

Verre

n° ISSN 09847979 - 11831

SCIENCE ● TECHNOLOGIE ● INDUSTRIE ● PRODUITS ● ART ● HISTOIRE



INSTITUT DU VERRE

Vol 7, n°2
Mai 2001



Thèmes Rencontres USTV à Venise
USTV Technical meeting
Colloque International
à Marseille
International Symposium
of Apollonary
à Marseille

Rencontres de l'AFAV

Ateliers de verriers antiques : un état de la question

Ancient glass workshops: state of the knowledge

Danièle Foy, Marie-Dominique Nenna,
Maurice Picon et Michèle Vichy

At the beginning of June 2001, opens in Marseille an exhibition presenting main steps of ancient glass manufacturing, from raw materials to finished products. This manifestation and the corresponding catalogue are destined to show the variety of glass objects kept in the Languedoc, Provence, Corsica and Rhodanian mark areas. These collections are only a part of the documentation used for the investigations which are at the

origin of the exhibition. These beautiful objects are in fact result of a large manufacturing network bounding Western workshops to Levantine materials and know-how. New knowledges concerning workshops and exchanges are owed to multiple archaeological discoveries associated to laboratory studies. They led to revolutionary results which are presented in the first part of the manifestation.

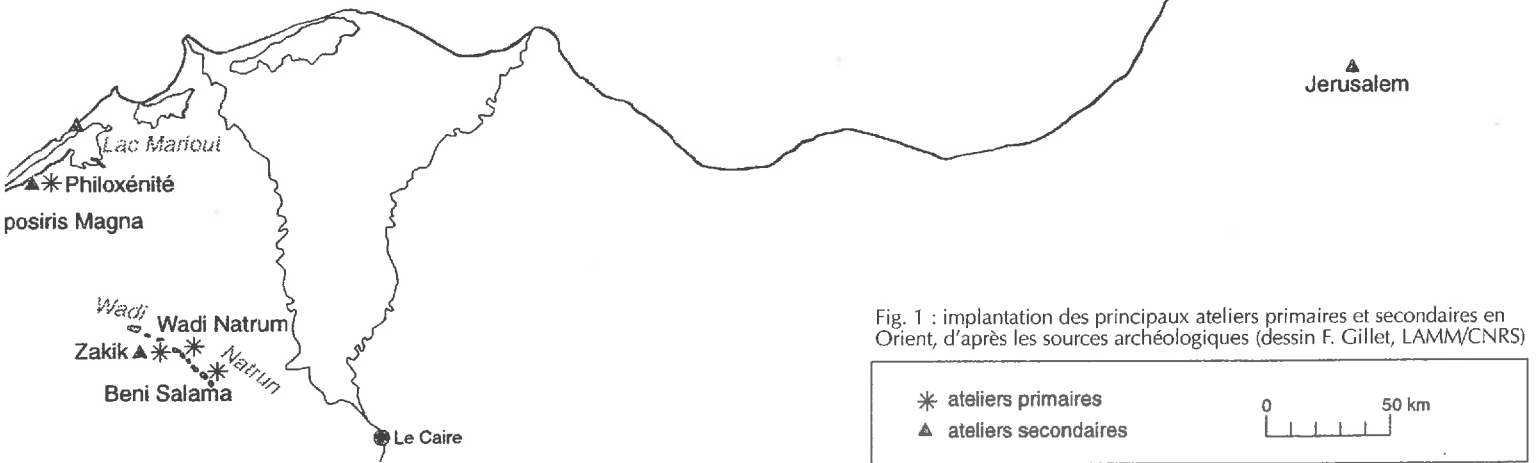


Fig. 1 : implantation des principaux ateliers primaires et secondaires en Orient, d'après les sources archéologiques (dessin F. Gillet, LAMM/CNRS)

