

Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale : l'émergence de nouveaux courants commerciaux

Danièle Foy*, Maurice Picon**
Michèle Vichy**, Valérie Thirion-Merle**

Le mobilier de l'Antiquité tardive découvert dans les fouilles du midi méditerranéen de la France a fait l'objet depuis une quinzaine d'années d'une attention particulière. La chronologie des céramiques a été considérablement affinée et les études sur la verrerie ont évidemment bénéficié de ces résultats. Le matériel issu des fouilles de la Bourse à Marseille a servi de point de départ pour la mise en place d'une première typo-chronologie de la verrerie du Sud de la Gaule. Par la suite, d'autres lots de matériel, provenant en particulier du Languedoc mais aussi de sites lyonnais ou extérieurs à la Gaule, sont venus compléter l'éventail des formes. Parallèlement à l'évolution typologique, nous avons pu constater des modifications dans l'aspect des matières. À chaque époque, on trouve évidemment des verres d'aspects très variés, cependant dans chaque grande séquence chronologique domine une coloration particulière. Sans préjuger du sens que l'on pouvait donner à ces changements, nous avons entrepris des séries d'analyses chimiques sur des verres datés entre la fin du IV^e siècle et le VIII^e siècle pour vérifier si une composition particulière ou si des variations, même minimales d'une composition, pouvaient correspondre aux classifications archéologiques fondées sur la chronologie, la typologie et l'aspect de la matière.

On peut brièvement rappeler l'évolution apparente de la matière vitreuse :

- Le verre du milieu et de la seconde moitié du IV^e siècle n'a pas de coloration remarquable. La plupart des objets sont soufflés dans un verre bleuté ou verdâtre, c'est en particulier le cas pour les verres portant un décor gravé ou pour les coupes, les gobelets et les bouteilles dont les formes perdureront au siècle suivant. *Groupe archéologique A.*

- Au V^e siècle, surtout dans les deux premiers tiers, en Provence comme en Languedoc, règne le verre de teinte assez soutenue que l'on peut qualifier de vert olive, ou de

vert-jaune ; de nombreuses nuances existent dans ces colorations. *Groupe archéologique B.*

- Ce verre décroît peu à peu et à la fin du V^e siècle et durant le premier tiers du VI^e siècle, cette catégorie s'efface et l'on voit apparaître du mobilier dans un verre plus clair à peine bleuté ou verdâtre. Certaines vaisselles, en particulier des gobelets et des coupes souvent décorés de filets de verre blanc rapportés, sont dans une matière vert d'eau assez mal conservée. *Groupe archéologique C.*

- Ensuite, dans les décennies centrales du VI^e siècle, un verre plus résistant, de coloration jaunâtre, se généralise ; c'est dans cette matière que sont réalisés des lampes et surtout les verres à tige qui constituent la forme la plus commune des verres à boire. *Groupe archéologique D.*

- Enfin, dans la seconde moitié du VII^e siècle et au VIII^e siècle encore, le verre prend une coloration bleuâtre assez soutenue. *Groupe archéologique E1 et E2*

Hors de la Gaule, en Tunisie, nous avons pu constater des évolutions à peu près comparables. Ces changements de coloration avaient aussi été notés en Italie, dans les fouilles romaines de la Crypta Balbi (Saguì 1993a, fig. 11) comme dans l'habitat ligure de S. Antonino (Falcetti 2001, p. 405).

Les cinq catégories de verre distinguées ci-dessus ne correspondent pas toutes à des compositions spécifiques, mais cette classification archéologique se retrouve, plus ou moins bien, dans les groupes de composition ou dans les variantes de ces groupes. Les trois grands groupes de composition auxquels se rattache ce mobilier ont déjà été individualisés (Foy *et al.* 2000a et b). Ces nouveaux travaux permettent d'abord de proposer une origine pour les groupes 1 et 2 spécifiques de la verrerie de la fin de l'Antiquité. Nous avons cherché ensuite à discerner au sein du groupe 3, déjà reconnu de fabrication syro-palestinienne, plusieurs séries ou variantes (Picon, Vichy dans ce volume). L'une d'elles, la plus tardive, est clairement

* Laboratoire d'Archéologie médiévale méditerranéenne, CNRS, UMR 6572, MMSH, 5 rue du Château de l'Horloge, F-13094 Aix-en-Provence cedex 2.

** Archéométrie et Archéologie : origine, datation et technologie des matériaux, CNRS, UMR 5138, MOM, 7 rue Raulin, F- 69365 Lyon cedex 7.

individualisée (série 3.3). Les deux autres (séries 3.1 et 3.2), beaucoup moins distinctes, ne sont sans doute pas propres aux fabrications de l'Antiquité tardive. Pourtant, le mobilier d'époque tardive compose principalement ces séries, ce qui pourrait signifier l'exploitation préférentielle et successive de certains gisements de sable localisés sans doute dans une même région.

Produits manufacturés et verre brut (ou déchets de fabrication) entrent dans chacun des groupes de composition évoqués ici et obligent à s'interroger non seulement sur l'origine de la matière brute mais aussi sur celle des produits finis. Les fouilles des sites d'ateliers fixés dans le midi de la France et le sillon rhodanien ne nous renseignent que très partiellement sur les productions locales. Les études typologiques s'avèrent plus pertinentes pour reconnaître ces productions, en particulier pour le sud de la France et la Tunisie. Cette distinction est particulièrement intéressante pour l'*Africa* où aucun atelier secondaire de l'Antiquité tardive et du début de la période islamique n'a été précisément localisé, sauf peut-être à Carthage pour le V^e siècle (Freestone 1994) ; l'existence probable d'officines secondaires dans ce pays nous induit naturellement à imaginer des arrivées de verre brut en provenance d'Égypte, de Syrie et de Palestine.

1. Les analyses et les classifications

Depuis fort longtemps déjà, les verres anciens, issus de fouilles ou de trouvailles fortuites, ont fait l'objet, et en grand nombre, d'analyses en laboratoire. Mais, ces dernières années, on assiste à un développement assez systématique des classifications fondées sur les compositions chimiques des verres, à l'instar de ce qui se fait pour les céramiques. Il s'agit d'une démarche intéressante et souvent novatrice, à laquelle on ne peut que souscrire, tout en soulignant les différences qui existent entre la classification des verres et celle des céramiques. C'est ce qu'on fera plus loin (cf. annexe).

On peut toutefois noter dès à présent que la principale différence qui existe entre la classification des verres (ici les verres au natron, uniquement) et celle des céramiques, réside dans le fait que les compositions des premiers correspondent à des caractéristiques géochimiques (la nature des sables), mais aussi à des caractéristiques techniques (les proportions de sable et de natron, les colorants, décolorants et opacifiants), alors que les données géochimiques prédominent largement dans la classification des secondes. Une autre différence tient aux possibilités de réutilisation (par refusion), donc aux risques de mélanges, qui existent avec les verres, et sont généralement négligeables pour les céramiques.

De fait on verra que c'est surtout l'utilisation conjointe de critères géochimiques et techniques qui complique singulièrement l'interprétation des résultats de la classification des verres, et, particulièrement, l'interprétation des sous-groupes de composition.

Car les sous-groupes permettent rarement de déterminer à eux seuls des séries de verres que caractériserait par exemple une localisation particulière des sables à l'intérieur du gisement plus étendu qui correspond au groupe de composition d'un atelier primaire. Ou que caractériserait une période déterminée de l'exploitation de ce même gisement. En revanche, ils peuvent suggérer l'existence éventuelle de telles séries, et sont de ce fait à l'origine de leur constitution. Mais celle-ci ne peut être menée à bien, à partir des seules données de composition. Elle doit faire appel, nécessairement, aux données archéologiques et aux données de laboratoire. On reviendra plus longuement sur cette importante question dans l'annexe. C'est en tout cas l'une des raisons pour lesquelles on préférera souvent parler de séries à l'intérieur d'un groupe, plutôt que de sous-groupes.

2. Provenances des échantillons analysés (fig. 1)

2.1. Verre brut et déchets d'atelier

44 échantillons de verre brut et de déchets de travail du verre, découverts dans des contextes datés entre le milieu du IV^e siècle et le VIII^e siècle, ont été analysés. Ils proviennent de zones artisanales ou de place de transit. Deux analyses se rapportent à du mobilier oriental : un bloc issu d'un atelier de Beyrouth d'époque omeyyade (VRR 65) et un bloc, non daté, trouvé dans les prospections du port d'Apollonia de Cyrénaïque (VRR 118).

26 fragments ont été prélevés dans les contextes de trois aires d'ateliers occidentaux. Un seul atelier secondaire du IV^e siècle est localisé à Vienne (VRR 35). Les fragments recueillis dans les fouilles de la Bourse à Marseille (12 échantillons) appartiennent à 3 séquences chronologiques (Foy 1998, p. 374-375). Les traces d'atelier de verrier les plus précoces signalent une activité vers le second tiers du V^e siècle (VRR 50 à 52, 173) ; d'autres témoignent d'une poursuite (ou d'une reprise), à la fin du V^e siècle ou au début du siècle suivant (VRR 47 à 49, 166 et peut être 168 et 170). Enfin, dans ce même quartier suburbain, des indices d'un artisanat sont datés du VI^e siècle (VRR 175, 337). L'atelier de Maguelone en Languedoc est en activité vers la fin du VI^e siècle, pendant une seule période ; tous les échantillons sont homogènes (VRR 134 à 139 ; 145 à 148 ; 360 à 363).

Le verre brut découvert dans le dépotoir portuaire de Port-Vendres 1 appartient à deux groupes de composition (VRR 53 et 54). En revanche, les échantillons découverts lors des travaux préalables à la construction du métro de Toulouse, dans divers contextes attribués au V^e siècle, sont homogènes (VRR 82 à 87) à l'exception d'un fragment de coloration plus claire (VRR 81). Les fouilles de la place Camille Jullian à Bordeaux ont révélé des traces d'un artisanat d'orfèvrerie avec des creusets pour fondre du métal et du verre. Plusieurs éclats de verre brut ont été exhumés de divers contextes datés grossièrement entre la



FRANCE		TUNISIE		LIBYE		EGYPTE		LIBAN			
1	Arles	11	Lyon	21	Nabeul	24	Apollonia	25	Fostat	28	Beyrouth
2	Béziers	12	Maguelone	22	Sidi Jdidi			26	Taposiris		
3	Bordeaux	13	Marseille	23	Oued R'mel			27	Tebtynis		
4	Bouquet (Le)	14	Narbonne								
5	Brusc (le), épave Embiez	15	Porticcio, épave								
6	Cadière-d'Azur (la)	16	Port-Vendres								
7	Gémenos	17	Toulouse								
8	Hières-sur-Amby	18	Vaison								
9	Jouques	19	Vienne								
10	Loupian	20	Vitry-sur-Orne								

Fig. 1 — Provenance des échantillons analysés et principaux sites mentionnés.

fin du V^e siècle et le VIII^e siècle ; les traces les plus évidentes sont dans les niveaux les plus récents (VRR 74 à 75, 77 à 80).

La documentation la plus abondante renvoie aux groupes archéologiques B (V^e siècle) et D (milieu VI^e-VII^e s.). Nous ne disposons d'aucun témoignage d'atelier de la fin du VII^e et du VIII^e siècle, hormis celui de Beyrouth.

2.2. Verres manufacturés

20 analyses concernent des objets trouvés à Beyrouth et en Égypte. Des échantillons ont été prélevés des productions de l'atelier omeyyade de Beyrouth dont le verre brut a déjà été mentionné (VRR 267 à 272) ; un fragment antérieur à l'atelier vient aussi de ce site (VRR 273).

Le mobilier égyptien vient de trois lieux. Certains fragments récoltés lors de prospections ne sont pas datés, comme le débris de Taposiris qui ne renvoie pas à une forme précise (VRR 21). Un fragment issu des fouilles de Fostat (chantier d'Istabl'Antar, fouilles de R.P. Gayraud) est probablement résiduel dans un contexte islamique (VRR 228), mais un autre doit être considéré d'époque omeyyade (VRR 470).

Les échantillons de Tebtynis dans le Fayoum proviennent de ramassages de surface (VRR 305, 372, 373) ou de contextes d'époque byzantine ou plus récents de l'habitat (VRR 303, 306, 307, 310, 311, 343). La fouille est conduite par M.-O. Rousset (Rousset, Marchand 1999, 2000, 2001).

Les fouilles tunisiennes de trois sites du nord du pays ont fourni de la vaisselle et surtout du luminaire pour des analyses. Ce mobilier (19 échantillons) est daté du V^e au début du VIII^e siècle souvent par les données stratigraphiques ou par comparaisons typologiques. Les verres anciennement découverts dans la maison des Nymphes à Nabeul (fouilles de J.-P. Darmon, VRR 376 à 381 et 388, 389) ont malheureusement perdu aujourd'hui leur contexte de découverte. Les fouilles plus récentes de l'officine de salaison de poissons sur ce même site de Nabeul (fouilles de L. Slim et M. Bonifay) ont, en revanche, permis d'analyser du mobilier bien daté (VRR 152 à 154 ; 374 et 375 ; 382 à 387). Les analyses des verres des basiliques de Sidi Jdidi (fouilles de A. Ben Abed et M. Fixot, VRR 150, 151, 392, 458, 459) et de Oued R'mel (fouilles de T. Ghaliya, VRR 460, 461) concernent des productions régionales. Deux verres du Haut Empire ont une composition semblable à celle de certains verres tardifs (VRR 390 et 391).

L'essentiel des échantillons provient, cependant, des fouilles d'un site lyonnais et du Midi de la France.

- Nous avons choisi d'analyser 5 pièces des fouilles de Gadagne à Lyon (fouilles de Ch. Becker) ; elles viennent de contextes homogènes attribués à la fin du IV^e siècle comprenant essentiellement du mobilier de teinte bleutée du groupe archéologique A (VRR 281 à 284) et quelques rares fragments vert olive du groupe archéologique B (VRR 286).

- En Languedoc, les verres analysés, trouvés dans le port du Bourbou, près de Loupian (fouilles de M. Lugand et Ch. Pellecuer) sont issus d'un unique contexte clos daté du début du V^e siècle. La fosse renfermait un mobilier similaire à celui du contexte lyonnais (verres bleutés et olive), ce qui explique leur appartenance à deux groupes de composition (VRR 287 à 289, 291).

- Les fouilles de l'Hôtel-Dieu de Narbonne, toujours en Languedoc, ont révélé un puits dont le comblement très riche en céramiques variées, monnaies et verreries, est daté du premier quart du V^e siècle (Ginouvez *et al.* 1996-1997). Parmi la quarantaine de verres découverts, domine la vaisselle de coloration olive (VRR 276 à 278, 280).

- Des verres ramenés de deux fouilles sous-marines de Port-Vendres ont été analysés. Du secteur de l'épave Port-Vendres 1, qui est constitué d'une épave du début du V^e siècle recouverte par un dépotoir postérieur, on a analysé, outre le verre brut, deux pièces de verre (VRR 55 et 56). Une belle coupe d'un modèle rare, trouvée dans l'épave de la Redoute Béar datée du V^e s. a été analysée (fouilles C. Descamps et G. Castellvi, VRR 182).

- L'atelier de verrier de Maguelone de la fin du VI^e s. a donné matière à analyser le verre brut, mais aussi de la vaisselle dont l'essentiel semble provenir des productions locales (VRR 140 à 144 et 364, 365).

- Marseille, en particulier les fouilles de la Bourse, a fourni de nombreux échantillons datés entre le V^e s. et le début du VIII^e (VRR 130 à 132, 149, 164, 165, 167, 169, 171, 172, 174, 176, 336, 402 à 404). Un fragment du tout début du VI^e siècle vient de l'oppidum de Constantine (Lançon-de-Provence), au nord de l'étang de Berre, réoccupé à la fin de l'Antiquité (VRR 335).

- Les fouilles du *vicus* de Saint-Jean-de-Garguier (Gémenos, Bouches-du-Rhône) ont livré un mobilier en verre varié, du Haut Empire jusqu'à la fin de l'Antiquité (fouilles J.-B. Féraud). Les analyses de 10 pièces, malheureusement hors stratigraphie, sont ici discutées (VRR 183 à 190, et 192, 193).

- Des verres de la fin du IV^e siècle, trouvés à Larina (Hières-sur-Amby, fouilles P. Porte, VRR 332), à Arles, site des Combettes (prospection M. Pasqualini, VRR 401) ont aussi été analysés.

- Une série de verres très tardifs, datés entre la fin du VII^e siècle et le IX^e siècle, tous de teinte bleutée, a fait l'objet d'analyses. Ces échantillons viennent des habitats languedociens de Saint-Jean d'Aureilhan à Béziers (VRR 133, fouilles C. Jandot) et de San Peyre (Le Bouquet, Gard, VRR 177 et 178) et provençaux de Notre-Dame-de-Consolation (Jouques, B-d-R., fouilles C. Michel d'Annoville, VRR 400) et de Sainte-Candie (Roquebrune-sur-Argens, Var, fouilles F. Bertoncello, VRR 355), du site religieux de Saint-Come et Damien (La Cadière d'Azur, Var, fouilles R. Broecker, VRR 264 et 265), des thermes de Vaison (fouilles J.-C. Meffre, VRR 340) et, à titre de comparaison extérieure à la région, de Vitry-sur-Orne (Moselle, VRR 356).

Les groupes et les séries à l'intérieur d'un groupe ne

sont pas étudiés dans l'ordre chronologique. Nous présenterons d'abord les compositions les plus singulières (groupes 1, 2 et série 3.3), pour terminer par celles qui n'offrent que quelques particularités insuffisantes pour individualiser une composition propre à une aire de production (séries 3.2 et 3.1).

3. Les groupes 1 et 2

3.1. Étude archéométrique : classification et technique (fig. 2)

Les verres des groupes 1 et 2 seront étudiés ensemble, pour la part qui relève des techniques et des classifications. Mais leur étude archéologique se fera séparément.

Les deux groupes ont des compositions différentes, bien qu'ayant en commun plusieurs caractéristiques qui justifient ce regroupement.

Rappelons d'abord que l'on doit en premier à P. Mirti d'avoir individualisé en Italie, à Aoste, un groupe de verres tardifs, caractérisé par des teneurs élevées en fer, titane et manganèse (Mirti *et al.* 1993, groupe E). Peu après, Ian Freestone signalait aussi l'existence des verres du groupe 1 en Afrique, sans pouvoir faire le lien avec les travaux italiens. Il s'agissait de quelques exemplaires des fouilles de Carthage, qui présentaient des compositions surprenantes, désignées à l'époque par le sigle HIMT (High Iron Manganese Titanium) (Freestone 1994). Les travaux ultérieurs devaient montrer qu'on ne se trouvait pas en présence d'exemplaires isolés, voire de ratés, mais qu'on avait affaire à une catégorie particulière de verres

Groupes de verres au natron : pourcentage de TiO_2 des sables

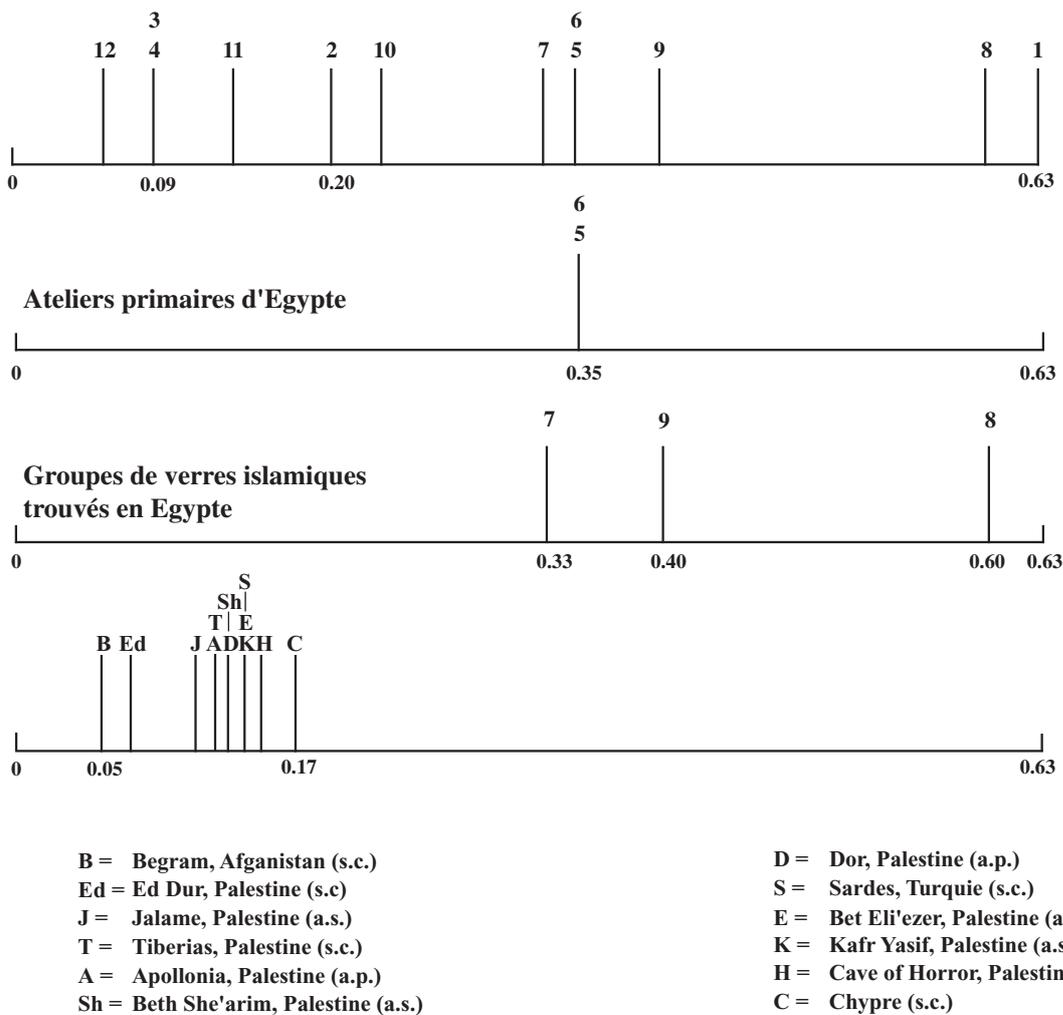


Fig. 2 — Ligne supérieure : pourcentages moyens d'oxyde de titane, TiO_2 , des sables des 12 groupes de composition de verres au natron répertoriés au laboratoire. Deuxième et troisième ligne : pourcentages moyens d'oxyde de titane des sables correspondant à des ateliers primaires égyptiens connus (groupes 5 et 6) ou présumés (groupes 7, 8 et 9). Ligne inférieure : pourcentages moyens d'oxyde de titane des sables de groupes de verres recueillis au Proche-Orient, en dehors de l'Égypte, sur des ateliers primaires (a.p.), des ateliers secondaires (a.s.), ou des sites de consommation (s.c.).

tardifs largement répandus en Orient comme en Occident, au V^e siècle. Ces travaux allaient montrer aussi l'existence d'une autre catégorie de verres tardifs, les verres du groupe 2, qui avaient certaines caractéristiques proches de celles du groupe 1, mais étaient plus tardifs encore, du milieu du VI^e siècle jusqu'au VIII^e, voire au delà, les verres du groupe 2 étant présents, eux aussi, en Orient et en Occident (Foy *et al.* 2000a et b).

Tous ces verres ont en commun de hauts pourcentages d'oxyde de fer, Fe₂O₃, d'oxyde de manganèse, MnO, et d'oxyde de titane, TiO₂, mais sont riches également en magnésie, MgO. Les compositions, ainsi que les moyennes et écarts-types correspondants, sont donnés en annexe (analyses du C.R.P.G. – C.N.R.S. de Nancy). On notera que ces moyennes diffèrent légèrement de celles qui ont été publiées antérieurement, l'échantillonnage ayant été notablement complété depuis.

Pour des raisons de commodité on a reporté ci-dessous les pourcentages moyens des 4 constituants déjà cités, auxquels ont été joints ceux de la chaux, CaO, et de l'alumine, Al₂O₃. Ces pourcentages sont les suivants (n désignant l'effectif des groupes) :

On notera que le groupe 2 a moins de fer, de titane et

		Fe2O3	MnO	TiO2	MgO	CaO	Al2O3
Groupe 1 n = 43	m	2.28	2.02	0.49	1.23	6.22	2.88
Groupe 2 n = 61	m	1.32	1.50	0.16	1.20	7.73	2.53

Tab. 1 — Compositions moyennes de 6 constituants des groupes 1 et 2.

de manganèse que le groupe 1, mais des pourcentages sensiblement équivalents de calcium, d'aluminium et de silicium (voir annexe). Des différences importantes existent également pour les traces, notamment sur le zirconium, le chrome, le baryum, traces dont une sélection est aussi donnée en annexe.

Pour les constituants principaux, les différences les plus importantes que présentent les deux groupes – différences qui rendent aisée leur séparation à l'analyse – concernent surtout, comme il apparaît ci-dessus, les taux de fer et de titane, mais également le potassium (voir annexe). Le cas du manganèse sera évoqué plus loin, car ses pourcentages résultent sans doute, et pour une très large part, d'ajouts.

Le groupe 1 ne paraît pas marquer d'évolution des compositions avec le temps (évolution qui serait d'ailleurs difficile à mettre en évidence sur une période relativement courte d'un siècle, le V^e). En revanche il semblerait que la série 2.2, où se trouvent les exemplaires qui sont parmi les plus récents du groupe 2, affiche une forte tendance à se différencier des exemplaires plus anciens, ceux de la série 2.1. Cette différenciation repose peu sur les caractéris-

tiques géochimiques des sables, bien que les pourcentages de fer, de titane et de magnésium des exemplaires les plus récents accusent une faible décroissance (voir annexe). Elle concerne surtout des constituants chimiques qui ont une signification technique marquée. C'est le cas notamment de l'oxyde de manganèse dont le pourcentage moyen passe de 1.60 pour la série 2.1, à 0.76 pour la série 2.2 (on n'a pas tenu compte de l'exemplaire tardif, VRR 470, archéologiquement isolé, s'agissant d'un objet curieux d'époque omeyyade). Mais c'est surtout le cas des traces d'antimoine, de plomb et de cuivre, qui atteignent souvent des valeurs particulièrement élevées (voir annexe). Il est vraisemblable que ces traces ont été apportées par la refusion de verres présentant, à des taux relativement élevés, un ou plusieurs de ces constituants (peut-être des tesselles de mosaïques comme on l'a supposé parfois). Leur abondance dans la série 2.2 pourrait résulter alors de difficultés d'approvisionnement en verre, qui auraient favorisé de telles pratiques. Mais il est difficile de dire si ces pratiques sont celles des ateliers primaires ou seulement des ateliers secondaires, la série 2.2 ne comportant jusqu'ici aucun bloc de verre brut.

En revanche, il semble assuré, tant pour le groupe 1 que pour la série 2.1, que du verre de récupération était ajouté au bain de fusion, dès les ateliers primaires, puisqu'ils concernent aussi bien les blocs de verre brut que la vaisselle de verre. De tels ajouts qui sont une pratique courante à l'époque médiévale, favorisent la combinaison du sable et du fondant. On ne saurait donc être surpris de trouver, dans les verres du groupe 1 et dans ceux de la série 2.1, des traces de plomb, d'antimoine et de cuivre (certes bien moins importantes que celles de la série 2.2 où il s'agit sans doute de pallier un déficit en verre) traces que de telles pratiques peuvent expliquer. Ce serait le cas par exemple des verres dont les pourcentages pour l'un ou l'autre de ces trois constituants sont supérieurs à 100 ppm. Cela concerne 24 des 34 exemplaires de la série 2.1 dont les traces ont été mesurées (alors que tous les exemplaires de la série 2.2 sont dans ce cas, mais avec des taux très supérieurs). En revanche des traces de plomb, d'antimoine ou de cuivre supérieures à 100 ppm se retrouvent seulement dans 10 exemplaires du groupe 1 sur les 39 dont les traces ont été mesurées. Il existe donc une très nette progression dans le temps des pratiques de refusion pour les groupes 1 et 2, alors qu'on n'observe pas d'évolution comparable pour les exemplaires tardifs du groupe 3 (voir annexe). Peut-être les verriers qui fabriquaient ou transformaient les verres des groupes 1 et 2 ont-ils attaché moins d'importance à la nature de leurs ajouts, car ils avaient affaire à des verres colorés, souvent sombres, à dominante brune, jaune ou verte, pouvant supporter l'addition de n'importe quel type de verre, incolore ou non. Ce qui n'était pas le cas des verres peu colorés du groupe 3.

La présence de manganèse à des taux élevés, dans les verres des groupes 1 et 2, ne paraît pas pouvoir s'expliquer par les caractéristiques géochimiques des sables utilisés pour leur fabrication. En effet les sables n'ont que

très exceptionnellement des taux d'oxyde de manganèse supérieurs à 0.1%, ce qui est fort loin des moyennes des verres des groupes 1 et 2, respectivement égales à 2.0 et 1.5%. De rares exceptions peuvent cependant se rencontrer, par exemple dans d'anciennes zones de battement des nappes phréatiques. Mais ces passées manganésifères, souvent concrétionnées, paraissent peu aptes à une production verrière importante, alors que les ajouts de manganèse, comme décolorant ou colorant, s'inscrivent dans une pratique continue de l'artisanat verrier. La nouveauté réside ici dans l'importance de ces ajouts qui conjuguent leurs effets à ceux des autres constituants, le fer en particulier, pour donner des verres de coloration sombre, à dominante brune, jaune ou verte. Les quelques exemplaires du groupe 2 qui ont des taux de manganèse nettement plus faibles, sans que leurs constituants de type géochimique en soient affectés, ne contreviennent pas à cette interprétation (voir annexe).

