence ont été mesurées avec un spectrophotomètre Axios-Max Advanced Panalytical. Les concentrations élémentaires déterminées sont: (exprimés en oxydes et % pour les éléments majeurs et mineurs) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, TiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, et présentée en ppm pour les éléments trace Ba, Rb, Mo, Th, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Sn, Ce, Co, Ga, V, Zn, W, Cu, Ni et Cr. Les résultats des éléments majeurs, mineurs et de la PAF correspondent à presque la totalité de la composition de l'échantillon (100%). La perte au feu (PAF) a aussi été déterminée. Il s'agit de la perte que présente chaque échantillon en termes d'élimination de l'eau de composition, de CO<sub>2</sub> et de la possible matière organique contenue. La PAF est partiellement en rapport avec la température et durée de cuisson, et elle a été déterminée en calcinant 0,3 g d'échantillon sec pendant 3 h à 950°C.



## ➤ Références bibliographiques

- Angourakis et al. 2018** : ANGOURAKIS (A.), MARTÍNEZ FERRERAS (V.), TORRANO (A.), GURT-ESPARRAGUERA (J.-M.) – Presenting multivariate statistical protocols in R using Roman wine amphorae productions in Catalonia, Spain. *Journal of Archaeological Sciences*, 93, 2018, 150-165.
- ANTÉAS 2012** : Association Narbonnaise de Travaux et d'Études d'Archéologie Subaquatique en Narbonnais 1987-2012, *25 ans d'archéologie subaquatique en Narbonnais*, Narbonne, 2012, 408 p.
- Antequera et al. 2010** : ANTEQUERA (F.), PADRÓS (P.), RIGO (A.), VÁZQUEZ (D.) – El suburbium occidental de Baetulo. In : VAQUERIZO D. éd. – *Las áreas suburbanas en la ciudad histórica. Topografía, usos, función*. Cordoue, Servicio de Publicaciones, Universidad de Córdoba, 2010, 173-210 (Monografías de Arqueología Cordobesa, 18).
- Arnaud 2005** : ARNAUD (P.) – *Les routes de la navigation antique : itinéraires en Méditerranée*. Paris, Errance, 2005, 248 p.
- Bergé 1990** : BERGÉ (A.) – Les marques sur amphores Pascual 1 de Port-la-Nautique, *Cahiers d'archéologie subaquatique*, 9, 1990, 131-201.
- Berni Millet, Carreras Monfort 2013** : BERNI MILLET (P.), CARRERAS MONFORT (C.) – Corpus epigraphic de segells en àmfora, dolia, tegulae i gerres de ceràmica comuna oxidada del Baix Llobregat (Barcelona). In : *Barcino II: Marques i terrisseries del Baix Llobregat*. Barcelone, Institut d'Estudis Catalans i Institut Català d'Arqueologia Clàssica, 2013, 127-285 (Série Timbres Amphoriques, 18).
- Berni Millet 2014** : BERNI MILLET (P.) – Novedades de epigrafia anfòrica en el Baix Llobregat. In : MARTÍNEZ FERRERAS (V.) dir. – *La difusión comercial de las ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C. – I. d.C.)*. Oxford, Archaeopress, 2014, 55-66.
- Berni Millet 2019** : BERNI MILLET (P.) – Dynamiques économiques de la production et du commerce des amphores Dressel 3-2 léétaniennes. *Revue archéologique de Narbonnaise*, 50-51, 2019, 223-236.
- Brechon et al. 2016** : BRECHON (F.), EL SAFADI (C.), ENCUESTRA (O.), NANTET (E.), PACHECO-RUIZ (R.) – *Littoral du Languedoc-Roussillon, Port-Vendres et Collioure (Pyrénées-Orientales), Cap Gros / Baie de Collioure, opération de prospection 2016, OA 2935*. Rapport dactylographié, ARESMAR, 2016.
- Brechon et al. 2017** : BRECHON (F.), ENCUESTRA (O.), NANTET (E.), SALVAT (M.) – Sondages archéologiques sur le gisement sous-marin du cap Gros - Port-Vendres. Bilan 2017, *Archéo 66 - Bulletin Archéologique des Pyrénées-Orientales*, 32, 2017, 27-35.
- Brechon et al. 2018** : BRECHON (F.), ENCUESTRA (O.), NANTET (E.), SALVAT (M.) – Sondages archéologiques sur le gisement sous-marin du cap Gros - Port-Vendres. Bilan 2018, *Archéo 66 - Bulletin Archéologique des Pyrénées-Orientales*, 33, 2018, 32-36.
- Brun 2005** : BRUN (J.-P.) – *Archéologie du vin et de l'huile en Gaule romaine*. Arles, Errance, 2005, 371 p. (Hespérides).
- Buxeda i Garrigós 1999** : BUXEDA I GARRIGÓS (J.) – Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: The perturbation problem, *Journal of Archaeological Science*, 26, 1999, 295-313.
- Buxeda i Garrigós et al. 2004** : BUXEDA I GARRIGÓS (J.), MARTÍNEZ FERRERAS (V.), VILA SOCIAS (L.) – Caracterització arqueomètrica de les àmfors Pascual 1 del derelict Culip VIII. In : CARRERAS (C.), AGUILERA (A.), BERNI (P.), GARROTE (E.), MARIMÓN (P.), MORAIS (R.), MOROS (J.), NIETO (X.), PUIG (A.) – *Culip VIII i les àmfors Haltern 70*, Gérone, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 1999, 167-188 (Monografies del CASC, 5).
