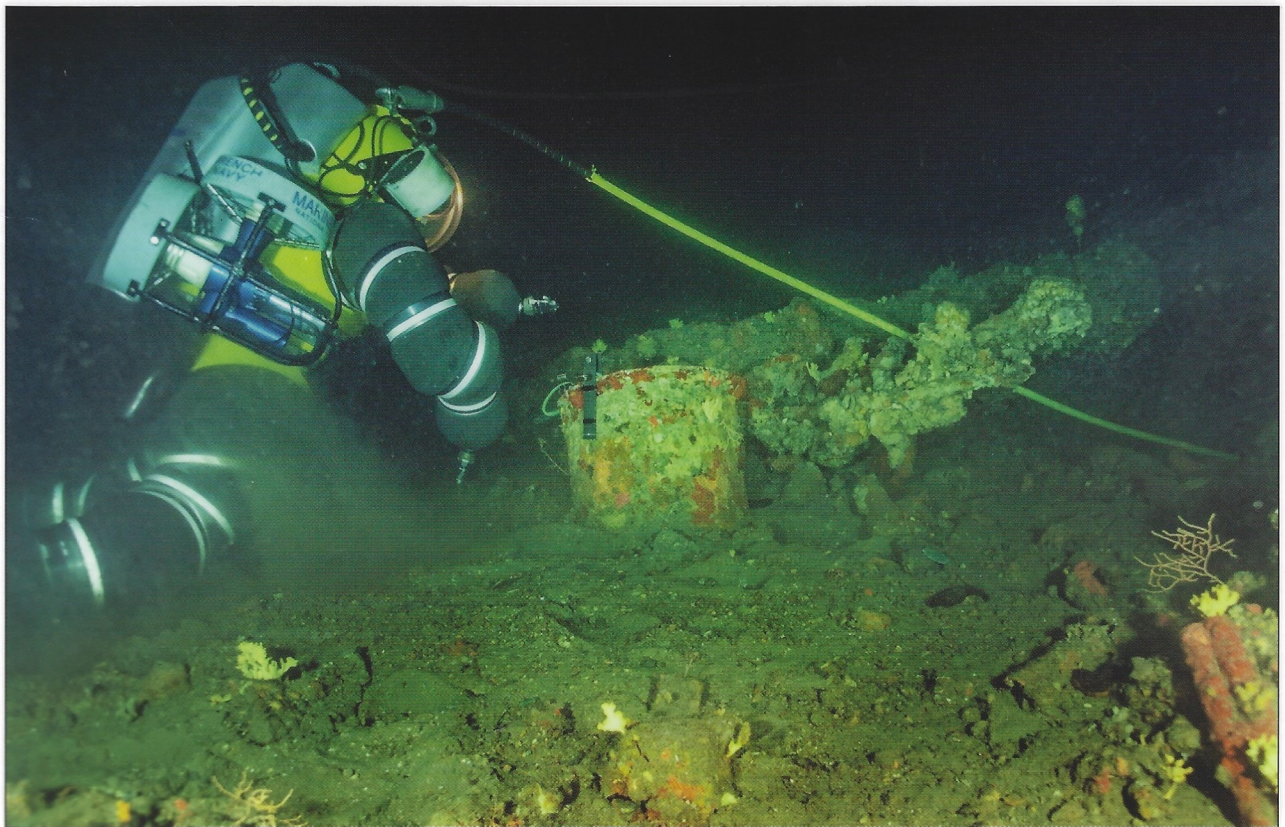


NUMÉRO XXII - ANNÉE 2014

CAHIERS
**D'ARCHÉOLOGIE
SUBAQUATIQUE**



FOUILLES ET RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES EN MER, LACS ET COURS D'EAU

NUMÉRO XXII - ANNÉE 2014

SOMMAIRE

Jean-Luc MASSY. – Un support de lampe tripode de la fin du 1 ^{er} s. av. J.-C. ou du 1 ^{er} s. ap. J.-C. mis au jour en Corse du Sud.....	5
Sybille LEGENDRE. – Regard sur les lampes à huile de l'épave de <i>La Madrague de Giens</i>	11
Hervé ALFONSI. – L'épave Porticcio A. Des œuvres d'art en marbre, une cargaison de vitres et une grande variété d'amphores à l'époque de Philippe 1 ^{er} , dit Philippe l'Arabe.....	23
Luc LONG et Guillaume DUPERRON. – Note préliminaire sur l'épave <i>Arles-Rhône 13</i> . Un navire de mer en contexte fluvial, à Arles, au 1 ^{er} siècle ap. J.-C.	115
Carine JUVIN et Jean-Luc MASSY. – Une stèle prismatique du 11 ^e s. en écriture coufique fleuri découverte dans le port de Calvi en 1969	145
Michel L'HOURL. – L'exploration de la <i>Lune</i> (1664). Un chantier laboratoire pour l'archéologie des abysses	149
André LORIN. – Épave de l' <i>Hercule</i> . Un vaisseau marchand du 18 ^e siècle	189
Un document d'archives, la campagne de fouilles de 1959 sur l'épave <i>Drammont A</i> , d'après le rapport technique d'Alexis SIVIRINE et Jean-Maurice ROUQUETTE. Mise en pages de Jean-Pierre JONCHERAY	219

LA VAISSELLE DE VERRE

Sur tout le site ont été identifiés des fragments de vaisselle de verre. Il s'agit de fonds de petits vases et de coupes, de cols de bouteilles à embouchure aplatie, de fonds de bouteilles et gobelets à dépression, d'anses de cruche à deux nervures, mais aussi de morceaux d'assiettes moulées et de gobelets hémisphériques. Ce mobilier, d'une admirable facture, témoigne d'un remarquable savoir-faire. Très peu de pièces sont colorées en bleu, quelques-unes sont transparentes verdâtres, mais la majorité est en verre incolore.