La plupart des exemplaires du groupe 1 sont clairement attribuables au V^e siècle. Mais, pour certains, les conditions de découverte et/ou les formes ne permettent pas d'être aussi affirmatif. Cependant, compte tenu de l'homogénéité du groupe 1, le rattachement à cette même période de quelques exemplaires moins bien datés ne soulève guère d'objections.

La situation semble en revanche plus complexe pour le groupe 2, à l'intérieur duquel deux séries chronologiques ont été distinguées, l'une – 2.1 – allant du milieu du VI^e siècle au milieu du VII^e siècle, l'autre – 2.2 – de la fin du VII^e jusqu'à la fin du VIII^e, voire au-delà. La série 2.2 présente un intérêt supplémentaire qui tient à sa datation très tardive. Mais la constitution de cette petite série a rencontré quelques difficultés qui découlent de sa taille réduite et du fait qu'on y trouve, à côté d'exemplaires dont la datation peut être considérée comme sûre, d'autres exemplaires, certes minoritaires, dont les données chronologiques sont moins déterminantes (par exemple les verres 355 et 400). Ils ont été placés parmi les exemplaires les plus tardifs du groupe 2 en s'appuyant, non sur leurs caractéristiques géochimiques – trop proches pour les séries 2.1 et 2.2 – mais sur leurs caractéristiques techniques. Ce sont en effet les pourcentages particulièrement élevés de certaines de leurs traces (le plomb, l'antimoine et le cuivre, surtout) qui ont décidé du rattachement de plusieurs de ces exemplaires à la série 2.2, plutôt qu'à la série 2.1. Ce faisant, il ne semble pas qu'on ait pris beaucoup de risques, car, jusqu'ici, tous les exemplaires qui ont cette caractéristique technique et sont bien datés appartiennent à la période tardive du groupe 2. De plus, ils sont majoritaires dans la série 2.2. Mais il est vrai que les caractéristiques techniques sont moins sûres que les caractéristiques géochimiques, et que la série 2.2 est bien petite. On ne peut donc exclure que cette large refusion de verres de toutes sortes, que l'on observe dans la série 2.2, ait débuté un peu plus tôt, et concerné, au moins marginalement, la série 2.1. Il n'en demeure pas moins qu'il s'agit pour l'essentiel d'un phénomène très tardif.

Les dernières questions que l'on évoquera concernent l'origine du groupe 1, et celle du groupe 2, questions pour lesquelles on n'a pas encore de réponse, mais quelques indications plus ou moins fondées, qui méritent toutefois d'être rapportées.

Parmi ces indications, la plus significative est sans doute l'abondance particulière des verres du groupe 1 en Égypte, qui oblige, pour le moins, à examiner l'hypothèse de l'origine égyptienne de ce groupe.

Du point de vue des compositions, ce sont les pourcentages très élevés du titane des sables ayant servi à la fabrication des verres du groupe 1 qui constituent une autre indication intéressante. Car on sait qu'en Égypte les sables ont fréquemment des taux particulièrement élevés de titane, bien supérieurs parfois aux pourcentages moyens des sables du groupe 1 (0.63%). Il en existe aussi qui sont très pauvres en titane, mais ils semblent beaucoup plus rares.

Les trois premières lignes du diagramme de la figure 2 illustrent la suprématie en Égypte des verres qui ont été fabriqués avec des sables riches en titane. Il s'agit des verres des ateliers primaires de Maréotide : Taposiris et Marea, n°5, et de ceux du Wadi Natrun : Beni Salama et Zakik, n°6 (Nenna *et al.* 2000). Il s'agit encore de trois groupes de verres d'époque islamique, n°s 7, 8 et 9 (Foy *et al.* sous presse).

Cela ne suffit pas à prouver que les verres du groupe 1 soient égyptiens. Mais la probabilité qu'ils ont de l'être augmente, si l'on considère que dans l'hypothèse où le groupe 1 serait originaire de quelque autre région du Proche-Orient, il s'y trouverait bien isolé, au milieu de très nombreuses fabrications aux faibles pourcentages de titane. C'est ce qu'illustre la dernière ligne du diagramme de la figure 2 regroupant les verres au natron provenant de ces autres régions du Proche-Orient, qu'il s'agisse d'ateliers primaires (a.p.), d'ateliers secondaires (a.s.) ou de sites de consommation (s.c.) (Brill 1999).

On rencontre certes des verres riches en titane dans les régions du Proche-Orient, autres que l'Égypte, ne serait-ce que ceux des groupes 1 et 2 qui s'y trouvent aussi. Mais ils ne sont pas les seuls verres riches en titane que l'on rencontre sur les sites de consommation de ces régions, et certains peuvent même y avoir été produits (Brill 1999, vol. 2, p.110). Il semblerait pourtant qu'ils y soient rares.

Cette prédominance des verres à faible pourcentage de titane résulte sans doute de l'environnement géologique de la côte syro-palestinienne, qui varie peu autour de la rivière Belus, que ce soit vers le nord, jusqu'aux environs de Saïda au Liban (l'ancienne Sidon), ou vers le sud jusqu'à la hauteur de Tel Aviv. On reviendra, à propos du groupe 3, sur la relative homogénéité des sables littoraux de cette région. Elle les rendrait impropres à la fabrication des verres du groupe 1, dont les compositions en sont par trop éloignées.

Pour le groupe 2, l'exclusion est moins évidente. Le diagramme de la figure 2 montre en effet que les pourcentages de titane des sables qui ont servi à la fabrication de

ce groupe ne sont pas très différents de ceux qui sont reportés au bas de ce diagramme. De plus, si l'on prend en compte l'ensemble des constituants principaux des sables du groupe 2 (manganèse excepté), on peut vérifier, comme on a déjà eu l'occasion de le faire, que le groupe n'est pas très éloigné des compositions qui sont dites de la rivière Belus (Picon, Vichy dans ce volume, fig. 4).

Du point de vue géologique, une telle origine ne serait pas impossible, d'autant qu'en se rapprochant de Saïda les apports volcaniques augmentent, ce qui doit avoir pour effet de faire s'élever les pourcentages de fer et de titane des sables littoraux. Mais ce n'est pas une preuve, loin s'en faut.

En attendant, on notera que les sables utilisés pour la fabrication des verres des groupes 1 et 2 ne semblent pas pouvoir être originaires des côtes anatolienne et syrienne, entre Antalya et Lattaquié, ni de la côte méridionale de l'île de Chypre. L'extension considérable des formations ophiolitiques dans ces régions induisant, à de rares exceptions près, des pourcentages de chrome très supérieurs à ceux qu'on observe dans les verres de ces deux groupes.

3.2. Groupe 1 : étude archéologique (fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8)

3.2.1. Datation

Les fragments entrant dans ce groupe de composition forment la série archéologique la plus homogène. Tous les échantillons appartiennent à la verrerie du V^e siècle caractérisée par sa coloration assez sombre et son aspect lumineux. Un seul fragment est de teinte plus claire presque rosée (VRR 389).

Ce groupe, facilement discernable à l'œil, est de plus très abondant et correspond à des formes variées, bien définies et répandues sur tout le pourtour méditerranéen. Hors des régions méditerranéennes, en Gaule, le verre vert-jaune ou olive est loin d'être exceptionnel, mais n'atteint sans doute pas les mêmes proportions que dans les fouilles du Midi et surtout renvoie à des formes beaucoup moins diversifiées parmi lesquelles dominent la coupe souvent décorée de dépressions et les gobelets (Arveiller-Dulong *et al.* 1994 ; Cool, Price 1995, p. 104-105, Dilly, Mahéo 1997, p. 109). Dans les fouilles de la Bourse à Marseille, cette catégorie de verre représente souvent près de 90 % du mobilier du second quart du V^e siècle (Foy 1998). Cette abondance est telle qu'il est assez commun de le retrouver, alors résiduel, dans les contextes bien postérieurs. La datation de cette catégorie de verres, dans le Midi de la Gaule repose sur des données stratigraphiques assez nombreuses et riches en mobilier varié. Les contextes languedociens de Narbonne dans les fouilles du Clos de la Lombarde et de l'Hôtel-Dieu montrent que ce type de verre est déjà bien présent dans les premières décennies du V^e siècle (Foy 1991; Ginouvez *et al.* 1997). Nous ne pensons pas que ces verres existent dans le midi méditerranéen de la Gaule avant la fin du IV^e siècle, mais ailleurs les archéologues proposent parfois de dater plus tôt leur apparition et considèrent qu'ils sont déjà ample-

ment utilisés dans la seconde moitié du IV^e siècle. Ainsi les verres d'Aoste formant le groupe de composition 1 (dénommé alors groupe E) sont-ils datés du IV^e siècle (Mirti *et al.* 1993). On notera, cependant, que de nombreux ensembles, tel celui découvert dans les fouilles de l'archevêché de Sens, sont datés du tout début du V^e siècle (monnaies émises en 402 ; Arveiller-Dulong *et al.* 1994). Il est difficile de cerner précisément l'apparition du verre olive dans le Midi pour plusieurs raisons. D'abord, parce que les formes les plus communes, les coupelles, les gobelets tronconiques ou ovoïdes ainsi que les bouteilles cylindriques à une ou deux anses existent dès le IV^e siècle dans un verre bleuté ou verdâtre. La gamme étendue des nuances de ce verre fait qu'il est parfois impossible de décider si la coloration se rattache à la teinte vert olive clair ou à la couleur verdâtre habituelle sur la verrerie du IV^e. Enfin, nous ne disposons pas dans le Midi des contextes du IV^e siècle aussi nombreux que pour le siècle suivant, qui puissent nous permettre d'affiner la date d'apparition ; les monnaies sont de peu de secours, car on sait que la petite monnaie de bronze est restée en usage bien au-delà de sa date d'émission. Cependant, on peut considérer que nous n'avons aucun élément probant pour proposer une date d'apparition en deçà de la fin du IV^e siècle, et l'on peut raisonnablement affirmer que le verre appartenant au groupe de composition 1 est la catégorie dominante durant la première moitié du V^e siècle dans de nombreuses régions de la partie occidentale de l'Empire et surtout en Méditerranée. En Italie, en Gaule du Sud, en Catalogne et en Afrique du Nord, de nombreuses formes ont en commun cette matière. En Orient, ce verre est bien signalé sur le littoral de la Mer Noire, mais il ne semble nulle part aussi présent qu'en Égypte. Son abondance dans le nord de Sinai et sa faible présence en Israël excluent l'hypothèse d'ateliers primaires implantés sur la côte levantine (Freestone *et al.* 2002a et b).

3.2.2. Les productions du sud de la France (fig. 3, 4)

L'éventail des formes qui compose cette catégorie en Égypte est très large, mais il importe de noter que les répertoires des formes occidentales et égyptiennes ne se superposent que partiellement. Il est donc possible de proposer, pour quelques formes seulement, une production occidentale permettant de faire la part des verres manufacturés importés et la part des verres produits localement avec le verre brut importé. Nous avons, en effet, de nombreux témoignages pour affirmer que la matière brute de teinte olive a été mise en œuvre dans plusieurs officines secondaires et particulièrement à Marseille dans les quartiers suburbains de la cité comme le prouvent les découvertes de la Bourse (verre brut et mors) et les trouvailles plus récentes de l'Alcazar (blocs de verre brut inédits). D'autres blocs découverts dans les places de transit (Bordeaux, Toulouse, Port-Vendres) attestent de leur circulation, mais les contextes de découverte ne peuvent nous renseigner sur l'origine de ce produit semi-fini. Plusieurs déchets de fabrication, en particulier des mors,

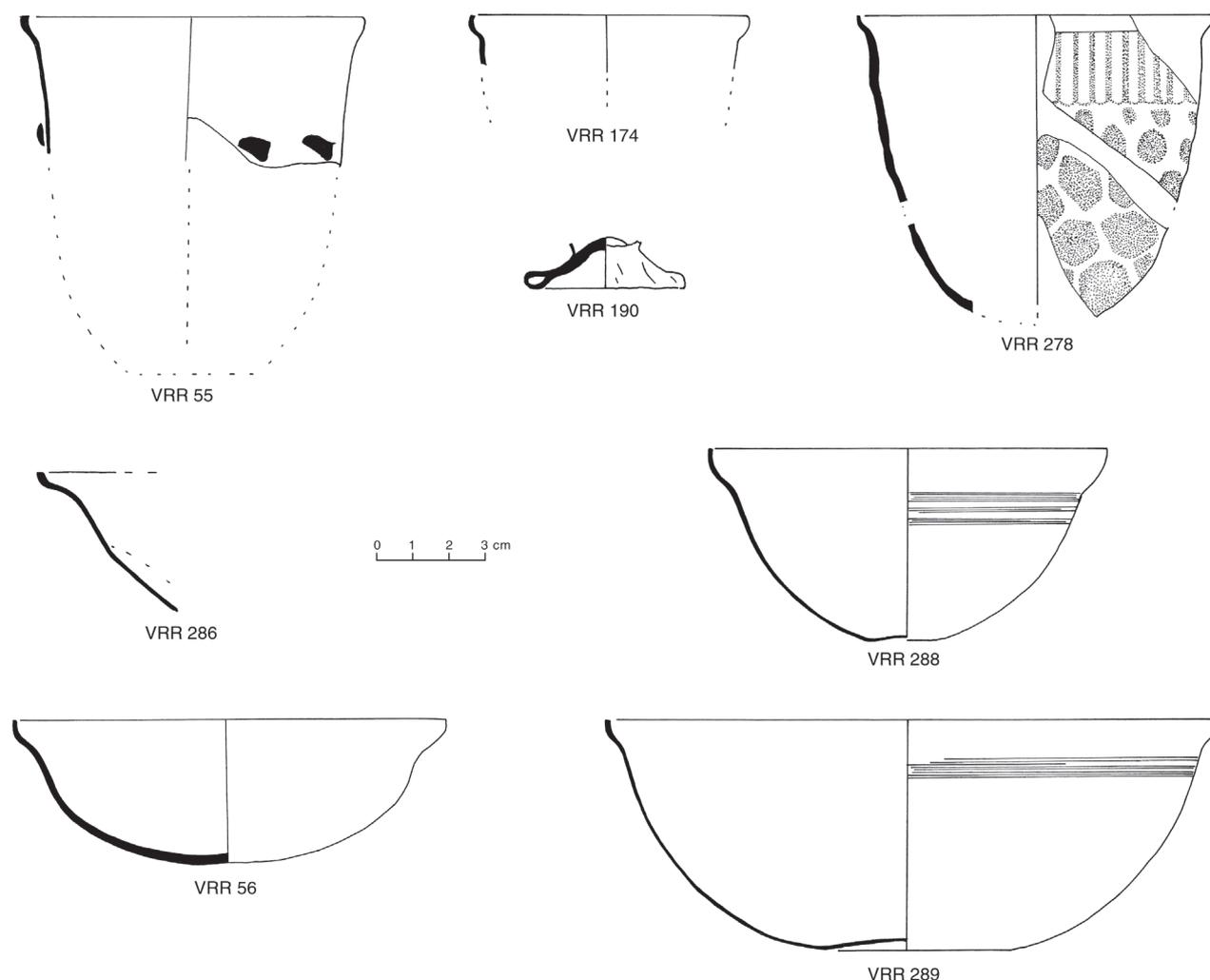


Fig. 3 — Groupe de composition 1, début du Ve siècle ; verres découverts en Gaule, productions régionales (?).

ont été retrouvés dans les fouilles des aires 1 et 2 du chantier de la Bourse à Marseille dans des niveaux attribués à la période 1 que l'on situe dans le second quart du Ve siècle. Ces mors ont naguère été publiés comme des embouchures de récipients (Foy, Bonifay 1984, fig. 2, 26, 27).

Treize échantillons de verre brut et de déchets de travail du verre découverts dans des niveaux de l'Antiquité tardive du Sud de la France entrent dans le groupe de composition 1. Seuls les fragments découverts à Marseille

proviennent de petites zones d'ateliers de verriers datables du Ve siècle (VRR 50, 51, 52, 173) et du tout début du VIe siècle (VRR 47, 49).

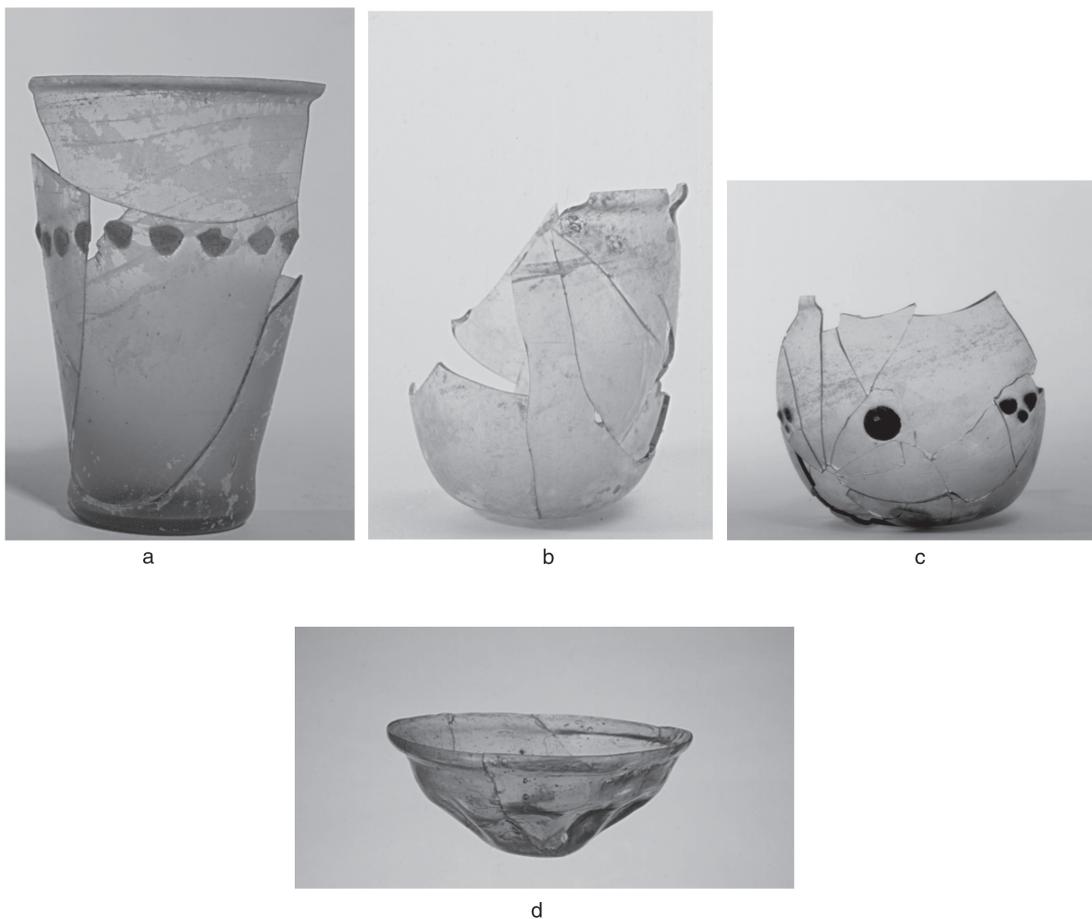
Il n'était pas possible d'analyser toutes les formes réalisées dans un verre olive et susceptibles d'être rattachées au groupe de composition 1. Dans cette matière ont été soufflées de multiples vaisselles, lampes et même du verre à vitre (analyse en cours). Le premier lot d'échantillons comprend des coupes et des verres à boire très répandus en Gaule (fig. 3).

VRR	description	lieu de découverte
47	déchet de verre, verdâtre	Marseille (Bourse) début VIe s.
49	verre brut, brun ambre	Marseille (Bourse) début VIe s.
50 à 52 ; 173	4 blocs de verre brut, olive	Marseille (Bourse) Ve s.
53	verre brut, olive	Port-Vendres1 (dépotoir portuaire) Ve-VIe s.
82 à 87	6 blocs de verre brut olive ou vert-jaune	Toulouse (fouilles du métro) Ve s. ?

Tab. 2 — Groupe de composition 1, verre brut et déchets de fabrication.

VRR	description	lieu de découverte
55	gobelet olive à pastilles bleues	Port-Vendres 1 (dépotoir portuaire)
56	coupe, olive	Port-Vendres 1 (dépotoir portuaire)
174	gobelet, olive	Marseille (Bourse)
190	verre à pied conique, olive	Gémenos (St-Jean-de-Garguier)
278	gobelet, olive soufflé dans un moule	Narbonne (Hôtel-Dieu)
286	coupe à dépressions, olive	Lyon (Gadagne)
288	coupe olive	Loupian (Port du Bourbou)
289	coupe olive	Loupian (Port du Bourbou)

Tab. 3 — Groupe de composition 1, vaisselle trouvée en Gaule.

Fig. 4 — Gobelets et coupes de teinte olive, V^e siècle (a, b, c : Port-Vendres 1 ; d : Marseille, La Bourse). Clichés Ph. Foliot, Centre Camille Jullian, CNRS, Aix-en-Provence.

Les formes les plus communes dans le Sud de la Gaule, comme d'ailleurs dans l'ensemble du monde occidental, sont les gobelets ovoïdes, globulaires ou tronconiques et élancés (Foy 1995, formes 13) et les coupes avec ou sans dépressions (fig. 3 et 4). Des échantillons de ces formes viennent de Lyon (VRR 286), de Marseille (VRR 174), de Port-Vendres (VRR 55 et 56), de Narbonne (VRR 278) et du port du Bourbou (Loupian) sur l'étang de Thau en Languedoc (VRR 288, 289). La fouille de cet établissement littoral a mis au jour une fosse entièrement et uniquement comblée par une cinquantaine de verres, pour la très grande majorité des coupes presque complètes ; trois-quarts de ces verres sont olive. On peut imaginer qu'il

s'agit des restes d'une caisse cassée lors d'un transbordement ; mais ce mobilier pouvait aussi bien venir d'un atelier proche que de fort loin... Chaque secteur de ce site a livré en abondance des céramiques de toutes provenances " que l'on peut attribuer à l'extrême fin du IV^e siècle et au premier quart du V^e siècle " (Lugand, Bermond 2001, p. 262). Les verres à pied conique sont également attestés en Gaule (VRR 190), mais dans des proportions moins importantes que les gobelets et les coupes. Toutes ces formes ont en commun leur embouchure laissée coupante, brute ou rectifiée à la meule. Les verres à boire, gobelets et verres à pied, peuvent avoir un décor de pastilles bleues rapportées.

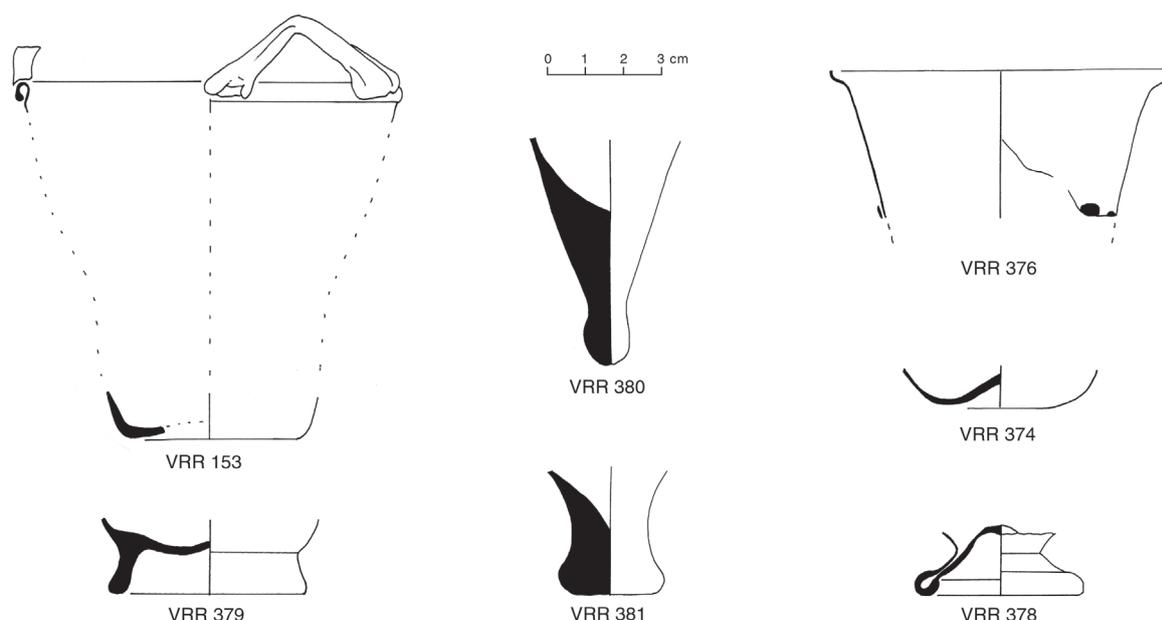


Fig. 5 — Groupe de composition 1, début du V^e siècle ; verres découverts en Tunisie, productions régionales (?).

3.2.3. Les verres du groupe 1 de provenance tunisienne (productions régionales ?) (fig. 5)

Cette seconde série qui se réfère au mobilier de Tunisie comprend 7 pièces (tab. 4).

En *Africa*, et plus particulièrement à Carthage (Fünfschilling 1999) comme sur les autres sites du nord du pays que nous avons pu étudier, on retrouve un faciès typologique comparable à celui du sud de la France. Deux gobelets des fouilles de Nabeul sont analysés (VRR 374, 376), ainsi qu'un verre sur pied conique (VRR 378). Les pieds annulaires pleins (VRR 379), supports de diverses formes, peuvent être d'origine occidentale ou orientale. De la même manière, les lampes retrouvées en abondance en Méditerranée occidentale, surtout en Gaule méridionale, en Italie et en Tunisie, offrent souvent des profils qui ne permettent aucune distinction avec le mobilier oriental. Les formes coniques et épaissies à la base ont un bouton terminal sphérique ou plat : deux pièces de Tunisie ont été analysées (VRR 380, 381). Les typologies ne sont pas en mesure d'identifier ou de localiser les ateliers secondaires

qui les ont façonnés, à l'exception toutefois des lampes tronconiques pourvues de trois anses en panier qui sont vraisemblablement des productions africaines spécifiques (VRR 153). Ces luminaires sont en effet représentés en plusieurs exemplaires sur les sites du nord de la Tunisie, à Nabeul et à Sidi Jdidi.

La fréquence de cette vaisselle en verre olive nous laisse penser à une production occidentale certaine dans le midi de la Gaule et en Tunisie, et très probable ailleurs. Les coupes, avec ou sans dépressions, divers gobelets et lampes, mais sans doute aussi les cruches ovoïdes au col décoré d'un fil rapporté en spirale (non analysées, type Isings 120) sont sans doute des produits locaux.

3.2.4. Vaisselle égyptienne et importations en Occident (fig. 6, 7, 8)

Six verres découverts en Egypte ont été analysés (fig. 6) (cf. tab. 5).

Certaines vaisselles en verre olive, communes en Egypte, ne sont jamais, ou très exceptionnellement, reconnues en Occident. C'est le cas pour une forme simple typiquement égyptienne et identifiée de longue date : le gobelet ou la lampe conique. Un rebord analysé provenant de Tebtynis appartient vraisemblablement à ce type d'objet (VRR 372). D'autres vaisselles plus sophistiquées, comme les calices, les coupes aux rebords variés, ou les bocalux reposant le plus souvent sur un pied incisé ou sur une tige soudée à un pied également incisé, ne sont pratiquement jamais signalées en Occident.

Trois échantillons seulement représentent des formes de coupes égyptiennes : un piédouche à décor de croi-

VRR	description	lieu de découverte
153	lampe olive à 3 anses	Nabeul (Tunisie)
374	gobelet olive, fond	Nabeul (Tunisie)
376	gobelet olive à pastilles bleues	Nabeul (Tunisie)
378	verre à pied conique olive	Nabeul (Tunisie)
379	pied annulaire d'une coupe, olive	Nabeul (Tunisie)
380	lampe olive conique	Nabeul (Tunisie)
381	lampe olive	Nabeul (Tunisie)

Tab. 4 — Groupe de composition 1, lampes et vaisselle trouvées en Tunisie.

VRR	description	lieu de découverte
21	forme non identifiée, brun	Taposiris, non dessiné
228	ped de coupe, olive	Fostat, résiduel dans contexte islamique
303	rebord ourlé de coupe, olive	Tebtynis, non daté (prospection)
307	rebord concave de coupe, olive	Tebtynis, dans un contexte du VIe siècle
372	rebord de gobelet, olive	Tebtynis, non daté (prospection)
373	bouteille olive	Tebtynis, non daté (prospection)

Tab. 5 — Groupe de composition 1, mobilier découvert en Égypte.