L'exposition 'Tout feu tout sable, mille ans de verre dans le Midi de la France' qui s'ouvre, début juin 2001, au Musée d'Histoire de Marseille propose de retracer les principales étapes de la fabrication du verre dans l'Antiquité, des matières premières jusqu'aux objets manufacturés. La manifestation et son catalogue d'accompagnement ont pour but de rendre compte de la diversité du mobilier en verre conservé dans les régions du Languedoc, de la Provence, de la Corse et du sillon rhodanien. Ces collections, anciennement ou récemment sorties de terre, coupées de leur environnement d'origine ou au contraire bien datées par leur contexte de découverte, aussi riches soient-elles, ne constituent qu'une partie de la documentation sur laquelle s'appuient les enquêtes qui sont à l'origine de l'exposition. Ces beaux objets sont en effet l'aboutissement d'un long circuit de fabrication qui lie nécessairement les officines occidentales aux matières et aux savoirs levantins. Les connaissances, nouvellement acquises dans le domaine des ateliers et des échanges, sont dues à la multiplication des découvertes archéologiques auxquelles s'associent les études de laboratoires; elles ont conduit aux résultats révolutionnaires qui sont présentés dans la première partie de la manifestation.

Ce nouveau regard croisé de l'archéologie et de l'archéométrie dévoile une production hiérarchisée, elle-même révélatrice d'un système économique et oblige à dresser un état des connaissances actuelles encore peu divulguées. Les ateliers primaires, où l'on élaborait la matière brute, ont été localisés au Proche Orient; des blocs de verre brut ont été retrouvés dans une série d'épaves sur les côtes de la Méditerranée et leurs analyses en laboratoire confirment bien leur origine commune. Il faut donc imaginer un commerce triangulaire : le natron, indispensable à la fabrication du verre est expédié d'Égypte vers les ateliers primaires de la côte syro-palestinienne où il est mêlé aux sables locaux pour être transformé en verre. Cette matière est alors exportée vers les officines secondaires occidentales pour être métamorphosée en produits manufacturés.

D'après le témoignage de Strabon, trois

1 - D. Foy et M.-D. Nenna, Tout feu tout sable mille ans de verre dans le Midi de la France, Aix-en-Provence, 2001. Co-édition : Musées de Marseille-Edisud. Pour se procurer l'ouvrage : Editions Edisud, 3120, route d'Avignon, La Calade, 13090 Aix-en-Provence. E-mail : commercial@edisud.com

régions productrices de verre semblent exister à la fin du I^{er} siècle avant notre ère : la côte syro-palestinienne entre Akko et Tyr, l'Égypte avec les ateliers alexandrins et enfin l'Italie. Pline, trois quarts de siècle plus tard, insiste encore sur la qualité des sables palestiniens près de l'embouchure du fleuve Bélus et sur l'utilisation du sable du Volturne en Italie, entre Cumes et Litterne. Trouvailles archéologiques et données de laboratoire ont permis, dans une certaine mesure, de donner vie et matière à ces textes pour ce qui concerne les productions orientales; en revanche, ils ne corroborent pas encore l'existence d'ateliers primaires en Occident (fig. 1).

Lorsque l'on étudie la production artisanale du matériau verre, qu'il s'agisse de l'Antiquité ou du Moyen Âge, on est conduit à s'interroger sur l'idée que les artisans se faisaient de ce matériau : l'examen des diverses sources suggère que les verriers,

jusqu'à la fin de la Renaissance, ont ignoré le rôle nécessaire de la chaux : le verre ne comportait donc que deux composants, le sable et le fondant, le stabilisant étant introduit, sans le vouloir explicitement, par l'une ou l'autre, voire l'une et l'autre de ces deux matières. Connaissant la nature de ce fondant, le natron égyptien principalement dans l'Antiquité (fig.2), il est possible de déduire celle du sable. On peut alors comparer les caractéristiques du sable contenu dans les blocs de verre brut et dans la vaisselle de verre avec celles des sables des sites de références que sont les gisements siliceux à proximité des ateliers primaires.

