

ORIGINES ET DIFFUSION DU COBALT UTILISÉ EN CÉRAMIQUE À L'ÉPOQUE MÉDIÉVALE. ETUDE PRÉLIMINAIRE

Yves PORTER

Summary : Cobalt has been continuously used to colour glass since Antiquity. On the contrary, its use in ceramics is much less continuous: it appears in ancient Near and Middle Eastern ceramics (15th to 1st c. BC) and again, after a long gap, at the end of 9th c. AC in Abbasid faïence. However, it is not before the extreme end of 12th c. that it appears in Spain. As to France, cobalt does not seem to be widely spread before the 15th century.

Where do the cobalt ores used for ceramics come from ? Do they arrive with the introduction of the faïence technique ? Which are the deposits known up to the 15th century ? In Late Antiquity, some cobalt deposits are known in Europe, as in Freiberg. But when did people start to use these ores for ceramics ? In the same way, old blue-glass has been re-used to colour glass. Does the same occur for ceramics ?

Chemical analysis are still very rare; this is the reason why it is mainly through written data that we will try to ask the questions about the origin and spread of cobalt oxydes.

Parmi les métaux utilisés dans les décors des céramiques, le cobalt est l'un des plus rares, à la différence du cuivre, du manganèse ou du plomb. Sa rareté relative dans la nature, comparée à une utilisation importante tant dans le verre que dans la céramique, pose le problème de sa diffusion (un problème semblable se pose d'ailleurs pour l'étain ou l'antimoine). Pour cette même raison, le problème est envisagé ici sur une grande échelle et sur la longue durée. En effet, les données dont je dispose sont éparées et imparfaites ; elles auront besoin d'être complétées sur une longue période avant de pouvoir fournir une synthèse définitive. Cette recherche prend son point de départ dans l'étude des textes techniques en persan sur la céramique (Porter à paraître) et il faut noter que la littérature technique dans ce domaine est peu prolifique, le nombre de sources de ce type en arabe ou en persan sera donc assez restreint.

L'emploi du cobalt pour colorer le verre est attesté de manière continue depuis l'Antiquité ; en revanche, son utilisation dans la céramique semble intermittente.

Après sa mise en oeuvre dans les céramiques antiques, le bleu de cobalt réapparaît sur les faïences abbassides (fin du IXe siècle ?). Pourtant, il faut attendre le XIIe siècle (voire le XIIIe) pour le voir surgir en Espagne. Quant à la France, et malgré des essais sporadiques antérieurs - comme ceux effectués pour le Duc de Berry en 1384 (Bon 1992)- le cobalt ne semble pas y avoir été utilisé comme glaçure avant la fin du XVIe siècle.

L'emploi du cobalt en céramique paraît toujours aller de pair avec l'évolution technologique que suppose l'apparition de la faïence. Ce n'est en effet que sur un fond blanc (émaill stannifère, mais aussi engobe ou même "white bodies" byzantins) que le bleu de cobalt trouve une base plausible. Son apparition dans la céramique de la Méditerranée occidentale semble confirmer ce mécanisme.

En tout état de cause, un essai de chronologie de l'utilisation du cobalt dans la céramique laisse apparaître des lacunes importantes. Cette chronologie semble d'ailleurs n'avoir jamais été réalisée auparavant de manière globale ; d'où son caractère fragmentaire et imprécis.

1. CHRONOLOGIE DU COBALT DANS LA CÉRAMIQUE

Le tableau chronologique que nous présentons ici est un essai de synthèse réalisé à partir de données très diverses. Il vise à montrer l'emploi intermittent des oxydes de cobalt dans la céramique. Cependant, il faut remarquer que dans certains cas cités ci-dessous des analyses des composants ont été effectuées (Kaczmarczyk à paraître, par ex.) alors que dans d'autres, une "couleur bleue" est seule mentionnée (Rice 1930 ; Hayes 1992). Par ailleurs, bon nombre des "pièces majeures" de la céramique musulmane ne proviennent pas de fouilles scientifiques; leur datation est donc souvent flottante. D'où le caractère forcément aléatoire et imprécis de ces données (voir tableau page suivante).