- Buxeda i Garrigós et al. 2005** : BUXEDA I GARRIGÓS (J.), CAU-ONTIVEROS (M.-A.), MADRID I FERNÁNDEZ (M.) – Roman amphorae from the Iulia Felix Shipwreck: alteration and provenance. In : HARS (H.), BURKE (E.) éd. – *Proceedings of the 33rd International Symposium on Archaeometry, 22-26 April 2002, Amsterdam*. Amsterdam, Institute for Geo and Bioarchaeology of the Vrije Universiteit, 2005, 149-151 (Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies, 3).
- Carreras Montfort, Berni Millet 2002** : CARRERAS MONTFORT (C.), BERNI MILLET (P.) – Microspatial relationships in the Laetian wine trade: shipwrecks, amphora stamps and workshops. In : RIVET (L.), SCIALLANO (M.) dir. – *Vivre, produire et échanger : reflets méditerranéens. Mélanges offerts à Bernard Liou*. Montagnac, éditions Mergoïl, 2002, 359-369.
- Carre 1993** : CARRE (M.-B.) – L'épave à dolia de Ladispoli (Étrurie méridionale). Étude des vestiges de la coque, *Archaeonautica*, 11, 1993, 9-29.
- Casas i Genover et al. 1990** : CASAS I GENOVER (J.), CASTANYER I MASOLIVER (P.), NOLLA I BRUFAU (J.), TREMOLEDA I TRILLA (J.) – *Ceràmiques comunes i de producció local d'època romana, 1: Materials Augustals i Alto-imperials a les comarques orientals de Girona*, Gérone, Centre d'investigacions arqueològiques de Girona, 1990, 400 p.
- Colls et al. 1977** : COLLS (D.), ÉTIENNE (R.), LEQUÉMENT (R.), LIOU (B.), MAYET (F.) – L'épave Port-Vendres II et le commerce de la Bétique à l'époque de Claude, *Archaeonautica*, 1, 1977, 3-145.
- Colls 1982, 1983 et 1984** : COLLS (D.) – *Port-Vendres 2*. Rapports de fouilles (campagnes 82, 83 et 84), dactylographiés.
- Colls 1986** : COLLS (D.) – Les amphores léétaniennes de l'épave Cap Béar III. Hommage à Robert Etienne, *Revue des Études Anciennes*, 88, 1986, 201-213.
- Colls et al. 2014** : COLLS (D.), CASTELLVI (G.), SALVAT (M.), MARTÍNEZ FERRERAS (V.), JÉZÉGOU (M.-P.) – L'épave Port-Vendres 4 (Port-Vendres, Pyrénées-Orientales, France) : un exemple de commerce d'exportation à partir d'un port de Tarraconaise (I<sup>er</sup> s. av. J.-C.). In : MARTÍNEZ FERRERAS (V.) dir. – *La difusión comercial de las ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C. – I. d.C.)*. Oxford, Archaeopress, 2014, 147-164.
- Comas Sola 1998** : COMAS SOLA (M.) – Présence et absence des amphores léétaniennes en Gaule. In : RIVET (L.) dir. – *Importation d'amphores en Gaule du Sud, du règne d'Auguste à l'Antiquité tardive*. Actes du congrès de la SFECAG, Istres, 21-24 mai 1998. Marseille, SFECAG, 1998, 225-234.
- Cultrone et al. 2001** : CULTRONE (G.), RODRIGUEZ-NAVARRO (C.), SEBASTIAN (E.), CAZALLA (O.), DE LA TORRE (M.-J.) – Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing, *European Journal of Mineralogy*, 13, 621-634.
- D'Atri Gianfrotta 1986** : D'ATRI (V.), GIANFROTTA (P.-A.) – Un relitto con dolia a Ladispoli. Campagne di scavo 1983-1984, *Archeologia subacquea*, 3, 1986, 203-208 (suppl. au *Bollettino d'Arte*, 37-38).
- Descamps 1992** : DESCAMPS (C.) – L'épave antique de la Mirande à Port-Vendres. In : RIEUCAU (J.), CHOLVY (G.) – *Le Languedoc, le Roussillon et la mer*. Paris, L'Harmattan, 1992, 79-89.
- Roman 1983** : ROMAN (Y.) – *De Narbonne à Bordeaux : un axe économique au 1<sup>er</sup> siècle avant J.-C., 125 av. J.-C.-14 apr. J.-C.* Lyon, PUL, 1983, 333 p.
- Étienne, Mayet 2000** : ÉTIENNE (R.), MAYET (F.) – *Le vin hispanique. Trois clés de l'économie de l'Hispanie romaine*, 1. Paris, De Boccard, 2000, 295 p.
- Fabbri et al. 2014** : FABBRI (B.), GUALTIERI (S.), SHOVAL (S.) – Review. The presence of calcite in archeological ceramics, *Journal of the European Ceramic Society*, 34, 2014, 1899-1911.
- Feugère 2017** : FEUGÈRE (M.) – Vase globulaire (Artefacts : STO-4001), [https://artefacts.mom.fr/fr/results\\_v2.php?find=Vase+globulaire&searching=yes&search\\_button=Recherche](https://artefacts.mom.fr/fr/results_v2.php?find=Vase+globulaire&searching=yes&search_button=Recherche), page consultée le 02/02/2022.
- Fiori 1972** : FIORI (P.) – Étude de l'épave A de La Garoupe dite des dolia, *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*, 1, 1972, 35-44.
- Fitzpatrick 1985** : FITZPATRICK (A.) – The distribution of Dressel I Amphorae in North-West Europe, *Oxford Journal of Archaeology*, 1985, 305-340.