Ateliers primaires de Syro-Palestine

Les qualités du sable syro-palestinien, décelées empiriquement par les Anciens, expliquent l'implantation et les concentrations des officines primaires. Aucun atelier pri-

maire, d'époque impériale n'a été reconnu en Syro-palestine. Cependant, les analyses chimiques ont depuis longtemps révélé l'homogénéité de composition des verres romains due à l'emploi de la même matière brute importée de cette région, comme l'attestent à cinq siècles de distance les cargaisons de verre brut des épaves des Sanguinaires A, au large d'Ajaccio (III^e siècle avant notre ère; fouilles H. Alfonsi, fig. 3) et de l'épave provençale Embiez-Ouest (fin du II^e siècle après J.-C.). La quasi-totalité de la vaisselle de verre romaine retrouvée aussi bien sur les lieux de fabrication (ateliers secondaires) que sur les sites de consommation (habitats) est faite avec ce même sable de la rivière Belus (groupe de composition n°3). Des calculs de probabilité ont montré

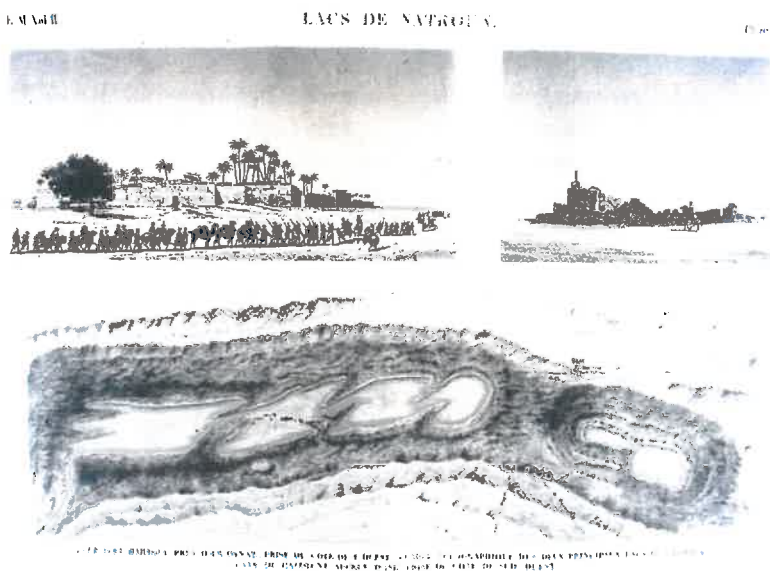


Fig. 2 : gravure de la description de l'Égypte (Égypte Moderne, vol. II, Pl. 104). Ces trois vues du Wadi Natrun viennent illustrer le mémoire du Général Andréossy de 1823: " Les hommes entrent nus dans l'eau, brisent et arrachent le natron avec une pince de fer ronde ...ils ne font aucune attention à celui qui est à la surface du terrain et qu'on pourrait enlever avec beaucoup moins de peine....Le transport ne se fait que dans l'intervalle des semailles à la récolte. Chaque caravane est ordinairement de cent cinquante chameaux et de cinq à six cents ânes. Elle part avec son escorte, au coucher du soleil, arrive au jour, brise et charge le natron, et repart de suite...Terrâneh (port fluvial, en bordure du Delta du Nil) est l'entrepôt du natron. On l'embarque à ce village ; il est expédié à Rosette, d'où on l'envoie à Alexandrie, et de là, en Europe " (Cliché Ch. Durand, CCJ/CNRS).

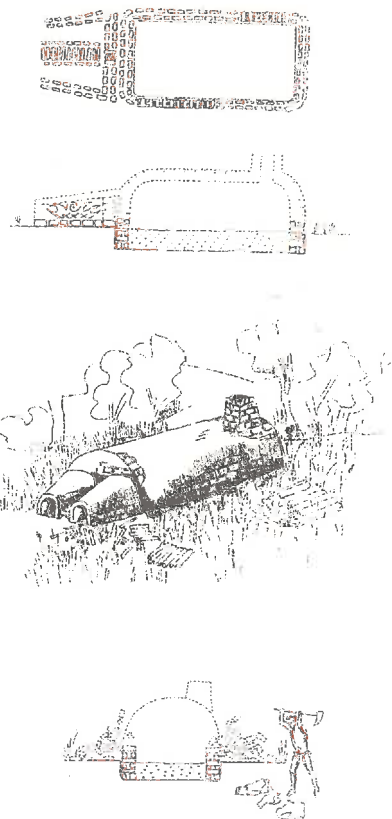


Fig. 3 : restitution des fours primaires de Bet Eli'ezer datés des VI ou VII^e siècles ap. J.-C. (d'après Gorin-Rosen " The Ancient Glass industry in Israel " in La Route du verre, TMO 33, Maison de l'Orient, Lyon, 2000).