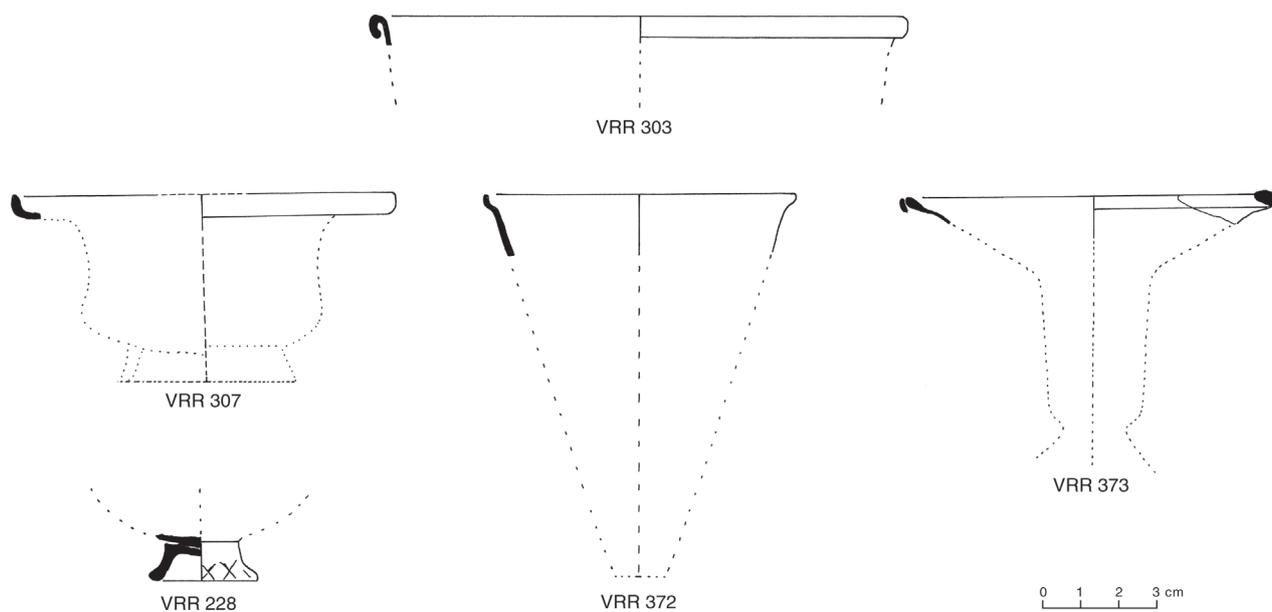


Fig. 6 — Groupe de composition 1, début du Ve siècle ; verres découverts en Égypte.

sillons incisés, découvert dans un contexte islamique de Fostat, sans doute résiduel (VRR 228) ; deux rebords, l'un ourlé vers l'extérieur, l'autre redressé en crochet viennent des fouilles de Tebtynis, soit de ramassage de surface (VRR 303) soit d'un niveau du VI^e siècle renfermant du mobilier plus ancien (VRR 307 ; Foy 2001, n° 22). Les coupes sur pied de coloration olive ou brune, peuvent avoir divers rebords (rebord concave à lèvre redressée en crochet, rebord de section triangulaire ou rebord ourlé vers l'extérieur) comme le montrent les fouilles de Karanis, de Coptos ou de Tebtynis (Harden 1936 ; Nenna 1998, fig. 9 ; Foy 2001). Un rebord évasé, portant un fil de verre bleu de profil tronconique appartient très vraisemblablement à une bouteille (VRR 373).

Dans le midi méditerranéen de la France et en Tunisie quelques verres olive pourraient être considérés comme des importations orientales (fig. 7 et 8) (tab. 6).

Nous ne connaissons en Provence qu'un seul témoignage de vaisselle égyptienne à piedouche incisée ; il a été découvert dans les fouilles de la Bourse dans un niveau du Ve siècle (Foy 1995, n° 107, VRR 275) et correspond à la catégorie IV B de Karanis (Harden 1936, p. 131, pl. XV, 358). Cette pièce a une coloration jaune ambre, presque

brune, assez habituelle en Égypte, mais en revanche rare et remarquable dans le mobilier du Sud de la Gaule. On est en droit de se demander si cette teinte correspond à une ou plusieurs officines peu tournées vers l'exportation du verre brut comme de la vaisselle.

Les larges rebords ourlés découverts dans les fouilles de Nabeul sont peut-être aussi d'origine orientale (VRR 377, 389). La lèvre formant un grand ourlet évoque en particulier de nombreuses vaisselles d'Égypte (Harden 1936 ; Hayes 1975, fig. 19) ; ce fragment a une coloration claire veinée de rose, très particulière.

Le gisement sous-marin de la Redoute Béar, dans la rade de Port-Vendres, comprend plusieurs ensembles dont un, daté du Ve siècle, caractérisé par une cargaison d'amphores orientales, mais aussi de vaisselle et d'amphores africaines. Une dizaine de verres olive appartiennent à cet ensemble dont un vase à piedouche appliqué et une coupe de coloration vert jaune. Ce mobilier qui fait sans doute partie de la vaisselle de bord est peut-être d'origine orientale. La coupe avec son rebord épaissi bien façonné et son décor de fils rapportés en guirlandes est pour l'instant unique dans le sud de la France (VRR 182).

Une des premières formes de la verrerie trouvée dans

VRR	description	lieu de découverte
176	goulot de bouteille, olive	Marseille (la Bourse), début Ve
182	coupe vert-jaune, décorée de fils rapportés	Port-Vendres (épave Redoute Béar) début Ve
274	bouteille olive soufflée dans un moule	Narbonne (Hôtel-Dieu), début Ve
275	piédouche avec stries incisées, brun ambre	Marseille (la Bourse), début Ve
276	bouteille cylindrique olive à décor abrasé	Narbonne (Hôtel Dieu), début Ve
277	bouteille cylindrique olive à dépressions	Narbonne (Hôtel Dieu), début Ve
375	goulot de bouteille olive, fil rapporté	Nabeul (Tunisie), début Ve
377	coupe à rebord ourlé, gravures, olive	Nabeul (Tunisie), début Ve
389	coupe à large rebord ourlé, verre clair, rosé	Nabeul (Tunisie, non datée)

Tab. 6 — Groupe de composition 1, importations orientales ?

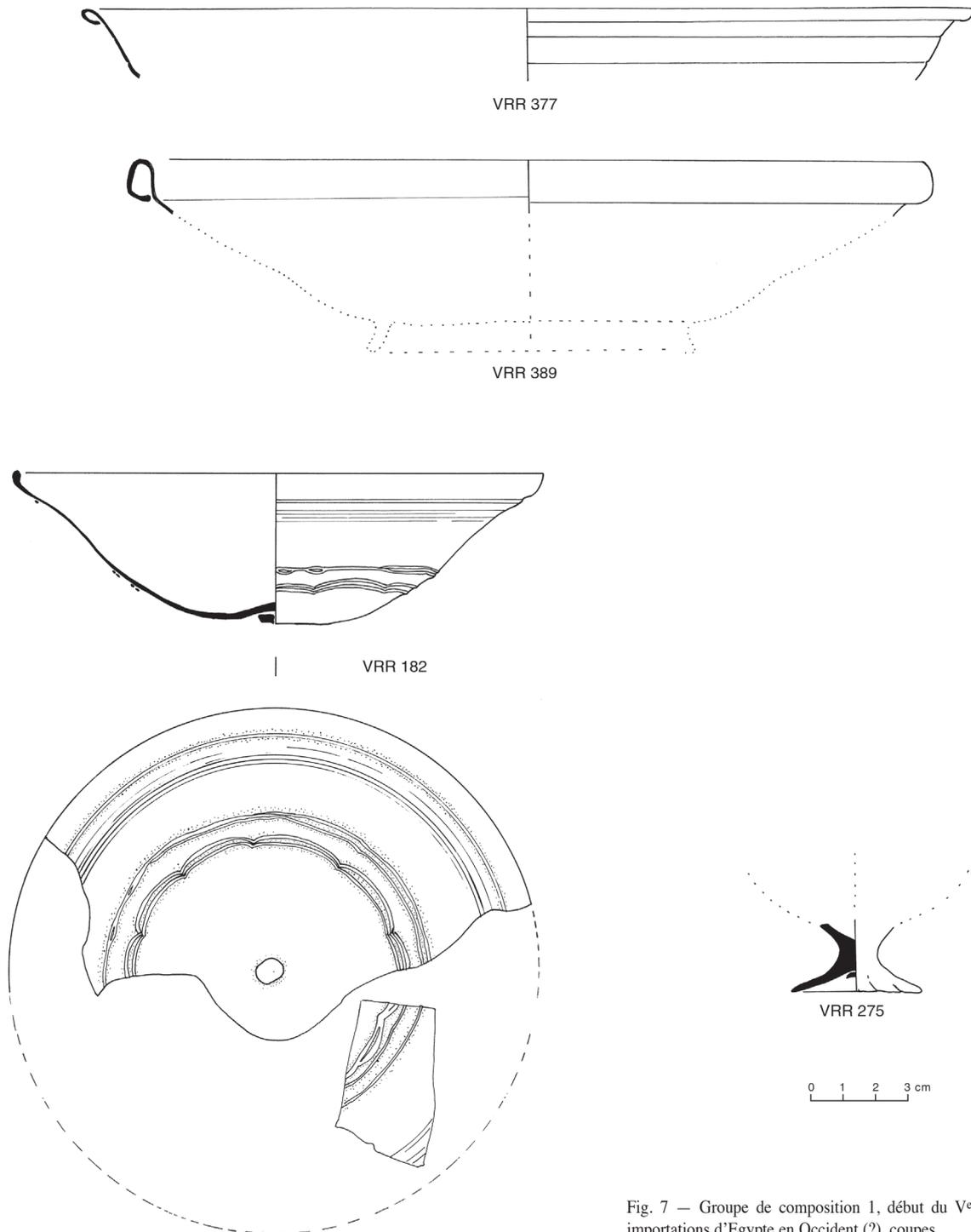
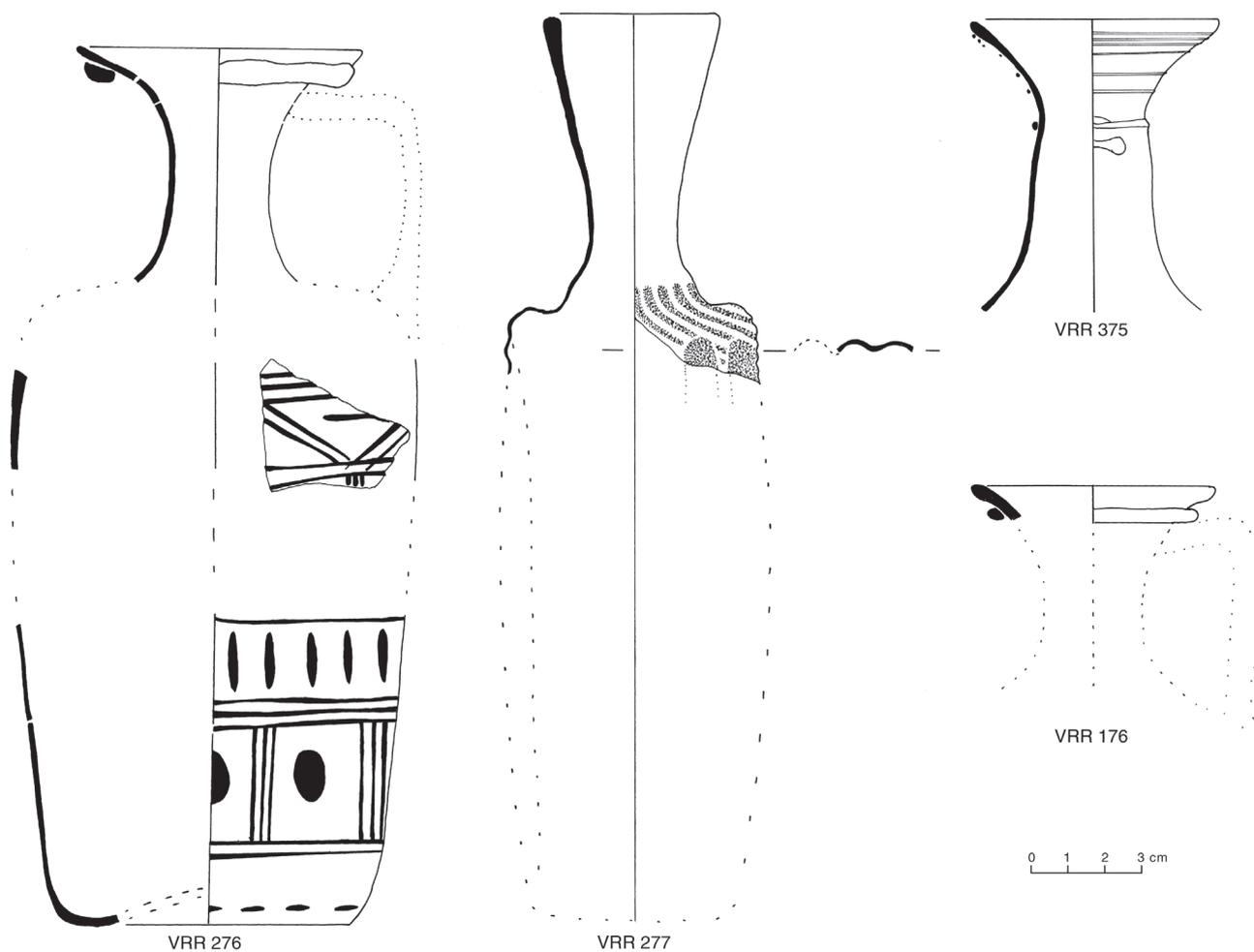


Fig. 7 — Groupe de composition 1, début du Ve siècle ; importations d'Égypte en Occident (?), coupes.



VRR 274

Fig. 8 — Groupe de composition 1, début du V^e siècle ; importations d’Egypte en Occident (?), bouteilles. Cliché Y. Rigoir.

le sud de la France et réalisée dans une matière olive, est une bouteille cylindrique à une ou deux anses et col en entonnoir décoré d'un cordon rapporté. La panse porte un décor géométrique abrasé de qualité médiocre. Plusieurs exemplaires de cette forme sont connus en Languedoc et Provence. On a tout lieu de croire que ces bouteilles bien répandues en Egypte (Nenna dans ce volume, voir aussi les trois bouteilles des Kellia datées de la première moitié du V^e siècle : Egloff 1977, p. 175, pl. 91-10) sont des importations ou des imitations, ce qui néanmoins suppose la présence de modèles ou d'un transfert de savoir-faire. On peut imaginer que d'autres récipients à décor abrasé, telle la grande coupe au rebord à crochet découverte dans l'épave Port-Vendres 1 (Foy 1995, n° 32, non analysée), est aussi une importation d'autant plus que son rebord particulier évoque plusieurs trouvailles égyptiennes (Egloff 1977, pl. 91,12). Deux bouteilles découvertes à Marseille (VRR 176) et à Narbonne (VRR 276) ont été analysées. La pièce narbonnaise fait partie d'un assemblage d'une quarantaine de verres comprenant entre autres des coupes, des gobelets (dont celui qui a été analysé VRR 278, *supra*) et plusieurs bouteilles datées du début du V^e siècle. Parmi celles-ci, on distingue deux bouteilles cylindriques à décor abrasé, un flacon à col tronconique sans rebord bien marqué et à panse cylindrique ornée de dépressions (VRR 277) et une petite bouteille bicéphale soufflée dans un moule (VRR 274). On connaît aujourd'hui en Languedoc et en Provence cinq exemplaires de cette dernière forme, dont trois trouvés dans des contextes bien datés du début du V^e siècle. L'origine des petits flacons soufflés dans un moule, représentant deux visages encadrés de boucles pose problème. La matière de ces objets s'apparente sans hésitation au groupe de composition 1 que nous supposons égyptien. En revanche, cette forme est traditionnellement attribuée à des officines syro-paléstiennes (Stern 1995, n°149-157). Si nous avons des arguments d'ordre géologique pour penser que les sables à l'origine de ce verre sont égyptiens, nous n'avons guère de preuves archéologiques pour supposer que tous les verres olive trouvés en Orient sont soufflés en Égypte. Le verre brut égyptien, qui a été exporté en Occident et vraisemblablement vers la Mer Noire, a pu aussi être transformé dans les ateliers syriens. La verrerie olive ou vert-jaune n'est pourtant pas extrêmement commune en Syrie ; les fouilles de Beyrouth, par exemple (aussi bien le chantier des souks dit Bey 006 : Jennings 1997-1998, p. 115, que le chantier de l'IFAPO Bey 002 dont le matériel est en partie étudié), ont livré de nombreuses coupes et des gobelets à embouchure sans lèvre et parfois à décor de pastilles colorés. Ces vaisselles sont réalisées dans un verre clair et souvent plus épais que celui que nous attribuons aux ateliers primaires égyptiens ; elles évoquent les productions de Jalame ; un fragment est analysé (série 3.1, VRR 273, *infra*). Il existe cependant dans cette ville, comme ailleurs en Syrie, plusieurs témoignages de verreries de teinte vert olive en particulier des lampes (Beyrouth, mobilier en cours d'analyse) et une belle série d'amphores et de pots décorés, trouvée naguère à Homs (Abdul-Hak

1965).

Au total, il ne semble pas que beaucoup de vaisselles en verre olive aient été importées. Les formes qui sont très certainement soufflées en Egypte sont le verre à piédouche incisé et la bouteille bicéphale. Seules, les bouteilles à décor abrasé, si elles sont bien égyptiennes, peuvent représenter un volume de commerce significatif. Ces récipients, tout comme des flacons à double visage, étaient sans doute importés, non pour eux-mêmes mais pour leur contenu dont on ignore la nature.

3.3. Groupe 2 : étude archéologique (fig. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)

Les fragments entrant dans ce groupe de composition forment deux séries archéologiques distinctes. La plus précoce et sans doute la plus homogène correspond à la série 2.1. Les échantillons de cette série appartiennent à des formes dans l'ensemble bien connues, et datées à partir du VI^e siècle (et surtout à partir du milieu de ce siècle) et durant le siècle suivant. Les fragments du second lot qui entrent dans la série 2.2 sont beaucoup moins bien définis, mais aucun fragment ne peut être daté antérieurement à la fin du VII^e siècle ; certains d'entre eux pourraient être attribués à une époque plus tardive encore (carolingienne ?). Ces échantillons se différencient nettement du premier ensemble par leur coloration bleutée.

3.3.1 La série 2.1 : Verre brut et déchets de fabrication (fig. 9, 10)

Comme pour le groupe de composition précédent, nous avons des témoignages probants d'une importation de verre brut pour alimenter deux ateliers secondaires datés de la seconde moitié du VI^e siècle et localisés sur le littoral du sud de la France. L'un est établi à Maguelone, peut-être dans l'orbite du centre religieux, l'autre à Marseille, à l'emplacement des fabriques en activité auparavant. Des analyses ont pu être réalisées à la fois sur le verre brut, les déchets et les productions de l'officine languedocienne (VRR 134 à 139 et 145 à 147) et sur deux déchets de fabrication (dont un mors VRR 337) de l'atelier marseillais. D'autres blocs de verre brut, rattachés à ce groupe de composition 2, viennent des mêmes lots qui ont fourni les échantillons du groupe 1 (Port-Vendres VRR 54, Bordeaux VRR 74, 75, 78, 79). Ils ont une coloration jaunâtre.

Un autre bloc de verre brut, trouvé à Bordeaux, entre dans ce même groupe de composition (VRR 77) (tab. 7).

3.3.2. La série 2.1 : Typologie

Les échantillons de verre creux qui entrent dans la série 2.1 appartiennent à des types peu variés. Cependant, on peut noter au sein d'une même forme des différences très nettes entre les mobiliers du sud de la France et de Tunisie ; elles reflètent des productions spécifiques qui étaient indiscernables pour les verres du groupe de composition 1, sauf pour les lampes à 3 anses dont l'origine africaine est quasiment certaine.

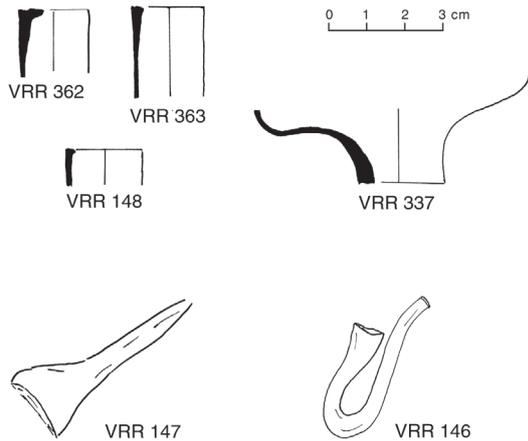


Fig. 9 — Groupe de composition 2, série 2.1, déchets des ateliers de Maguelone et de Marseille (seconde moitié du VI^e s.).

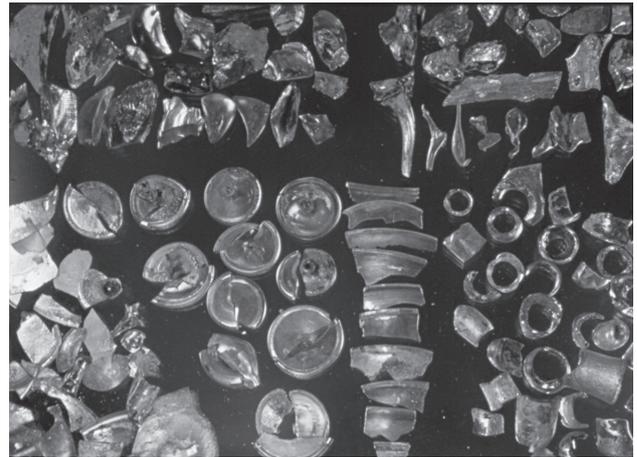


Fig. 10 — Atelier de verrier de Maguelone, fin du VI^e siècle. Déchets de fabrication (mors, surplus), verre brut et productions (au centre de l'image, pieds et rebords de verres à tige). Cliché Ch. Durand, Centre Camille Jullian, CNRS, Aix-en-Provence.

VRR	description	lieu de découverte
54	verre brut, olive jaunâtre	Port-Vendres 1 (dépotoir portuaire) Ve-VIe s.
74	verre brut, jaunâtre veiné de rouge	Bordeaux (place C. Jullian) contexte VIIe s.
75	verre brut, incolore-jaunâtre	Bordeaux (place C. Jullian) contexte VIIe-VIII s. avec mobilier résiduel
78	verre brut, jaune ambre	Bordeaux (place C. Jullian) contexte VIII- IXe avec mobilier résiduel
79	verre brut, vert-jaune	Bordeaux (place C. Jullian) contexte fin VI- VIIe s
134 à 136	3 blocs de verre brut, jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
137	verre brut verdâtre	Maguelone fin du VIe siècle
138	verre brut jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
139	verre brut, jaunâtre veiné de rouge	Maguelone fin du VIe siècle
145 à 147	3 déchets de verre, jaunâtres	Maguelone fin du VIe siècle
148	mors de verre, jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
175	déchet de verre jaunâtre	Marseille (Bourse) VI-VIIe siècle
337	mors de verre, jaunâtre	Marseille (Bourse) seconde moitié VIe s. avec d'autres déchets de fabrication
360 et 361	2 blocs de verre brut, vert-jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
362 et 363	mors de verre, jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
77	verre brut, vert clair	Bordeaux (place C. Jullian) contexte VIIe-VIIIe avec mobilier résiduel

Tab. 7 — Groupe de composition 2, série 2.1 ; verre brut et déchets de production.

3.3.2.1. Le mobilier du sud de la France (productions régionales ?) (fig. 11, 12, 13)

Treize échantillons viennent des fouilles languedociennes et provençales (fig. 11 et tab. 8).

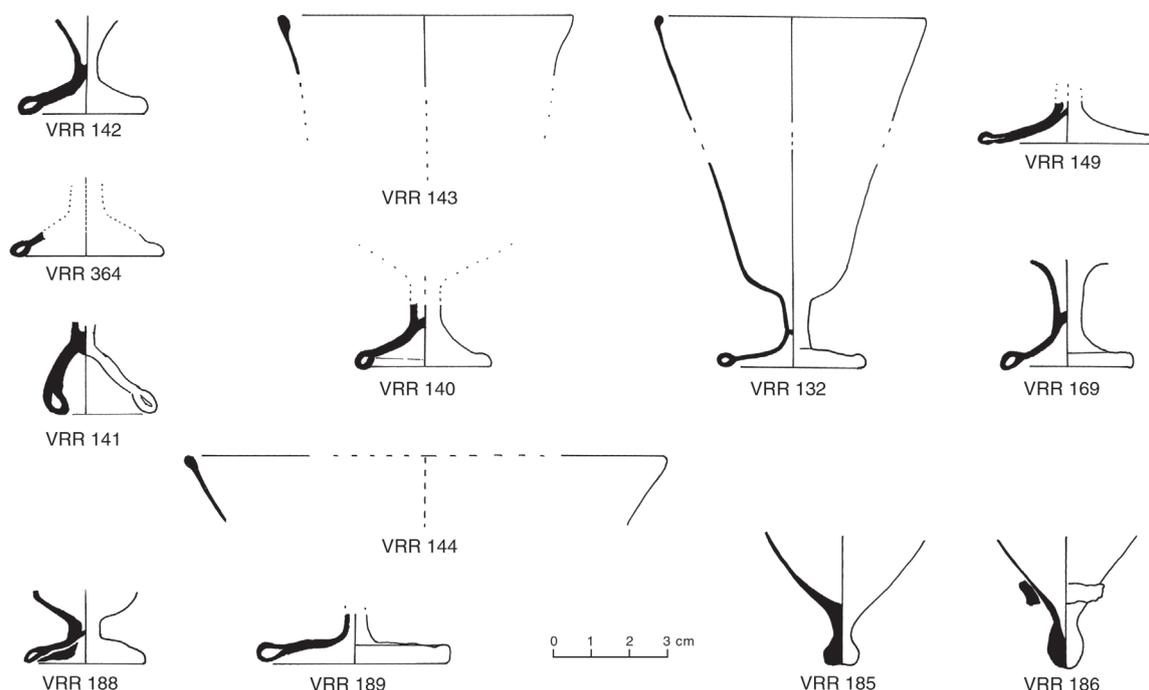
Les restes de l'atelier de Maguelone prouvent clairement que deux formes principales sont sorties de cet atelier : les verres à tige creuse qui constituent la vaisselle la plus commune du Midi méditerranéen durant plus d'un siècle et les lampes coniques terminées par un bouton arrondi. Cinq échantillons de verres à tige, dont un complètement plié et inutilisable (VRR 141) ont été analysés. Les témoignages de l'atelier marseillais sont plus modestes, mais se trouvent bien concentrés dans un même état d'occupation. Trois verres à tige issus de différents

secteurs de la fouille se retrouvent dans la série 2.1. Deux autres échantillons viennent des fouilles de Saint-Jean-de-Garguier qui ont aussi fourni deux lampes identiques à celles qui étaient produites à Maguelone et sans doute à Marseille (fig. 13). Des rebords plus larges (VRR 130, 144) indiquent que le verre brut du groupe 2 servaient à la fabrication de formes beaucoup plus diversifiées.

Sur tous les sites languedociens et provençaux, occupés du milieu du VI^e siècle au VII^e siècle, on retrouve en abondance ces deux formes. Les verres à tige sont dans leur très grande majorité réalisés sur le même modèle : la tige rectiligne plus ou moins haute est creuse et le pourtour du pied, en forme de disque, présente un ourlet creux. Le profil de la coupe est rarement restituable, mais la

VRR	description	lieu de découverte
130	Rebord de coupe ?	Marseille (Bourse) début VIe s ? non dessiné
132	Verre à tige	Marseille (Bourse) fin VIe siècle
140 à 142	3 verres à tige (pieds), jaunâtres	Maguelone fin du VIe siècle
143	verre à tige (rebord), jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
144	coupe ? (rebord), jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle
149	verre à tige (pied), jaunâtre	Marseille (Bourse) fin VIe s.-début VIIe s.
169	verre à tige (pied), jaunâtre	Marseille (Bourse) seconde moitié VIe s.
185	lampe conique à bouton terminal, jaunâtre	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
186	lampe conique à bouton terminal, jaunâtre	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
188	verre à tige (pied), jaunâtre	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
189	verre à tige (pied), jaunâtre	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
364	verre à tige (pied), jaunâtre	Maguelone fin du VIe siècle

Tab. 8 — Groupe de composition 2, série 2.1 ; mobilier de Gaule.


 Fig. 11 — Groupe de composition 2, série 2.1, vaisselle et luminaire découverts en Gaule (seconde moitié du VI^e s.) ; productions régionales (?).

forme tronconique semble la plus fréquente comme le prouvent les exemplaires reconstitués des sites de la Bourse (Foy, Nenna 2001, n°21) ou de Jules Verne à Marseille (fig. 12) ou encore du quartier Besagne à Toulon (Foy 1995, n°176, 179, 185). Ces verres apparaissent au début du VI^e siècle, mais ne deviennent prépondérants qu'au milieu de ce siècle. Il est difficile, en revanche, de cerner la date de leur disparition. On observe seulement que les exemplaires les plus tardifs, datés du courant du VII^e siècle, ont, de plus en plus, une teinte bleutée et non jaunâtre. Ces fragments n'ont malheureusement pas pu être encore analysés et nous ne savons pas s'ils appartiennent à la série 2.2 ou bien à la série 3.3 qui est sans doute d'une toute autre origine. Les analyses des verres de la Crypta Balbi, à Rome, montrent la coexistence des deux séries de composition (2.2 et 3.3) aux VII^e-VIII^e

siècles.