- L'Égypte pharaonique, depuis le XV^e s. av. JC et jusqu'à l'époque ptolémaïque (I^{er} s. av. JC) emploie deux types de minerais (A et B) :

- du XV^e s. au IV^e s., le cobalt employé est local (dit "type A", Kaczmarczyk à paraître) ; il serait appelé *wsbt* (Kaczmarczyk 1991 : 195)

- après le IV^e s., le minerai est importé, (type B) sans doute d'Iran. Ce fait paraît curieux puisqu'à la même époque le Proche-Orient semble l'abandonner.

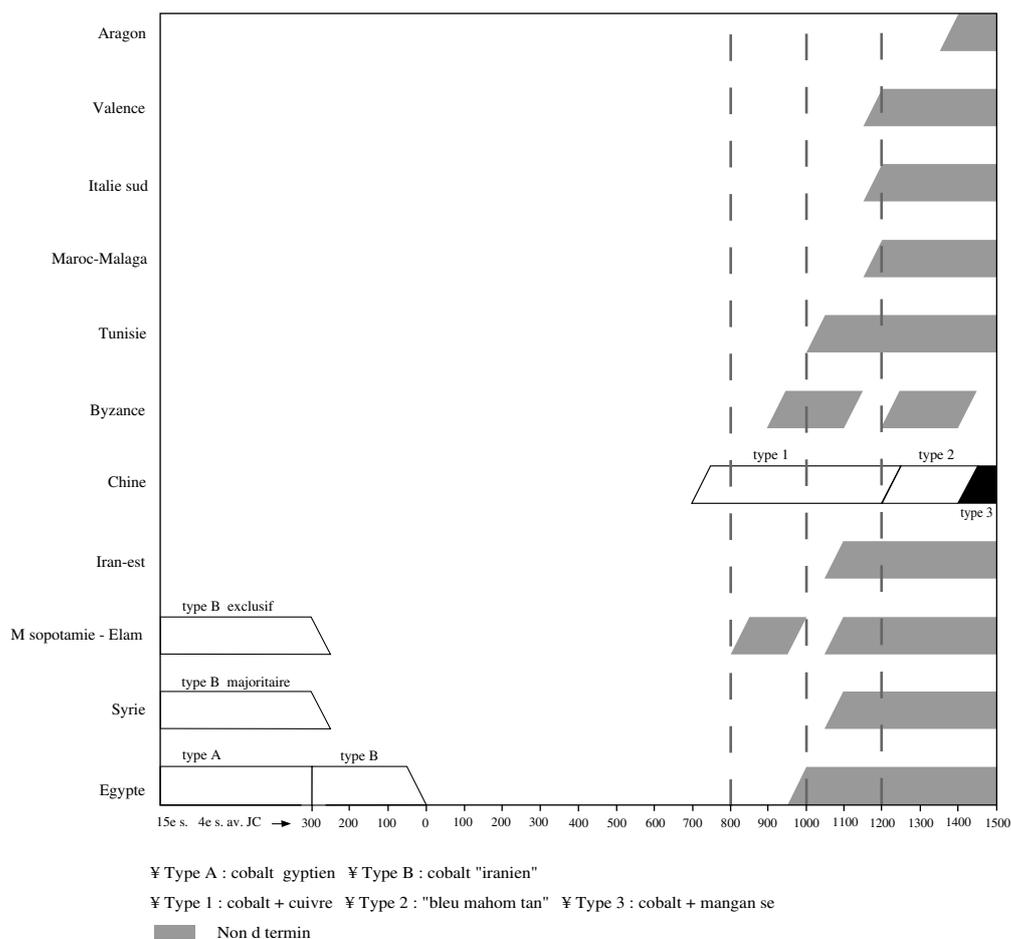
- La Mésopotamie et l'Elam, du XV^e s. à l'époque achéménide (IV^e s. av. JC), emploient principalement l'oxyde de type B (Kaczmarczyk à paraître).

Une coupure s'observe entre l'Antiquité et l'Islam (pas de cobalt dans la céramique du Proche-Orient après le IV^e siècle av. JC, alors que la production de verre bleu se poursuit).

- Les faïences abbassides trouvées à Suse, à Samarra ou en Égypte, datant probablement de la fin du IX^e siècle, marquent la reprise de l'utilisation du cobalt dans la céramique.

- A la même époque, la Chine n'utilise le cobalt que comme coloris d'appoint dans les céramiques jaspées des Tang (618-906) ; une communication récente signale néanmoins des tessons de porcelaine d'époque Tang peints au cobalt (Li Jiazhi 1986). Trois types de minerais de cobalt sont

Chronologie du cobalt utilisé dans la céramique



employés en Chine :

- type 1 : céramiques jaspées et monochromes Tang et Song ; il existe peu de céramique peinte avant les Yüan (Pope 1956 : 38) ;
- type 2 : époque Yüan (1279-1368) ;
- type 3 : époque Ming (1368-1644) et après.