Rencontres de l'AFAV

que, dans l'hypothèse où des verriers auraient installé des ateliers primaires ailleurs qu'en Syro-Palestine et auraient utilisé des sables locaux, il n'existe à peu près aucune chance pour que les compositions de leur sable puissent ressembler pareillement à celles des sables de la rivière Bélus. On peut même évaluer l'ordre de grandeur d'une telle probabilité, qui est proche de 1/100 000ème. Le calcul devrait être encore amélioré lorsqu'on disposera d'un plus grand nombre d'analyses de verres orientaux, et d'analyses plus complètes. Il est vraisemblable qu'on trouve alors qu'il existe moins d'une chance sur un million pour que les ressemblances observées entre les compositions des verres de l'Occident romain et celles de Syro-Palestine soient dues au hasard.

L'organisation des ateliers primaires de l'Antiquité tardive est mieux connue grâce à la découverte exceptionnelle de Bet Eli'ezer, en Israël. En 1992, lors d'une fouille de sauvetage, une batterie de dix-sept fours pri-



Fig. 4 : blocs de verre brut provenant de la cargaison de l'épave des Sanguinaires A, datée du IIIe siècle avant notre ère; fouilles et étude : H. Alfonsi. (Cliché D. Foy).

maires, datée du VIe-VIIe siècle, a été mise au jour. Chaque structure comprend un double foyer qui communique avec une grande chambre de fusion rectangulaire. L'étude de ces vestiges et les informations tirées du fonctionnement des ateliers primaires traditionnels de l'Inde d'aujourd'hui ont permis à Y. Gorin-Rosen de proposer une restitution des fours ainsi que du procédé de fabrication (fig. 4). Après la mise en place des matières premières, sable et natron, dans la chambre de fusion et la fermeture de la voûte, le feu était allumé et devait être entretenu sans doute pendant dix à quinze jours. Le verre produit en une seule phase de cuisson, formait alors une sorte de grande dalle qui pesait entre 8 et 9 tonnes et qu'il convenait ensuite de débiter pour obtenir des blocs de verre transportables. 25 kilos de blocs de verre bleuâtre et verdâtre qui étaient à l'origine regroupés dans un panier, ont été retrouvés sur le site, le reste de la production avait été emporté vers les ateliers secondaires. Chaque installation ne servait que pour une seule cuisson, et un nouveau four devait être reconstruit ce qui explique le nombre de ces structures et leur alignement raisonné. Après avoir tiré profit des combustibles que la région offrait, les artisans se déplaçaient vers d'autres lieux.

Ateliers primaires d'Égypte

Une série de prospections menées en Égypte a permis d'identifier deux zones d'ateliers primaires dans le Wadi Natrun, dépression située entre le Caire et Alexandrie, et sur les bords du lac Mariout, au sud-ouest d'Alexandrie.

Les sites du Wadi Natrun sont sans doute d'époque impériale. Le premier, Beni Salama sur la rive nord des lacs, s'étend sur quatre hectares (fig. 5).

L'abondance de briques enver-

rées, mêlées à des couches de cendre et à des débris scoriacés, signale la présence d'un artisanat verrier, confirmé par une prospection géophysique qui a révélé des structures de plan carré correspondant probablement à des fours primaires. La taille de ce site conduit à s'interroger sur la provenance du combustible employé dans ces fours : même si on a du mal à l'imaginer dans le paysage actuel semi-désertique, il est très vraisemblable qu'il devait être trouvé localement (palmes coupées, roseaux et plantes poussant abondamment au bord des lacs...). La seconde fabrique, au lieu-dit Zakik, est implantée sur la rive sud des lacs. Il s'agit vraisemblablement du site mentionné dans la Description de l'Égypte et porté sur la planche 26 de l'Atlas sous la mention " ancienne verrière ". La zone de dépotoir est moins étendue que celle de Beni Salama mais on y trouve le même type de déchets, avec, en outre, des traces d'atelier secondaire. La colline qui s'élève à 5 mètres, ne livre aujourd'hui que peu d'informations en raison du village lié à l'exploitation du natron qui s'y était installé au XIXe siècle. Un troisième site est susceptible d'avoir accueilli des ateliers de verriers. Il est situé au sud du petit village de Wadi Natrun, là où l'expédition du Général Andréossy avait vu un fort ruiné construit en blocs de