- Freestone et al. 1985**: FREESTONE (I.-C.), MEEKS (N.-D.), MIDDLETON (A.-P.) – Retention of phosphate in buried ceramics: an electron microbeam approach, *Archaeometry*, 27, 1985, 161-177.
- Galliou 1991**: GALLIOU (P.) – Les amphores Pascual I et Dressel 2-4 de Tarraconaise découvertes dans le Nord-Ouest de la Gaule et les importations de vins espagnols au Haut Empire, *Laietania*, 6, 1991, 99-105.
- Gisbert-Santonja 2008**: GISBERT-SANTONJA (J.-A.) – La difusió de les àmfores de la tarraconense a les zones perifèriques de l'imperi. L'altra perifèria. In: LÓPEZ-MULLOR (A.), AQUILUÉ-ABADÍAS (J.) – *La producció i el comerç de les àmfores de la «Provincia Hispania Tarraconensis»: homenatge a Ricard Pascual i Guasch*. Actes de les jornades d'estudi celebrades al Palau Marc de la Generalitat de Catalunya els dies 17 i 18 de novembre de 2005. Barcelone, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 2008, 383-400.
- Hesnard et al. 1988**: HESNARD (A.), CARRE (M.-B.), RIVAL (M.), DANGREAU (B.) – L'épave romaine Grand Ribaud D (Hyères, Var), *Archaeonautica*, 8, 1988, 5-180.
- ICC 2005a**: *Barcelonès. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50000*, 13, Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.
- ICC 2005b**: *Maresme. Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50000*, 21, Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.
- Járrega Domínguez 2015**: JÁRREGA DOMÍNGUEZ (R.) – El comercio del vino y los cambios económicos y estructurales en la costa catalana en época de Augusto. In: *2<sup>do</sup> Congrès Internacional d'Arqueologia i Món Antic. August i les províncies occidentals*. Tarragona, 2015, 225-231.
- Joncheray 1975a**: JONCHERAY (J.-P.) – Étude de l'épave Dramont D: les objets métalliques, *Cahiers d'archéologie subaquatique*, 4, 1975, 5-19.
- Joncheray 1975b**: JONCHERAY (J.-P.) – *L'épave C de la Chrétienne*. Fréjus, Cahiers d'archéologie subaquatique, 1975, 200 p. (suppl. aux Cahiers d'archéologie subaquatique, 1).
- Jørgensen 2000**: JØRGENSEN (B.-B.) – Bacteria and Marine Biogeochemistry. In: SCHULZ (H.-D.), ZABEL (M.) éd. – *Marine Geochemistry*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2000, 173-207.
- Kasten, Jørgensen 2000**: KASTEN (S.), JØRGENSEN (B.-B.) – Sulfate Reduction in Marine Sediments. In: SCHULZ (H.-D.) ZABEL (M.) éd. – *Marine Geochemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000, 263-281.
- Kotarba et al. 2007**: KOTARBA (J.), CASTELLVI (G.), MAZIÈRE (F.) dir. – *Les Pyrénées-Orientales*. Paris, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 2007, 712 p. (*Carte archéologique de la Gaule*, 66).
- Laubenheimer 1985**: LAUBENHEIMER (F.) – *La production des amphores en Gaule Narbonnaise*. Paris, Les Belles Lettres 1985, 266 p. (ALUB, 327; Centre de Recherches d'histoire ancienne, 66).
- Laubenheimer 2005**: LAUBENHEIMER (F.) – La distribution des vins de Tarraconaise en Gaule. In: GIANNATTASIO (B.-M.), CANEPA (C.), GRASSO (L.), PICCARDI (E.) éd. – *Aequora, pontos, jam, mare... Mare nomini e merci nel Mediterraneo Antico. Atti del Convegno Internazionale, Genova 9-10 dicembre 2004*, Gênes, Università degli Studi di Genova, 2005, 119-129.
- Liou 1987**: LIOU (B.) – L'exportation de vin de Tarraconaise d'après les épaves. In: *El Vi a l'antiguitat: economia, producció i comerç al Mediterràni occidental*. Actes del 1<sup>er</sup> Colloqui d'arqueologia romana, Badalona, 1985. Badalona, Museu de Badalona, 1987, 271-284.
- López Mullor, Martín Menéndez 2008**: LÓPEZ MULLOR (A.), MARTÍN MENÉNDEZ (A.) – Las ánforas de la Tarraconense. In: BERNAL-CASASOLA (D.), RIBERA I LACOMBA (A.) éd. – *Cerámicas hispanorromanas: un estado de la cuestión*. Cadix, 2008, 689-724.
- López Mullor, Aquilue Abadías 2008**: LÓPEZ-MULLOR (A.), AQUILUÉ-ABADÍAS (J.) – *La producció i el comerç de les àmfores de la Provincia Hispania Tarraconensis: homenatge a Ricard Pascual i Guasch*. Actes de les Jornades d'estudi celebrades al Palau Marc de la Generalitat de Catalunya els dies 17 i 18 de novembre de 2005. Barcelone, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 2008, 420 p.