Hors du Midi méditerranéen, les verres à tige ne sont pas inconnus mais beaucoup moins signalés. Ils sont par exemple présents (7 exemplaires) dans l'habitat rural de Trévoux (Ain) occupé dans la seconde moitié du VI^e siècle ou au début du VII^e s. Aucun autre mobilier de ce site (ni céramique, ni métallique) ne semble d'origine méditerranéenne (Faure-Boucharlat, Caclin 2001).

3.3.2.2. *Le mobilier du sud de la Tunisie (productions régionales ?)* (fig. 14 et tab. 9).

Dix échantillons viennent des fouilles du nord de la Tunisie et sont considérés comme des productions locales.

Les verres à tige en Tunisie, tout aussi fréquents, ont cependant des profils très différents. La coupe généralement plus large est portée par une tige pleine et un pied



Fig. 12 — Verre à tige de production vraisemblablement locale, seconde moitié du VI^e s. Forme du groupe de composition 2, série 2.1 (Marseille, place Jules Verne), Cliché Ph. Foliot, Centre Camille Jullian, CNRS, Aix-en-Provence.

sans ourlet creux. Ces tiges sont rectilignes, courtes et assez massives comme le montrent la plupart des trouvailles des fouilles de Nabeul (VRR 154, 385) et de Sidi Jdidi (VRR 150). Un second type, très proche et sans doute contemporain du premier, présente une tige courte mais bulbeuse dans sa partie haute. Fréquemment mentionné dans toutes les fouilles de Carthage, ce modèle est en revanche moins commun à Nabeul (VRR 383, 384), Sidi Jdidi et Oued R'mel. Ces verres se différencient aussi par leur matière de coloration plutôt vert-jaune et parfois presque olive et non jaunâtre comme pour le mobilier provençal contemporain. Ce verre est souvent altéré et recouvert d'une pellicule noirâtre. Le profil particulier de ces verres à tige laisse supposer des fabriques locales bien qu'il ne subsiste pas de restes d'atelier. L'échantillon le plus disparate (VRR 388) au point de vue typologique est une tige beaucoup plus mince et de coloration bleutée ; caractéristiques qui l'apparentent plutôt aux modèles archéologiques de la fin du VII^e siècle, correspondant



Fig. 13 — Lampe de production vraisemblablement locale, seconde moitié du VI^e s. Forme du groupe de composition 2, série 2.1, Marseille (la Bourse). Cliché Ph. Foliot, Centre Camille Jullian, CNRS, Aix-en-Provence.

habituellement à la série 3.3. Ce verre provenant des fouilles anciennes de Nabeul n'est malheureusement pas daté. De nombreuses lampes à pied tubulaire creux ont été trouvées dans les basiliques de Sidi Jdidi, principalement dans les phases d'occupation du VI^e siècle et de la fin du VII^e -début VIII^e siècle. Les luminaires du VI^e siècle en verre vert-jaune, toujours très altéré, ont une composition comparable à celle des verres à tige contemporains, comme l'attestent les analyses de deux échantillons : l'un prélevé à Sidi Jdidi et l'autre à Oued R'mel (VRR 459, 461). Le profil de ces pièces peut être restitué sans la moindre hésitation à partir de modèles bien mieux conservés. En revanche, les lampes plus tardives de profil un peu différent sont fabriquées dans une matière très différente (*infra* série 3.3).

3.3.2.3. Le mobilier de l'Égypte (fig. 15 et tab. 10)

Les échantillons d'Égypte analysés se rapportent aux formes connues en Occident (verre à tige : VRR 306 et 343) et à des pièces mal définies mais très certainement de fabrication orientale, sans que l'on puisse assurer qu'elles soient égyptiennes (VRR 305, 310 et 311). Les piédouches 310 et 311 sont probablement des pièces islamiques, les seules de ce groupe 2. Tous les autres verres d'époque omeyyade et abbasside d'Égypte entrent dans des groupes spécifiques d'origine égyptienne (Foy *et al.* sous presse).

VRR	description	lieu de découverte
150	verre à tige, verdâtre	Sidi Jdidi 1, seconde moitié VIe s.
154	verre à tige (pied), verdâtre	Nabeul, fin du VIIe s.
382	verre à tige (pied), vert-jaune	Nabeul, niveau de surface
383	verre à tige (pied), jaunâtre	Nabeul, fin du VIIe siècle
384	verre à tige (pied), vert-jaune	Nabeul, remblai Ve-VIIe s.
385	verre à tige (pied), vert-jaune	Nabeul, courant du VIe s.
388	verre à tige (pied), tige bleutée, coupe incolore	Nabeul, non daté
459	lampe à pied tubulaire creux, jaunâtre	Sidi Jdidi, basilique 1, VIe-VIIe s.
461	lampe à pied tubulaire creux, jaunâtre	Oued R'mel VIe s. ?

Tab. 9 — Groupe de composition 2, série 2.1 ; mobilier découvert en Tunisie.

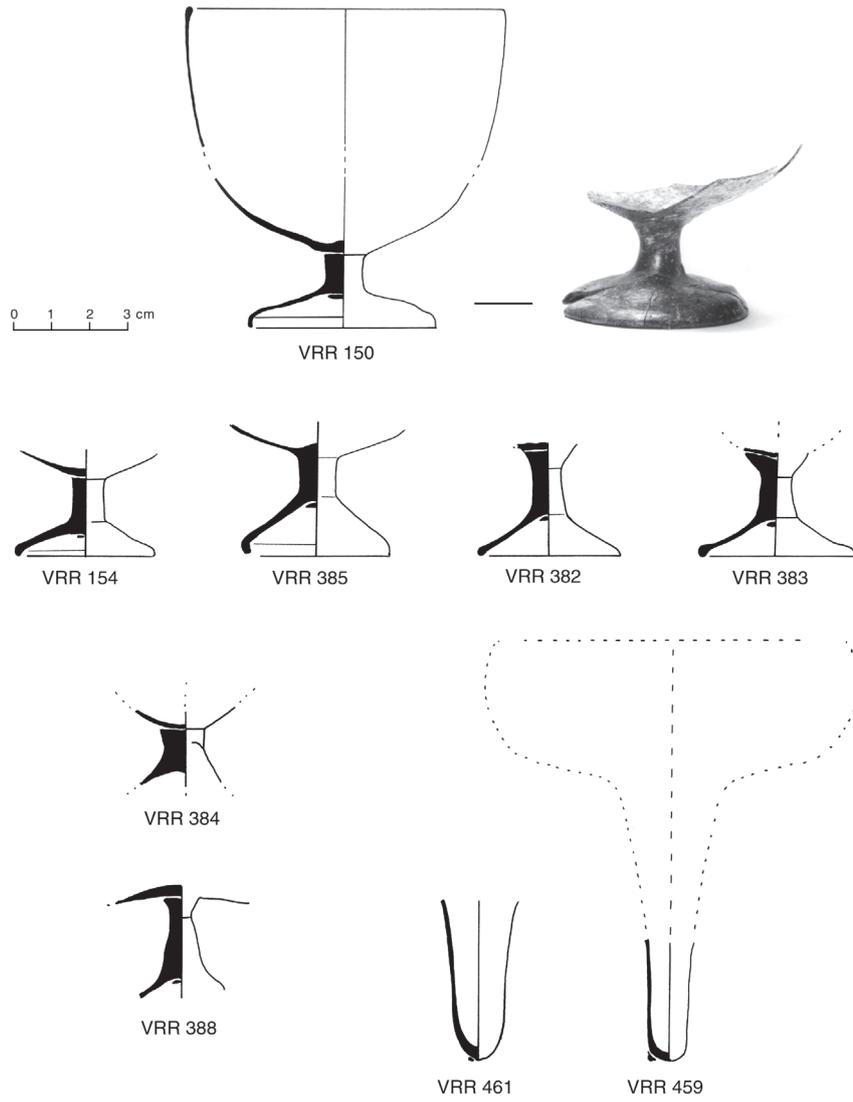


Fig. 14 — Groupe de composition 2, série 2.1, vaisselle et luminaire découverts en Tunisie, (seconde moitié du VI^e s.), productions régionales (?).

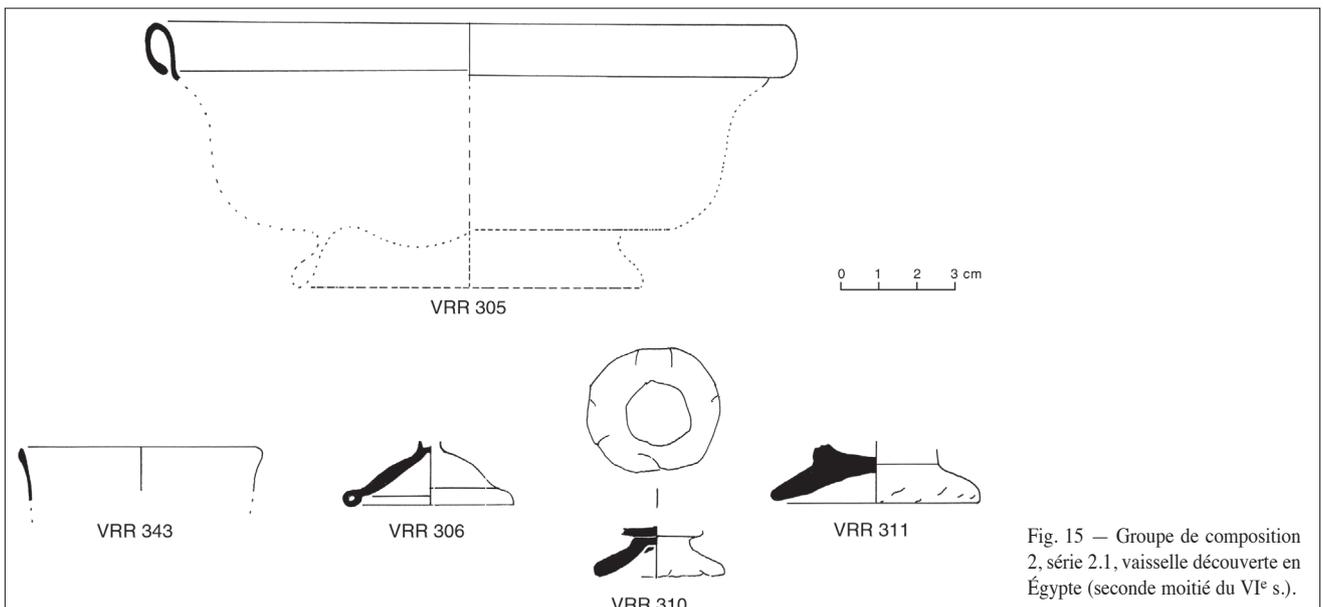


Fig. 15 — Groupe de composition 2, série 2.1, vaisselle découverte en Égypte (seconde moitié du VI^e s.).

VRR	description	lieu de découverte
305	rebord ourlé : coupe ? incolore grisâtre avec des traînées violettes	Tebtynis, prospection, non daté
306	verre à tige (pied) jaunâtre	Tebtynis, niveau de surface VIe s. ?
310	piédouche avec incisions, bleuté	Tebtynis, niveau de surface
311	piédouche avec incisions, incolore jaunâtre	Tebtynis, contexte du IXe siècle
343	verre à tige (rebord), vert-jaune	Tebtynis, VIe s.

Tab. 10 — Groupe de composition 2, série 2.1 ; mobilier découvert en Égypte.

3.3.3. La série 2.2 : étude archéologique (fig. 16)

10 échantillons bleutés font partie de la série 2.2. Tous ne sont pas datés, mais on peut assurer qu'aucun d'entre eux n'est antérieur au VII^e siècle. La datation que nous proposons d'attribuer à chacun d'eux mérite un développement car elle permet de donner une plus longue vie aux importations (verre brut ou verres manufacturés) de cette série. Cette catégorie pourrait être celle des derniers

verres au natron utilisés dans le midi de la France ou en Occident (tab. 11).

Les fragments les mieux datés proviennent du site perché de San Peyre au Bouquet dans le Gard. Le mobilier est issu d'une couche d'incendie datée de la première moitié du VIII^e siècle, grâce à la découverte d'un sceau portant une inscription en caractères coufiques d'époque omeyyade et de plusieurs amphores d'origine orientale et

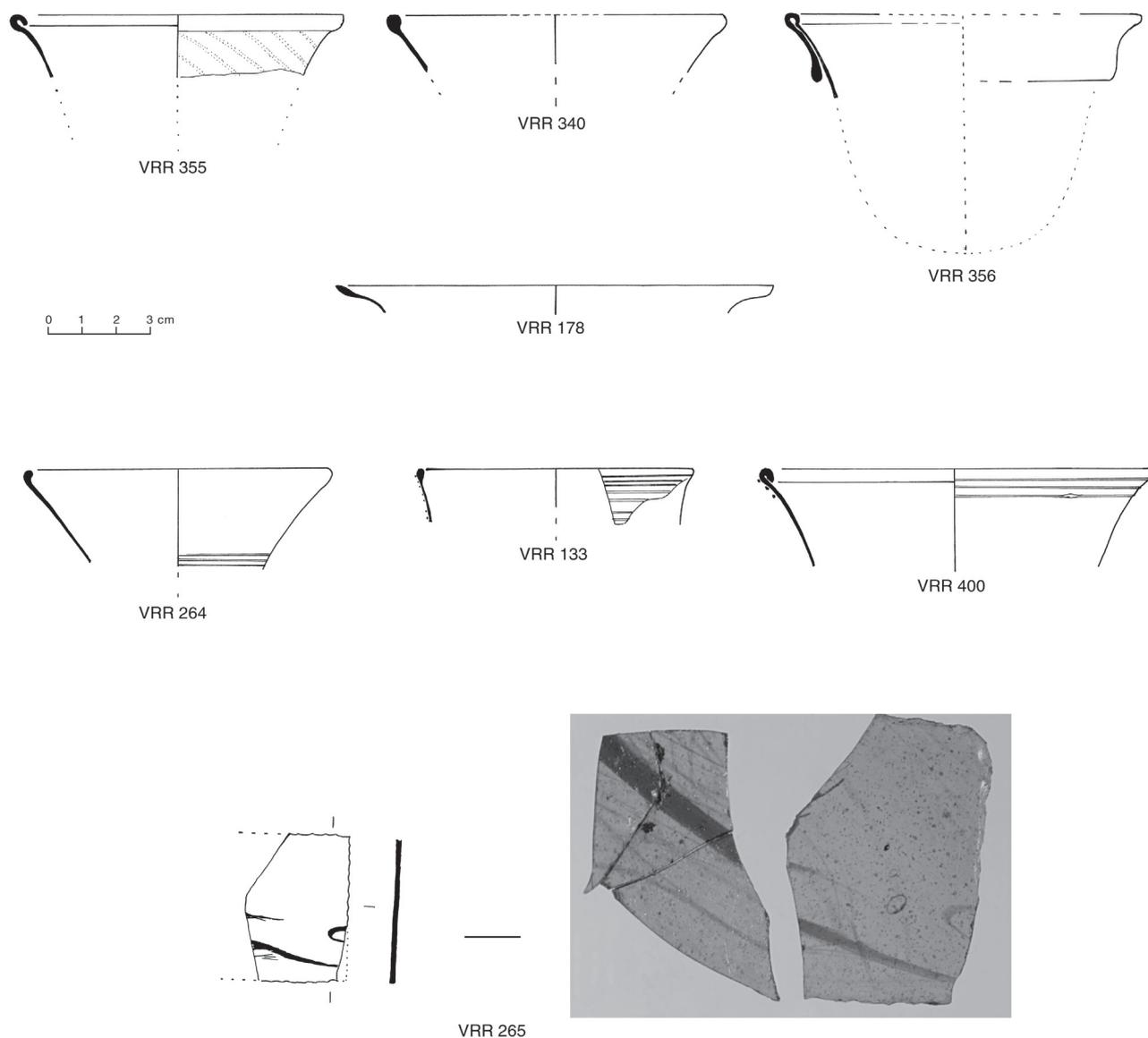


Fig. 16 — Groupe de composition 2, série 2.2 (VII^e-IX^e s.?), vaisselle, luminaire et verre plat découverts en Gaule. Cliché Ch. Durand, Centre Camille Jullian, CNRS, Aix-en-Provence.

VRR	description	lieu de découverte
133	Rebord avec filets rapportés, bleuâtre	Béziers, Saint-Jean-d'Aureilhan
177	Fragment de fond de palm cup ? bleuâtre	Le Bouquet (non dessiné) début VIIIe s.
178	Rebord, bleuâtre	Le Bouquet, début VIIIe s.
264	Rebord avec fils blancs rapportés, bleuâtre	Saint Come et Damien VIIIe-IXe ?
265	verre plat bleuté veiné de rouge, bleuâtre	Saint Come et Damien VIIIe-IXe ?
340	Rebord, bleuâtre	Vaison
356	Rebord ourlé à l'extérieur : palm cup	Vitry-sur-Orne VIIIe s. ?
355	Rebord ourlé à l'intérieur, bleuâtre	Roquebrune-sur-Argens (Sainte-Candie) VIIIe ?
400	Rebord, bleuâtre	Jouques VIIe ou plus tard ?
470	petit disque (verre à vitre ?) violet	Fostat, Egypte, omeyyade (non dessiné)

Tab. 11 — Groupe de composition 2, série 2.2.

africaine (Pellecuer 2000). Une vingtaine de fragments de verre tous bleutés mais déformés par le feu ont été dénombrés. Outre des éléments attribuables à des flacons (goulot et fonds), on reconnaît des gobelets campaniformes dit *palm cup* au fond convexe et épais très caractéristique (VRR 177) et à ouverture très évasée. Les rebords (5 ou 6 pièces individualisées) sont simplement épaissis ou ourlés en dedans (Feyeux 1995, type 57 ou Foy 1995, 28b). D'autres rebords pourvus d'anses appartiennent sans doute à des lampes. Les ouvertures les plus larges pourraient signaler des coupes (VRR 178).

Deux autres échantillons ont été extraits du lot de verre retrouvé dans la tombe 14C de la chapelle Saint-Come et Damien (La Cadière d'Azur, Var). Ils font partie d'un assemblage de verreries comportant des fragments de *palm cup* à large rebord replié à l'extérieur, plusieurs flacons — dont deux complets — et des rebords tronconiques décorés de filets blancs rapportés et du verre plat. Ce lot avait été attribué au plus tard au VIII^e siècle (Foy 1995). Depuis, les analyses par le radiocarbone de plusieurs ossements proposent de repousser la datation au-delà du dernier quart du VIII^e siècle (entre 875 et 950). Il faut cependant rester prudent pour la datation de cette tombe complexe qui a été bouleversée ; rien n'assure que les ossements et le mobilier en verre soient parfaitement contemporains. Les échantillons analysés sont un débris de verre à vitre soufflé et grugé sur les côtés, de teinte bleutée, veiné de rouge, aspect qui rappelle bon nombre de vitrages carolingiens (VRR 265). Le rebord de profil tronconique et de coloration bleuté porte un filet blanc opaque (VRR 264), décoration reconnue sur un grand nombre de verreries du VIII^e siècle de la Crypta Balbi (Saguì 1993a, fig. 11 et 1993b p. 190).

La même décoration se retrouve sur les verres de l'habitat de hauteur de Notre-Dame-de-Consolation à Jouques ; ces fragments bleutés ne sont associés à aucun autre mobilier qui permettrait d'avancer une datation. Un rebord ourlé vers l'intérieur, décoré de filets blanc opaque, a été analysé (VRR 400).

Le rebord provenant du comblement d'un silo fouillé à Saint-Jean d'Aureilhan présente encore la même décoration rapportée sur un verre de teinte bleutée (VRR 133).

Le contexte est daté par les céramiques des X^e-XI^e siècles, mais il contiendrait des éléments résiduels (mobilier métallique).

Le rebord à large bandeau (VRR 356) découvert dans une fouille de Vitry-sur-Orne (Moselle) est celui d'un *palm cup* à rebord largement ourlé datable par sa typologie du VII^e siècle.

Trouvé dans un niveau de surface du site de Sainte-Candie implanté au cœur du rocher de Roquebrune-sur-Argens, un rebord ourlé et côtelé (VRR 355) ne peut pas être daté précisément. On peut seulement rappeler la découverte d'une monnaie du VIII^e siècle signifiant une occupation du site à cette époque et noter que ce fragment bleuté et veiné de rouge est identique à une découverte de Marseille, dans une fosse comblée entre la fin du VII^e siècle et le X^e siècle (Foy, Bonifay 1984, n° 155).

Ces échantillons qui constituent le lot le plus tardif sont à dater entre le milieu du VII^e siècle et le IX^e siècle. Ils appartiennent au même groupe de composition (et à la même série) dans lequel n'entrent pourtant pas deux autres échantillons très probablement de même époque et de forme identique. Deux rebords de *palm cup* trouvés dans l'habitat tardif de Larina à Hières-sur-Amby (VRR 266, analyse non publiée) et à Marseille (VRR 131, série 3.3) s'intègrent dans le groupe de composition 3.

4. Le groupe de composition 3

4.1. Classification et technique

Le groupe 3 réunit les exemplaires qui ont été fabriqués avec les sables que l'on dit être de la rivière Belus. C'est le groupe le plus important de verres au natron, dont la taille dépasse, et de très loin, tous les autres groupes. Ses compositions sont celles que l'on présente toujours, et à juste titre, comme les compositions caractéristiques des verres « romains » (Nenna *et al.* 1997). Elles sont différentes de celles des groupes 1 et 2, comme on peut le constater en comparant les moyennes reportées précédemment — qui concernaient un petit nombre de constituants de ces deux groupes — aux valeurs correspondantes obtenues pour le groupe 3. Ces valeurs sont les suivantes (n = effectif du groupe) (tab. 12) :

		Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃
Groupe 3 n = 123	m	0.51	0.73	0.07	0.62	7.81	2.53

Tab. 12 — Composition moyenne de six constituants du groupe 3.

La séparation des exemplaires des groupes 3 et 1 ne rencontre pas de difficulté, car leurs compositions sont fort éloignées les unes des autres, qu'il s'agisse de la plupart des constituants principaux du verre, ou des traces, Zr et Cr notamment. Les différences sont moindres, entre le groupe 3 et le groupe 2, mais la séparation des exemplaires appartenant aux deux groupes est aisée, grâce notamment à leurs pourcentages de fer, titane et magnésium, et à plusieurs de leurs constituants en traces, dont Zr (cf. annexe) (Picon, Vichy dans ce volume, fig. 1, 2 et 4). Comme pour les groupes 1 et 2, on notera que les valeurs reportées ci-dessus, pour le groupe 3, diffèrent un peu de celles qui ont déjà été publiées, l'échantillonnage ayant été complété depuis.

Parmi la dizaine de groupes de verres au natron répertoriés au laboratoire, le groupe 3 est avec le groupe 4 (évoqué en annexe) l'un des plus pauvres en fer, ce qui est une caractéristique particulièrement intéressante en vue de l'élaboration d'un matériau vitreux incolore. Dans le cas du groupe 3, le seul agent décolorant est le manganèse (alors qu'on verra qu'il s'agit d'antimoine pour le groupe 4). Les ajouts de manganèse concernent d'ailleurs la plupart des verres du groupe 3 ; ils expliquent leurs pourcentages élevés d'oxyde de manganèse, MnO, dont la moyenne est de 0.73%, tandis que ces verres auraient sans cela des pourcentages inférieurs à 0.03% (Brill 1988, p. 271).

Nous ne nous intéresserons ici qu'aux exemplaires tardifs du groupe 3, et à trois séries particulières : la série 3.1 qui est de la fin du IV^e siècle ou du début du V^e, la série 3.2 qui va de la fin du V^e siècle au début du VI^e, et, enfin, la série 3.3 qui est de la fin du VII^e siècle ou du début du VIII^e.

A propos du manganèse, dont on vient de parler, on signalera dès à présent que la série la plus tardive, 3.3, se singularise par rapport aux séries 3.1 et 3.2 (et par rapport à la quasi-totalité des autres exemplaires du groupe 3), car elle ne présente pas d'ajout de manganèse. Les trois séries, 3.1, 3.2 et 3.3, ont en effet des taux moyens d'oxyde de manganèse respectivement égaux à 0.83, 0.95 et 0.01%. Ce qui n'est pas un résultat dépourvu d'intérêt, car il montre bien la persistance, à la fin du VII^e siècle ou au début du VIII^e, d'une fabrication qui ne se réduit pas à la refusion de verres anciens, et, en même temps, la persistance d'un commerce de matériaux vitreux à cette époque. D'ailleurs, deux blocs de verre brut figurent dans cette ultime série, à Bordeaux et à Apollonia de Cyrénaïque. On notera enfin que les verres sensiblement contemporains de Bet Eli'ezer, Dor et Apollonia, en Israël, n'ont eux aussi pas reçu d'ajout de manganèse (ce qui est éga-

lement le cas des verres de l'atelier secondaire de Beyrouth, qui fait partie de la série 3.3) (Gorin-Rosen 2000 ; Freestone *et al.* 2000).

Mais voyons à présent la question par laquelle on aurait dû commencer, le mode de constitution de ces trois séries de verres tardifs. Une première classification du groupe 3 avait été faite, qui incluait les verres tardifs, avec, pour objectif, l'étude de la dispersion de ce groupe, toutes périodes confondues (Picon, Vichy dans ce volume, fig. 5). Des sous-groupes avaient été mis en évidence, comme il arrive toujours. Mais certains semblaient réunir préférentiellement quelques catégories particulières de verres tardifs. Ce fut le point de départ qui allait mener à la constitution des séries 3.1, 3.2 et 3.3 que nous étudions ici, sur un échantillonnage largement complété depuis.

On reviendra, dans l'annexe consacrée aux groupes et aux sous-groupes, sur la difficulté d'interprétation des sous-groupes, difficulté qui résulte pour une large part de l'éclatement fréquent des critères porteurs d'une même signification, entre plusieurs sous-groupes, et à leur rapprochement fortuit d'autres critères qui n'ont pas la même signification, ou qui sont dépourvus de signification précise.

S'agissant du groupe 3, il faut aussi garder présent à l'esprit qu'avec un groupe d'une telle ampleur – dont l'échantillonnage analysé est totalement déséquilibré et non représentatif – il est absolument normal qu'en privilégiant, dans la constitution de l'échantillonnage, des verres correspondant, par exemple, à une tranche chronologique précise (donc des verres qui sont nécessairement très minoritaires dans l'ensemble du groupe 3) on constate qu'un bon nombre d'entre eux présentent des compositions semblables.

Ces ressemblances peuvent ne pas être dépourvues de signification historique ou archéologique. Mais en général elles sont dues simplement au fait qu'à l'époque considérée, on a exploité plus activement telle partie du gisement de sable, et moins telle autre (à l'intérieur du gisement constitué par l'ensemble des sables de la région syro-palestinienne qui sont dits de la rivière Belus, gisement sur l'extension duquel on reviendra plus loin). Et sans doute ne se rendra-t-on pas compte – à cause de la très faible représentativité de notre échantillonnage du groupe 3 – que le même phénomène s'était déjà produit à d'autres époques, et peut-être même plusieurs fois.

La tentation est grande alors de se focaliser sur les caractéristiques de composition particulières des verres qui appartiennent à une certaine tranche chronologique, et de vouloir s'en servir pour rattacher à la même période des exemplaires moins bien datés. Mais en général les arguments de composition sont difficilement utilisables dans ces conditions, à cause de leur caractère récurrent. Tout au plus peuvent-ils servir d'argument complémentaire, en faveur d'un tel rattachement, et seulement si l'on a déjà de fortes raisons d'attribuer les exemplaires étudiés à la tranche chronologique considérée. Ou si des caractéristiques de composition peu communes semblent accréditer cette hypothèse. Aller au delà serait prendre beau-

coup de risques, sauf exception rare. C'est dire, une fois de plus, à quel point – dans le domaine des sous-groupes, là où les méthodes de classification touchent à leurs limites – la collaboration critique entre les différents acteurs de la recherche est plus que jamais nécessaire.

Les classifications effectuées à l'intérieur du groupe 3 avaient suggéré que parmi les exemplaires tardifs de ce groupe, un certain nombre – mais pas tous – pouvait constituer de petites séries dont chacune correspondrait à une période déterminée, et posséderait des caractéristiques de compositions spécifiques. On examinera donc le cas de trois d'entre elles, qui ont été désignées précédemment, en allant de la plus ancienne à la plus récente, par les sigles 3.1, 3.2 et 3.3. Leurs limites chronologiques ont été précisées alors.

L'existence de ces trois petites séries, constituées d'exemplaires qui ont en commun certaines caractéristiques de composition, ne serait pas sujette à discussion si chacune des séries ne comportait que des exemplaires bien datés, correspondant aux tranches chronologiques indiquées précédemment. C'est le rattachement éventuel, à l'une ou à l'autre de ces séries, d'exemplaires moins bien datés, ou *a fortiori* d'exemplaires appartenant à une tout autre période, qui fait difficulté, car il implique à l'évidence des risques de confusion. Ceux-ci sont toutefois minimisés dans le cas des trois séries étudiées ici, les

exemplaires bien datés y étant très largement majoritaires.

Les risques d'erreur que peut comporter la constitution de telles séries dépendent évidemment des exemplaires et des séries concernés. En outre ils varient beaucoup d'un groupe à l'autre. Or, s'agissant du groupe 3, on peut considérer que la situation est délicate, et requiert une plus grande prudence.