ÉLÉMENTS COLORÉS EN BLEU

Les fragments constituant l'assiette bleu cobalt [02POV150... 07POV231] ont été découverts répartis sur tout le site et tout au long des années de fouilles. La restauration, effectuée par le centre de restauration et d'études archéologiques « Gabriel Chapotât », de Vienne, a restitué une assiette de 310 mm d'ouverture, de 31 mm de hauteur pour une base de 133 mm. Il s'agit d'une assiette moulée, avec un large marli et une base annulaire. On note à l'intérieur, sur le fond, un décor formé de deux cercles concentriques.

Un jeton de jeu [07POV220] de couleur bleu cobalt a été mis au jour. Cette pièce moulée a un diamètre de 26 mm pour 8 mm d'épaisseur. V. & J. Arveiller³⁵ signalent que « Il est probable que ces jetons de verre étaient utilisés comme pions, *calculi*, pour des jeux, *duodecim scripta* comparable à notre moderne tric-trac, *latrunculi* proche de nos échecs... *tabulae lusoriae* enfin, sorte de dames rudimentaires ».

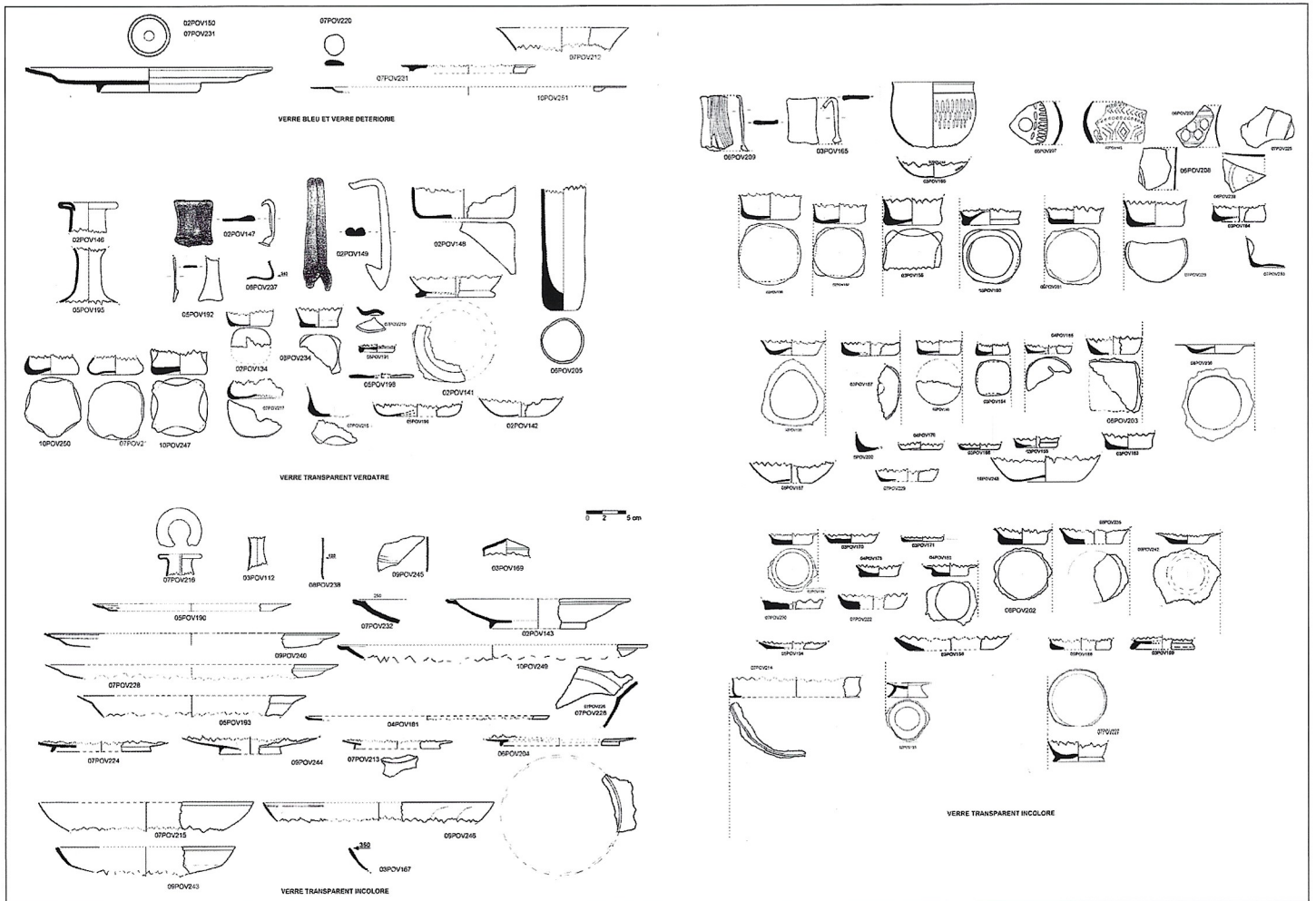


Assiette bleu cobalt, jeton, diverses pièces usées.

ÉLÉMENTS TRANSPARENTS VERDÂTRES

Ce sont principalement :

- Un fragment de col cylindrique [02POV146], à embouchure formée par repliement vers l'intérieur, sans doute appartenant à une bouteille comme le fragment [05POV195].
- Des anses de cruches, plates, rubanées, larges, devaient probablement être appliquées sur le col, très légèrement étirées vers le haut et ramenées sur l'épaule [02POV147] [02POV192]. L'anse [02POV149], formée de deux nervures, était sans doute appliquée en angle droit sur le col, puis étirée jusqu'à l'épaule.
- Des fonds de récipients, bouteille à panse de section carrée ou rectangulaire, [02POV148] avec une base plane sur le bord, concave au centre, fond de vase sans doute de type œnochoé, [02POV141] avec une panse de section circulaire, fond de cruche à panse de section circulaire et base concave [02POV142], gobelets à base plane [02POV134], [08POV237], [08POV234]. L'exemplaire [06POV205] de 155 mm de hauteur, pourrait être un gobelet haut à fond épais et plat, ou se rapprocher des « flacons de verre à tricherie qu'employaient alors les droguistes »³⁶.