Fig. 5 : Beni Salama, Égypte; la colline a été constituée par l'accumulation de générations successives de fours. (Cliché D. Foy).

natron et où une usine s'est installée à la fin du XIXe siècle. On se trouve ici, comme à Beni Salama et à Zakik à un des points d'arrivée des pistes qui reliaient le Delta du Nil et le Wadi Natrun et c'est, avec la proximité des matières premières nécessaires à la fabrication du verre, le sable et le natron, la clé de l'implantation de ces trois ateliers.

D'autres ateliers primaires sont installés en Maréotide, au sud-ouest d'Alexandrie, sur la rive sud du lac Mariout, (Philoxénité), et sur la rive nord à Taposiris Magna, douane occidentale d'Alexandrie. À Taposiris, les fours à bassin devaient être implantés sur les deux môles du port; aucune structure architecturale n'est conservée en place, mais des fragments de parois de four formées d'assises de briques dans lesquelles le verre s'était introduit apparaissent dans les couches de surface ou réemployés dans les magasins du port, en assises de fondation.

Les analyses chimiques permettent de différencier les sables des deux zones de production, mais, il n'est pas encore possible de mettre en regard de chacun d'eux des objets manufacturés. Seule, l'étude des verres provenant de contextes d'habitat, et datés par la stratigraphie ou par la typologie, permettra de déterminer les périodes d'activités de ces ateliers primaires qui, à l'évidence n'ont jamais eu la force exportatrice remarquable des fabriques syro-palestiniennes.

Autres ateliers primaires

Bien qu'aucune autre zone de production de verre brut ait été identifiée par l'archéologie, on ne peut encore totalement exclure l'existence d'ateliers primaires en Occident, en particulier en Italie du sud, région mentionnée par Pline et, peut-être, à Carthage où fut mis au jour, naguère, un gros bloc de

verre. Ces fabriques hypothétiques, dont on a jamais reconnu ni les fours ni les produits, que ce soit par des critères typologiques ou les analyses chimiques, n'ont certainement pas eu l'ampleur et la longévité extraordinaires des centres levantins qui détenaient, de fait, dans l'Antiquité, le quasi-monopole de la fabrication du verre.

On est pourtant assuré de l'existence, à la fin de l'Antiquité, d'ateliers primaires qui n'ont employé ni les sables du Bélus, ni ceux du Volturne, ni davantage les sables du Wadi Natrun ou de Maréotide ; ils sont connus uniquement par leur production.

Il s'agit d'un groupe de la première moitié du Ve siècle, particulièrement riche en fer, manganèse et titane, de couleur sombre, souvent vert olive, que l'on a identifié dans des blocs de verre brut et des produits finis, en Gaule, en Italie, en Egypte et en Afrique du Nord (groupe de composition n°1, cf. fig. 6). Un autre groupe, de couleur jaunâtre, se place entre le milieu du VIe siècle et la seconde moitié du VIIe siècle. Il est moins riche en fer, manganèse et titane que le précédent, et a été identifié, lui aussi, dans du verre brut et des produits finis, sur plusieurs sites de Gaule, de Tunisie et d'Egypte (groupe de composition n°2, cf. fig. 6). L'origine des sables de ces deux groupes de verres n'est pas encore assurée, mais leur présen-

ce témoigne de la persistance, à ces époques tardives, d'un commerce de verre brut alimentant les ateliers secondaires occidentaux. Ainsi, paradoxalement, nous connaissons des ateliers sans leurs productions (Egypte) et des productions sans leurs ateliers (centres tardifs).

Il est possible qu'en continuant à associer les données archéologiques et les compositions on parvienne à repérer, parmi les verres de l'Occident romain, des exportations syro-palestiniennes particulières, comme cela semble être le cas d'un groupe bien représenté à la fin du IIe siècle et au début du IIIe. Ce sont des verres incolores, présentant de légers reflets dorés, que distinguent l'utilisation de l'antimoine comme décolorant, et des pourcentages de chaux un peu plus faibles (groupe de composition n°4, cf. fig. 6).