- Maggetti et al. 2011**: MAGGETTI (M.), NEURURER (C.), RAMSEYER (D.) – Temperature evolution inside a pot during experimental surface (bonfire) firing, *Applied Clay Science*, 53, 2011, 500-508.
- Maniatis et al. 1983**: MANIATIS (Y.), SIMOPOULOS (A.), KOSTIKAS (A.), PERDIKATIS (V.) – Effect of reducing atmosphere on minerals and iron oxides developed in fired clays: the role of Ca, *Journal of the American Ceramic Society*, 66, 1983, 773-781.
- Maritan Mazzoli 2004**: MARITAN (L.), MAZZOLI (C.) – Phosphates in archaeological finds: implications for environmental conditions of burial, *Archaeometry*, 46, 2004, 673-683.
- Maritan et al. 2009**: MARITAN (L.), ANGELINI (I.), ARTIOLI (G.), MAZZOLI (C.), SARACINO (M.) – Secondary phosphates in the ceramic materials from Frattosina (Rovigo, North-Eastern Italy), *Journal of Cultural Heritage*, 10, 2009, 144-151.
- Martín Menéndez 2015**: MARTÍN MENÉNDEZ (A.) – Consideraciones sobre las marcas en ánforas tarraconenses en la Layetana septentrional. Los casos de El Mujal-El Roser (Calella) y Can Rodon y Ca l'Arnau (Cabrera de Mar). In: MARTÍNEZ FERRERAS (V.) dir. – *La difusió comercial de les ànforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C. – I. d.C.)*. Oxford, Archaeopress, 2015, 39-54.
- Martín i Oliveras 2015**: MARTÍN I OLIVERAS (A.) – Arqueología del vino en época romana: teoría económica, lógica productiva y comercial aplicada al envasado, la expedición, el transporte y la distribución de ánforas vinarias del noreste peninsular (s. I a.C.-I d.C.). In: MARTÍNEZ FERRERAS (V.) dir. – *La difusió comercial de les ànforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C. – I. d.C.)*. Oxford, Archaeopress, 2015, 19-37.
- Martín i Oliveras et al. 2017**: MARTÍN I OLIVERAS (A.), MARTÍN-ARROYO SÁNCHEZ (D.), REVILLA CALVO (V.) – The wine economy in Roman Hispania. Archaeological data and modellization». In REMESAL RODRÍGUEZ (J.) éd. – *Economía romana. Nuevas perspectivas*. Barcelone, Edicions Universitat de Barcelona, 2017, 189-238 (Instrumenta, 55).
- Martínez 2018**: MARTÍNEZ (V.) – *Usages et pratiques du matériel de pêche dans le monde gréco-romain*. Mémoire de Master 2, Université de Perpignan, 2 vol. 2018.
- Martínez Ferreras, Gutiérrez 2012a**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.), GUTIÉRREZ (A.) – Caracterització arqueomètrica de les àmfores produïdes a les terrisseries del Baix Llobregat. In: LÓPEZ-MULLOR (A.) dir. – *Barcino II: marques i terrisseries d'àmfores al pla de Barcelona*. Barcelone, Institut d'Estudis Catalans, 2012, 97-124 (Corpus internacional des timbres amphoriques, 15).
- Martínez Ferreras, Gutiérrez 2012b**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.) – El estudio arqueométrico de las ánforas vinícolas. Una nueva forma de aproximarnos al conocimiento de la producción y exportación de vino en la Tarraconense. In: NOGUERA CELDRÁN (J.-M.), ANTOLINOS MARÍN (J.-A.) éd. – *De vino et oleo Hispaniae. Áreas de producción y procesos tecnológicos del vino y el aceite en la Hispania romana. Coloquio Internacional de prehistoria y arqueología*. Murcia, Universidad de Murcia, 2012, 513-525.
- Martínez Ferreras et al. 2013**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.), CAPELLI (C.), CABELLA (R.), NIETO-PRIETO (X.) – From Hispania Tarraconensis (NE Spain) to Gallia Narbonensis (S France). New data on Pascual I amphora trade in the Augustan period, *Applied Clay Science*, 82, 2013, 70-78.
- Martínez Ferreras, Gutiérrez García-Moreno 2013**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.), GUTIÉRREZ GARCÍA-MORENO (A.) – Caracterització arqueomètrica de les àmfores produïdes a les terrisseries del Baix Llobregat. In: CARRERAS MONFORT (C.), LÓPEZ-MULLOR (A.), GUITART I DURAN (J.) éd. – *Barcino II: Marques i terrisseries del Baix Llobregat*. Barcelone, Institut d'estudis Catalans-Institut Català d'arqueologia clàssica, 2013, 97-126.
- Martínez Ferreras et al. 2014a**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.), JÉZÉGOU (M.-P.), DESCAMPS (C.), SALVAT (M.) – La prove-