Vaisselle de verre.

ÉLÉMENTS TRANSPARENTS INCOLORES OU LÉGÈREMENT TEINTÉS VERDÂTRES

On y trouve une grande variété d'objets :

– Une embouchure [07POV216] et un tuyau de col [03POV172], partie supérieure d'un balsa-maire, des fragments de col, un haut de couvercle en forme de chapeau chinois, couvercle de pyxide [03POV169], avec présence d'un liseré à l'épaule.

– Les assiettes moulées sont représentées en plusieurs formes et dimensions, notamment la forme AR 24.1 avec [02POV143], à base annulaire formée par repliement et [10POV249] et [07 POV 232]. L'exemplaire [07POV226] se rapproche plus d'un plat ovale de forme Isings 97 C, et l'exemplaire [09POV243] du « grand plat », S5970, en vogue au début du II^e siècle ap. J.-C.³⁷.

– Des rebords de coupes plus ou moins carénées ont été mis en évidence, comme [07POV215] qui se rapproche de la forme Isings 116 et [09POV243] de la forme AR 88.1

– L'anse [03POV165] étirée en ruban, comme le fragment [05POV192], devait être fixée près de la panse alors que l'exemplaire [06POV209] est plat, cannelé avec douze rainures.



Verre à dominante verte (à gauche) et incolore (à droite).

– Les fonds de gobelets ou de petites bouteilles sont plus nombreux. Seule, une lèvre de gobelet [02POV144] a été mise en évidence avec des fragments de panse [06POV207] et un fond [03POV166]. La reconstitution par le centre « Gabriel Chapotât » montre un gobelet de forme Isings 96 b1, ou Morin-Jean 71, à lèvre coupée, panse cylindrique. Le décor est constitué de deux rainures encadrant le bord, de trois rangées de facettes en grains de riz disposées verticalement et en quinconce sur la panse,

d'une rangée de grain de riz disposée horizontalement, de trois rangées de facettes rondes en quinconce et d'une facette circulaire sur le fond.

Cet objet se rapproche de l'exemplaire MND 1133 de la salle des verres du Louvre, provenant de la région de Kertch (ancienne Panticapée)³⁸. En ce qui concerne les objets de comparaison n° 205 et 206 du Musée archéologique de Strasbourg, V. et J. Arveiller³⁹ signalent que «La fabrication semble avoir commencé plus tôt dans l'Est: des ateliers situés sur la Mer Noire auraient fonctionné dans la seconde moitié du II^e siècle et au début du III^e siècle».

D'autres fragments de panses avec décor ont été découverts, comme [02POV145] avec des chevrons en relief, entre deux lignes de perles, [06POV206] avec des motifs hexagonaux, [07POV225] avec trois filets rapportés.

On dénombre plus d'une dizaine de récipients de types petites bouteilles ou gobelets à dépressions. La section de la panse peut être carrée, circulaire, pentagonale [10POV250], avec une base plus ou moins refoulée, plane puis concave au centre. Le fond peut être parfois très épais [10POV247]. Ce type de gobelet en verre soufflé serait une production égyptienne⁴⁰.

D'autres bouteilles, gobelets ou récipients divers présentent une base aplatie, concave au centre, comme [02POV138], à panse de section triangulaire ou comme [06POV203], à panse de section carrée.

L'exemplaire pratiquement entier [08POV236] se rapproche de la coupe Isings 97 a-b.

Certains exemplaires, comme [02POV139], ont une base plate et épaisse et pourraient être des fonds de coupes, comme [09POV242].

Nous avons identifié un pied conique [02POV135], sans doute une coupe, et plusieurs pieds annulaires [07POV227], pouvant se rapporter à des cruches.

Deux fragments de fonds plats présentent un décor avec deux liserés circulaires.

Certaines pièces ont été usées, dépolies au cours du temps, comme la lèvres [07POV212] ou le plat [10POV251].



Gobelet à facettes.

LES VITRES

(Annexes 5 et 6)

Les fragments de verre sont omniprésents. Il s'agit de verre à vitre de couleur verdâtre, avec de nombreuses bulles d'air, présentant une surface lisse et brillante d'un côté, mate et granuleuse de l'autre. Certains fragments sont plus décolorés, d'autres sont carrément blanchâtres. L'analyse visuelle fait apparaître des catégories de couleurs : principalement verdâtre, puis en moindre quantité « bleu vert », enfin blanc pour un très petit nombre, bien qu'il soit possible que cette couleur résulte d'une dégradation d'un verre incolore. Par ailleurs on note sur quelques fragments la présence de traits incisés à chaud, qui pourrait laisser penser à des inscriptions « RIZ » : présence de traces, usure ou graffitis après cuisson ?

Les neuf années de fouille ont permis de remonter plus de 314 kg de vitres, dont 485 coins correspondant à plus de 122 vitres.

Leurs analyses démontrent qu'elles ont été fabriquées en Syro-Palestine.

Trois types de fragments sont identifiables : des coins, des côtés et des parties centrales. Ils sont de tailles variables. Le plus grand fragment mesure 340 mm de longueur pour 170 mm de largeur. Les épaisseurs varient de 1 mm à plus de 8 mm, cela entre des échantillons différents mais aussi au sein d'une même pièce. À l'intérieur des vitres, de nombreuses bulles sont observables. Elles présentent souvent une forme ovoïde, indiquant la direction des contraintes auxquelles était soumise la pâte. Sur certains échantillons usés, les bulles ont fait place à des trous plus ou moins ronds et de différents diamètres. Tous les bords et les angles des vitres sont arrondis.

Les deux faces des fragments sont différentes. Il est en effet possible de distinguer une face inférieure, granuleuse et mate, ayant épousé le relief du support servant à confectionner la vitre et une face supérieure lisse et un peu plus brillante permettant d'observer la fluidité de la pâte, fluidité que l'on constate aussi sur la tranche des fragments cassés.