Les difficultés particulières que soulèvent les classifications effectuées à l'intérieur du groupe 3 tiennent à plusieurs causes. La très grande taille de ce groupe et son incroyable longévité en sont deux. Auxquelles s'ajoutent les incertitudes qui pèsent sur les caractéristiques des gisements de sable et sur leur exploitation.

Il est impossible en effet de s'en tenir à la version de Pline, selon laquelle tout le sable utilisé dans les verreries syro-palestiniennes proviendrait d'une partie du rivage, proche de l'embouchure de la rivière Belus, dont la longueur n'excéderait pas quelques centaines de mètres (500 pas, soit 700 m environ). Alors que la plage où se situe cette embouchure, dans le petit golfe allant d'Acre à Haïfa, mesure à elle seule près d'une quinzaine de kilomètres, et que l'environnement de la côte syro-palestinienne varie peu, comme on l'a déjà signalé, de la région de Tel Aviv au sud, jusqu'aux environs de Saïda (Sidon) au nord. La version de Strabon, prolongeant l'exploitation



Fig. 17 — Histogramme des pourcentages d'alumine, Al_2O_3 , des verres du groupe 3, sur lequel on a repéré par des fonds différents les exemplaires des séries 3.1, 3.2, 3.3. Les numéros des exemplaires 3.1 et 3.2 qui ne sont pas d'époque tardive sont soulignés. Les moyennes relatives aux 3 ateliers primaires d'Apollonia, Dor et Bet Eli'ezer, en Palestine, sont reportées sur l'histogramme et repérées par les lettres A, D et E.

du sable de la rivière Belus jusqu'à Tyr, est bien plus vraisemblable (Forbes 1957, p.146 et 169). Ce qui laisse toute latitude aux verriers de changer de point d'extraction ou d'y revenir, augmentant évidemment les risques de retrouver les mêmes variantes de sable à différentes époques.

Pour étudier les compositions des trois séries tardives qui ont été distinguées parmi les verres du groupe 3, on a reporté sur la figure 17 l'histogramme des pourcentages d'alumine, Al_2O_3 , de la totalité des verres de ce groupe, les exemplaires des séries 3.1, 3.2 et 3.3 y étant repérés par des fonds différents.

La première impression que suscite l'observation de cet histogramme, serait celle d'une séparation des plus nettes entre les verres tardifs et les autres, en dépit de quelques exemplaires plus anciens qui se sont glissés dans les séries 3.1 et 3.2 (ce sont ceux dont les numéros d'analyse sont soulignés). Mais en réalité la séparation est loin d'être aussi marquée qu'il apparaît sur la figure 17. En effet, les exemplaires tardifs sont très largement surreprésentés dans l'échantillonnage du groupe 3. Or il suffirait que cette surreprésentation soit d'un facteur 5, pour que les exemplaires des séries 3.1 et 3.2 qui ne sont pas d'époque tardive deviennent aussi nombreux que les exemplaires tardifs. Comme on imaginerait plus volontiers une sous-représentation des exemplaires anciens, 10 voire 100 fois plus marquée, force est de conclure que dans un histogramme vraiment représentatif de l'ensemble du groupe 3, les exemplaires tardifs seraient noyés dans la masse. Ce qui ne veut pas dire qu'ils ne manifestent pas certaines tendances de composition qui méritent qu'on s'y arrête.

Pour pouvoir examiner plus commodément les ten-

dances que les compositions des exemplaires des séries 3.1, 3.2 et 3.3 peuvent présenter, on a ajouté un histogramme, celui de la soude, Na_2O . Mais, pour des raisons de lisibilité, il n'a pas été possible de reporter, sur le même histogramme, les pourcentages correspondant aux trois séries précédentes. Ceux des séries 3.1 et 3.3 sont sur la figure 18, et ceux de la série 3.2 sur la figure 19. Les symboles sont les mêmes que pour l'alumine.

On devine déjà, en observant les histogrammes de l'alumine et de la soude, que les compositions de ces trois séries devraient s'individualiser sans trop de difficultés les unes par rapport aux autres. C'est ainsi que la série 3.2 se sépare nettement des deux autres sur ses pourcentages d'alumine qui sont particulièrement faibles et ses valeurs plutôt élevées de la soude, auxquels il convient d'ajouter des concentrations en chaux relativement basses et des taux d'oxyde de fer supérieurs à ceux des deux autres séries (cf. annexe). Quant aux séries 3.1 et 3.3 qui ont en commun des pourcentages d'alumine élevés, elles se distinguent l'une de l'autre par leurs pourcentages de soude, moindre en 3.3 qu'en 3.1, mais aussi par leurs pourcentages d'oxyde de titane plus élevés dans la première série que dans la seconde. En outre, on a déjà signalé que la série 3.3 se singularisait par l'existence d'un critère technique supplémentaire, l'absence d'ajout de manganèse, ce qui la distingue encore des deux autres.

Ainsi ce ne sont point les difficultés de séparation de ces trois séries qui pourraient être responsables d'erreur de classement, et d'interprétations erronées. Celles-ci ne peuvent tenir qu'aux questions d'inférence chronologique évoquées précédemment. Or les attributions à une période déterminée, que proposent ces démarches, se heurtent

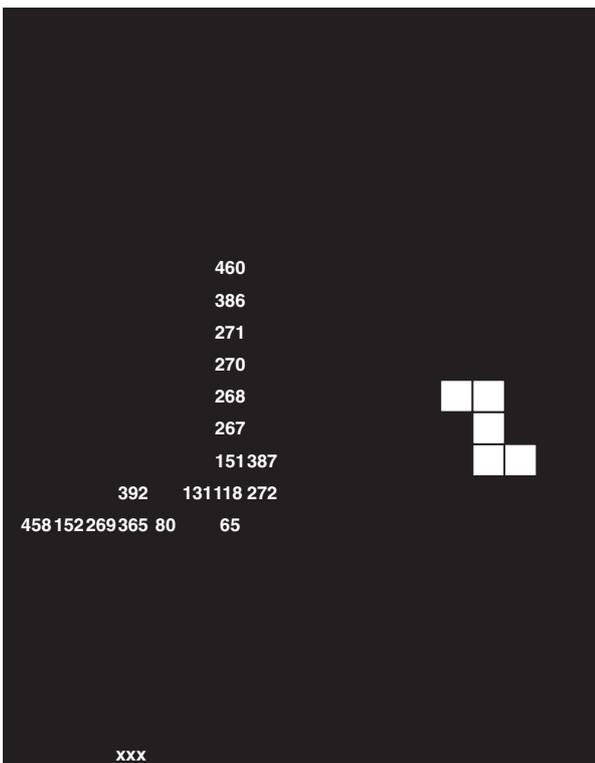
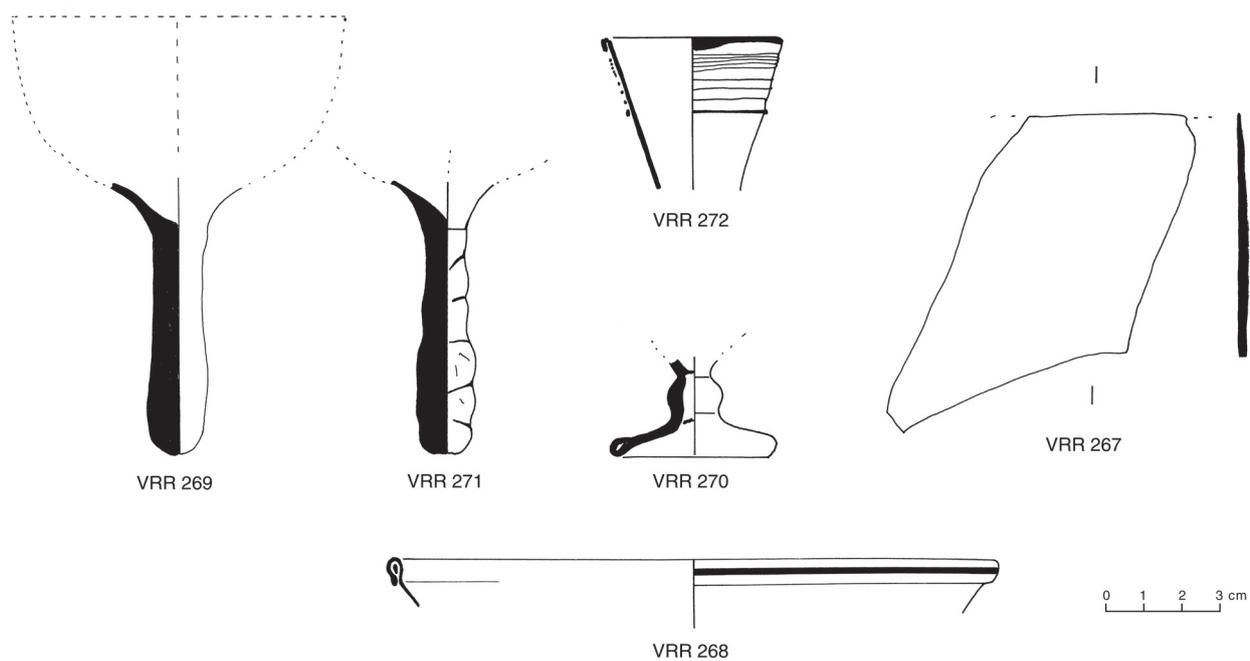


Fig. 18 — Histogramme des pourcentages de soude, Na_2O , des verres du groupe 3, avec indication des exemplaires des séries 3.1 et 3.3, repérés comme sur la figure 17.



a



b



c



d

Fig. 20 — Groupe de composition 3, série 3.3, vaisselle et luminaire produits dans l'atelier de Beyrouth (fin VII^e s.) ; a : lampes à pied tubulaire plein, b : flacon à filets bleus rapportés, c : verre à tige bulbeuse, d : verre plat déformé.

VRR	description	lieu de découverte
VRR 65	verre brut, bleuté	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s.
VRR 80	verre brut, vert sombre	Bordeaux (place C. Jullian) Ve-VIIIe s.
VRR 118	verre brut, bleuté	Apollonia (Libye) prospections du port, non daté

VRR 131	rebord de palm cup, bleuté	Marseille (La Bourse) VIIIe s. ?
VRR 151	Verre à tige, bleuté	Sidi Jdidi, basilique 1 Tunisie fin VIIe
VRR 152	Verre à tige, bleuté	Nabeul, Tunisie, fin VIIe-début VIIIe
VRR 267	Verre à tige	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s
VRR 268	Rebord ourlé avec fil bleu	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s
VRR 269	lampe à pied tubulaire massif lisse, bleuté	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s
VRR 270	Verre à tige, bleuté	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s
VRR 271	lampe à pied tubulaire massif annelé, bleuté	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s
VRR 272	fiolo : goulot tronconique	Beyrouth, chantier Bey 02, fin VIIe-début VIIIe s
VRR 365	Rebord bleuté	Maguelone (non dessiné)
VRR 386	Verre à tige, bleuté	Nabeul, Tunisie, niveau remanié, fin VIIe ?
VRR 387	Verre à tige, bleuté	Nabeul, Tunisie, niveau remanié, fin VIIe ?
VRR 392	lampe à pied tubulaire creux, bleutée	Sidi Jdidi, basilique 1, Tunisie, surface
VRR 458	lampe à pied tubulaire creux, bleutée	Sidi Jdidi, basilique 1, Tunisie, fin VIIe
VRR 460	lampe à pied tubulaire creux, bleutée	Oued R'mel, Tunisie, fin VIIe ?

Tab. 13 — Groupe de composition 3, série 3.3.

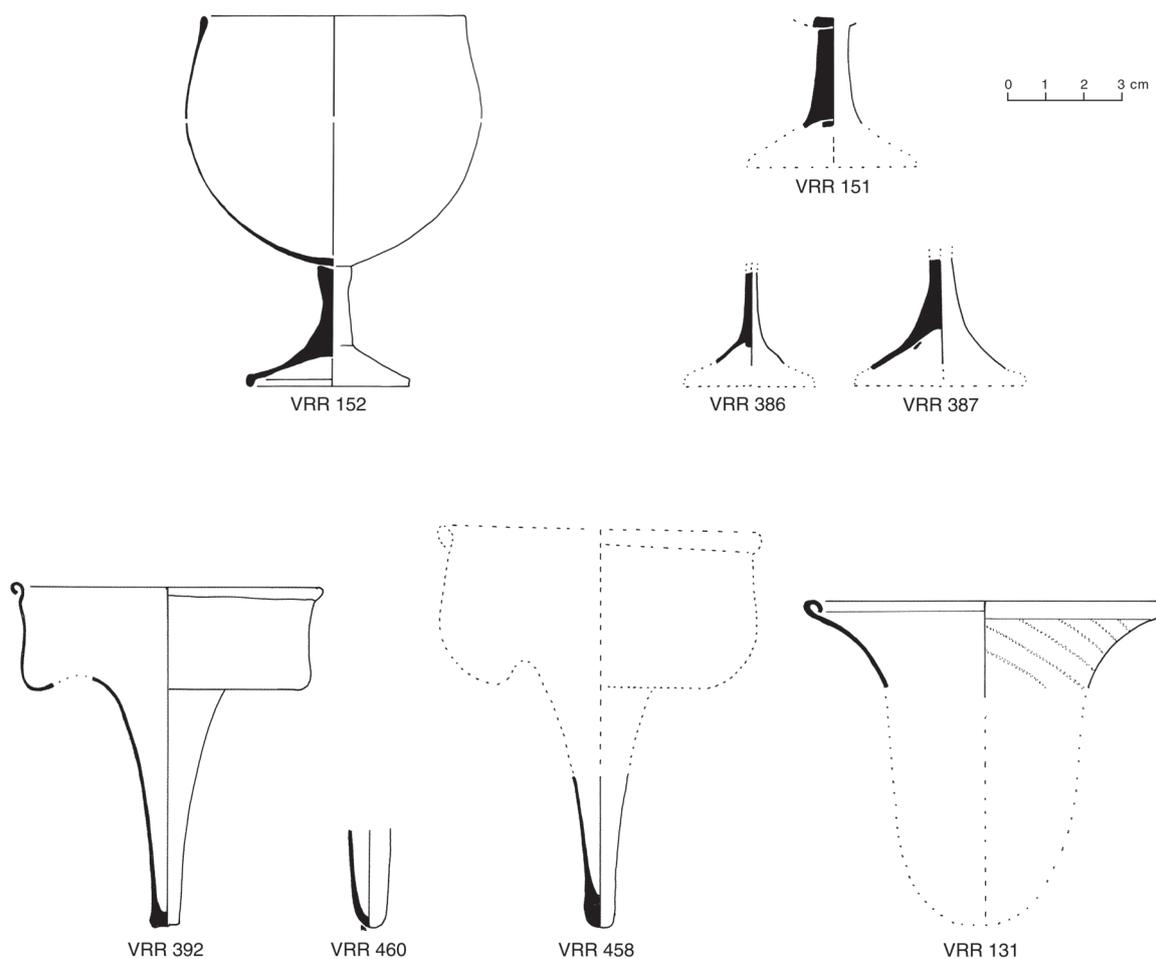


Fig. 21 — Groupe de composition 3, série 3.3, vaisselle et luminaire découverts en Tunisie et vraisemblablement de production régionale ; *palm cup* de Marseille (VRR 131). Fin du VII^e s..

suivant. À Rome, dans les fouilles de la Crypta Balbi, un bloc de verre brut et un déchet de fabrication, datés du VIII^e siècle, présentent aussi les caractéristiques chimiques de la série 3.3 (Mirti *et al.* 2001, analyses CB 61 et 62). Ils attestent de l'arrivée en Occident de cette matière sans doute d'origine palestinienne.

Les sept échantillons, verre brut compris, permettent de bien caractériser la composition du verre de l'atelier secondaire de Beyrouth dont les productions sont bien définies (Foy 2000b). Elles sont réalisées à la fois dans un verre bleuté et dans une matière plus verdâtre, mais la première teinte domine largement. Plusieurs types de lampes sortaient de cet atelier en particulier des lampes à pied tubulaire massif et rectiligne (VRR 269) ou annelé (VRR 271). Une des productions les plus singulières est un récipient (luminaire peut-être) dont le rebord replié vers l'extérieur, renferme un filet de verre bleu (VRR 268). Les flacons au goulot cylindrique ou tronconique (VRR 272, fig. 20b) étaient souvent décorés de filets de verre bleu ; des supports formés d'une tige creuse et bulbeuse pouvaient porter des verres à boire, des lampes ou des flacons (VRR 270, fig. 20c). Ce modèle de pied et les flacons à décor bleu appliqué, connus sur de nombreux sites, sont sans doute fabriqués par de nombreux ateliers installés sur la côte syrienne. L'officine de Beyrouth produisait aussi du verre à vitre en plateau (VRR 267). De très nombreux débris déformés ont été découverts dans le dépotoir (fig. 20d).

Deux groupes de verres découverts et vraisemblablement fabriqués en Tunisie font partie de cette série 3.3 (fig. 21). Les verres à tige sont toujours utilisés en Tunisie à la fin du VII^e siècle ; une évolution est cependant perceptible tant dans la matière qui devient bleutée que dans la morphologie de cette vaisselle. Peu de pièces ont été restituées et il est donc impossible d'observer des variations dans le profil des coupes. En revanche, on peut noter que les tiges, qui sont les parties les plus résistantes, s'amincissent ; certaines sont rectilignes, d'autres sont étranglées en leur milieu. Ces tiges sont le plus souvent en verre plein, mais il existe à cette époque, surtout à Carthage, des modèles de verres à tige creuse. Les analyses ont été faites sur deux tiges de Nabeul provenant de tranchées de fondation riches en mobilier (VRR 386, 387) et sur une pièce trouvée dans un sol de la fin de la période byzantine ou du début de l'époque islamique (Slim *et al.* 1999 ; VRR 152). Ce verre possède une coupe bleutée et une tige verdâtre, les deux colorations indiquant bien que l'objet a été fabriqué en deux temps.

La verrerie de Sidi Jdidi présente la même évolution : une tige bleutée (VRR 151) et deux lampes sont analysées (VRR 392, 458). Ces luminaires sont, dans leur forme générale, comparables aux lampes du VI^e siècle (rattachées au groupe de composition 2), mais différent par leur profil plus anguleux, la carène du réservoir, le rebord ourlé et le pied plus fin. Leur aspect bleuté et lumineux permet de les séparer nettement des pièces du VI^e siècle, jaunâtre et souvent altérées. Sur le site de Oued R'mel, les

deux types de lampe (VRR 460) se rencontrent aussi.

Nous n'avons aucune trace d'atelier de verrier contemporain de ces verres. L'abondance de ce matériel (verres à tige et lampes), sur plusieurs sites du nord de la Tunisie, laisse supposer une production locale. On notera, cependant, que ces verres à tige tardifs se rencontrent ailleurs, par exemple dans le sud de la France, en Italie (Falcetti 2001, fig. 51) et en Égypte (Rodziewicz 1984, p. 240).

Parmi tout le mobilier du sud de la France analysé, deux seulement s'intègrent dans la série 3.3. Le rebord de *palm cup* (VRR 131) trouvé à Marseille (Foy, Bonifay 1984, n°155) est contemporain et de même forme que la plupart des échantillons de la série 2.2. Il semblerait donc que ces *palm cup* des VII^e-VIII^e s. soient tantôt soufflés dans un verre de la série 2.2 tantôt dans un verre de la série 3.3, mais cet exemple unique ne permet pas d'assurer cette hypothèse. En revanche, si on examine les analyses publiées des verres des VII^e et VIII^e siècles de la Crypta Balbi, à Rome, on remarque que les mêmes formes (verre à tige et lampes) sont réalisées avec des matières comparables aux séries 2.2 et 3.3 (Mirti *et al.* 2000 et 2001). Le rebord découvert à Maguelone est sans doute celui d'une coupe (VRR 365) ; sa coloration bleutée le distingue nettement de l'ensemble des trouvailles de ce site. Nous ne savons pas si ce fragment est un produit de l'atelier local.

4.3. La série 3.2 : étude archéologique (fig. 22)

La série 3.2 qui n'est pas très bien individualisée par les analyses chimiques réunit 19 échantillons, tous de Méditerranée occidentale (tab. 14).

4.3.1 Verre brut et déchets d'atelier

Trois blocs de verre brut (VRR 166, 168 et 170) et un déchet (VRR 48) provenant de deux secteurs des fouilles de la Bourse à Marseille signalent la présence d'un atelier actif dans le premier tiers du VI^e siècle. Les traces de ce travail du verre sont beaucoup moins évidentes que celles qui marquent les artisanats antérieur (atelier première moitié V^e siècle) ou postérieur (atelier seconde moitié du VI^e siècle) ; aucun produit fini ne peut être attribué de manière certaine à cette phase d'activité artisanale ; on pouvait même penser que les déchets et le verre brut retrouvés dans les contextes du début du VI^e siècle étaient résiduels. Le bloc des fouilles de Toulouse (VRR 81) ne peut pas être daté précisément. On notera, cependant, que parmi les 7 échantillons analysés, il est le seul à avoir une teinte claire. Tous les autres échantillons, vert olive ou vert-jaune sont dans le groupe de composition 1.

4.3.2 Verres manufacturés

Les fragments d'objets analysés, à l'exception d'un fond atypique (VRR 164), appartiennent à des formes caractéristiques des contextes de l'extrême fin du V^e siècle ou du début du VI^e siècle. Quatre pieds coniques en verre fin presque incolore (très légèrement verdâtre, bleuté ou rosé) viennent de contextes bien datés de

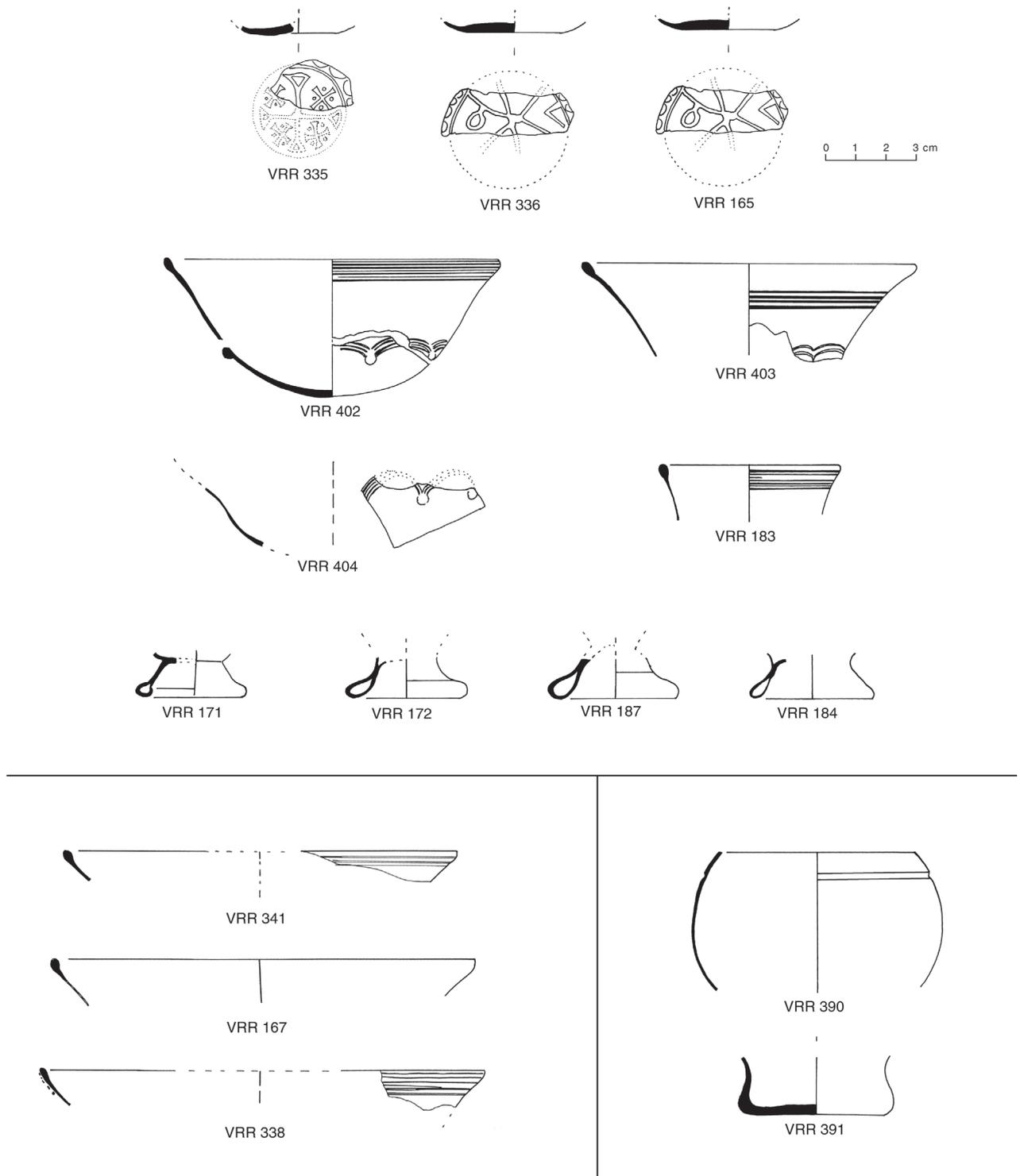


Fig. 22 — Groupe de composition 3, série 3.2, comprenant des verres du Haut Empire (VRR 390, 301) et du mobilier de la fin du V^e - début VI^e s. Les fragments 341, 167 et 338 de forme et de datation comparables n'appartiennent pas à cette série.

VRR	description	lieu de découverte
48	déchet de verre verdâtre	Marseille (Bourse) fin Ve- début du VIe siècle
81	verre brut verdâtre	Toulouse
166	verre brut verdâtre	Marseille (Bourse) fin Ve- début du VIe siècle
168	verre brut verdâtre	Marseille (Bourse) début du VIe siècle
170	verre brut verdâtre avec veines rouges	Marseille (Bourse) début du VIe siècle
164	fond d'une coupe (?), verdâtre	Marseille (Bourse) fin Ve-début du VIe siècle
165	coupe à décor chrétien, vert d'eau	Marseille (Bourse) fin Ve-début du VIe siècle
171	verre à pied conique, incolore bleuté	Marseille (Bourse) fin Ve-début du VIe siècle
172	verre à pied conique, incolore bleuté	Marseille (Bourse) fin Ve-début du VIe siècle
183	rebord à décor blanc opaque appliqué	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
184	verre à pied conique incolore verdâtre	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
187	verre à pied conique incolore rosé	Gémenos, Saint-Jean-de-Garguier, non daté
335	coupe à décor chrétien, vert d'eau	Laçon-de-Provence (oppidum deConstantine)
336	coupe à décor chrétien, vert d'eau	Marseille, début du VIe siècle
390	gobelet de type Isings 12, bleuté	Nabeul, fin du Ier s.
391	gobelet à dépressions, incolore	Nabeul, Ie s. ?
402	coupe à décor blanc opaque appliqué	Marseille (Bourse) début du VIe siècle
403	coupe à décor blanc opaque appliqué	Marseille (Bourse) début du VIe siècle
404	coupe à décor blanc opaque appliqué	Marseille (Bourse) début du VIe siècle

Tab. 14 — Groupe de composition 3, série 3.2.

Marseille (VRR 171, 172) ou des anciennes fouilles de Saint-Jean-de-Garguier (VRR 184, 187). Mais la verrerie qui caractérise le mieux les contextes de cette époque est sans aucun doute la vaisselle ornée d'applications de verre blanc opaque décrivant des guirlandes, des festons et des spirales sur les parois ou sous les fonds ou plus simplement des parallèles sous les bords (VRR 183 ; 402 à 404). Cette vaisselle qui comprend des gobelets, des lampes et des coupes est souvent réalisée dans un verre clair (vert d'eau) devenu sans doute à cause de son altération extrêmement fin. Selon les milieux de conservation, ce verre est plus ou moins préservé. À Marseille et à Saint-Blaise, il est très abîmé et le décor ne subsiste souvent que sous forme de traces négatives. Sur d'autres sites, à Vaison et Olbia par exemple, il a mieux résisté.

Les trois fonds qui portent un décor chrétien (chrisme ou croix cantonné de croisettes : VRR 165, 335, 336) peuvent appartenir aux coupes décorées de filets blancs sous le bord. Ces vases à décor chrétien sont connus en de nombreux lieux et plusieurs centres de fabrication sont probables dont au moins un en Provence où l'on compte une quarantaine de pièces au moins.

Cette série n'a pourtant pas la cohérence archéologique des précédentes. L'ensemble des résultats d'analyses montre en effet que deux échantillons de verre du Haut Empire peuvent être associés à cette série : il s'agit de pièces trouvées à Nabeul dont la typologie renvoie à des formes de la seconde moitié du I^{er} siècle (VRR 390) et du

II^e siècle (VRR 391).

D'autres échantillons exactement de même typologie que ceux qui entrent dans cette série 3.2, ont été mis à l'écart de celle-ci. Il s'agit de rebords de coupe ornés de filets blancs rapportés (VRR 167, 338, 341 analyses non publiées) et datables du tout début du VI^e siècle ; ils ne possèdent pas le taux d'alumine particulièrement bas qui caractérise la série 3.2, mais leur composition est assez voisine, comme d'ailleurs celle d'un grand nombre d'échantillons du Haut Empire...