La coupure qui s'opère dans le monde iranien et le Proche-Orient entre le Xe et le XIIe s. correspond au "silence" du XIe siècle. A partir du XIIe s., le cobalt s'installe définitivement dans la céramique orientale (Syrie, Iran).

- Le cobalt apparaît en Égypte et en Ifrikiya, sous les Fatimides à la fin du Xe s. (Fustat), puis, dit-on à Bougie XIe - XIIe s. (Marçais, 1916 : pl. V et XII), ou encore parmi les trouvailles du Cap Bon (Couleurs 1995 : 141 n°90)

La propagation des modèles maghrébains par les importations de céramique, en particulier les *bacini*, dans la céramique siculo-maghrébaine puis les proto-majoliques d'Italie, fait sans doute passer l'usage du cobalt à la Sicile et à l'Italie du Sud (Berti 1972 et 1981).

- A Constantinople, le cobalt semble avoir été utilisé sur les "polychrome wares" des Xe-XIe s. (groupe A1), bien que le nom de l'oxyde ne soit pas mentionné (Rice 1930 : 11), ainsi que sur les plaques (Rice 1930 : 14 et pl. VIII). A Saraçhane, les "polychrome wares" à décor bleu semblent rarissimes (Hayes 1992 : 36).

Un problème est posé par certains des "white wares, impressed design" (groupe A5) sur lesquels le cobalt apparaît. En effet, Rice hésite sur l'origine et la date d'exécution de ces pièces, peut-être produites en Égypte aux XIIIe-XIVe s. (Rice 1930 : pl. coul. III, 1; Hayes 1992 : 31).

Le groupe B4, "white painted ware", XIII-XIVe s., semble lui aussi comporter du bleu de cobalt (Rice 1930 : 45).

- Les icônes et plaques de Patleina en Bulgarie, datant des Xe-XIe s., utilisent un bleu profond, probablement de cobalt (Rice 1930 : pl. coul. IV-V).

- A Corinthe, deux types de céramique datés des X-XIe s. semblent utiliser le cobalt: les "polychrome ware" et les "blue painted ware" (Morgan 1940 : n°307-368 et 780-784).

- Le Maroc et l'Espagne semblent commencer à utiliser le cobalt vers la fin du XIIe s. - début XIIIe s. (Terrasse 1937 ; Grenier de Cardenal 1980). A l'époque nasride, la production de Malaga se remarque par ses céramiques lustrées rehaussées de cobalt. Dès le XIIIe s. ces décors sont également présents à Paterna puis Manises. Il faut cependant attendre le XVIe s. pour les voir apparaître en Aragon (Muel, Teruel) et en Catalogne (Barcelone).

- En France, les premiers essais de céramique décorée au cobalt sont sans doute les carreaux exécutés par Jehan de

Valence pour le duc de Berry à partir de 1384 (Bon 1992).

2. LE COBALT DANS LES SOURCES

Le cobalt a été très tardivement reconnu comme élément chimique clairement identifié. Pourtant, dès l'époque pharaonique on connaît ses propriétés pour colorer le verre ou les glaçures (Kaczmarczyk 1986). Pline ou Théophraste mentionnent un *kyanos* artificiel, en fait, un verre coloré ayant l'aspect du lapis-lazuli, qui ne peut être que du cobalt (Clément Mullet 1868 : 171-173). Ces observations se retrouvent chez plusieurs minéralogistes arabes (Clément Mullet 1868). De même, al-Biruni mentionne l'élément appelé *lâzvard* pour colorer l'émail (*al-minâ*) en bleu; ainsi que pour le persan, *lâzvard* est ici le cobalt en non le lapis-lazuli (Kahle 1936 : 352).

Au moins deux textes persans d'époque médiévale mentionnent le terme *lâjvard* assimilé, sans aucun doute, à un oxyde de cobalt (Porter 1993).

Le premier texte, le célèbre traité de céramique d'Abu al-Qâsem Kâshâni, a été rédigé vers 1300. On sait cependant que ce texte doit beaucoup à un traité antérieur, anonyme, rédigé à la fin du XIIe siècle. Le deuxième texte date de l'époque du prince timouride Shâh Rokh (r. 1405-1447).