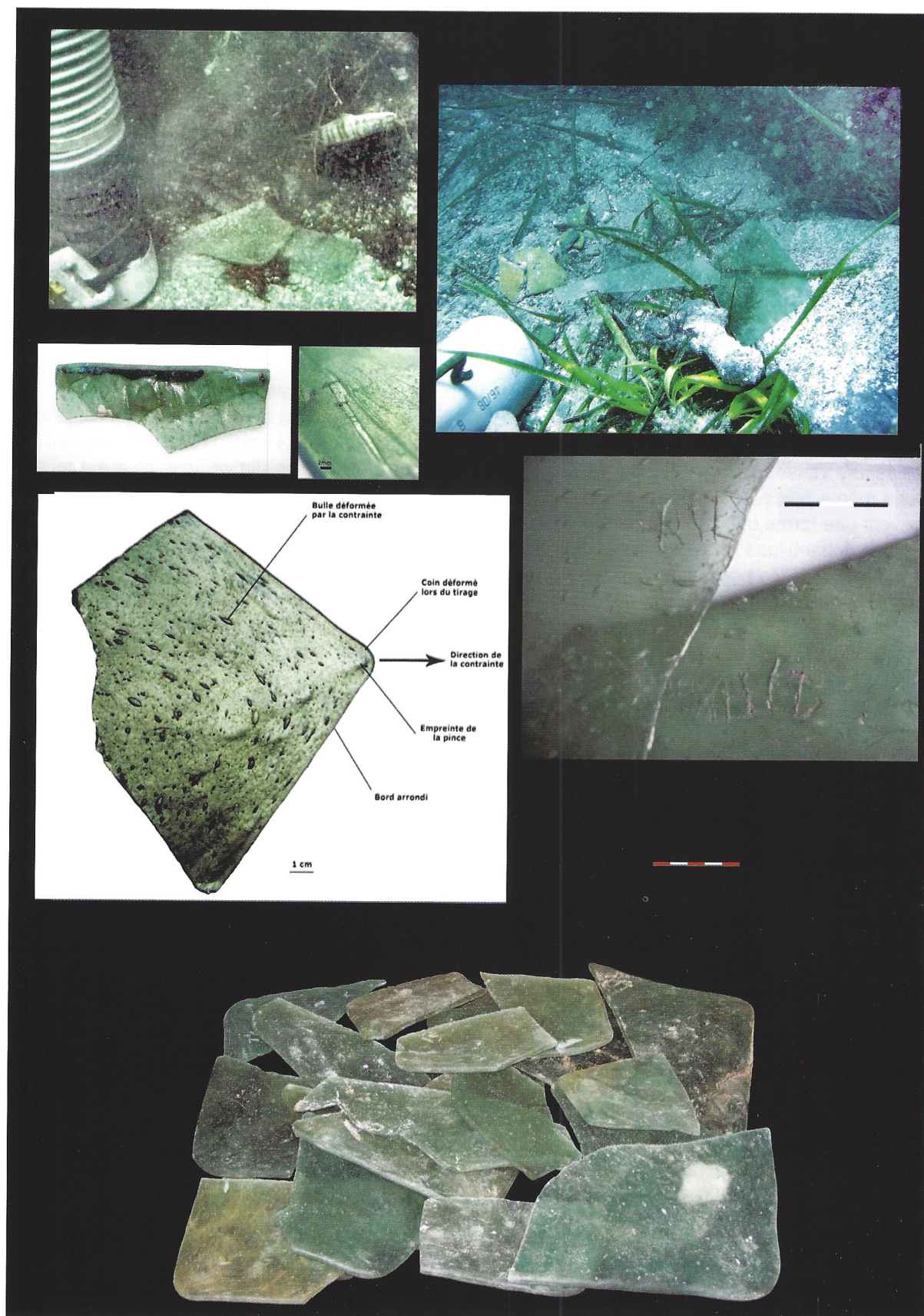
Certains morceaux ont permis de mettre en évidence différentes anomalies, sous forme de traces insolites :

- De petites dépressions situées au niveau des coins des vitres, correspondant à des zones de faible épaisseur. Leur aspect est lisse et non anguleux.
- De petites dépressions, en général anguleuses, situées près des bords des vitres.
- Des stries assez profondes entaillant le verre. Il ne s'agit pas de rayures, car leur profondeur, leur netteté et leur disposition régulière laissent penser à des entailles réalisées avant la solidification complète du verre.
- Enfin de petites entailles dessinant des figures ou marques, difficiles à interpréter.

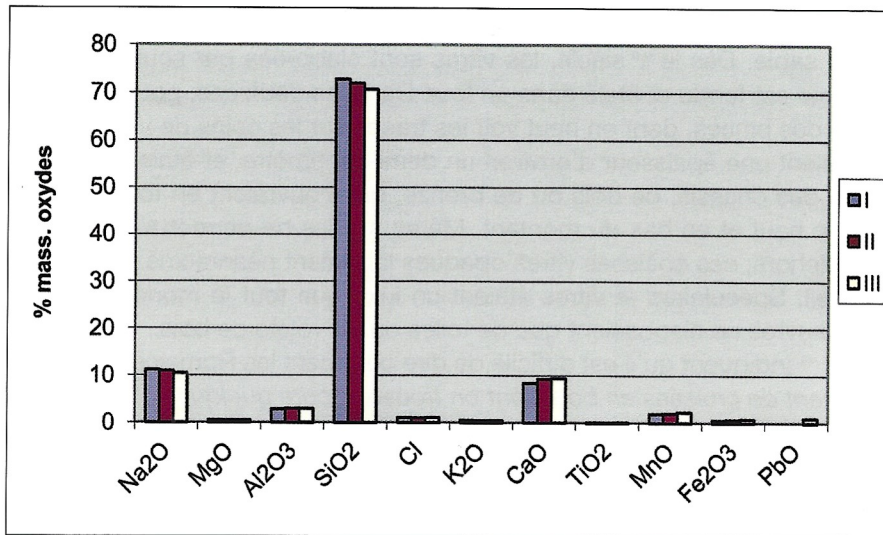
Des analyses ont été conduites au CRPG de Nancy, ainsi qu'au Centre de Recherches en Physique appliquée à l'Archéologie, Institut de Recherche sur les Archéomatériaux, UMR 5060, CNRS-Université Bordeaux 3.