Que conclure sur la signification de ce sous-groupe numériquement peu important et de composition assez peu distincte? Contrairement aux groupes 1, 2 et à la série 3.3, la composition de la série 3.2 n'est pas spécifique d'une période. Tout au plus, peut-on penser que les sables à l'origine de cette série, essentiellement caractérisés par leur taux d'alumine peu élevé, ont fait l'objet d'une exploitation importante à la fin du V^e siècle et au tout début du VI^e siècle. Il est certain aussi que d'autres gisements ont été exploités concomitamment.

La découverte au début de l'été 2002 d'un petit atelier de verrier bien daté de la fin du V^e siècle ou du début du VI^e siècle, sur le site languedocien du Roc de Pampelune à Argelliers (Hérault), permettra sans doute de mieux définir la composition du verre de cette période. Nous ne disposons jusqu'alors, en matière d'atelier de verrier pour cette époque, que de maigres vestiges du chantier de la Bourse à Marseille ; ce nouvel atelier qui a livré des

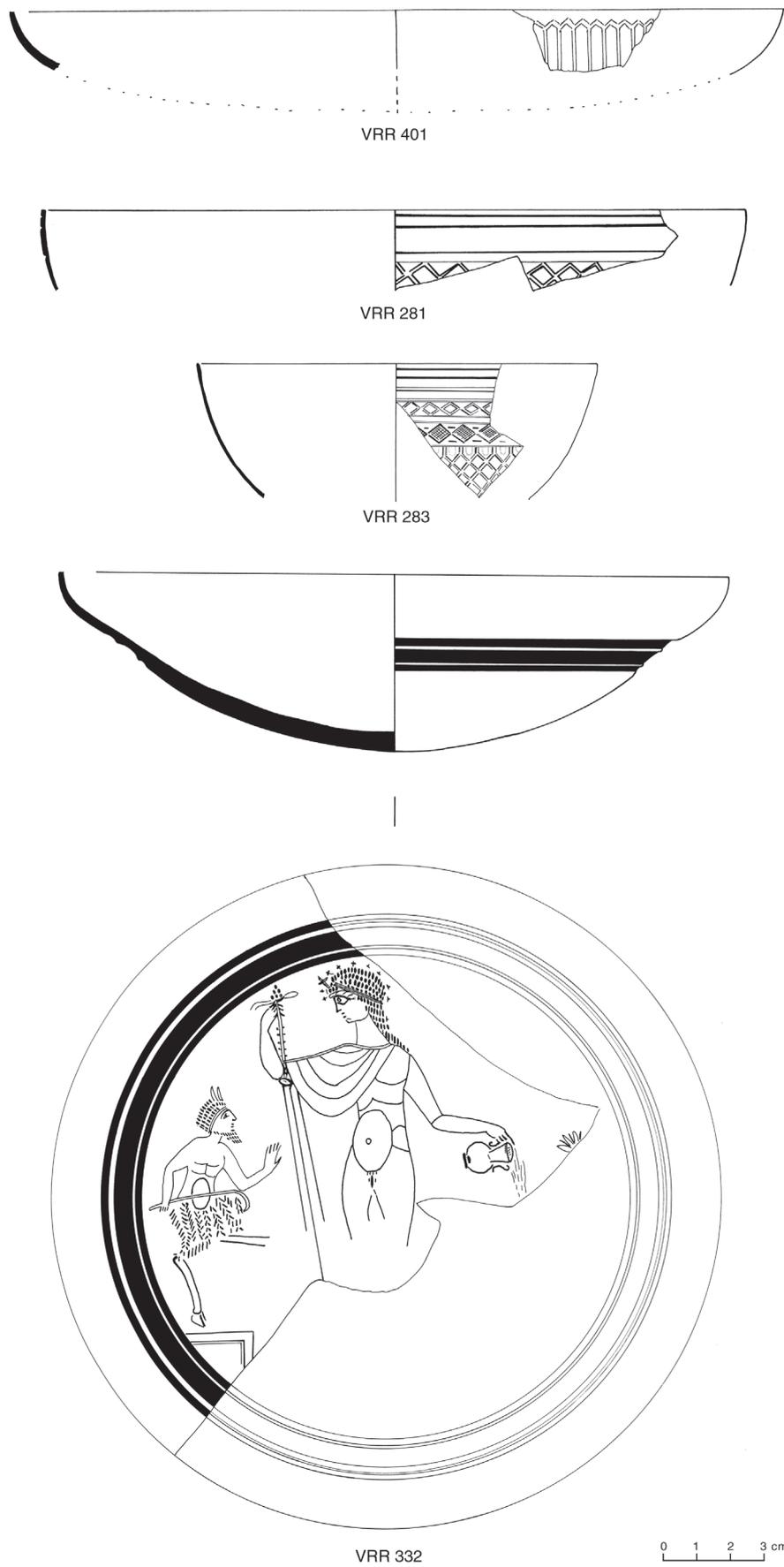


Fig. 23 — Groupe de composition 3, série 3.1, coupes gravées de la seconde moitié du IV^e s. Sud-Est de la France.

creusets et du verre brut comblera cette lacune¹.

4.4. La série 3.1 : étude archéologique (fig. 23, 24, 25)

On doit le dire d'emblée : cette série est, au point de vue archéologique, la plus hétérogène (tab. 15).

Les 18 échantillons qui la composent viennent tous, à l'exception de deux, du midi de la France. Ils peuvent se diviser en 3 groupes.

- Les verres les plus tardifs sont datés de la seconde moitié du IV^e siècle ou viennent de contextes situés à la charnière des IV^e -V^e siècles. Ces " unités stratigraphiques ", dans les fouilles de Gadagne à Lyon, du port de Bourbou (Loupian) ou de l'Hôtel-Dieu (Narbonne), renfermaient aussi du verre olive correspondant au groupe de composition 1. On a noté que les mêmes formes de vaisselle, en particulier les coupes et les gobelets au rebord laissé brut, sont réalisées tantôt dans un verre clair, tantôt dans un verre olive et se retrouvent souvent associées dans les mêmes niveaux de la fin du IV^e siècle. Mais les formes en verre clair sont plus précoces. Le décor gravé n'est pas rare dans ces contextes : les supports privilégiés de cette ornementation sont les bols (VRR 281 à 283), les coupes plus épaisses en forme de calotte hémisphérique (VRR 332 et 401), les gobelets (VRR 280) et les bou-

teilles cylindriques à une ou deux anses (non analysées). Certaines coupes en verre clair assez fin ont déjà le décor de dépressions (VRR 287) ou de stries (VRR 291) qui se généralise sur les pièces olive ; leur profil est d'ailleurs tout à fait comparable aux coupes du V^e siècle. Cette matière incolore est parfois plus épaisse sur les gobelets (VRR 273 et 284). Quelques-uns, en verre presque parfaitement incolore, portent des pastilles colorées bleues ou vertes. Ces pièces se distinguent de celles du groupe de composition 1 par leur coloration beaucoup plus claire, l'épaisseur du verre, le rebord qui n'a pas de profil concave aussi marqué et par la teinte des pastilles beaucoup plus variée. Ces verres sont rares dans le sud de la France, mais il s'en trouve régulièrement quelques exemplaires (par exemple à Port-Vendres, Arles, Marseille). Ce mobilier rappelle aussi bien les productions rhénanes que celles de l'atelier oriental de Jalame. Le fragment analysé vient de Beyrouth, mais contrairement aux autres échantillons du même site, il n'est pas une production de l'atelier local (VRR 273).

Un seul atelier secondaire actif dans le courant du IV^e siècle est connu à Vienne (Foy, Tardieu 1983) ; un déchet est analysé (VRR 35). Ce lot de verres du groupe archéologique A, daté du IV^e ou du début du V^e siècle, comprend 11 échantillons ; c'est le plus important de la série 2.1. Il faut noter que tous les échantillons qui par leur datation et

VRR	description	lieu de découverte
35	déchet de verre verdâtre	Vienne (atelier de St-Martin) IV ^e siècle
17	verre soufflé, forme indéterminée	Pouzzoles, non daté, non dessiné
192	coupe côtelée moulée, bleu-vert	Gémenos (St Jean-de-Garguier) I ^{er} s. ap.
193	coupe côtelée moulée, bleu-vert	Gémenos (St Jean-de-Garguier) I ^{er} s. ap. non dessinée
273	gobelet incolore à pastilles bleues appliquées	Beyrouth, fin du IV ^e siècle
280	gobelet gravé, à peine verdâtre	Narbonne (Hôtel-Dieu), début V ^e s.
281	coupe à décor gravé, à peine bleutée	Lyon (Gadagne), fin IV ^e - début V ^e s.
282	coupe à décor gravé, à peine bleutée	Lyon (Gadagne), fin IV ^e - début V ^e s.
283	coupe à décor gravé, verdâtre	Lyon (Gadagne), fin IV ^e - début V ^e s.
284	gobelet, à peine bleuté	Lyon (Gadagne), fin IV ^e - début V ^e s.
287	coupe, à peine bleutée	Loupian (Port du Bourbou), début V ^e
291	coupe, à peine bleutée	Loupian (Port du Bourbou), début V ^e
332	coupe à décor gravé	Larina (Hières-sur-Amby), début V ^e s.
358	verre à vitre, verdâtre	Porticcio, épave seconde moitié du III ^e s. (non dessiné).
359	verre à vitre, verdâtre	Porticcio, épave seconde moitié du III ^e s.
401	coupe à décor gravé, verdâtre	Arles (Les Combettes), prospection IV ^e s. ?
463	verre à vitre	Épave des Embiez, III ^e s. (non dessiné)
481	gobelet soufflé dans un moule, bleuté	Golfe de Fos, seconde moitié du I ^{er} s. ap. (non dessiné)

Tab. 15 — Groupe de composition 3, série 3.1.

¹ Nous devons cette information à L. Schneider, responsable de la fouille du Roc de Pampelune.

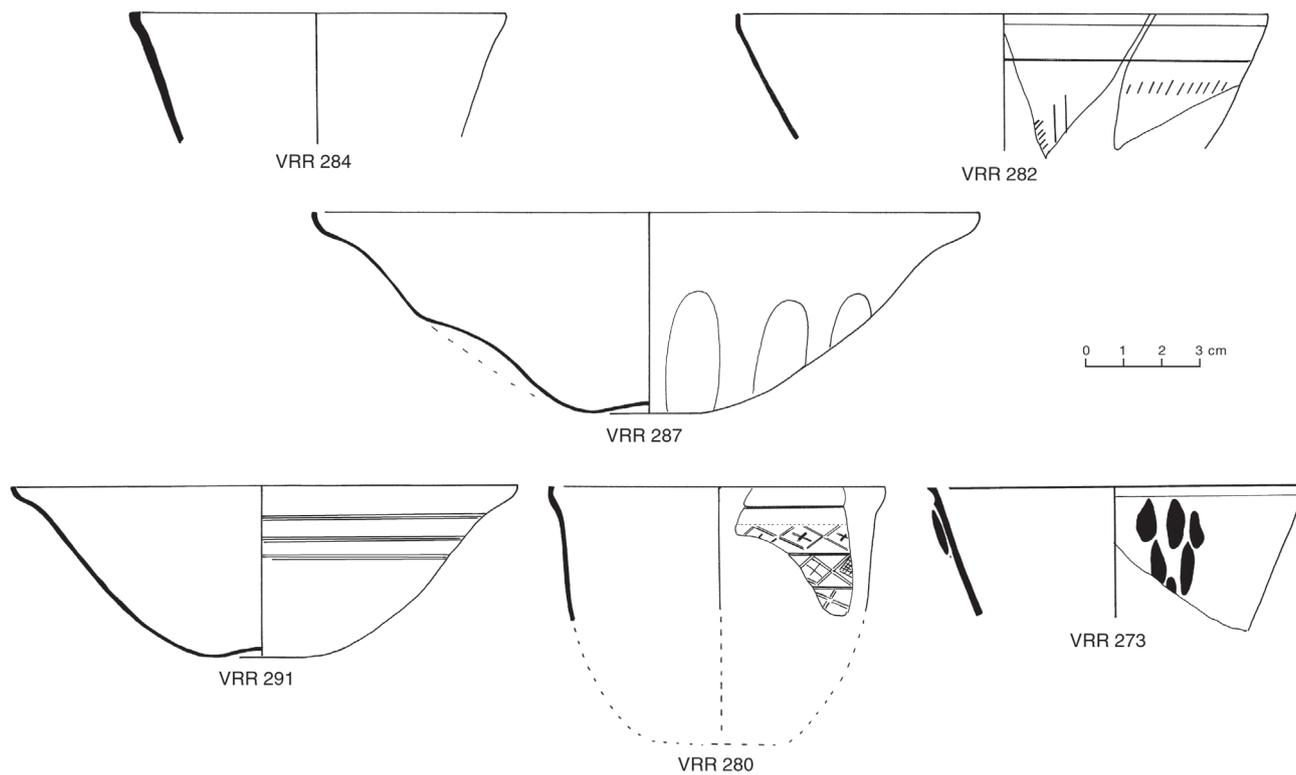


Fig. 24 — Groupe de composition 3, série 3.1, coupes et gobelets de la seconde moitié du IV^e s. et du début V^e s., midi de la France et Beyrouth (VRR 273).

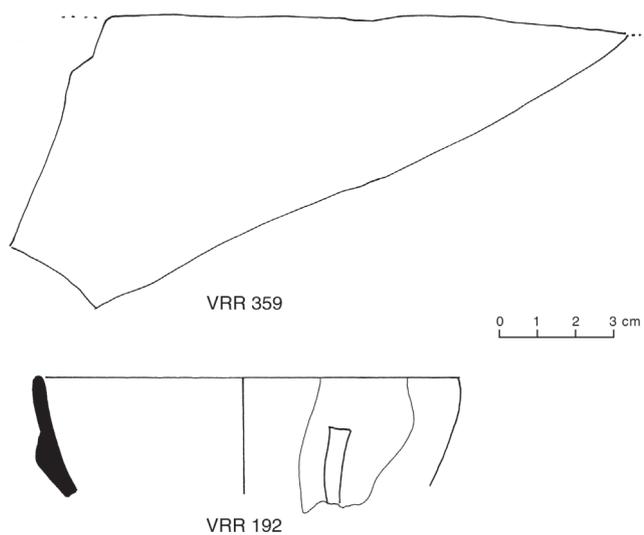


Fig. 25 — Groupe de composition 3, série 3.1, verre plat (seconde moitié du III^e s.) et coupe côtelée (I^{er} s.).

leur typologie s'apparentent à cet ensemble, (par exemple VRR 290 et 285, analyses non publiées) ne peuvent entrer dans cette série 3.1 ; leur taux d'aluminium est moins élevé.

- Le second lot avec seulement 3 échantillons est daté du III^e siècle. Les 3 débris de verre plat viennent de l'épave des Embiez datée du III^e siècle et de l'épave de Porticcio attribuée à la seconde moitié du III^e siècle.

- Le dernier ensemble est nettement antérieur : il comprend des coupes côtelées pressées dans un moule, de type Isings 3, (VRR 192, 193) et un gobelet soufflé dans un moule à décor d'amandes (VRR 481) trouvé dans le golfe de Fos avec d'autres fragments de même type (Foy, Nenna 2001, p. 80-81). Ces formes sont du I^{er} siècle après J.-C. Le fragment de Pouzzoles n'est pas daté (VRR 17).

Ces trois ensembles ont en commun un taux d'alumine assez élevé, mais leur composition n'a pas des caractéristiques assez nettes pour faire de la série 3.1 la composition spécifique d'une aire de production. On remarque que les échantillons les plus tardifs se différencient des trois verres du Haut Empire par les proportions de chaux et de magnésie qui sont plus élevées. Mais ces comparaisons qui ne portent que sur quelques échantillons seulement ne sont pas très significatives.

Conclusions

Une diversification des compositions a été observée à travers l'étude des verres fabriqués entre le V^e et le IX^e siècle et retrouvés en Orient (Freestone *et al.* 2002a et b, Foy *et al.* sous presse) et en Occident. Ces résultats traduisent-ils réellement une multiplication des ateliers primaires à partir de la fin de l'Antiquité ou bien ne sont-ils que le reflet de l'avancement des recherches sur les verres de cette époque ? Les seuls ateliers primaires ou secondaires que l'on connaisse en Orient sont en effet tardifs.

La multiplicité des compositions décelées dans les verres de l'époque tardive permet de compléter la carte des zones de production, mais n'efface pas l'image que l'on se faisait déjà du rôle de la Syro-Palestine dans l'artisanat du verre. Les ateliers primaires de la région dite du Belus ont gardé, du début de l'Antiquité romaine jusqu'à la conquête arabe, une place primordiale dans le commerce du verre brut à destination de l'Occident. Tout au long de cette bande littorale, ils ont tour à tour exploité divers gisements de sable et se sont sans doute déplacés. Cette région, qui apparaît sans équivoque comme l'une des plus importantes pour la production du verre et comme la première pour la commercialisation de cette matière, dans l'Antiquité, semble pourtant avoir été concurrencée à plusieurs reprises, en particulier aux II^e-III^e siècles, au V^e siècle et aux VI^e-VII^e siècles.

Les ateliers qui ont produit massivement un verre incolore que l'on rencontre en Orient et en Occident (verre du groupe 4) surtout au II^e s. et dans la première moitié du III^e siècle, ne sont pas encore localisés ; mais le sable

pauvre en chaux et contenant très peu d'impureté qui a été utilisé vient probablement d'une autre région (peut-être d'Égypte ?)

Au début du V^e siècle, il semble que l'Égypte prenne, avec le groupe 1, une grande part du marché du verre brut vers l'Occident. Nous ignorons en revanche de quelle zone productrice provient le verre du groupe 2 mis en œuvre par de nombreuses officines occidentales entre le VI^e siècle (surtout à partir du milieu) et le VII^e siècle.

Les compositions des 159 verres étudiés ici, pour la plupart d'époque tardive, se rattachent, on l'a vu, à plusieurs séries rassemblées en 3 groupes ; ils permettent d'ébaucher l'histoire des arrivées de verres de l'Orient vers l'Occident.

Les verres de la seconde moitié du IV^e siècle (série 3.1) ont une composition assez voisine de la plupart des verres du Haut Empire. Elle ne s'en distingue que par des taux plus élevés d'aluminium, de calcium et de magnésium ; ces différences sont cependant minimales. Les analyses de deux coupes à décor gravé, de forme identique aux échantillons VRR 401 et 332, révèlent aussi des taux d'aluminium, de calcium et de magnésium assez élevés et un pourcentage de sodium assez bas (Larese 2000). La composition des verres de la série 3.1 n'est pas propre au IV^e siècle puisqu'elle est déjà présente dans la seconde moitié du III^e siècle au moins (verres à vitre de Porticcio), voire avant, et ne singularise pas tous les verres du IV^e siècle. Nous avons plusieurs contre-exemples (simples coupelles bleutées ou pièces à très beau décor gravé), pour affirmer que la composition de la série 3.1 n'est pas celle de tous les verres du IV^e siècle. On notera seulement que les particularités de cette composition se retrouvent principalement dans la verrerie du IV^e siècle découverte en Occident, mais aussi en Orient, comme par exemple dans les productions de l'atelier de Jalame. Les sables de la région dite du fleuve Belus exploités dès la Haute Antiquité sont encore la principale source de silice des verres. Au IV^e siècle, les artisans ont sans doute principalement utilisé, au sein de ce très large gisement, une zone dont les sables sont plus riches en alumine. Le verre brut produit dans cette région était importé dans les ateliers secondaires occidentaux comme celui de Vienne dans la vallée du Rhône.

C'est sans doute au tournant du IV^e et du V^e siècle que de nouveaux gisements sont intensivement exploités pour fabriquer un verre qui sera largement diffusé surtout en Méditerranée occidentale. Les analyses des verres de teinte sombre, très abondants au début du V^e siècle dans de nombreuses régions, révèlent l'utilisation d'un sable singulier, riche en fer, en magnésium et en titane (groupe 1). Ces caractéristiques chimiques, en particulier les valeurs élevées de titane, déjà remarquées dans les verres omeyyades et abbassides égyptiens, et dans les ateliers primaires de Maréotide et du Wadi Natrun, laissent penser qu'il s'agit d'un sable d'Égypte. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que les verres de coloration olive sont

très nombreux en Égypte et peu présents en Palestine et Syrie. L'Égypte devait exporter vers l'Occident du verre brut, retrouvé dans les places de transit (Carthage, Port-Vendres, Bordeaux, Toulouse, Marseille) et les ateliers (Marseille), mais aussi des objets manufacturés. L'Égypte, qui a sans doute ravi à la Syro-Palestine une très grande part du marché destiné à l'Occident, envoie du verre vers l'Afrique, toutes les rives septentrionales de la Méditerranée, mais aussi la Mer Noire. En revanche, il ne semble pas que ce produit ait réussi à s'imposer en Syrie et Palestine où se sont maintenus les ateliers installés de longue date.

Ces importations égyptiennes (groupe 1), très certainement concurrencées par les produits syro-palestiniens, occupent la première place sur le littoral méditerranéen occidental dans la première moitié du V^e siècle. Vers la fin de ce siècle et au début du VI^e siècle, ces apports semblent se tarir. Les analyses des verreries caractéristiques de cette époque ont permis d'isoler une petite série (3.2) qui se distingue par des taux faibles d'alumine et de chaux et des valeurs assez élevées de fer et de soude. Ces particularités ne permettent cependant pas de sortir cette série du groupe de composition 3. Nous pouvons penser que ces verres sont faits avec un sable de la côte syro-palestiniennne, mais peut-être faut-il le chercher hors de la portion du littoral qui va du niveau Jalame à Apollonia, zone dont les sables se singularisent par des taux d'alumine élevés (séries 3.1 et 3.3 ou *Levantine I* et *Levantine II* de Freestone), à moins qu'il ne s'agisse d'un secteur particulier de ce grand gisement. Ce verre brut alimentait les ateliers de Marseille, mais circulait hors de la Méditerranée comme le prouve l'analyse d'un verre toulousain. Rappelons que tous les verres de cette époque ne relèvent pas de cette même série 3.2.

Dans la seconde moitié du VI^e siècle et durant une grande partie du siècle suivant, les officines du sud de la France (Maguelone, Marseille) comme sans doute les ateliers tunisiens recevaient du verre brut en provenance d'une même région. Leurs productions, principalement des verres à tige et des lampes, sont réalisées dans un verre (série 2.1) de composition assez proche de celle du groupe 1 mais, cependant, bien distinct de celui-ci (fer, titane et magnésie en proportions moindres ; potassium et chaux plus élevés). Nous ignorons l'origine de ce groupe 2 dont la présence en Égypte et les parentés avec le groupe 1 sont à relever. Groupes 1 et 2 pourraient être voisins ; mais dans le cas où ce groupe 2 serait égyptien, il ne pourrait émaner que de gisements différents de ceux qui ont donné le groupe 1. Cependant, les résultats des analyses des premiers verres islamiques d'Égypte ne plaident pas en faveur d'une origine égyptienne car ces verres datés entre le VII^e et le IX^e siècle appartiennent (hormis VRR 470, très marginal dans le groupe 2) à d'autres groupes de composition (Foy *et al.* sous presse). Aussi, pourrait-on se demander si cette série 2.2, constituée pour une large part d'exemplaires très tardifs du groupe 2, n'est pas autre chose que le résultat de multiples refusions de débris de vaisselle appartenant en grande partie à la série

antérieure 2.1. Ce qui expliquerait que l'on trouve principalement cette série 2.2 dans les régions où le verre de Palestine (série 3.3) n'arrive pas. Cette hypothèse impliquerait que le stock de verres à recycler soit important pour fonctionner sans apport de matière brute, ce qui n'est pas démontré. Nous ne disposons pas d'un nombre suffisant d'analyses pour discuter de cette question. On soulignera cependant l'absence de verre brut dans la série 2.2 et combien la pratique de la refusion du verre s'amplifie à la fin du VII^e et au VIII^e siècle (Saguì, Mirti dans ce vol.), ce qui signifie certainement, sinon un arrêt des apports, au moins une difficulté d'approvisionnement.

Au début de la période islamique, comme pour les époques précédentes, le verre brut est fabriqué en Orient et parvient au moins sur quelques places occidentales. Bien que nous n'ayons pas encore de nombreux témoignages concrets, ni de ce commerce (un seul bloc de verre brut à Bordeaux, un autre à Rome) ni de la mise en œuvre de ce verre brut (pas d'atelier localisé hors Rome) au-delà de la fin du VI^e siècle, nous avons tout lieu de croire que ces échanges se poursuivent. En effet, les études typologiques tendent à montrer que les verreries des VII^e-VIII^e s. découvertes en Occident ont des formes originales, très vraisemblablement façonnées sur place. Les *palm cup* découverts dans diverses régions d'Europe, mais aussi les lampes et les vaisselles africaines appartiennent à un répertoire typologique différent des productions orientales. Les formes élaborées dans l'atelier de Beyrouth à la fin du VII^e siècle ne se retrouvent pas dans la verrerie contemporaine de Tunisie, pourtant tout ce mobilier est fabriqué à partir du même verre brut. Cette composition identifiée à la série 3.3 est probablement contemporaine de la série 2.2. Les analyses sont encore trop peu nombreuses et les verres insuffisamment bien datés pour juger de la prépondérance d'une matière sur une autre en Occident. On rappellera une nouvelle fois que la série 2.2 est essentiellement représentée par le mobilier du midi de la France, alors que la série 3.3 apparaît surtout dans les verres d'Orient et de Tunisie (un seul verre en France, VRR 131). Le verre brut en provenance de Palestine ne semble donc pas arriver sur toutes les côtes septentrionales de la Méditerranée : Rome est pour l'instant la seule ville occidentale où l'on rencontre à la fois les séries 2.2 et 3.3 sans doute contemporaines (Mirti *et al.* 2000 et 2001). C'est aussi la seule place occidentale où nous pouvons identifier des verres " byzantino-omeyyades " (Mirti *et al.* 2000, analyses CB10, 11, 12), comparables au groupe 10, récemment reconnu en Égypte dans le mobilier de Tebtynis (Foy *et al.* sous presse).

Cette série 3.3 se distingue par un taux élevé d'alumine, particularité qui n'est pas propre à cette série, mais semble une " tendance " des verres de cette époque, en Orient. Ian Freestone note en effet des pourcentages importants d'alumine dans les compositions dites *Levantine I* (verres de Jalame fin du IV^e siècle et verres de Bet Shean, Dor et Apollonia, VI^e-VII^e) et *Levantine II* (verres de l'atelier de Bet Eli'ezer, VII^e-VIII^e). On retrouve cette caractéristique dans les verres de Raqqa, non produits localement

(Henderson dans ce volume). La série 3.3, proche des compositions dites levantines, ne peut cependant pas être parfaitement assimilée à l'une ou à l'autre. Elle s'écarte des verres de l'atelier de Bet Eli'ezer par des teneurs en chaux plus élevées et se sépare un peu du groupe *Levantine I* par ses pourcentages de soude inférieurs. L'officine de Beyrouth ne s'est sans doute pas exactement approvisionnée auprès de l'atelier primaire de Bet Eli'ezer, ni dans celui d'Apollonia, mais vraisemblablement dans un atelier situé dans la même zone géographique. C'est de cette région palestinienne que partait aussi le verre brut

pour être transformé dans les officines occidentales. Ainsi, nous observons, sous la domination arabe, la persistance d'un commerce du verre. Plusieurs courants commerciaux peuvent être identifiés. Si l'existence de la route de la série 2.2 est hypothétique, les itinéraires de la série 3.3 qui relie la Palestine à l'Afrique et à la Syrie (Beyrouth et Raqqa), mais sans doute aussi (directement ou indirectement) à quelques points de la Méditerranée du Nord sont assurés. D'autres apports plus discrets coexistent certainement comme on peut le voir à Rome.