- niciencia de las ánforas vinarias tarraconenses del pecio Port Vendres 5 (Pirineos Orientales, Francia). In: *Arqueología subacuática española: actas del I Congreso de arqueología náutica y subacuática española, Cartagena, 14, 15 y 16 de marzo de 2013*. Cadix, 2014, 109-125.
- Martínez Ferreras 2014b**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.) – *Ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C. - I d.C.), caracterización arqueométrica*. Oxford, Archaeopress, 2017, 319 p. (Roman and Late Antique Mediterranean Pottery, 4).
- Martínez Ferreras et al. 2015**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.), CAPELLI (C.), JÉZÉGOU (M.-P.), SALVAT (M.), CASTELLVI (G.), CABELLA (R.) – The Port-Vendres 4 Shipwreck Cargo: evidence of the Roman wine trade in the western Mediterranean, *International Journal of Nautical Archaeology*, 44, 2015, 277-299.
- Martínez Ferreras 2016**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.) – Las ánforas vinarias de la Layetania. Dinámicas de producción y difusión comercial en el siglo I a.C. y I d.C. In: JÁRREGA (R.), BERNI (P.) éd. – *Amphorae Ex Hispania: Paisajes de producción y consumo. III Congreso Internacional de la Sociedad de Estudios de la Cerámica Antigua (SECAH), Tarragona, 10-13 de diciembre de 2014*. Tarragona, Monografias Ex Officina Hispana, 2016, 139-153.
- Martínez Ferreras 2017**: MARTÍNEZ FERRERAS (V.) – Caracterització arqueomètrica per FRX, DRX i MO. In: TREMOLEDA (J.), CASTANYER (P.), SIMON (J.), FERRER (A.) éd. – *La bòbila romana d'Ermedàs (Cornellà de Terri). Una indústria de producció ceràmica d'època romana al Pla de l'Estany*. Cornellà de Terri, 2017, 25-40.
- Mauduit 2012**: MAUDUIT (T.) – L'Isle Saint-Georges: l'eau, la pêche et des artefacts antiques en plomb, *Revue archéologique de Bordeaux*, 2012, 11-39.
- Mauné 2013**: MAUNÉ (S.) – La géographie des productions des ateliers d'amphores de Gaule Narbonnaise pendant le Haut-Empire. Nouvelles données et perspectives, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 46, 2013, 335-373.
- Miró 1988**: MIRÓ (J.) – *La producción de ánforas romanas en Catalunya, un estudio sobre el comercio del vino de la Tarraconense (siglos I aC - I dC)*. Oxford, Archaeopress, 1988, 366 p.
- Nantet 2016**: NANTET (E.) – *Phortia. Le tonnage des navires de commerce en Méditerranée du VII<sup>e</sup> siècle av. l'ère chrétienne au VII<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne*. Rennes, Presses Universitaires Rennes, 2016, 656 p.
- Nieto, Foerster 1980**: NIETO (X.), FOERSTER (F.) – El pecio romano del Cap del Vol (Campañas de 1978 y 1979), *Cypsela*, III, 1980, 163-177.
- Nieto 1982**: NIETO (X.) – El pecio romano del Cap del Vol. Nuevas aportaciones, *Cypsela*, IV, 1982, 165-168.
- Nieto et al. 1989**: NIETO (X.) dir. – *Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip*. Girona, Generalitat de Catalunya, 1989, 337 p.
- Nieto, Raurich 1996**: NIETO (X.), RAURICH (X.) – Algunes reflexions sobre la navegació i comerç romà a partir de les dades de la Carta Arqueològica subaquàtica de les comarques gironines. In: *Terceres Jornades d'Arqueologia de les Comarques de Girona, Santa Coloma de Farners, 14 i 15 de juny 1996*. Santa Coloma de Farners, 1996, 395-403.
- Nieto, Raurich 1998**: NIETO (X.), RAURICH (X.) – El transport naval de vi de la Tarraconense. In: *El vi a l'antiguitat. Economia, producció i comerç al Mediterrani occidental, II Colloqui Internacional d'Arqueologia Romana, Badalona 6-9 maig de 1998*. Badalona, 1998, 113-137 (Monografies Badalonines, 14).
- Nodari et al. 2007**: NODARI (L.), MARCUZ (E.), MARITAN (L.), MAZZOLI (C.), RUSS (U.) – Hematite nucleation and growth in the firing of carbonate-rich clay for pottery production, *Journal of the European Ceramic Society*, 27, 4665-4673.
- Nolla 2008**: NOLLA (J.-M.) – La producció de les àmfores tarraconenses de la Catalunya septentrional. In: LÓPEZ-MULLOR (A.), AQUILUÉ-ABADÍAS (J.) – *La producció i el comerç de les àmfores de la Província Hispania Tarraconensis: homenatge a Ricard Pascual i Guasch*. Actes de les Jornades d'estudi celebrades al Palau Marc de la Generalitat de Catalunya els dies 17 i 18 de novembre de 2005. Barcelone, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 2008, 163-176.