Abu al-Qâsem Kâshâni cite deux fois le cobalt (*lâjvard-e soleymâni*). La première mention se trouve dans le chapitre sur le lapis-lazuli, dans lequel une formule pour imiter le lapis est proposée. J.W. Allan n'a eu connaissance de l'édition du texte de Kâshâni faite par I. Afshâr en 1345/1966 qu'alors qu'il mettait un point final à son article. Ce passage concernant "l'imitation du lapis" n'est donc que brièvement mentionné dans son *Addendum* (Allan 1973 : 120).

Puis, dans ses formules de fabrication de la céramique, Abu al-Qâsem mentionne à nouveau le *lâjvard-e soleymâni* (Abu al-Qâsem c.1300 : 339); ce terme a été identifié par J.W. Allan comme étant le cobalt (Allan 1973 : 111-120). Voici sa traduction de ce passage :

"The sixth is the stone *lâjvard*, which the craftsmen call *Sulaimânî*. Its source is the village of Qamsar in the mountains around Kâshân, and the people there claim that it was discovered by the prophet Sulaimân. It is like white silver shining in a sheath of black stone. From it comes *lâjvard* colour, like that of *lâjvard*-coloured glaze etc. Another type comes from Farangistân and is ash-coloured and soft. And there is a red kind found in the mine which is a deposit on the outside of the stones and is like the red shells of pistachios. This kind is very strong but is a fatal deadly poison".

Le *Javâher-nâme* timouride (Binesh 1964 : 192) précise :

"Il n'y a pas de mines de lapis-lazuli (*lâjvard*) en dehors du Badakhshân; il y a, près de Kâshân, des mines dont on extrait une pierre noire semblable à l'antimoine; et c'est ce "lapis architectural" qui est employé en Arabie, en Azerbaïdjan, à Chirâz et dans d'autres contrées comme "imitation de lapis pour la céramique (*kâshî*)", que l'on obtient en cuisant cette pierre noire, qui donne la couleur bleue-lapis. Mais quand on broie cette pierre noire et que l'on en décortique coupes, plats et tasses, lorsqu'on les met au four, la fusion de ce minerai donne un beau bleu et on colore également les miroirs (?) avec ceci; les peuples francs qui fabriquent de l'émail bleu utilisent également cette matière afin d'obtenir cette couleur et il n'y a pas de cette pierre en dehors de Kâshân - c'est un fait établi. Chaque tasse, plat ou autre que l'on fabrique dans les différents royaumes, comme la Chine,

le Khorâsân, l'Irak ou l'Arabie est appelé "*lâjvardî*" (...) Cette pierre est chère. Mais le lapis que l'on cuit avec cette pierre ne sert qu'à (la céramique) pour décorer les bâtiments et, après un temps, il devient noir".

Le cobalt est mentionné dans les sources de l'occident médiéval sous le nom de safre (ou zaffre, de "saphir"). Mais on trouve également, surtout pour un usage en peinture, le terme de smalt (Mühlethaler 1969 : 47). L'étymologie du mot smalt - émail - est d'ailleurs troublante, puisqu'elle correspond au persan *minâ*, qui désigne à la fois une couleur bleue mais aussi l'émail. Caneparius dans son traité des couleurs *De atramentis* (1617) mentionne notamment le bleu de smalt appelé *zaffro*, fabriqué à Venise dès le XVe siècle (Fabbrica 1986 : 338-340).

3. LE PROBLÈME DE L'ORIGINE DES MINÉRAIS DE COBALT

L'origine géographique des minerais de cobalt a-t-elle un rapport avec l'origine des techniques de céramique ?

Quels sont alors les gisements de cobalt utilisés par les producteurs de céramique décorée avec ces oxydes ?

Un tour d'horizon des gisements de cobalt susceptibles d'être exploités avant/jusqu'au XVe siècle s'avère une expérience difficile. De plus, on a remarqué que les divers oxydes de cobalt répondaient différemment à la cuisson suivant la nature de leur composition. C'est ainsi que des régions productrices de céramique comme l'Iran ou la Chine, possédant également des gisements de cobalt, ont préféré à certaines époques aller se procurer d'autres variétés d'oxydes dans de lointains pays.