Bibliographie

- Abdul-Hak (S.) 1965, " Contribution d'une découverte archéologique récente à l'étude de la verrerie syrienne à l'époque romaine ", *JGS* 7, 1965, p. 26-34.
- Arveiller-Dulong (D.), Guillot (Y.), Roumégoux (Y.) 1994, " Les fouilles de l'archevêché de Sens : la verrerie ", *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est* 45, 1994, p. 169-191.
- Bertoncello (F.), Codou (Y.) 2001, " Roquebrune-sur-Argens, Sainte-Candie ", in *Bilan Scientifique Provence-Alpes-Côte d'Azur 2000*, Service régional de l'Archéologie, Aix-en-Provence, 2001, p. 161-163.
- Brill (R.H.) 1988, " Scientific Investigation of Jalame Glass and Related Finds ", in Weinberg (G.D.), ed., *Excavations at Jalame, Site of Glass Factory in Late Roman Palestine*, Columbia, 1988, p. 257-294.
- Brill (R.H.) 1999, *Chemical Analyses of Early Glasses*, The Corning Museum of Glass, vol. 1 et 2, Corning, New-York, 1999.
- Cool (H.E.M.), Price (J.) 1995, *Roman Vessel Glass from excavations in Colchester 1971-1985*, *Colchester Arch. Report* 8, Colchester, 1995.
- Dilly (G.), Mahéo (N.) 1997, *Verreries antiques du Musée de Picardie*, Paris, 1997.
- Egloff (M.) 1977, *Kellia la poterie copte quatre siècles d'artisanat et d'échanges en basse Égypte*, I, 1977, Genève.
- Falcetti (C.) 2001, " La suppellettile in vetro ", in Mannoni (T.), Murialdo (G.), *S. Antonino : Un insediamento fortificato nelle ligure bizantina*, Bordighera, 2001, p. 403-456.
- Faure-Boucharlat (E.), Caclin (C.) 2001 avec les contributions de Béal (J.-C.), Feugère (M.), Olive (C.), " Trévoux, Près de Corcelles (Ain) ", in Faure-Boucharlat (E.) éd., *Vivre à la campagne au Moyen Age, l'habitat rural du Ve au XIIe s. Documents d'Archéologie Rhône-Alpes*, 2001, Lyon, p. 225-242.
- Feyoux (J.-Y.) 1995, " La typologie de la verrerie mérovingienne du nord de la France ", in *Actes du colloque Le verre de l'Antiquité Tardive et du haut Moyen Age (IVe-VIIIe) : Typologie Chronologie Diffusion* (Guiry-en-Vexin, 18-19 novembre 1993), Musée départemental du Val-d'Oise, 1995, p. 109-137.
- Forbes (R.J.) 1957, *Studies in Ancient Technology* V, Leiden, 1957.
- Foy (D.) 1995, " Le Verre de la fin du IVe au VIIIe siècle en France méditerranéenne : premier essai de typochronologie ", in *actes du colloque Le verre de l'Antiquité Tardive et du haut Moyen Age (IVe-VIIIe) : Typologie Chronologie Diffusion* (Guiry-en-Vexin, 18-19 novembre 1993), Musée départemental du Val-d'Oise, 1995, p. 187-244.
- Foy (D.) 1998, " Le verre ", in Bonifay (M.), Carre (M.-B.) et Rigoir (Y.), *Fouilles à Marseille : les mobiliers, (1er -VIIe siècle)*, *Études Massaliètes* 5, 1998.
- Foy (D.) 2000a, " L'héritage antique et byzantin dans la verrerie islamique, exemples d'Istabl'Antar ", *Annales Islamologiques* 34, 2000, p. 151-178.
- Foy (D.) 2000b, " Un atelier de verrier à Beyrouth au début de la conquête islamique ", *Syria* 77, 2000, p.1-52.
- Foy (D.) 2001, " Secteur nord de Tebtynis (Fayoum), le verre byzantin et islamique ", *Annales Islamologiques* 35, 2001, p. 465-489.
- Foy (D.), Bonifay (M.) 1984, " Éléments d'évolution des verreries de l'Antiquité tardive à Marseille d'après les fouilles de la Bourse (1980) ", *Revue Archéologique de Narbonnaise* XVII, 1984, p. 290-308.
- Foy (D.), Nenna (M.-D.) 2001, *Tout feu, tout sable, mille ans de verre antique dans le Midi de la France*, Aix-en-Provence, 2001.
- Foy (D.), Picon (M.), Vichy (M.) 2000a, " Les matières premières du verre et la question des produits semi-finis /Antiquité et Moyen Age ", in *Arts du feu et productions artisanales, XXe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Antibes, 2000, p. 419-432.

- Foy (D.), Picon (M.), Vichy (M.) sous presse, " Verres omeyyades et abbassides d'origine égyptienne : les témoignages de l'archéologie et de l'archéométrie " in *Annales AIHV 15 (New York-Corning 2001)*, sous presse.
- Foy (D.), Tardieu (J.) 1983, " Un atelier de verrier de la fin de l'Antiquité à Vienne ", *Actes du 108^e Congrès national des Sociétés Savantes, (Grenoble)*, 1983, p. 103-115.
- Foy (D.), Vallauri (L.) 1985, " Témoins d'une verrerie du haut Moyen Âge à Maguelone (Hérault) ", *Archéologie du Midi Médiéval* 3, 1985, p. 13-18.
- Foy (D.), Vichy (M.), Picon (M.) 2000b, " Lingots de verre en Méditerranée occidentale (III^e siècle av. J.-C. – VII^e siècle ap. J.-C.) / Approvisionnement et mise en œuvre / Données archéologiques et données de laboratoire ", *Annales AIHV 14 (Venise-Milan 1998)*, Lochem 1998, p. 51-57.
- Freestone (I.C.) 1994, " Chemical Analyses of «raw» fragments ", in Hurst (H.R.I.), éd., *Excavations at Carthage ; the British Mission, II. The circular harbour, north side ; the site and finds other than pottery*, Oxford, 1994, chapitre 15, p. 290.
- Freestone (I.C.), Gorin-Rosen (Y.), Hugues (M.J.) 2000, " Primary Glass from Israel and the Late Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period ", in Nenna (M.-D.), éd., *La route du Verre, Travaux de la Maison de l'Orient* 33, Lyon 2000, p. 65-83.
- Freestone (I. C.), Ponting, (M.), Hughes (M. J.) 2002a, " The origins of Byzantine Glass from Maroni Petra, Cyprus ", *Archaeometry* 44, 2002, p. 257-272.
- Freestone (I.C.), Greenwood (R.), Gorin-Rosen (Y.) 2002b, " Byzantine and Early Glasmaking in the Eastern Mediterranean : Production and Distribution of primary Glass ", in *Hyalos Vitrum Glass*, Athènes, 2002, p. 167-173.
- Fünfschilling (S.) 1999, " Gläser aus den Grabungen des Deutschen Archäologischen Instituts in Karthago. Die Grabungen « Quartier Magon » und der rue Ibn Chabâat sowie kleinere Sondagen ", in Rakob (F.), *Karthago III*, Mayence, 1999, p. 435-530.
- Gorin-Rosen (Y.) 2000, " The Ancient Glass Industry in Israel : Summary of the Finds and New Discoveries ", in Nenna (M.-D.), éd., *La route du Verre, Travaux de la Maison de l'Orient* 33, Lyon, 2000, p. 49-63.
- Gratuze (B.) 2000, " Étude chimique des verres de Beyrouth ", *Syria* 77, 2000, p. 291-296.
- Harden (D. B.) 1936, *Roman glass from Karanis found by the University of Michigan archaeological expedition in Egypt, 1924-1929, University of Michigan Studies, Humanistic Series*, vol. XLI, Ann Arbor, 1936.
- Hayes (J.W.) 1975, *Roman and Pre-Roman Glass in the Royal Ontario Museum. A Catalogue*, Toronto, 1975.
- Jennings (S.) 1997-98, " The Roman and Early Byzantine Glass from the Souks excavations : an interim statement ", *Berytus* 43, 1997-98, p. 111-146.
- Larese (A.) 2000, " Il cosiddetto maestro della coppa di Daniele. Analisi chimiche, stilistiche e iconografiche sui vetri incisi di Portogruaro e di Bologna ", *Annales AIHV 14 (Venise-Milan 1998)*, Lochem, 2000, p. 117-121.
- Lugand (M.), Bermond (I.) 2001, *Agde et le Bassin de Thau, Carte archéologique de la Gaule* 34/2, Paris, 2001.
- Mirti (P.), Casoli (A.), Appolonia (L.) 1993, " Scientific Analysis of Roman Glass from Augusta Praetoria ", *Archaeometry* 35, 1993, p. 225-240.
- Mirti (P.), Lepora (A.), Sagù (L.) 2000, " Scientific Analysis of Seventh-Century Glass Fragments from the Crypta Balbi in Rome ", *Archaeometry* 42, 2000, p. 359-374.
- Mirti (P.), Davit (P.), Gulmini (M.), Sagù (L.) 2001, " Glass Fragments from the Crypta Balbi in Rome : The Composition of Eighth-Century fragments ", *Archaeometry* 43, 2001, p. 491-502.
- Nenna (M.-D.) 2000, " Ateliers de production et sites de consommation en Égypte. V^e siècle av. J.-C. – VII^e siècle ap. J.-C. Premier bilan ", *Annales AIHV 14 (Venise-Milan 1998)*, Lochem, 2000, p. 20-24.
- Nenna (M.-D.), Picon (M.), Vichy (M.) 2000, " Ateliers primaires et secondaires en Egypte à l'époque gréco-romaine ", in Nenna (M.-D.) éd., *La route du verre (Lyon 1997), Travaux de la Maison de l'Orient* 33, Lyon, 2000, p. 97-112.
- Nenna (M.-D.), Vichy (M.), Picon (M.) 1997, " L'atelier de verrier de Lyon du I^{er} siècle après J.-C., et l'origine des verres romains ", *Revue d'Archéométrie* 21, 1997, p. 81-87.
- Pellecuer (Ch.) 2000, " San Peyre (Gard), une agglomération tardo-antique de l'arrière-pays languedocien, ouverte au commerce méditerranéen ", *Archéologia* 256, septembre 2000, p. 42.
- Picon (M.) 1973, " L'analyse chimique des céramiques : bilan et perspectives ", in *Archeometria della ceramica. Problemi di metodo*, Bologne, 1973, p. 3-26.
- Picon (M.) 1995, " Compositions chimiques et détermination de l'origine des céramiques : réflexions sur la nature des preuves ", in *Second European Meeting in Ancient Ceramics*, Barcelone, 1995, p. 229-233.
- Picon (M.) 2001, " L'apport du laboratoire dans les identifications de céramiques ", in Lévêque (P.) et Morel (J.-P.) éd., *Céramiques hellénistiques et romaines III*, 2001, p. 9-30.
- Picon (M.), Vichy (M.) 2002, " D'Orient en Occident : l'origine du verre à l'époque romaine et durant le haut Moyen Âge ", dans ce volume.
- Porte (P.) 2001, *Le domaine rural de Larina de l'Antiquité tardive au haut Moyen Âge (Hières-sur-Amby, Isère)*. Thèse manuscrite, Université de Provence, Aix-Marseille I, 2001.
- Rodziewicz (M.) 1984, *Alexandrie III, les habitations romaines tardives d'Alexandrie à la lumière des fouilles polonaises à Kôm el-Dikka*, Varsovie, 1984.

- Rousset (M.-O.), Marchand (S.) 1999, “ Tebtynis 1998, travaux dans le secteur nord ”, *Annales Islamologiques* 33, 1999, p. 185-262.
- Rousset (M.-O.), Marchand (S.) 2000, “ Secteur nord de Tebtynis (Fayoum), mission de 1999 ”, *Annales Islamologiques* 34, 2000, p. 387-436.
- Rousset (M.-O.), Marchand (S.) 2001, “ Secteur nord de Tebtynis (Fayoum), mission de 2000 ”, *Annales Islamologiques* 35, 2001, p. 409-464.
- Saguì (L.) 1993a, “ Produzioni vetrarie a Roma tra tardo-antico e alto medioevo ”, in *La storia economica di Roma nell’Alto Medioevo alla luce dei recenti scavi archeologici*, Florence, 1993, p. 113-136.
- Saguì (L.) 1993b, “ Verreries de l’Antiquité tardive et du Haut Moyen Age d’après les fouilles de Rome, Crypta Balbi ”, *Annales AIHV* 12 (*Vienne 1991*), Lochem, 1993, p. 187-197.
- Saguì (L.), Mirti (P.), “ Produzioni di vetro a Roma nell’alto medioevo : dati archeologici e archeometrici ”, dans ce volume.
- Slim (L.), Bonifay (M.), Troussset (P.) 1999, “ L’usine de Salaison de Neapolis (Nabeul), premiers résultats des fouilles 1995-1998 ”, *Africa* XVII, 1999, p. 153-197.
- Stern (E.M.) 1995, *The Toledo Museum of Art : Roman Mold-Blown Glass. The first through sixth century*, Toledo, 1995.
- Weinberg (G.D.) 1988, *Excavations at Jalame, Site of Glass Factory in Late Roman Palestine*, Columbia, 1988.

Annexes

1. Compositions et classifications

Dans le cas des verres au natron, les seuls qui nous retiendront ici, les compositions chimiques globales sont celles d'un mélange comprenant deux composants, le sable et le natron, introduits volontairement par les verriers. Avec eux, différents constituants dont la présence n'a pas été reconnue d'une manière formelle, ont été introduits fortuitement.

Ainsi le sable, qui est le composant le plus important utilisé dans la fabrication du verre, n'est pas constitué seulement de silice, SiO_2 , mais comporte de nombreux autres constituants mineurs et des traces, dont les verriers n'avaient aucune perception directe. Parmi les constituants mineurs apportés par le sable, on trouve la chaux : CaO , l'alumine : Al_2O_3 , la magnésie : MgO , la potasse : K_2O , l'oxyde de fer : Fe_2O_3 , l'oxyde de titane : TiO_2 , etc.

L'ensemble des constituants mineurs et des traces apportés par le sable représente en quelque sorte la « signature » du sable que le verrier a utilisé. Cette signature s'exprime par les pourcentages de ces différents constituants, mineurs et traces. Ce sont eux qui permettent de distinguer un sable d'un autre dont l'origine serait différente. On parlera, à propos de ces pourcentages, de données ou variables géochimiques.

Les variables géochimiques sont évidemment celles dont on se sert préférentiellement lorsqu'on souhaite que la classification fournisse des groupes de composition qui correspondent aux sables, de différentes origines, employés par les verriers. Ces groupes de composition représenteront donc autant d'ateliers primaires. Hormis le cas où, dans un même atelier primaire, des sables d'origine différente auraient été employés simultanément ou successivement.

Dans les verres au natron, les variables géochimiques qui caractérisent les sables utilisés par les verriers se déduisent aisément de la composition chimique globale des verres. Il n'y a en effet que deux composants qui aient été employés pour la fabrication de ces verres : le sable et le natron (Foy *et al.* 2000a, p. 423-425 ; Picon, Vichy, même volume, note 4). Or le second composant est un produit suffisamment pur pour qu'on puisse négliger, dans la plupart des cas, les constituants mineurs et les traces qu'il apporte aux verres, en même temps que le sodium (à l'exception des traces de strontium, rarement négligeables) (Brill 1988, p. 270).

Ainsi la proportion de natron dans les verres peut-elle être évaluée avec une marge d'erreur faible – que l'on tiendra pour négligeable – à partir du pourcentage de sodium donné par l'analyse. Il est alors facile d'en déduire, par simple soustraction, la composition du sable (l'incertitude résiduelle la plus importante tient au pourcentage, inconnu, du sodium dans le sable, mais celui-ci reste faible par rapport au pourcentage de sodium apporté par le natron ; en outre les classifications relevant pour l'essentiel de

démarches comparatives, cette incertitude porte rarement à conséquences).

Lorsqu'on souhaite que la classification fournisse des groupes de composition de nature essentiellement géochimique, c'est-à-dire des groupes qui correspondent du mieux possible aux différentes origines des sables, donc aux différents ateliers primaires, on utilisera – d'après les indications données précédemment – les constituants suivants : Si, K, Mg, Ca, Al, Fe, Ti, avec éventuellement, quelques traces liées aux sables : Zr, Ni, Cr, Ce... La somme de ces constituants étant ramenée à 100.

Si on laisse le sodium dans la classification, celle-ci prend un caractère mixte, géochimique et technique, puisque le rapport du natron au sable, donc du sodium au silicium et aux constituants précédents, dépend dans une certaine mesure du choix des verriers. L'introduction du sodium dans la classification pourrait donc conduire, en théorie du moins, à des subdivisions, donc à des sous-groupes à l'intérieur d'un même atelier primaire qui n'utiliserait qu'un seul sable. Mais en général les variations des pourcentages de sodium sont insuffisantes pour créer des sous-groupes, sauf dans le cas où certaines valeurs du sodium se trouveraient associées à des variantes géochimiques ou techniques particulières. Cette association étant rarement exclusive, car ces mêmes valeurs du sodium se retrouvent en général sur d'autres exemplaires, sans y être accompagnées des mêmes variantes géochimiques, et inversement. On reviendra plus loin sur la signification éventuelle de ces sous-groupes.

D'autres caractéristiques techniques peuvent influencer plus fortement sur la classification. C'est ce qui se passe avec le manganèse, Mn, qui est normalement apporté par le sable, en faible quantité, mais qui peut aussi avoir été introduit volontairement par les verriers comme décolorant, ou comme colorant (violet pourpre). Le cas également avec l'antimoine, Sb, utilisé comme décolorant, ou comme opacifiant (blanc opaque), et avec les autres colorants du verre : Cu (bleu vert ou rouge opaque), Co (bleu foncé), etc.

Souvent on écarte de la classification ces différents constituants, afin de ne pas séparer les verres décolorés, colorés ou opacifiés, de ceux qui ne le sont pas, mais qui proviendraient du même atelier primaire. On peut au contraire avoir intérêt à souligner les particularités techniques correspondantes, ce qui conduira à maintenir ces mêmes constituants dans la classification. On pourra mettre ainsi en évidence, à l'intérieur d'un groupe, des sous-groupes techniques, plus ou moins bien individualisés.

Deux remarques pour finir. L'une concerne le cobalt, Co, dont les minerais utilisés pour colorer les verres en bleu foncé contiennent souvent des pourcentages d'impuretés, et notamment de fer, suffisamment élevés pour rendre la classification de ces verres particulièrement difficile. L'autre porte sur le plomb, Pb, qui peut, sous forme d'oxyde PbO , se combiner à la silice pour donner un verre

incolore, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser de natron. Mais il existe aussi des verres mixtes, plombo-alcalins, à base de sable, de natron et d'oxyde de plomb. On connaît encore mal les développements et les usages spécifiques de ces différents types de verre au plomb, qui sont toutefois très minoritaires.

Quant aux difficultés soulevées par les refusions, elles seront examinées plus loin.

2. Groupes et sous-groupes

L'idéal serait de pouvoir disposer de groupes géochimiques qui correspondent à autant d'ateliers primaires différents. Mais en pratique nos groupes sont seulement des ensembles de verres dont les caractéristiques de composition paraissent suffisamment tranchées pour qu'on puisse estimer avoir des chances de se trouver dans ce cas. Une telle situation, qui n'est pas aussi limpide qu'on pouvait l'espérer, demande quelques explications. Les unes, de portée générale, sont réunies dans ce chapitre (non sans avoir rappelé d'abord, mais très brièvement, quels sont les principaux groupes de composition des verres au natron que nous connaissons, et quelles sont leurs particularités majeures). Les autres, concernant plus particulièrement tel groupe ou tel autre, ont été intégrées dans l'étude de ces groupes.

Actuellement nous avons pu isoler un peu plus d'une dizaine de groupes de composition parmi les verres au natron que nous avons étudiés (cf. fig. 2). Le plus important, et de beaucoup, est le groupe 3 qui réunit les verres syro-palestiniens dits de la rivière Belus (Nenna *et al.* 1997 ; Foy *et al.* 2000a). Ce groupe, sporadiquement présent en Occident avant le début de l'ère, semble y avoir été importé massivement dès le I^{er} siècle, et ses importations perdurer sans doute jusqu'au VIII^e siècle. Seuls ses éléments les plus tardifs ont été étudiés ici.

Un groupe de moyenne importance, le groupe 4, présente notamment des pourcentages de calcium et d'aluminium inférieurs à ceux du groupe 3 dont il se différencie encore par l'emploi d'un décolorant à l'antimoine, alors que les exemplaires du groupe 3 sont presque tous décolorés au manganèse, ou ne sont pas décolorés (Foy *et al.* 2000a, 2000b). Le groupe 4, des II^e et III^e siècles (mais peut-être un peu antérieur), ne nous retiendra pas ici, puisqu'il ne s'agit pas de verres tardifs. Par contre, deux groupes de plus petite taille ont encore été concernés par cette étude. Il s'agit des groupes 1 et 2 qui se rencontrent principalement au V^e siècle pour le premier, du milieu du VI^e et jusqu'au VIII^e pour le second (Foy *et al.* 2000a et b). Les verres des groupes 1 et 2 sont généralement de couleur sombre, à dominante brune, jaune ou verte. Ces deux groupes se différencient des précédents surtout par leurs taux élevés de fer, de titane et de magnésium, et par l'utilisation, comme colorant, de forts pourcentages de manganèse (le groupe 1 présentant pour ces quatre constituants des valeurs supérieures à celles du groupe 2).

On notera que les quatre groupes précédents sont connus en Orient et en Occident. D'autres groupes ne sont présents qu'en Orient, comme c'est le cas pour les verres islamiques des groupes 7, 8 et 9 (Foy *et al.* sous presse). C'est le cas également de quelques autres groupes constitués d'exemplaires recueillis dans les ateliers primaires d'Égypte (Nenna *et al.* 2000).

On a indiqué précédemment que les groupes de composition des verres au natron qui ont été isolés jusqu'ici présentent généralement des compositions suffisamment tranchées pour que la réalité de leur existence ne soulève guère d'objection. Ce qui revient à dire qu'il ne s'agit pas de groupes qui auraient été créés artificiellement par les procédés de classification (ce qu'on ne saurait dire de bien des sous-groupes). Mais cela ne signifie pas, pour autant, que leur mise en évidence soit une opération simple, surtout lorsqu'on a affaire à des groupes numériquement peu importants, dont seuls quelques exemplaires sont présents au sein de la très grande masse des verres au natron (constituée pour l'essentiel des verres syro-palestiniens du groupe 3).

Il n'est pas certain que l'on parvienne en travaillant sur un échantillonnage composé au hasard, sur les sites de consommation, à extraire les quelques exemplaires qui feraient partie d'un groupe pourtant bien défini chimiquement (à moins de disposer d'un énorme échantillonnage et d'être en mesure de l'analyser). Car ces exemplaires sont nécessairement noyés dans l'ensemble hétérogène que constituent les échantillons aberrants, marginaux ou simplement sous-représentés. Ce sont alors les données archéologiques, chronologiques et typologiques, voire même l'aspect du matériau, qui permettent de corriger les insuffisances dues à la constitution aléatoire de l'échantillonnage, en lui substituant un ensemble plus cohérent fondé sur des critères visuels, dont les analyses permettront de vérifier la cohérence, comme il a été fait ici. C'est dire le rôle essentiel que représente la collaboration entre archéologue et laboratoire, lors de l'étude et de la classification des verres anciens (cette exigence étant moindre dans le cas des céramiques). En réalité la démarche que l'on a évoquée est plus complexe. Elle consiste en un va-et-vient permanent entre l'étude archéologique et l'étude en laboratoire, qui implique une confrontation constante d'idées et de résultats.

On a déjà eu l'occasion de souligner que les groupes de composition les plus significatifs sont ceux qui ne tiennent compte que des caractéristiques géochimiques des sables. Elles seules permettent de constituer des ensembles de verres correspondant effectivement à des localisations, donc à des ateliers primaires. Étant entendu toutefois que dans un même groupe d'ateliers primaires on peut avoir utilisé successivement, voire simultanément, des sables différents. Inversement plusieurs ateliers primaires, relativement éloignés les uns des autres, peuvent s'être servi du même sable, ou de sables possédant les mêmes caractéristiques géochimiques. Ce qui implique, dans ce dernier cas, d'avoir affaire à des gisements qui appartiennent à la même formation géologique. De telles situations ne sem-

blent guère susceptibles, en contexte méditerranéen, de correspondre à des zones très étendues. D'ailleurs, en ce qui concerne les verres importés en Occident, les seuls qui nous occupent ici, cette pluralité des ateliers primaires dans une même région a peu d'incidence sur les recherches, au stade actuel de nos connaissances. Notons enfin que toutes ces questions ont été très largement débattues dans le cas des argiles et des céramiques, et qu'il ne semble pas nécessaire d'y revenir ici (Picon 1973, 1995, 2001).

En revanche il peut ne pas être inutile de rappeler que les méthodes de classification permettent l'identification de groupes, plus sûrement que celle d'exemplaires isolés, ce qui est aussi le cas pour les céramiques. Mais les identifications individuelles sont encore plus délicates et donc plus risquées avec les verres, car l'éventail des méthodes statistiques utilisables est plus restreint (par suite notamment du petit nombre d'ateliers primaires étudiés, et des fluctuations dues à l'existence des caractéristiques techniques).

La classification des verres engendre fréquemment des groupes mixtes, géochimiques et techniques à la fois, que l'on a déjà évoqués. On ajoutera à leur propos qu'il est assez rare qu'une même caractéristique technique concerne tous les exemplaires issus d'un même atelier primaire. Pourtant ce pourrait être le cas, semble-t-il, du groupe 4 (dont on a déjà dit qu'il ne serait pas étudié ici, n'étant pas d'époque tardive) ; aux particularités de composition de son sable, paraissent systématiquement joints des pourcentages d'antimoine servant de décolorant. Mais, d'une part, il est évident que le groupe 4 ne rassemble pas tous les verres qui ont été décolorés à l'antimoine, le procédé ayant été utilisé dans différentes régions. Et, d'autre part, on peut et on doit s'attendre à ce que les ateliers du groupe 4 aient fabriqué, au moins marginalement, des verres non décolorés ou décolorés au manganèse, avec ce même sable, bien que de tels verres n'aient pas encore été rencontrés dans les analyses. Cette possibilité d'être présents, absents ou différents, dans un même atelier primaire, est commune à l'ensemble des critères techniques ; elle rend leur utilisation délicate et réclame donc un surcroît de précautions.

Parmi les nombreuses autres questions relatives à la classification des verres au natron et à la constitution des groupes de composition, les perturbations éventuelles, dues aux refusions et aux mélanges de verres d'origines différentes, sont difficiles à passer sous silence (alors qu'elles ne concernent pas la classification des céramiques). Or, on est surpris que ces difficultés ne semblent pas aussi graves qu'on pouvait s'attendre. Il y a plusieurs raisons à cela. L'une tient à l'importance exceptionnelle du groupe 3 qui domine à un point tel que les ajouts de verres appartenant à d'autres groupes ne peuvent modifier que très faiblement les compositions des verres de ce groupe. Une autre raison est l'absence de données ciblées sur ces questions, données qui concerneraient par exemple la vaisselle de verre du groupe 3, fabriquée postérieurement à la diffusion du groupe 4. Les mélanges de verres

appartenant à ces deux groupes se révélant nécessairement par un apport d'antimoine. Quant aux verres tardifs qui nous occupent ici – tous ceux des groupes 1 et 2, et les exemplaires les plus récents du groupe 3 – ils présentent fréquemment des traces importantes d'antimoine, de plomb et de cuivre qui trahissent des refusions. Mais l'étude des refusions reste à faire. Elle mériterait peut-être qu'on s'y arrête, d'autant qu'il n'apparaît pas que cette pratique ait toujours été aussi répandue qu'on l'imagine. On en a dit quelques mots à propos des groupes 1 et 2 où l'existence de refusions est bien attestée.

Dans les classifications des verres au natron, une question particulièrement délicate – et qui intervient de plus en plus souvent dans les publications – est celle des sous-groupes que l'on peut isoler à l'intérieur d'un groupe de composition. À ce propos, il faut d'abord rappeler que toute classification génère des sous-groupes plus ou moins individualisés. La difficulté est alors de déterminer si ces sous-groupes sont le fruit du hasard, celui de l'échantillonnage notamment, ou s'ils ont quelque signification en termes de chronologie, de localisation (à l'intérieur d'une même zone d'ateliers primaires) ou de technologie. Ces différentes interprétations pouvant d'ailleurs se combiner entre elles de bien des manières.

Le cas des sous-groupes techniques, que l'on a déjà évoqué à propos des proportions de sable et de natron, n'est pas des plus complexes. Mais il présente quelque intérêt car il illustre bien le fait que des pourcentages de sodium voisins, dont les ressemblances s'expliqueraient par l'action d'une même cause – une question de date par exemple – puissent se trouver dans des sous-groupes différents. Car dans une classification qui porte, comme il est habituel, sur plus d'une demi-douzaine de constituants chimiques, les pourcentages d'un seul constituant suffisent rarement à provoquer la formation d'un sous-groupe. En général, les sous-groupes résultent de l'association souvent fortuite – dans un petit nombre d'exemplaires – de valeurs proches les unes des autres, qui concernent une caractéristique particulière, géochimique ou technique, avec d'autres valeurs, également proches les unes des autres, mais qui concernent une caractéristique différente. Ces associations peuvent intéresser plus de deux caractéristiques géochimiques ou techniques, mais jamais la totalité, et presque toujours une minorité d'entre elles. En outre il ne faut pas perdre de vue que les valeurs, proches les unes des autres, qui déterminent la formation d'un sous-groupe, ne se rencontrent pas exclusivement dans le sous-groupe considéré, mais qu'il s'en trouve fréquemment de semblables dans le reste du groupe.

Essayons de redire la même chose en s'appuyant sur un exemple chiffré, mais imaginaire. On pourrait par exemple voir se constituer au sein d'un groupe X, un sous-groupe XA qui réunirait des verres présentant des valeurs de l'oxyde de titane, TiO_2 , proches de 0.25%, des valeurs de l'oxyde de fer, Fe_2O_3 , proches de 1.15% et enfin des valeurs de l'oxyde de magnésium, MgO , proches de 0.60%, les autres constituants pouvant être quelconques.

Les valeurs particulières que présente l'oxyde de titane dans le sous-groupe XA n'ont à priori aucune raison de se rencontrer exclusivement dans ce sous-groupe. Il s'en trouve sûrement de semblables dans le reste du groupe X, où elles peuvent être associées par exemple à d'autres valeurs des oxydes de fer et de magnésium, dans un sous-groupe XB, ou à des valeurs particulières prises par d'autres constituants, dans des sous-groupes XC, XD, etc.