- Pallarés, Gandolfi 1983**: PALLARÉS (F.), GANDOLFI (D.) – La nave romana di Dianio Manna-S. Bartolomeo al Mare. In: *Navigia fundo emergunt*. Catalogue d'exposition, Gênes, Soprintendenza archeologica della Liguria-Istituto Internazionale di Studi Liguri, 1983, 69-118.
- Parker 1992**: PARKER (A.-J.) – *Ancient shipwrecks of the Mediterranean & the Roman Provinces*. Oxford, Archaeopress, 1992, 569 p.
- Pascual i Guasch 1962**: PASCUAL I GUASCH (R.) – Centros de producción y difusión geográfica de un tipo de ánfora». In: *VII Congreso Nacional de Arqueología (Barcelona, 1960)*. Saragossa, Universidad de Zaragoza, 1962, 334-345.
- Pascual i Guasch 1977**: PASCUAL I GUASCH (R.) – Las ánforas de la Layetania. In: *Métodes classiques et méthodes formelles dans l'étude des amphores*. Rome, École française de Rome, 1977, 47-96.
- Pascual i Guasch 1992**: PASCUAL I GUASCH (R.) – *Índex d'estampilles sobre àmfores catalanes*. Barcelona, L'Estaqüiro, 1992, 221 p.
- Pomey et al. 1997**: POMEY (P.) dir., GIANFROTTA (P.), NIETO (X.), TCHERNIA (A.) – *La Navigation dans l'Antiquité*. Aix-en-Provence, Edisud, 1997, 206 p.
- Quinn 2013**: QUINN (P.-S.) – *Ceramic petrography. The interpretation of archaeological pottery and related artefacts in thin section*. Oxford, Archaeopress, 2013, 260 p.
- Raurich i Santaló 1994**: RAURICH I SANTALÓ (X.) – El jaciment de Cala Cativa: notes sobre el primer treball d'arqueologia subaquàtica realitzat a Catalunya, *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 27, Figueres, 1994, 262-271.
- Reich et al. 2003**: REICH (S.), LEITUS (G.), SHALEV (S.) – Measurement of corrosion content of archaeological lead artifacts by their Meissner response in the superconducting state; a new dating method, *New Journal of Physics*, 5, 2003, 2-15.
- Revilla Calvo 1995**: REVILLA CALVO (V.) – *Producción cerámica, viticultura y propiedad rural en Hispania Tarraconensis: siglos I aC - III dC*. Barcelona, L'Estaqüiro, 1995, 321 p.
- Revilla Calvo 2004**: REVILLA CALVO (V.) – Ánforas y epigrafía anfórica en Hispania Tarraconensis. In: REMESAL-RODRÍGUEZ (J.) éd. – *Epigrafía anfórica. Workshop. Barcelona, 9-10 mayo 2003*. Barcelone, Edicions Universitat de Barcelona, 2004, 159-196 (Instrumenta, 17).
- Rico 2015**: RICO (C.) – Quelques réflexions sur le commerce du vin de Tarraconaise au début de l'époque impériale. In: CHILLET (C.), COURRIER (C.), PASSET (L.) – *Arcana Imperii. Mélanges d'histoire économique, sociale et politique, offerts au Professeur Yves Roman*. Lyon/Paris, Mémoires de la Société des amis de Jacob Spon/De Boccard, 2015, 207-231.
- Sanchez 2014**: SANCHEZ (C.) – Les amphores de Tarraconaise dans les contextes narbonnais. In: FERRERAS (V.) dir. – *La difusión comercial de las ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a.C. - I. d.C.)*. Oxford, Archaeopress, 2014, 165-180.
- Santamaria 1975**: SANTAMARIA (C.) – L'épave A du Cap Dramont (Saint-Raphaël): fouilles 1971-1974, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 8, 1975, 185-198.
- Savarese 2011**: SAVARESE (L.) – Les marques sur amphores découvertes dans les Pyrénées-Orientales (France), *Sylloge Epigraphica Barcinonensis (SEBarc)*, 2011, 207-269.
- Solier et al. 1981**: SOLIER (Y.), GUY (M.), LAVAGNE (G.-F.), MORRISSON (C.), CHEVALIER (Y.), SABRIÉ (M.), SABRIÉ (R.), BOUSCARAS (A.), DEPEYROT (G.), MARICHAL (R.) – Les épaves de Gruissan, *Archaeonautica*, 3, 1981, 7-264.
- Sciallano, Liou 1985**: SCIALLANO (M.), LIOU (B.) – Les épaves de Tarraconaise à chargement d'amphores Dressel 2-4, *Archaeonautica*, 5, 1985, 178 p.
- Schwedt et al. 2006**: SCHWEDT (A.), MOMMSEN (H.), ZACHARIAS (N.), BUXEDA (J.) – Analcime crystallization and compositional profiles comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery, *Archaeometry*, 48, 237-251.
- Sealy 2009**: SEALY (P.) – New light on the wine trade with Julio-Claudian Britain, *Britannia*, 40, 2009, 1-40.
- Solier et al. 1981**: SOLIER (Y.), GUY (M.), LAVAGNE (G.-F.), MORRISSON (C.), CHEVALIER (Y.), SABRIÉ (M.), SABRIÉ (R.), BOUSCARAS (A.), DEPEYROT (G.),