Les échantillons étudiés présentent des compositions similaires. L'analyse confirme bien que la composition de ces verres sodo-calciques est conforme à celle des verres antiques, avec la présence de manganèse sous forme de monoxyde, le « savon des verriers ». Ce dernier était ajouté au verre pour atténuer la couleur bleu-vert due aux oxydes de fer. Cette technique de décoloration est connue depuis le 1^{er} siècle.

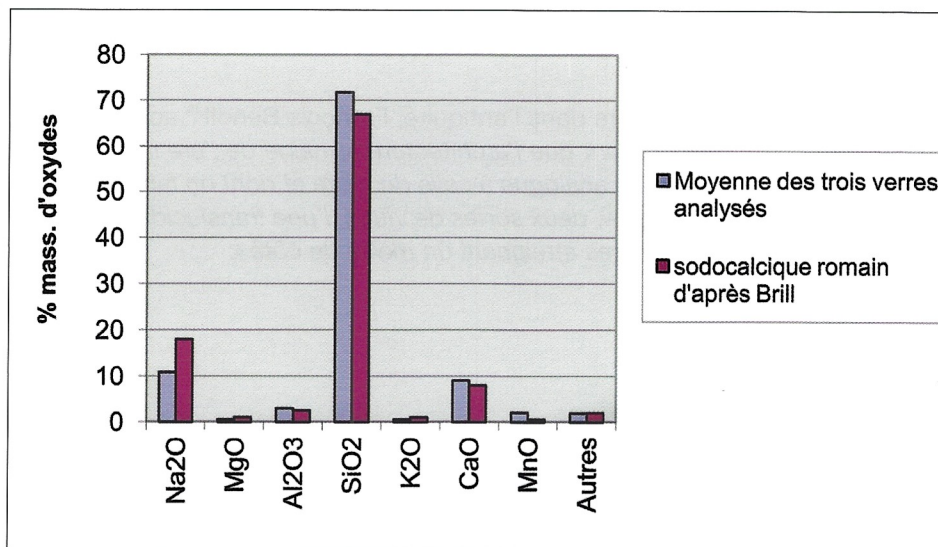
Un des échantillons comporte du plomb, mais il est possible qu'il s'agisse d'une pollution de surface.



Les vitres : vestiges *in situ*, détails, ensemble.



Composition élémentaire (en % massique d'oxydes) des trois verres analysés. Les résultats représentent la moyenne de trois mesures faites sur la surface brute à Gx100.



Composition élémentaire (en % massique d'oxydes) moyenne, des trois verres analysés, comparée à des données obtenues par R.H. Brill sur des verres sodo-calciques romains.

Il est difficile de connaître les dimensions de ces vitres. Une hypothèse de calcul, basée sur un échantillon, conclut que la taille des vitres, en supposant qu'elles soient toutes identiques, pourraient être voisines de 85 x 35 cm.

Dès le début de l'empire romain, il avait été imaginé de clore les fenêtres avec un matériau qui n'empêchât pas le passage de la lumière, sous la forme de lames très minces de sélénite (une variété de gypse), appelées spéculaires. Ce n'est cependant que beaucoup plus tard, dans la première moitié du 1^{er} siècle (dynastie julio-claudienne), qu'apparaît le verre à vitres sous forme de plaques. Celles-ci