Or si nous supposons, à titre d'exemple, que ce sont les pourcentages d'oxyde de titane proches de 0.25% qui sont porteurs d'une signification qui peut nous intéresser, touchant à la chronologie, à la localisation ou aux techniques, on aura quelque difficulté à s'en rendre compte puisque les exemplaires qui présentent de tels pourcentages risquent fort de se trouver dans plusieurs sous-groupes différents. Dans ces conditions les sous-groupes sont plutôt un obstacle à l'étude, celle-ci pouvant se faire plus aisément à partir de l'histogramme du titane.

Cependant il est peu probable que les valeurs proches de 0.25% d'oxyde de titane portent toutes la même signification. La plupart d'entre elles peuvent correspondre à des verres dont la caractéristique commune serait, par exemple, d'être de la même époque, mais on ne voit pas les raisons qui empêcheraient que d'autres verres, possédant le même pourcentage d'oxyde de titane, soient d'une époque différente. Ce qui n'exclut pas que durant la période concernée les verres du groupe X montrent une tendance marquée à avoir des pourcentages de titane proches de 0.25%, tendance qui, à d'autres périodes, aurait pu être bien moins forte. Une telle situation pourrait correspondre à l'exploitation, durant cette même période, d'une partie déterminée du gisement où s'approvisionnent en sable les ateliers primaires qui produisent les verres du groupe X (car les gisements de sable sont souvent quelque peu hétérogènes). Mais ce déplacement des points d'ex-

traction du sable est très probablement un phénomène récurrent, qui a déjà dû se produire à d'autres époques, et se reproduira sans doute encore. C'est dire l'extrême fragilité de l'interprétation de bien des sous-groupes.

Si on se place à présent dans un second cas de figure où ce seraient les trois valeurs particulières, 0.25% de TiO_2 , 1.15% de Fe_2O_3 et 0.60% de MgO , dont l'association aurait une signification précise, chronologique par exemple, alors le sous-groupe XA acquerrait plus de sens et plus d'intérêt, car il est désormais seul à avoir cette signification là.

Il existe évidemment bien d'autres situations possibles, celles qui précèdent ne visant qu'à illustrer quelques-unes des difficultés sur lesquelles bute l'interprétation des sous-groupes. Aussi, pour abréger, se contentera-t-on de rappeler qu'un sous-groupe n'est pas un groupe, et que l'interprétation que l'on peut déduire de ses caractéristiques diffère souvent de celle qu'on ferait pour un groupe (ne serait-ce qu'à cause du flou et de la plus grande instabilité de ses limites), mais qu'elle peut s'en rapprocher en d'autres cas. On soulignera encore – ce qui n'a guère été explicité jusqu'ici, mais se comprend aisément – que les hasards de l'échantillonnage jouent un grand rôle dans la constitution des sous-groupes (on en a vu des exemples à propos du groupe 3).

Pour conclure ces différentes remarques sur les classifications, on tient à redire que si la confrontation des données archéologiques et des données de laboratoire est indispensable à la mise en évidence et à l'interprétation des groupes, elle l'est plus encore pour les sous-groupes. Car il faut être conscient qu'avec les sous-groupes on touche aux limites des possibilités de classification qu'autorise l'analyse des verres.

Annexes

compositions chimiques des verres du groupe 1

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR 21	5,97	3,84	0,56	0,40	62,85	3,23	1,43	1,960	18,05	0,12	252	488	86	309	19	34	110	101	3
VRR 47	6,57	2,01	0,69	0,41	65,52	3,11	1,16	2,520	17,79	0,07	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR 49	7,79	3,71	0,38	0,55	62,39	2,56	1,14	3,010	18,01	0,23	206	669	54	517	18	34	73	20	1
VRR 50	7,45	3,64	0,55	0,65	63,11	3,28	1,54	1,720	17,52	0,23	265	683	74	358	21	38	142	168	7
VRR 51	7,06	2,30	0,58	0,44	64,96	3,03	1,37	2,200	17,71	0,14	289	619	79	863	20	38	123	23	1
VRR 52	6,38	4,36	0,59	0,51	63,19	3,20	1,49	2,330	17,50	0,25	276	543	76	425	20	37	189	439	15
VRR 53	8,07	1,49	0,43	0,36	63,97	2,41	0,92	1,640	20,39	0,11	209	610	54	173	15	22	31	11	0
VRR 55	5,48	1,96	0,69	0,43	65,08	2,83	1,11	1,700	20,32	0,07	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR 56	5,63	1,67	0,59	0,53	67,73	3,12	1,30	2,120	17,04	0,08	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR 82	6,37	1,65	0,43	0,39	63,73	2,66	1,03	2,120	20,22	0,17	203	539	52	3322	16	37	76	77	9
VRR 83	5,61	2,02	0,51	0,30	63,17	3,10	1,55	2,270	21,29	0,11	241	434	66	818	19	30	66	9	0
VRR 84	5,27	1,97	0,53	0,29	63,24	3,16	1,52	2,290	21,66	0,13	243	432	69	809	18	25	65	8	0
VRR 85	7,22	1,46	0,41	0,32	63,62	2,52	1,07	1,770	21,89	0,10	201	552	55	247	16	24	37	8	0
VRR 86	5,73	2,10	0,52	0,28	62,75	3,10	1,55	2,880	21,24	0,11	227	443	63	1032	21	27	75	9	0
VRR 87	5,62	2,07	0,52	0,28	62,44	3,10	1,55	2,850	21,00	0,11	225	427	67	1011	20	29	79	10	0
VRR153	7,08	1,41	0,34	0,41	64,41	2,63	1,34	1,650	19,17	0,11	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR173	6,38	1,90	0,47	0,49	64,76	2,90	1,15	2,030	18,91	0,11	219	472	60	776	18	28	107	79	20
VRR174	7,69	2,20	0,48	0,36	65,96	3,07	1,93	1,410	15,59	0,10	209	614	76	358	19	60	73	17	0
VRR176	5,42	2,34	0,61	0,38	63,68	3,13	1,42	1,770	19,90	0,09	286	425	77	274	20	25	69	10	2
VRR182	6,92	3,39	0,44	0,58	63,00	2,97	1,31	1,790	18,69	0,16	218	612	57	346	18	62	125	176	7
VRR190	7,04	2,15	0,33	0,43	65,30	2,42	0,91	1,570	19,16	0,10	178	485	46	324	16	29	53	95	2
VRR228	5,91	1,94	0,45	0,50	64,69	2,81	1,07	2,250	19,04	0,13	214	496	79	1004	17	61	175	128	83
VRR274	7,57	1,63	0,45	0,44	63,69	2,82	1,26	1,520	19,49	0,11	229	718	59	341	18	80	134	255	12
VRR275	5,94	2,20	0,63	0,45	62,39	3,30	1,24	2,290	20,17	0,08	285	498	397	425	20	37	55	8	1
VRR276	6,38	1,52	0,39	0,47	66,15	2,63	1,14	2,190	19,02	0,10	203	596	51	460	17	36	154	214	18
VRR277	5,49	1,65	0,42	0,36	65,58	2,68	0,79	1,820	19,03	0,10	234	441	57	239	17	28	41	18	1
VRR278	6,83	1,36	0,34	0,36	64,87	2,50	0,95	1,740	20,55	0,09	185	530	44	321	16	30	35	14	1
VRR286	6,36	1,22	0,30	0,44	66,61	2,54	0,96	1,580	19,49	0,09	159	475	41	411	15	27	74	78	33
VRR288	4,73	1,63	0,47	0,31	66,32	2,98	0,94	2,230	20,27	0,07	228	381	62	680	18	24	40	10	2
VRR289	5,51	1,53	0,44	0,45	65,94	2,58	0,84	2,170	20,26	0,11	211	424	62	858	17	32	89	92	9
VRR303	5,78	2,71	0,65	0,45	65,14	3,28	1,46	2,400	17,83	0,09	316	436	85	1513	21	33	75	25	2
VRR307	6,74	2,35	0,49	0,46	62,34	2,78	1,26	1,920	18,95	0,11	258	524	66	419	19	45	63	88	2
VRR372	6,00	1,98	0,48	0,44	65,73	2,79	1,35	1,710	17,49	0,13	22	477	68	710	18	38	52	27	9
VRR373	4,63	2,21	0,81	0,40	64,55	2,99	1,25	2,220	19,41	0,12	38	355	201	329	23	49	38	7	1
VRR374	5,98	4,18	0,44	0,40	64,15	2,84	1,10	2,040	17,86	0,16	178	467	75	283	18	33	80	24	1
VRR375	4,94	3,85	0,57	0,34	63,10	3,08	1,29	1,490	19,71	0,14	272	370	79	408	19	35	66	12	0
VRR376	5,58	1,51	0,31	0,40	64,77	2,73	1,21	2,100	19,77	0,06	117	425	38	330	13	28	26	11	5
VRR377	6,47	3,32	0,53	0,41	63,69	3,11	1,51	1,640	18,67	0,10	239	476	85	403	18	32	82	16	0
VRR378	7,29	2,76	0,35	0,39	65,60	2,72	1,24	1,430	17,80	0,09	174	512	48	252	16	20	72	28	4
VRR379	5,48	3,78	0,52	0,41	64,26	3,10	1,29	2,180	17,58	0,15	242	461	71	375	20	32	106	18	1
VRR380	5,67	1,68	0,41	0,32	65,95	2,70	1,06	1,970	19,10	0,05	190	500	62	3023	16	16	26	10	2
VRR381	6,42	1,25	0,30	0,45	66,46	2,49	1,03	1,700	18,92	0,06	158	430	38	388	16	21	56	81	38
VRR389	5,12	2,14	0,68	0,35	66,19	2,97	0,98	2,820	18,55	0,10	330	401	97	363	21	34	55	15	1

Moyenne et écart-type des verres du groupe 1

m	6,22	2,28	0,49	0,41	64,49	2,88	1,23	2,023	19,12	0,11	216	498	76	654	18	35	79	63	7
s	0,85	0,86	0,12	0,08	1,36	0,26	0,24	0,398	1,34	0,04	61	87	58	652	2	13	40	87	15

Note : Les constituants principaux sont donnés en pour cent d'oxyde, les traces en parties par million (ppm) de métal, analyses par ICP-MS (CRPG de Nancy)
x = non mesuré

Annexes

compositions chimiques des verres du groupe 2

Série 2.1

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR 54	7,99	0,99	0,15	0,55	64,58	2,64	1,15	1,620	20,00	0,11	89	616	16	359	13	24	44	63	275
VRR 74	8,19	0,91	0,14	0,51	63,11	2,25	0,91	1,980	20,55	0,14	75	739	19	418	12	77	61	100	175
VRR 75	7,68	1,06	0,14	0,65	63,54	2,45	1,20	1,620	19,14	0,18	78	741	18	342	13	55	55	156	234
VRR 77	6,84	1,77	0,15	0,75	65,98	2,49	1,09	0,720	18,55	0,19	92	554	17	194	13	43	108	204	28
VRR 78	6,87	2,44	0,15	0,68	65,31	2,56	1,18	1,100	18,36	0,23	85	544	19	193	13	56	155	308	36
VRR 79	6,99	3,50	0,16	0,99	64,86	2,85	1,38	1,670	17,60	0,31	85	598	19	283	15	92	123	607	94
VRR130	9,76	1,14	0,20	0,63	65,65	2,75	1,13	1,320	15,64	0,16	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR132	8,62	1,03	0,18	0,83	62,84	2,51	1,46	1,910	18,41	0,22	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR134	7,30	1,03	0,18	0,77	64,87	2,55	1,19	1,790	18,83	0,19	96	671	20	262	13	19	76	117	32
VRR135	8,05	1,13	0,19	0,96	64,52	2,56	1,40	1,920	17,60	0,23	93	763	20	325	13	22	59	68	61
VRR136	8,12	0,98	0,16	0,68	63,25	2,37	1,12	1,590	19,46	0,16	85	721	20	264	13	18	44	95	91
VRR137	7,13	1,17	0,18	0,77	66,52	2,73	1,16	1,550	16,94	0,16	95	655	19	348	15	17	41	57	152
VRR138	8,35	1,09	0,16	0,74	64,08	2,49	1,23	1,600	18,36	0,17	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR139	7,17	0,90	0,16	0,73	64,47	2,45	1,12	1,910	18,77	0,16	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR140	6,79	0,91	0,15	0,80	65,16	2,53	1,07	1,570	19,07	0,13	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR141	8,35	0,93	0,16	0,75	62,41	2,51	1,35	1,880	19,19	0,18	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR142	8,86	1,14	0,17	1,00	64,24	2,54	1,59	2,040	16,59	0,21	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR143	8,41	1,03	0,16	0,89	63,54	2,52	1,41	2,000	17,88	0,16	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR144	7,43	0,90	0,16	0,79	64,28	2,35	1,25	1,640	19,30	0,18	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR145	7,66	1,02	0,18	0,79	64,98	2,57	1,25	1,810	18,59	0,20	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR146	8,25	1,06	0,17	0,84	64,81	2,54	1,33	1,790	18,43	0,19	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR147	8,27	1,23	0,18	1,03	65,22	2,62	1,53	2,190	16,42	0,26	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR148	7,48	0,88	0,17	0,76	65,53	2,52	1,23	1,900	17,90	0,15	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR149	7,04	0,87	0,14	0,66	64,78	2,38	1,12	1,920	18,73	0,12	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR150	7,37	1,09	0,15	0,52	64,09	2,22	1,08	1,180	19,66	0,14	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR154	7,28	1,88	0,17	0,81	63,38	2,55	1,23	1,330	18,94	0,21	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR169	7,34	1,10	0,15	0,60	63,53	2,43	1,10	1,350	20,12	0,14	77	632	17	322	13	32	43	67	82
VRR175	7,94	2,85	0,18	1,02	64,66	2,81	1,38	1,550	16,43	0,26	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR185	6,57	1,63	0,14	0,87	64,15	2,71	1,25	1,480	20,26	0,19	82	664	16	401	15	49	60	68	97
VRR186	7,74	1,76	0,15	0,85	63,15	2,50	1,26	0,430	20,65	0,19	93	631	20	209	13	33	57	94	82
VRR188	8,35	1,86	0,17	0,95	65,39	2,80	1,37	1,630	17,15	0,22	101	793	21	306	14	40	93	138	104
VRR189	6,89	2,31	0,17	0,87	63,31	2,74	1,35	1,450	19,41	0,19	93	668	20	255	15	49	114	207	37
VRR216	9,04	0,80	0,11	0,95	67,00	2,81	1,29	0,540	15,98	0,18	60	425	22	241	13	35	115	257	1224
VRR305	8,28	0,89	0,14	0,57	62,67	2,26	0,90	1,490	20,16	0,09	75	652	16	351	13	24	37	40	102
VRR306	7,62	1,04	0,14	0,68	63,24	2,44	1,07	1,840	19,45	0,11	67	669	17	397	13	26	72	354	49
VRR310	8,33	1,04	0,19	0,67	63,93	2,31	0,94	1,030	19,53	0,12	97	641	23	299	13	24	111	613	39
VRR311	7,88	1,05	0,14	0,71	64,62	2,43	1,16	1,800	16,79	0,11	77	659	13	372	13	26	41	76	78
VRR337	8,01	0,97	0,14	0,62	63,53	2,40	1,14	1,860	21,11	0,12	74	721	19	339	13	21	51	41	199
VRR343	8,30	1,16	0,15	0,83	63,77	2,44	1,24	1,580	19,48	0,12	75	675	16	321	13	21	58	95	183
VRR360	8,28	1,07	0,15	1,12	65,26	2,51	1,37	1,880	17,49	0,21	94	719	23	331	13	24	62	64	61
VRR361	8,24	1,04	0,15	0,75	64,39	2,49	1,18	1,560	18,60	0,14	81	672	19	322	13	29	49	83	104
VRR362	7,75	1,30	0,17	0,87	65,31	2,70	1,24	1,690	17,52	0,17	98	646	21	465	15	40	65	81	48
VRR363	8,33	0,98	0,14	0,84	64,71	2,44	1,26	1,700	17,68	0,17	88	745	21	313	13	35	45	48	105
VRR364	6,79	0,92	0,14	0,74	66,47	2,44	1,07	1,640	18,21	0,13	82	584	19	321	13	31	49	52	45
VRR382	7,08	3,47	0,14	0,94	64,56	2,65	1,36	1,130	18,24	0,22	79	556	20	218	15	28	112	93	71
VRR383	7,76	1,24	0,16	0,90	65,32	2,58	1,27	1,850	17,70	0,21	80	696	20	323	13	27	69	118	67
VRR384	7,01	2,71	0,17	0,93	63,35	2,71	1,37	1,230	18,15	0,21	91	603	18	241	15	29	81	85	135
VRR385	8,45	1,42	0,17	0,97	62,93	2,75	1,47	2,100	18,32	0,23	97	910	19	292	15	34	97	145	78
VRR388	8,19	1,07	0,13	0,60	64,90	2,35	1,16	1,990	18,12	0,13	70	773	17	469	12	18	77	31	72
VRR459	7,08	2,35	0,15	0,85	63,53	2,71	1,28	1,560	19,73	0,21	86	693	17	345	16	34	85	90	127
VRR461	7,50	0,99	0,15	0,90	65,98	2,52	1,30	1,750	18,33	0,21	92	702	17	285	13	22	58	119	127

Série 2.2

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR133	7,46	1,01	0,16	0,79	67,25	2,61	0,92	0,780	16,89	0,21	69	447	19	337	13	56	630	3365	1445
VRR177	7,31	1,02	0,14	0,85	66,83	2,55	0,91	0,670	17,25	0,20	68	465	18	304	12	70	2348	6907	3609
VRR178	7,59	0,90	0,13	0,91	67,12	2,61	0,83	0,600	16,69	0,16	65	463	18	277	12	62	988	2567	1814
VRR264	7,55	0,91	0,13	0,78	67,04	2,53	0,78	0,680	17,48	0,21	68	483	19	314	13	61	667	2275	1669
VRR265	7,60	1,13	0,14	0,61	62,02	2,27	1,36	0,950	17,68	0,64	67	541	13	257	12	104	711	2359	276
VRR340	6,70	1,31	0,18	0,56	64,46	2,24	0,99	1,200	20,18	0,14	99	502	25	323	13	136	1895	9128	1265
VRR355	7,19	0,91	0,14	0,76	66,51	2,50	0,94	0,700	17,20	0,19	65	431	18	274	12	61	2149	9012	2507
VRR356	8,01	0,76	0,11	0,92	68,42	2,62	0,92	0,400	16,61	0,18	54	445	16	248	12	38	230	455	678
VRR400	7,42	1,09	0,15	0,71	66,79	2,49	0,95	0,880	17,49	0,23	78	473	0	291	13	75	1809	6183	2305
VRR470	7,53	2,22	0,15	0,93	62,61	2,67	1,44	3,150	19,33	0,21	86	996	17	365	17	66	136	214	98

Moyenne et écart-type des verres de la série 2.1

	m	s
CaO	7,78	1,35
Fe2O3	0,16	0,79
TiO2	64,42	2,54
K2O	1,23	1,601
SiO2	18,50	0,18
Al2O3	85	669
MgO	19	315
MnO	14	34
Na2O	73	142
P2O5	132	132
Zr	0,67	0,65
Sr	0,02	0,14
Cr	1,05	0,15
Ba	0,15	0,369
Ce	1,22	0,04
Co	10	85
Cu	2	85
Pb	2	67
Sb	1	16
	29	138
	199	

Moyenne et écart-type des verres de la série 2.2

	m	s
CaO	7,44	1,13
Fe2O3	0,14	0,78
TiO2	65,91	2,51
K2O	1,00	1,001
SiO2	17,68	0,24
Al2O3	72	525
MgO	16	299
MnO	13	73
Na2O	1156	4247
P2O5	1567	1567
Zr	0,32	0,39
Sr	0,02	0,12
Cr	2,02	0,14
Ba	0,21	0,745
Ce	1,11	0,14
Co	12	160
Cu		

Annexes

compositions chimiques des verres du groupe 3, séries 3.1, 3.2 et 3.3

Série 3.1

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR 35	8,03	0,61	0,08	0,51	67,17	2,73	0,69	0,990	17,84	0,11	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR273	8,81	0,43	0,06	0,57	68,48	2,97	0,67	0,900	16,01	0,11	38	478	11	302	12	18	15	21	4
VRR280	8,15	0,48	0,06	0,53	65,47	2,70	0,73	1,260	19,08	0,11	39	468	13	390	12	31	16	17	1
VRR281	8,71	0,45	0,06	0,63	68,24	2,97	0,57	1,040	16,81	0,11	39	474	15	574	13	18	19	11	0
VRR282	8,52	0,38	0,05	0,60	66,29	2,74	0,56	0,900	18,00	0,10	34	467	10	316	12	16	17	14	0
VRR283	8,61	0,45	0,06	0,64	68,51	3,02	0,57	1,040	16,74	0,12	40	473	14	543	12	28	19	12	0
VRR284	8,09	0,52	0,06	0,53	68,55	2,72	0,66	1,200	17,42	0,12	41	469	15	432	13	27	32	10	0
VRR287	8,90	0,60	0,07	0,63	66,18	2,88	0,59	0,940	17,91	0,14	40	443	11	2283	12	28	36	135	3
VRR291	9,26	0,39	0,06	0,89	67,62	3,05	0,55	0,040	16,12	0,11	35	506	10	248	12	21	11	9	1
VRR332	9,13	0,44	0,06	0,78	70,08	2,96	0,66	0,000	15,66	0,07	41	483	13	254	13	16	11	9	6
VRR401	9,36	0,68	0,07	0,69	67,56	2,86	0,88	0,870	16,01	0,14	43	485	15	252	13	24	31	37	5

Série 3.1 (non tardifs)

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR 17	8,31	0,43	0,06	0,64	68,11	2,92	0,68	1,190	16,14	0,09	40	472	13	554	12	59	25	21	1
VRR192	7,26	0,39	0,06	0,59	70,33	2,96	0,45	0,380	16,82	0,12	44	400	21	245	11	26	11	12	40
VRR193	7,22	0,39	0,05	0,89	69,05	2,82	0,49	0,550	18,18	0,10	39	448	11	272	11	17	12	8	5
VRR358	9,32	0,68	0,08	0,38	66,89	3,17	0,75	1,890	16,30	0,11	39	561	2	476	13	33	21	8	9
VRR359	8,93	0,61	0,08	0,40	69,45	3,07	0,73	1,870	14,59	0,12	37	514	15	452	12	21	16	5	0
VRR463	8,36	0,39	0,05	0,45	68,47	2,74	0,55	1,750	16,75	0,15	36	515	12	478	11	27	6	4	16
VRR481	7,39	0,39	0,06	0,62	69,61	2,87	0,51	1,090	16,24	0,19	45	514	19	283	11	24	17	20	21

Série 3.2

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR 48	6,85	0,77	0,11	0,32	68,11	1,71	0,64	0,960	20,22	0,13	61	428	13	217	10	38	20	19	0
VRR 81	7,96	0,71	0,12	0,58	67,08	2,10	1,04	1,160	18,36	0,12	75	623	16	230	13	15	27	26	118
VRR164	6,08	0,93	0,07	0,42	68,09	1,85	0,45	0,490	19,28	0,07	41	403	12	208	9	26	46	1462	1
VRR165	6,51	0,60	0,11	0,44	66,10	1,97	0,66	1,140	20,35	0,07	66	511	16	290	11	27	19	58	63
VRR166	7,17	0,64	0,10	0,51	66,36	2,02	0,74	0,780	19,50	0,11	58	567	13	332	10	15	15	14	1
VRR168	7,36	0,92	0,12	0,55	66,88	2,19	0,82	1,810	18,03	0,10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR170	6,89	0,70	0,10	0,37	67,51	1,81	0,67	1,020	18,85	0,06	56	605	12	233	10	15	28	29	1
VRR171	7,34	0,69	0,11	0,43	67,29	1,90	0,74	0,600	18,59	0,09	61	712	12	201	10	20	25	39	2
VRR172	6,18	0,61	0,08	0,38	70,11	1,84	0,60	0,720	18,78	0,12	44	397	8	190	9	16	16	18	0
VRR183	8,47	0,72	0,10	0,52	67,28	2,11	0,69	0,710	18,20	0,07	66	681	13	283	11	26	31	549	6
VRR184	7,66	0,81	0,10	0,45	66,85	1,99	0,67	0,560	19,63	0,07	67	597	13	196	12	30	28	68	6
VRR187	6,67	0,59	0,08	0,48	69,05	1,92	0,62	1,310	18,12	0,07	57	620	11	289	11	29	26	9	0
VRR335	8,08	0,76	0,11	0,44	67,50	2,13	0,74	1,190	18,54	0,06	65	647	14	288	12	20	32	32	75
VRR336	6,84	0,69	0,07	0,28	69,35	1,68	0,56	1,000	18,29	0,00	45	475	13	234	10	41	18	31	1
VRR402	5,72	0,36	0,06	0,42	71,00	1,85	0,35	0,530	17,26	0,05	40	370	8	192	9	15	6	8	1
VRR403	6,05	0,44	0,06	0,36	71,16	1,75	0,39	0,910	17,69	0,06	41	437	10	232	10	35	12	19	1
VRR404	6,98	0,88	0,11	0,45	67,49	1,86	0,68	1,310	19,71	0,07	63	501	15	265	11	41	51	488	8

Série 3.2 (non tardifs)

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR390	6,28	0,98	0,07	0,40	71,69	1,88	0,44	0,410	17,08	0,08	45	415	9	167	10	15	26	10	0
VRR391	6,57	0,70	0,11	0,35	69,98	2,08	0,90	0,610	17,42	0,05	60	444	12	159	11	12	13	19	1987

Série 3.3

	CaO	Fe2O3	TiO2	K2O	SiO2	Al2O3	MgO	MnO	Na2O	P2O5	Zr	Sr	Cr	Ba	Ce	Co	Cu	Pb	Sb
VRR 65	9,83	0,50	0,07	0,65	69,81	3,01	0,78	0,020	15,09	0,11	45	485	15	227	13	19	11	26	1
VRR 80	8,31	0,52	0,09	0,75	72,30	3,01	0,63	0,000	14,13	0,18	49	422	16	242	13	22	4	14	0
VRR118	8,51	0,45	0,08	0,45	70,28	3,11	0,67	0,000	15,47	0,15	41	410	13	237	13	25	4	6	0
VRR131	7,31	0,32	0,07	0,48	71,00	2,95	0,53	0,020	14,65	0,06	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR151	7,99	0,55	0,10	0,51	70,15	3,20	0,66	0,020	15,30	0,10	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR152	8,04	0,53	0,10	0,76	71,83	3,25	0,60	0,020	12,88	0,18	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VRR267	7,57	0,50	0,08	0,73	71,18	3,05	0,70	0,040	15,40	0,13	44	434	14	281	12	40	21	56	1
VRR268	11,30	0,56	0,08	0,74	68,18	2,88	0,70	< L.D.	15,22	0,16	50	544	21	257	14	23	59	28	1
VRR269	8,36	0,51	0,07	0,78	73,22	2,83	0,56	0,030	13,32	0,13	49	453	26	252	12	41	16	37	3
VRR270	8,22	0,58	0,09	0,59	69,16	3,15	0,66	< L.D.	15,49	0,11	46	423	18	246	13	34	10	31	0
VRR271	8,53	0,66	0,11	0,82	70,89	2,95	0,71	< L.D.	15,16	0,14	68	425	27	224	13	20	16	28	1
VRR272	7,81	0,62	0,10	0,77	70,75	2,77	0,69	< L.D.	15,88	0,14	59	400	24	217	12	35	49	169	1
VRR365	9,13	0,50	0,06	0,56	70,48	2,87	0,81	0,000	13,86	0,06	35	510	14	233	13	26	0	5	0
VRR386	8,74	0,54	0,07	0,79	70,15	3,22	0,72	0,000	15,23	0,11	38	467	48	244	12	11	7	10	0
VRR387	6,75	0,48	0,07	0,53	72,61	2,85	0,67	0,000	15,89	0,06	47	364	15	209	11	16	0	5	0
VRR392	8,04	0,50	0,08	0,52	72,01	2,81	0,50	0,000	13,59	0,07	44	339	20	210	10	23	8	51	5
VRR458	8,72	0,49	0,07	1,32	72,39	3,16	0,82	0,000	12,17	0,09	47	434	15	197	13	23	12	13	0
VRR460	9,45	0,49	0,07	0,58	70,50	3,01	0,73	0,000	15,02	0,13	41	457	14	270	13	12	6	5	0

Moyenne et écart-type des verres tardifs de la série 3.1

	m	s
m	8,69	0,49
s	0,44	0,09

Moyenne et écart-type des verres tardifs de la série 3.2

	m	s
m	6,99	0,70
s	0,74	0,15

Moyenne et écart-type des verres de la série 3.3

	m	s
m	8,48	0,52
s	0,99	0,07

Moyenne et écart-type des verres du groupe 3, autres que ceux des séries 3.1, 3.2 et 3.3 (représentés par un carré blanc sur la figure 17)

	m	s
m	7,71	0,46
s	0,77	0,13

Moyenne et écart-type de la totalité des verres du groupe 3

	m	s
m	7,81	0,51
s	0,94	0,15

Note : Les constituants principaux sont donnés en pour cent d'oxyde, les traces en parties par million (ppm) de métal, analyses par ICP-MS (CRPG de Nancy)

x = non mesuré

Annexe 3 – Compositions chimiques, moyennes et écarts-types des séries 3.1, 3.2 et 3.3 du groupe 3.