Et s'il paraît probable que le cobalt arrive, au départ, avec la technologie de la faïence, on a ensuite cherché à le trouver localement. Ces gisements locaux, souvent de très faible importance à l'échelle industrielle, ne se trouvent pas répertoriés dans les grands manuels (De Launay 1913 par ex.).

Enfin, il ne faut pas oublier le verre antique "de récupération", source importante de colorants du verre et de la céramique médiévaux.

En l'absence d'analyses suffisantes pour établir des typologies des oxydes de cobalt et par là, de leur origine géographique, nous nous contenterons ici de poser les questions que j'espère pertinentes.

Abu al-Qâsem Kâshâni décrit c.1300 plusieurs types de cobalt de provenances diverses, notamment celui de Qamsar (près de Kâshân, en Iran) et de Farangestân. Cette dernière appellation désigne probablement un type de cobalt provenant d'Allemagne. Il s'agit là sans doute d'une des plus anciennes mentions de l'exportation du cobalt allemand (FitzHugh 1992 ; Taylor 1977).

L'exemple d'Abu al-Qâsem est symptomatique du problème que posent les origines et la diffusion de ces minerais. En effet, à la même période, l'Iran exporte du cobalt vers la Chine (Wood 1986). Une opinion couramment répandue mais non confirmée est que l'Iran était le plus important fournisseur de cobalt de l'Antiquité (FitzHugh 1992 ; Kaczmarczyk 1986).

Ces minerais, qu'ils soient iraniens ou allemands, peuvent se différencier par leur composition et notamment par la présence de "métaux-traces" caractéristiques (Gratuze 1992).

Il s'agirait donc d'identifier les principaux gisements de minerais de cobalt exploités jusqu'au XVe s. L'identification

de la composition des minerais permettrait de caractériser les composantes des glaçures. A partir de cette recherche préliminaire on pourrait tenter alors l'analyse d'échantillons de céramique afin de déterminer l'origine des oxydes utilisés.

On pourrait ainsi tenter de déterminer certains courants technologiques et commerciaux qui dynamisent l'évolution de la céramique dans le bassin méditerranéen.

Mais le problème se pose d'emblée : s'il existe bien des gisements importants de minerais de cobalt répertoriés (De Launay 1913), des exploitations locales de petits gisements existent également, ce qui complique considérablement la démarche.

3. 1. GISEMENTS DE COBALT

La prospection à l'échelle industrielle ignore souvent des gisements où le cobalt n'apparaît que de manière occasionnelle.

Le problème de l'origine des oxydes de cobalt est souvent résolu par l'évidence négative. En effet, comme on le verra pour l'Egypte par exemple, lorsque l'utilisation de gisements locaux d'alun faiblement (mais suffisamment) cobaltifères (jusqu'à 5 %) cesse, c'est vers l'Iran qu'on se tourne comme étant la source la plus probable de minerais.

De même, le plus ancien fragment vitreux coloré au cobalt, trouvé à Eridu - datant de la période Ur III, c. 2100 av. JC - fait penser, par sa situation géographique, à une origine iranienne. Mais ce raisonnement n'est qu'un "faute de mieux". Le même raisonnement existe pour l'étain : tout l'étain utilisé dans l'Antiquité venait-il vraiment de Cornouailles ? L'Espagne produit, du moins à l'époque moderne, d'importantes quantités d'étain (Relanzón 1987 : 31; Muhly 1973).

Enfin, on notera que l'on ne connaît pas à ce jour de gisements de cobalt en Syrie, en Irak ou en Anatolie (mais si au Caucase), ce qui n'a pas empêché ces régions de l'utiliser dans leur intense production de céramiques.

3. 1. 1. L'IRAN

La Carte métallogénique préliminaire de l'Iran établie en 1965 montre la présence, aussi bien dans la région d'Anârak que de Bayche-Bâgh et de Qamsar, de gîtes cobaltifères (Bariand 1965).

Cependant, deux questions se posent face à ces gisements : fournissent-ils des variétés de cobalt utilisables en céramique (et en quantités suffisantes !) et étaient-ils connus avant le XVe siècle ?

Qamsar

L'exploitation du cobalt de Qamsar est bien connue par plusieurs sources (Schindler 1896; Ladame 1945 ; Bariand 1965). L'auteur de l'Histoire de Kâshân précise que l'exploitation de ces mines est faite par la famille Lâjevardi (Zarrâbi 1878). Bien que cette exploitation cobaltifère soit actuellement arrêtée, il semblerait, d'après M. Lâjevardi - descendant de la famille d'exploitants du gisement de Qamsar - que le minerai ne soit pas épuisé.