Ateliers secondaires occidentaux

Au bout de la chaîne opératoire et à mille lieux de l'origine des matières premières, les ateliers secondaires d'Europe occidentale ne faisaient que refondre la matière brute importée.

- Implantation des ateliers en Gaule

La recension des officines mises au jour sur le territoire français,

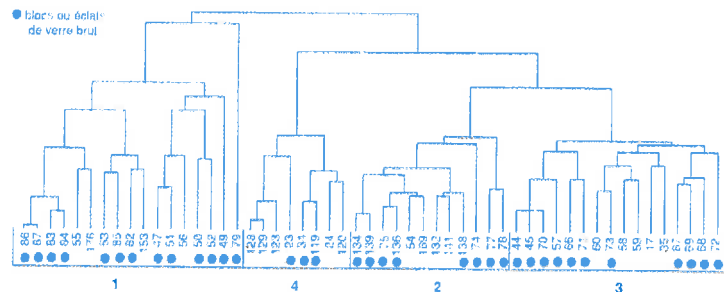


Fig. 6 : les analyses chimiques permettent de distinguer 4 groupes de composition : n°1, verres du Ve siècle d'origine inconnue; n°2, verres des VIe et VIIe siècles d'origine inconnue; n°3, verres de l'époque hellénistique à l'époque byzantine de Syro-Palestine; n°4, verres de la seconde moitié du IIe siècle de Syro-Palestine, décolorés à l'antimoine (travaux du Laboratoire de Céramologie de Lyon).

Rencontres de l'AFAV

rend compte de l'abondance des nouvelles découvertes et des disparités régionales (fig.7). La place de Lyon dans l'artisanat du verre, soupçonnée de longue date par la découverte ancienne de la stèle d'un verrier et d'un moule en pierre, puis par les découvertes des années soixante, est magistralement confirmée par les trouvailles récentes. Lyon, qui apparaît comme une capitale de l'art du verre au premier siècle, avec sa zone artisanale, (regroupant plusieurs arts du feu), établie sur la rive gauche de la Saône, n'a pas la moindre trace d'un art du verre à la fin de l'Antiquité. On peut douter de la réalité de cette extinction car cet artisanat était vivace au IIe siècle (atelier de la Vieille Monnaie) et, sans doute encore, au IIIe siècle (stèle du verrier carthaginois).

A l'opposé, nous connaissons à Marseille une nébuleuse de petits ateliers en activité entre le Ve et le VIIe siècle, mais aucun indice d'atelier antérieur n'a été signalé dans cette ville qui a pourtant fait l'objet de multiples interventions archéologiques. Cette absence, constatée durant le Haut Empire, ne se limite pas à la cité phocéenne : une seule officine anté-

rieure au IVe siècle n'est véritablement attestée au sud d'une ligne passant par Saintes et Lyon : celle d'Aix-en-Provence.

L'importance des importations de verreries (attestées par les fouilles des épaves et décelées au travers des études typologiques), ne peut totalement expliquer cette situation car il existe des séries d'objets qui, de toute évidence, sont des productions locales.

On peut tenir pour acquis quelques points, encore très insuffisants pour écrire l'histoire du verre antique dans nos régions.

A la veille de la romanisation, de petits ateliers de joaillerie, tel celui de l'oppidum d'Entremont, transformaient du verre bleu importé, sans doute comparable à la cargaison de l'épave des Sanguinaires A.

A l'époque romaine, dès le premier siècle de notre ère, soit quelques décennies après l'invention du soufflage (milieu du 1er s. av. J.-C.), le centre le plus important et probablement l'un des plus précoces, est Lyon. Dans cette cité, l'activité verrière est comparable à celle que l'on connaît à Avenches et que l'on devine dans d'autres centres de l'Italie du Nord. Un peu plus tard, dans la

seconde moitié du siècle, l'artisanat du verre est implanté dans plusieurs régions de la Gaule, en particulier dans l'Ouest (Rennes, Rezé, Saintes, Agen). Peu après, les ateliers de verriers se multiplient et l'on peut raisonnablement penser que la plupart des villes au IIe et au IIIe siècle en abritaient. La concentration des ateliers tardifs dans