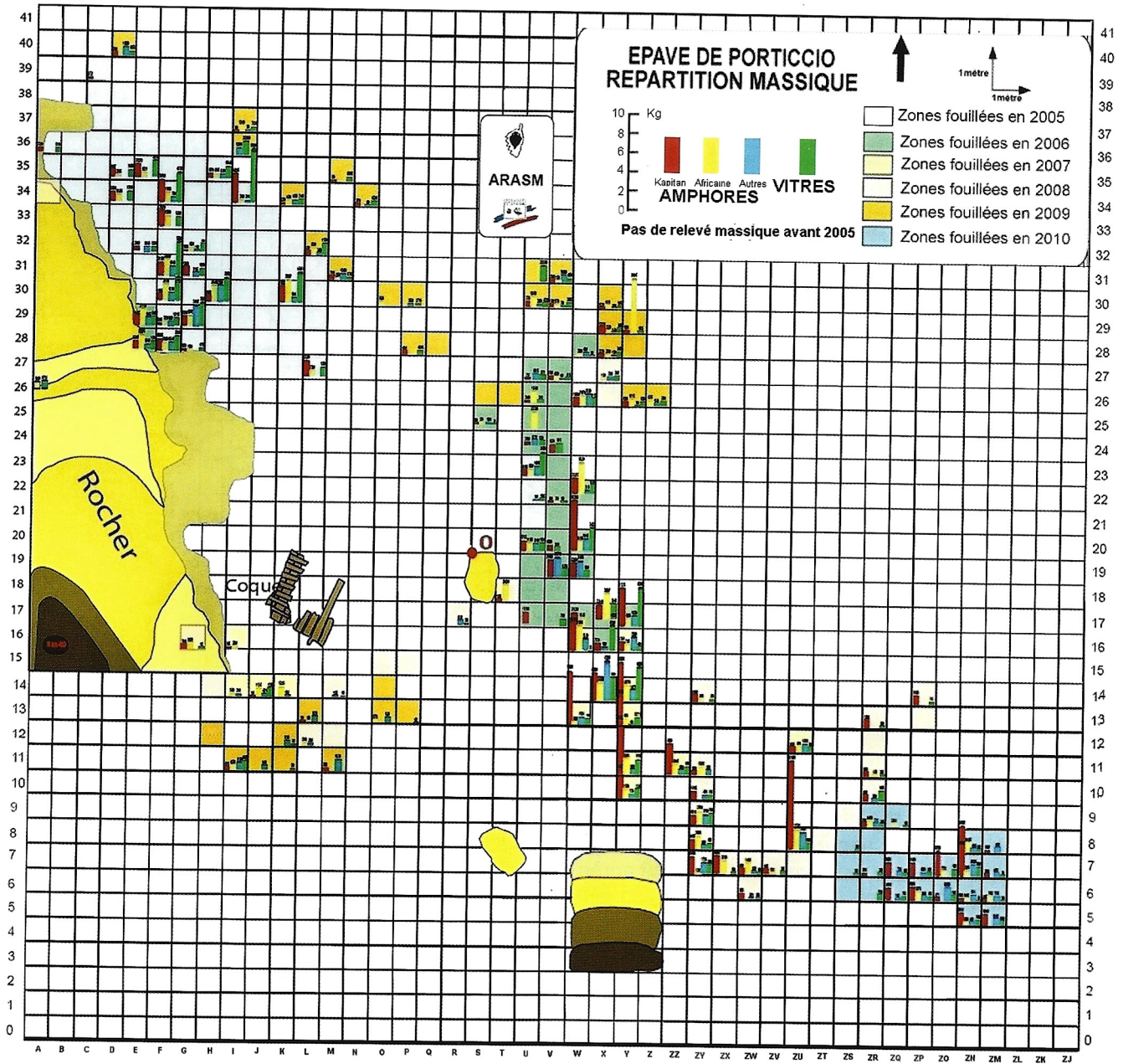
sont fabriquées par coulage dans un cadre dont le fond, plaque en fer, en pierre ou en bois mouillé, était saupoudré de sable. Dès le II^e siècle, les vitres sont élaborées par soufflage d'une paraison en forme de cylindre, qui est fendu et étalé dans un four. Dans les deux cas, pour la mise à dimension, le verre est étiré avec des pinces, dont on peut voir les traces sur les coins de vitres.

Les vitres avaient une épaisseur d'environ un demi-centimètre, et étaient fixées dans le mur ou bien insérées dans des châssis, de bois ou de bronze, qui s'ouvraient en tournant verticalement sur deux pivots fixés en haut et en bas du montant. Même si elles ne permettaient pas de jouir, à l'intérieur, de la vue du dehors, ces épaisses vitres opaques laissaient néanmoins pénétrer dans les pièces la lumière et le soleil. Spéculaires et vitres étaient un luxe que tout le monde ne pouvait s'offrir, les fenêtres des plus pauvres ne disposaient que de toiles ou de volets de bois.

Guhl et Koner⁴¹ indiquent qu'il est difficile de dire comment les Romains fermaient leurs fenêtres « *Tantôt ils se servaient de croisées en bois dont on trouve encore quelques châssis dans la maison du «poète tragique» de Pompei, tantôt de très minces plaques d'argile, tantôt enfin la fermeture consistait en plaques minces d'une pierre transparente (lapis specularis) et plusieurs vitres en verre de couleur verdâtre trouvées à Pompei démontrent qu'on avait aussi recours à ce système pour fermer les fenêtres et pour éclairer les chambres.* ».

Nuria NIN note que « *Dans les thermes suburbains d'Herculanum, elles (les vitres) mesuraient 80 x 80 cm. Ces carreaux de verre étaient montés sur des châssis en bois et en métal... Dans certains cas les châssis étaient mobiles, servant ainsi à profiter de la vue mais surtout à aérer les salles dans le cas des thermes* ».

Dans son ouvrage sur l'architecture dans l'antiquité, François Benoit⁴² achève le dénombrement des matériaux de construction en « *notant que l'architecture romaine de l'ère impériale disposait d'un verre d'une composition chimique toute analogue à celle du nôtre et dont on fabriquait, d'une part, des plaques opalines (obsidianum), de l'autre, deux sortes de vitres, l'une translucide (translucidum), l'autre cristalline (purum), toutes deux en calibres atteignant un mètre de côté.* ».



ANNEXE 5: ANALYSE DES VITRES

IRAMAT-CRPAA, BORDEAUX
F. Daniel, N. Boukhetaia, Juin 2003

● **Échantillons**

Une quinzaine d'échantillons de verres antiques au III^e s. ap. J.-C. provenant de l'épave antique de Porticcio fournis par Hervé Alfonsi et Jean-François Cubells.

Nous avons choisi trois échantillons en fonction de leur épaisseur (de 1,8 à 4,1 mm) et de leur couleur (bleu vert plus ou moins saturé).

● **Méthode:**

MEB/EDS sur des échantillons bruts. L'analyse et l'imagerie ont été effectuées sur la surface nettoyée à l'acétone, alcool et aux ultrasons. Cependant, il est évident que la surface n'est pas rigoureusement représentative du matériau en raison des pollutions et altérations induites par l'environnement (milieu d'enfouissement?).

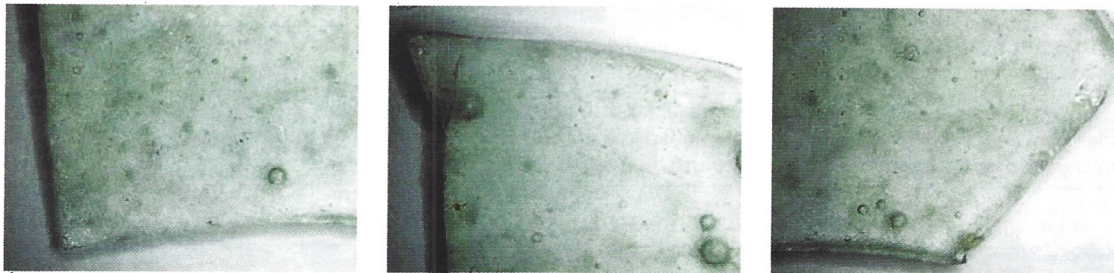
Les échantillons ont été partiellement rendus conducteurs par une couche de carbone.