Anârak

La variété "rouge" de *lâjvard* décrite par Abu al-Qâsem est en fait l'érythrite, arséniate de cobalt ($\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$),

provenant peut-être d'Anarak. Le fait qu'Abu al-Qâsem le range parmi les minerais de cobalt indique bien que malgré sa "nature" différente, l'érythrite a des propriétés voisines de celles des autres minerais.

Caucase

On trouve à Télav, en Kalehétie, des sulfures de nickel et de cobalt (De Launay 1913). Kazmarczyk pense qu'il n'est pas impossible que les gisements du Caucase aient été exploités aux périodes anciennes.

3. 1. 2. ESPAGNE (FIG.1)

Une prospection à l'échelle nationale a été réalisée en 1964 par l'Instituto Geológico y Minero de España (IGME 1964) qui recense - semble-t-il - les moindres indices de cobalt en Espagne. Les gisements mentionnés sont ceux de Gistain (Huesca), Villamanín et Cármenes (León), Aramo et



Fig. 1

Cares (Oviedo), Guajar-Fondón et Molvizar (Grenade), Chovar (Castellón) et Morata de Jalón (Saragosse).

Gistain

C'est à proximité du village de Gistain (prov. de Huesca, termino de San Juan de Plan), à une altitude de 1750 m, que se trouvent les mines de San Carlos.

La découverte de ce gisement remonte à 1730 et son exploitation à 1750, par une entreprise allemande, à laquelle viennent bientôt s'ajouter des capitaux français. Les minerais extraits étaient envoyés pour traitement à Bagnères de Luchon (à 8 km du site). En 1775, Bowles écrit que le cobalt de Plan est "une chose si rare qu'on n'en connaît qu'une autre semblable en Europe" (celle de Saxe) (Bowles 1775 : 397). L'exploitation de la mine est arrêtée par la Révolution en 1792, mais reprend en 1830 avec un rendement de 35 tonnes par an. A cette époque, le minerai extrait contient 11% de cobalt et 7 % de nickel. En 1936, l'exploitation était aux mains d'une compagnie italienne; entre 1939 et 1945, elle passe aux mains des Allemands. Depuis cette dernière date, la mine de Gistain ne semble avoir observé que des extractions de rapine (Minería 1994 : 28).

L'exploitation de ce gisement à une date antérieure n'est pas - à ma connaissance - documentée. Pourtant, selon Mme Alvaro Zamora (1982 : 52), le cobalt utilisé à Muel dès le XVe siècle proviendrait de Gistain. Ses renseignements viendraient de Llubíá et Gonzalez Martí qui les auraient recueillis sur place dans les années 40.

Les minerais sont des arséniures et sulfoarséniures comme la skuttérodite $(\text{Co,Ni})\text{As}_3$ ou la cobaltite.

La prospection réalisée en 1964 a également révélé des indices de minerais de cobalt et nickel, peut-être exploités anciennement, à Chodes/Morata de Jalón (prov. de Saragosse) (IGME 1964 : 14; Minería 1994 : 157). Il s'agit notamment de pyrites (FeS_2) contenant des grains de cobalt (4%) et de nickel (2%).

Teruel

Le début de la production de céramique bleue et blanche à Teruel est datable de la fin du XVe siècle. A cette époque, le cobalt utilisé semble provenir d'un petit gisement local situé "sur l'un des côtés de la laguna de Tortajada"; apparemment, ce gisement était toujours exploité au début du XXe s., bien que la couleur obtenue soit un bleu assez gris (Alvaro Zamora 1982 : 52).

En fait, la prospection des gisements métallifères d'Aragon (pas plus que le rapport de l'IGME) ne mentionne pas la moindre trace de cobalt dans ce site, mais un petit gisement d'oxyde de manganèse (Minería 1994 : 169). Il convient donc probablement d'oublier ce site !

Chovar

La région de Chovar (prov. de Castellón) possède plusieurs gisements de cobalt d'exploitation ancienne (IGME 1964 : 13 ; Alvaro Zamora 1982). Les minerais repérés sont des asbolanes et des associations cobalt/cuivre. Il est probable que ces gisements, exploités à ciel ouvert "et dans un certain désordre" (IGME 1964), proches des ateliers de Valence, aient fourni du cobalt pour les productions de Paterna et de Manises - sans que l'on puisse dire avec exactitude à partir de quelle date.