le nord-est et le sud-est de la Gaule est avant tout, le résultat d'un travail ancien de prospection et de l'attention des céramologues avertis qui savent reconnaître les débris de creusets vitrifiés, principaux marqueurs des officines tardives du Midi de la Gaule. L'ensemble des découvertes marseillaises laisse imaginer de petites unités de production tournées vers une clientèle locale. Ces fabriques étaient dispersées dans, et autour de la ville, peut-être pour mieux récupérer le combustible et les matières nécessaires. L'artisanat du verre antique, dépendant pour son approvisionnement des exportations (verre brut) et des centres de consommation (fournisseurs de groisil), est urbain ou suburbain. Les ateliers de verriers qui réoccupent des bâtiments abandonnés sont souvent regroupés dans des zones où se côtoient divers artisans. Seuls quelques centres échappent à cette règle, en particulier les fabriques du IVe siècle de l'Argonne et de la forêt de Hambach, en Allemagne, qui préfigurent une autre économie artisanale.



Fig.7 : implantation des ateliers secondaires en Gaule (dessin F. Gillet, LAMM/CNRS).



A gauche : Fig. 8 : déchets de l'atelier de Lyon dit Manutention n°2. Particulièrement abondants ces débris ont permis de reconnaître une partie de la production des ateliers de Lyon actifs vers le milieu du 1er siècle de notre ère : balsamiques en verre fin et coloré, cruches et amphores portant parfois un décor moucheté blanc (Cliché. C. Thioc et J.-M. Dagueule).

A droite : Fig. 9 : fours de l'atelier des Substances ou Manutention 3 à Lyon, en cours de fouille. La structure rectangulaire au-dessus de la chambre de cuisson a été interprétée comme une arche de recuisson. Milieu du 1er siècle ap. J.-C. Fouille et étude : M. Monin et Ch. Becker. (cliché D. Foy).

-Les fours

La plupart des fours antiques découverts en Occident sont des petites structures circulaires composées de matériaux peu spécifiques : briques et tuiles. Les fours de Troyes, d'Aix-en-Provence, de Cesson-Sévigné et de Lyon relèvent de ce modèle. Toujours fixées à l'intérieur d'un bâtiment, ces structures de cuisson avaient sans doute une durée d'utilisation assez courte et étaient remplacées, souvent au même endroit, par une nouvelle installation. Les ateliers complexes réunissent, sous un même toit, trois, quatre ou cinq fours. La question est alors de savoir si ces installations ont fonctionné simultanément et si chacune d'elles correspond à une étape précise de la chaîne opératoire.

Le four lyonnais des Subsistances (ou La Manutention 3), découvert l'été dernier par Ch. Becker et M. Monin du Service archéologique de la Ville de Lyon, est le premier à offrir l'image d'un four complexe (fig. 9). Au-dessus du foyer, et à la même hauteur que la chambre de fusion, mais excentrée, est bâtie l'arche de recuit de forme rectangulaire, ressemblant à une sorte de bassin. Le verrier, assis à son poste de travail, devait pouvoir accéder à la fois à la chambre de fusion et à celle de recuisson. Cette structure étagée, un peu déséquilibrée et fragile, est celle des ateliers traditionnels du Proche-Orient qui recyclent le verre récupéré et n'utilisent pas de creusets. Ce modèle de four, induit d'une seule découverte, n'est peut-être pas le seul en vigueur car il n'est pas évident de maintenir l'équilibre architectural des chambres supérieures, bâties en porte-à-faux. Les constructeurs du four lyonnais ont astucieusement résolu le problème en profitant d'une saillie naturelle de la roche qui étaye la chambre de cuisson. Rien ne prouve que ce modèle soit commun à tous les ateliers de verriers antiques. Lorsque qu'une offi-

cine disposait de plusieurs structures de combustion, on peut penser que chacune d'elles assurait une des deux opérations (fusion ou recuisson) nécessaires. Dans ce même quartier, les fouilles entreprises il y a seulement quelques mois, donneront l'occasion d'étudier l'organisation spatiale de cette aire industrielle et, à l'intérieur de celle-ci, de tenter la reconstitution de chacun des ateliers qui comptabilisent, ensemble, pas moins d'une quinzaine de fours (responsables de l'étude S. Martin et S. Motte, AFAN Rhône-Alpes).