MARICHAL (R.) – Les épaves de Gruissan, *Archaeonautica*, 3, 1981, 7-264.

**Tchernia 1971:** TCHERNIA (A.) – Les amphores vinaires de Tarraconaise et leur exportation au début de l'Empire, *Archivo Español de Arqueología*, 44, 1971, 38-85.

**Tremoleda i Trilla 2000:** TREMOLEDA I TRILLA (J.) – *Industria y artesanado cerámico de época romana en el nordeste de Cataluña: época augústea y altoimperial*, Oxford, Archaeopress, 2000, 341 p.

**Tremoleda i Trilla 2008:** TREMOLEDA I TRILLA (J.) – Les installations productives d'amfores Tarraconenses. In: LÓPEZ-MULLOR (A.), AQUILUÉ-ABADÍAS (J.) – *La producció*

*i el comerç de les àmfores de la «Provincia Hispania Tarraconensis»: homenatge a Ricard Pascual i Guasch*. Actes de les jornades d'estudi celebrades al Palau Marc de la Generalitat de Catalunya els dies 17 i 18 de novembre de 2005. Barcelone, Museu d'Arqueologia de Catalunya, 2008, 112-150.

**Trindade 2009:** TRINDADE (M.-J.), DIAS (M.-I.), COROADO (J.), ROCHA (F.) – Mineralogical transformations of calcareous rich clays with firing: a comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal, *Applied Clay Science*, 42, 2009, 345-355.

**Trindade 2010:** TRINDADE (M.-J.), DIAS (M.-I.), COROADO (J.), ROCHA (F.) – Firing tests on clay-rich raw materials from the Algarve Basin

(South Portugal): study of the mineral transformations with temperature, *Clays and Clay Minerals*, 58, 2010, 188-204.