Appareil: Microscope Jeol 820 avec microanalyse EDXS Isis 300 d'Oxford.

Conditions opératoires: 20 kV, WD 39 mm

● **Détails**

Éch 1 – Gx12, taille de la zone: 10 x 7,7 mm



Éch 2 – Gx12, taille de la zone: 10 x 7,7 mm



Éch 3 – Gx12; taille-de-la-zone: 10 x 7,7 mm



Fig. 1 - Trois échantillons de verres antiques analysés.

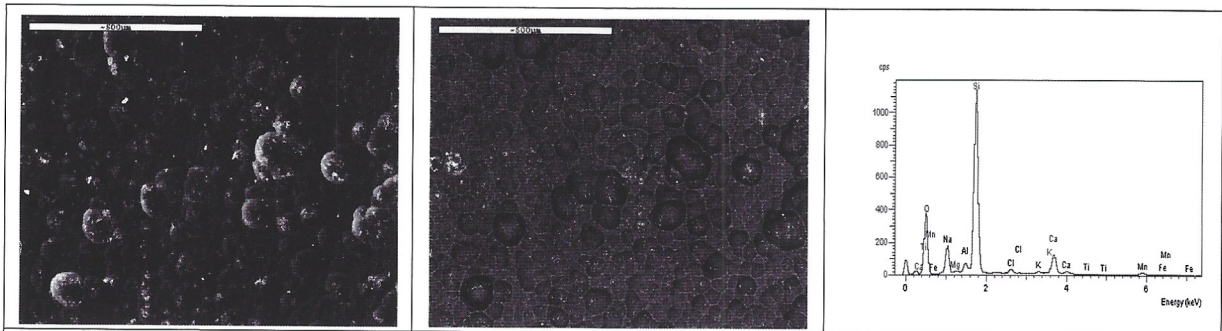
27 x 11 mm, épaisseur 2,8 mm

22 x 24 mm, épaisseur 1,8 mm

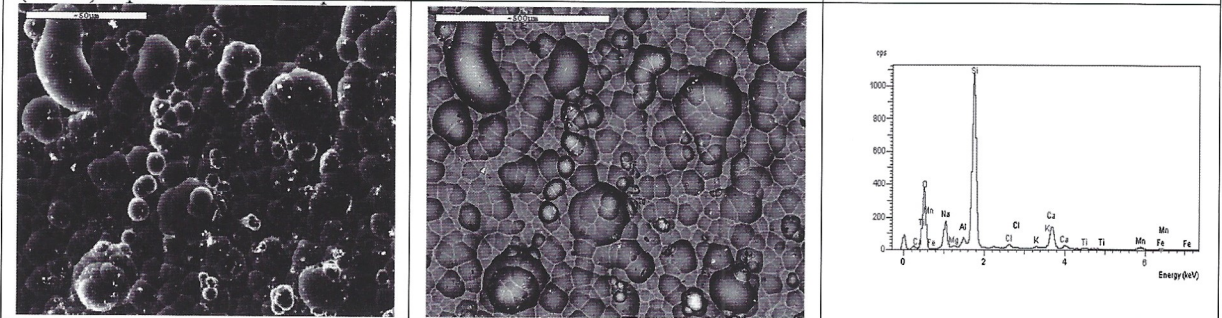
49 x 28 mm, épaisseur 4,1 mm

Fig. 2 - On distingue par transparence des bulles et des fissures dans le verre ainsi que des concrétions et taches (Fe?) en surface.

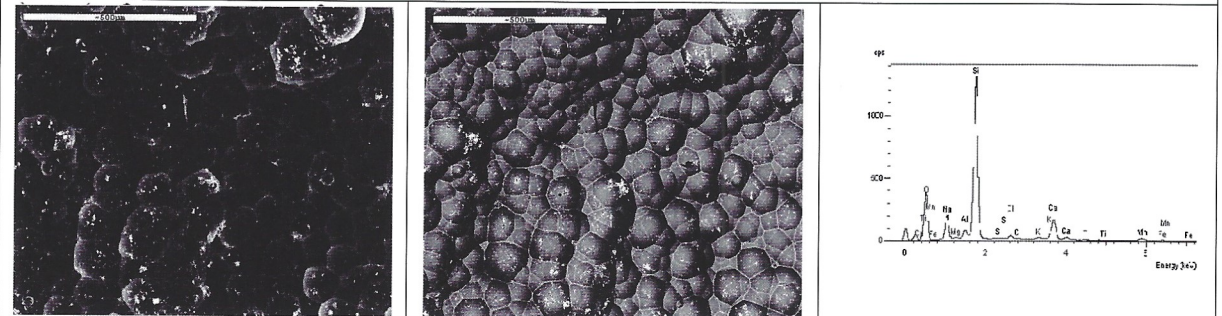
Images MEB



Éch 1 – Gx100, barre d'échelle = 500 μm . Image en électrons secondaires (gauche) et en électrons rétrodiffusés (droite). Spectre EDS correspondant à cette zone.



Éch 2 – Gx100, barre d'échelle = 500 μm . Image en électrons secondaires (gauche) et en électrons rétrodiffusés (droite). Spectre EDS correspondant à cette zone.



Éch 3 – Gx100, barre d'échelle = 500 μm . Image en électrons secondaires (gauche) et en électrons rétrodiffusés (droite). Spectre EDS correspondant à cette zone.

Fig. 3 - Les images montrent une surface présentant de petites cupules circulaires d'un diamètre moyen de μm . Ces cupules contiennent parfois, malgré le nettoyage, des particules diverses (pollutions): poussières, particules de plomb et micro-organismes (uniquement sur l'échantillon 3, voir fig. 4), ...