Les structures rectangulaires découvertes à Autun et récemment à Bourges pouvaient laisser penser à des fours-bassins attachés à un atelier primaire qui aurait fabriqué exclusivement du verre brut. Les analyses chimiques, réalisées sur du verre d'Autun, ont démontré qu'il n'en était rien : la composition de ce verre étant identique à celle du verre importé de Syro-Palestine.

Nous ne connaissons pas le moindre four de verrier pour l'Antiquité tardive, bien que plusieurs sites soient localisés par la découverte d'outillage et de déchets de fabrication. Les creusets, marqueurs de ces officines, ne sont que des pots culinaires détournés de leur fonction domestique; la plupart sont en terre réfractaire (fig.10), d'autres, en Italie, sont en pierre ollaire. Leur usage traduit certainement un changement dans les processus de fabrication, mais les matières utilisées sont toujours le calcin et le verre brut venu d'Orient



VERRES ANCIENS : DEUX EXEMPLES DE COMPOSITION

	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	MnO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
I	70.0	17.0	0.7	0.6	7.7	0.7	2.6	0.6	0.1
II	57.6	2.0	13.9	6.7	14.0	0.9	1.2	0.6	3.0

Il s'agit en I de la composition moyenne des verres les plus répandus en Occident, à l'époque romaine : verres au natron de type syro-palestinien (groupe de composition n°3). Et en II d'un groupe de verres bien représentés dans les pays de l'Europe de l'Ouest, aux époques médiévale et postmédiévale : verres aux cendres végétales, de type continental.

On notera les pourcentages élevés de potassium et de phosphore apportés par les cendres, lesquelles sont aussi, et pour une large part, responsables des pourcentages de calcium et de magnésium des verres du groupe II. Dans le groupe I les pourcentages de calcium, magnésium, aluminium et potassium proviennent pour l'essentiel du sable utilisé. Dans le groupe II une partie au moins du manganèse est apportée par les cendres, alors que dans le groupe I c'est la quasi-totalité de ce constituant qui est due à son emploi comme décolorant (usage pour lequel il est remplacé parfois par l'antimoine).

Aux époques médiévale et postmédiévale, les groupes de composition des verres sont plus nombreux qu'à l'époque romaine, ce qui résulte moins semble-t-il de l'utilisation de sables de compositions différentes, que de diverses variétés de cendres (y compris des cendres sodiques provenant de végétaux poussant sur des terres riches en sel, en bord de mer particulièrement). A l'époque romaine on a aussi d'autres groupes de composition, certes moins importants que le groupe I; ils correspondent à l'utilisation d'autres sables, avec le même natron. Ces verres peuvent contenir par exemple, à certaines époques, des concentrations moyennes d'oxyde Fe₂O₃, de plus de 2%

Bibliographie sommaire

- D. Foy, M. Picon et M. Vichy, " Les matières premières du verre et la question des produits semi-finis Antiquité et Moyen Age ", Arts du feu et productions artisanales, actes des XIXe Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Antibes, octobre 1999, Antibes 2000, p. 419-432.
- Y. Gorin-Rosen, " The ancient glass industry in Israel : summary of the finds and new discoveries ", in La Route du verre, ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Age (Travaux de la Maison de l'Orient Méditerranéen, éd. M.-D. Nenna), 33, Lyon, 2000, p. 49-63.
- M.-D. Nenna, M. Vichy et M. Picon, " L'atelier de verrier de Lyon du 1er siècle après J.-C., et l'origine des verres romains ", Revue d'Archéométrie, 21, p. 81-87.
- M.-D. Nenna, M. Picon et M. Vichy, " Ateliers primaires et secondaires en Egypte à l'époque gréco-romaine ", in La Route du verre, op. cit., p. 97-112.

Fig.10 : creuset de verrier de l'atelier Saint-Martin à Vienne, milieu ou seconde moitié du IVe siècle ap. J.-C. (cliché D. Foy).