**Vivar Lombarte et al. 2013:** VIVAR LOMBARTE (G.), DE JUAN FUERTES (C.), GELI MAURI (R.) – Cap del Vol. Un producto, un barco y un comercio del Conventus Tarraconensis en época de Augusto. In: *I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española 1, Cartagena, 14, 15 y 16 de marzo de 2013*. Cadix, Universidad de Cádiz, 2013, 97-108.

**Whitbread 1995:** WHITBREAD (I.-K.) – *Greek transport amphorae: a petrological and archaeological study*. Athènes, British School at Athens, 1995, 453 p. (Fitch Laboratory Occasional Paper, 4).





# 2020

## TOME 53

Bernard Rémy (1942-2020) (7)

Julie DALAISON, Patrice FAURE, Nicolas MATHIEU

### Dossier

#### Occupation et gestion d'un secteur péri-urbain au nord-est d'*Aquae Sextiae*

Sous la direction d'Ariane AUJALEU

Présentation générale (11-12)

Ariane AUJALEU, Stéphane BONNET

Évolution des paysages et réflexion sur les modalités d'exploitation des sols (13-29)

Stéphane BONNET, Frédéric MAGNIN, Ariane AUJALEU

Voie, nécropole, agriculture et gestion des eaux (31-86)

Ariane AUJALEU, Céline HUGUET, Carine CENZON-SALVAYRE, Gaëlle GRANIER

Lits funéraires à décor d'os ouvragé (87-98)

Aline LACOMBE, avec la collaboration d'Anselme CORMIER

### Varia

L'aqueduc romain d'Aix-en-Provence /Traconnade (101-146)

Bernard FINO, Marc FUHRY

Le transport maritime du vin léétanien au haut Empire. L'apport du gisement d'amphores du cap Gros (Port-Vendres) (147-174)

Franck BRECHON, Verónica MARTÍNEZ FERRERAS, Jose-Oscar ENCUESTRA, Emmanuel NANTET, Michel SALVAT

Un nouveau sanctuaire chez les Voconces ? Le site de La Condamine à Pontaix (Drôme) (175-198)

Yannick TEYSSONNEYRE, Emmanuelle DUMAS, Jacques PLANCHON, Tassadite FAVRIE,

avec la collaboration de Jacques-Léopold BROCHIER, Benjamin CLÉMENT, Janick ROUSSEL-ODE, Julien COUCHET,

Julien CARLES, Marie GAGNOL, Frédéric TRAUTMANN

Sur les traces d'une louve en une pièce : un outil singulier à Murviel-lès-Montpellier (199-210)

Guilhem CHAPELIN

Des péristyles corinthiens dans les *domus* de Vienna : note sur des fragments d'architecture découverts à Sainte-Colombe (69) (211-228)

Mathieu RIBOLET, Benjamin CLÉMENT

Le chapiteau figuré de Javols-*Anderitum* (Lozère, France) : une composition ornementale singulière (229-238)

Renaud ROBERT, Jacques SEIGNE, Dominique TARDY, avec la collaboration d'Alain FERDIÈRE

La tête de « Jupiter capitolin » de Fréjus (*Forum Iulii*) (239-266)

Yvon LEMOINE, Florian BLANCHARD

Nouvelles inscriptions funéraires retrouvées à Lattes. La fouille préventive de Castelle et Fromigüe : l'apport des inscriptions mises au jour (267-278)

Michel CHRISTOL, Cécile JUNG, Valérie BEL, Marilyne BOVAGNE

Deux officiers romains honorés sur le forum de Vaison-la-Romaine au I<sup>er</sup> siècle de notre ère (279-289)

Jean-Marc MIGNON, David LAVERGNE, Benoît ROSSIGNOL

Un nouveau milliaire de l'empereur Claude sur la voie Domitienne (Cournonsec, Hérault) dans les archives d'érudits du début du XIX<sup>e</sup> siècle (291-302)

Michel CHRISTOL, Jean-Claude RICHARD-RALITE

Comentario a la nueva inscripción latina de Oveja con cuatorviros de nombre ibérico (303-315)

Ignacio SIMÓN CORNAGO

Nouvel examen d'une partie du trésor monétaire romain (*terminus* 312 apr. J.-C.) découvert en 1961 à Saint-Vincent-de-Mercuze, Isère (317-344)

Simon CAHANIER, Jean-Jacques TOUSSAINT

Les bâtiments de stockage de denrées agricoles tardo-antiques de la Barrière 2 à Servian (Hérault) (345-362)

Thibaud CANILLOS



ISBN : 979-10-92655-17-9

ISSN : 0557-7705

Prix : 45 €