● Détail de l'image MEB de l'échantillon 3

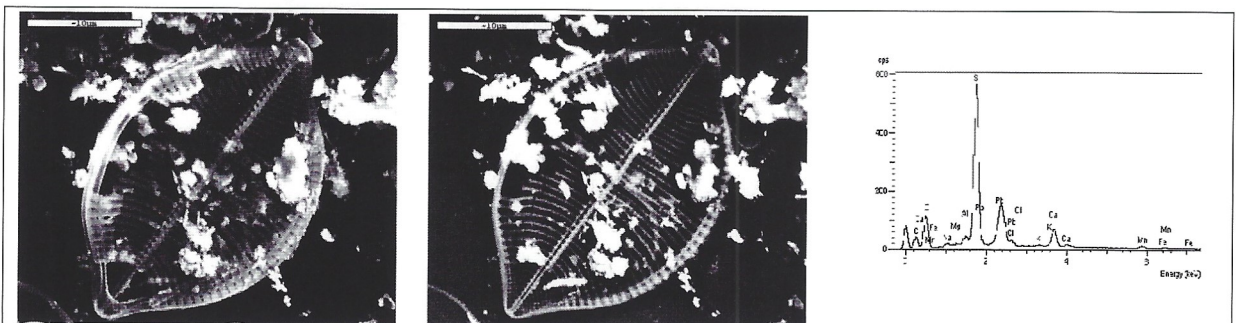


Fig. 4 - Images en électrons secondaires (gauche) et en électrons rétrodiffusés (droite), 20 kV, WD 15 mm, Gx3300, barre d'échelle: 10 μm . Squelette de micro-organisme (diatomée, discocycline?) dans une cuvette de l'échantillon 3 (taille: 30 x 20 μm). La composition est essentiellement siliceuse. Les «poussières» en surface (blanches sur l'image) sont composées partiellement de plomb (spectre EDS à droite).

ICP.MS au CRPG de NANCY

Échantillon	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Co	Cu	Pb	Sb
VRR358	9,32	0,68	0,08	0,38	66,89	3,17	0,75	1890	16,30	0,11	33	21	8	9
VRR359	8,93	0,61	0,08	0,40	69,45	3,07	0,73	1870	14,59	0,12	21	16	5	0

Les constituants principaux sont donnés en pour cent d'oxyde, le cobalt (Co), le cuivre (Cu), le plomb (Pb), l'antimoine (Sb) en partie par million de métal.

Tous ces verres sont sodocalciques, élaborés à partir de deux constituants de base: un sable légèrement calcaire et un fondant sodique sans doute d'origine minérale (Natron).

Ces deux échantillons de vitres ont des compositions comparables à celle des verres syro-palestiniens. Leur pourcentage élevé de titane et surtout d'alumine (3 % ou plus) et leur taux de calcium (autour de 9 %) permet de les assimiler au groupe syro-palestinien tardif déjà repéré sur les ateliers de Jalame (IV^e siècle ap. J.-C.) de Dor et d'Apollonia (groupe d'analyse dit *Levantine I*)⁶². Le sable utilisé vient probablement de la baie d'Haifa.

Ce verre qui contient un pourcentage de fer assez élevé est décoloré au manganèse.

ANNEXE 6**HYPOTHÈSES SUR LES DIMENSIONS DES VITRES**

Par Jean-François CUBELLS

L'ensemble des fragments, correspondant à des coins et à des côtés recueillis de 2001 à 2004, a été comptabilisé et les longueurs mesurées. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Nature du fragment	Quantité	Longueur
Coin	253	32,672 m
Côté	1593	122,4 m
TOTAL		155,072 m / 174 kg

Une vitre ayant quatre coins nous sommes, à ce jour, en présence d'au moins 63 vitres. Chacune des vitres ayant ainsi un périmètre de : $155,072 / 63 = 2,46$ m.

Qu'elle était leur forme rectangulaire ou carrée ? L'observation de nombreux coins nous a permis de mettre en évidence un rapport avoisinant $\frac{1}{2}$ entre les deux côtés de l'angle. Ceci nous permet d'émettre l'hypothèse de vitres dont la hauteur serait le double de la largeur. Les dimensions 80 cm x 40 cm seraient alors en accord avec le périmètre moyen obtenu. Afin de tester cette hypothèse nous avons, grâce à un logiciel adapté (logiciel « Mesurim » libre de droit utilisé en Sciences expérimentales dans l'Éducation Nationale), calculé la surface moyenne correspondant à un kilogramme de fragments. En effet le logiciel permet de scanner chaque fragment, de mesurer sa surface et ainsi de connaître la surface totale de verre pour un kilogramme de matière. L'irrégularité des épaisseurs observées nécessite de travailler sur plusieurs kilos de fragments représentatifs c'est-à-dire des parties centrales, des bords et des coins non usés l'ensemble de couleur homogène.

Première étape : création d'une grille de référence.

Dimensions d'une vitre ayant 2,40 m de périmètre	Surface (cm ²)
60 cm x 60 cm	3600
65 cm x 55 cm	3575
70 cm x 50 cm	3500
75 cm x 45 cm	3375
80 cm x 40 cm	3200
85 cm x 35 cm	2975
90 cm x 30 cm	2700
95 cm x 25 cm	2375

Deuxième étape : mesure des surfaces de verre.

Lot	Nb de fragments	Masse totale (g)	Surface totale (cm ²)
1	13	1051,31	1077,40
2	11	1052,06	1142,20
3	10	1048,30	1082,30
4	9	1061,70	1107,60
Total	43	4213,37	4409,50

1 kilogramme de verre correspond donc à une surface de 1047 cm² soit 0,1047 m².

Troisième étape : calcul des dimensions.

174 kg de verre correspondent à 18,2178 m². *En admettant que les 63 vitres soient de dimensions égales, chaque vitre mesure : $18,2178/174 = 2891$ cm² ce qui d'après notre grille de référence correspond à des dimensions proches de 85 cm x 35 cm.*