Guajar-Fondón et Molvizar

Deux sites cobaltifères se trouvent dans la région de Motril (prov. de Grenade). Le premier, situé à Guajar-Fondón, possède une mine appelée Ilusión ; les minerais sont des oxydes noirs (cobalt-velours), parfois liés au fer; une oxydation en surface fait apparaître également des arsénates (érythrine, $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Le deuxième gisement, à Molvizar, apparaît sur le Cerro del Tesorillo. Les minerais sont semblables à ceux de Guajar, avec parfois la présence d'oxydes de cuivre et malachites. Aucun détail sur l'histoire de ces sites n'est fourni dans le rapport de l'IGME (IGME 1964 : 12-13), mais il est tentant de rapprocher ces gisements de la production de céramique nasride de Malaga.

Villamanín et Cármenes

La prospection des sites de la province de León remonte au moins au siècle dernier. La mine La Profunda, à Villamanín, a été exploitée notamment entre 1859 et 1883 et possède des ressources multiples (cuivre, nickel, cobalt, mais aussi des minerais d'uranium) qui renouvellent l'intérêt pour ce gisement. Cependant, aucun renseignement n'est fourni quant à une exploitation antérieure au XIXe siècle (IGME 1964 : 5-8).

Aramo et Cares

Les sites de la vallée de l'Aramo (prov. d'Oviedo) ont été exploités pour leurs ressources en houille dès l'époque pré-historique. Van Straalen y a découvert des squelettes et des outils parfaitement conservés (IGME 1964 : 8). Le cobalt, ainsi que le cuivre apparaissent en proportions non-négligeables. Dans la vallée du Cares, à 9 km de Panes, les mines Sara et Flora ont été exploitées pour l'extraction de cuivre (malachite) et de cobalt (érythrite et asbolane) - mais à partir de quand ? (IGME 1964 : 10)

3. 1. 3. ALLEMAGNE

Kâshâni cite une variété de *lâjvard* provenant du Farangestân, que Dayton et Bowles associent aux gisements de Bohême, et qui doit être de l'asbolane contenant jusqu'à 40% d'oxyde de cobalt (Dayton 1977 : 145 ; Allan 1973 : 117).

Dans les manuels de céramique contemporains, on signale l'Allemagne comme le principal fournisseur d'oxyde de cobalt à l'usage de la céramique (Greber 1950). Greber ajoute en outre que les différentes qualités d'oxyde de cobalt se signalent par la présence ou l'absence d'oxyde de nickel. Ceci implique des minerais de type Chloanthite $(\text{Ni,Co})\text{As}_3$ ou Skuttérodite $(\text{Co,Ni})\text{As}_3$. Il y a également des asbolanes (cobalt oxydé noir manganésifère) en Saxe (Gottes Geschick).

Freiberg

Apparemment, ce sont les mines de Freiberg qui sont les plus anciennes d'Allemagne; on avance la date de 1168 mais "l'exploitation de ces mines dès l'Age du Fer n'est pas impossible" (Gratuze 1992 : 106).

Schneeberg

La fabrique de couleurs bleues de Schneeberg fut fondée en 1570 (De Launay 1913). Au XVIe s., Schurer, verrier de Bohême, retrouva la manière de fabriquer des "pierres bleues" colorées au cobalt.

En 1890 il y avait encore en Allemagne deux exploitations de cobalt : à Arusberg en Westphalie et à Cassel en Hesse-Nassau. Les usines fabriquant le bleu de cobalt sont à Schneeberg : l'une fiscale à Oberschlenia, l'autre privée à Pfannenstiel.

3. 1. 4. EGYPTE

Nous avons signalé plus haut les gisements locaux - actuellement sans importance au niveau industriel - des Grands Oasis de l'Est (Kharga et Dakhla, gisements d'alun) qui ont dû produire l'essentiel du cobalt utilisé en Egypte jusqu'au IVe siècle av. J.-C. (Kaczmarczyk 1986).

3. 1. 5. MAROC

Le Maroc possède des gisements de cobalt, notamment à Bou Azzer. Cependant, ces mines - d'exploitation ancienne pour l'argent - ne semblent contenir que de faibles quantités de minerais de cobalt. De plus, la connaissance et l'exploitation de ces minerais semblent relativement récentes.

Pour la période moderne, Prosper Ricard signale qu'au milieu du XIXe s., le Maroc importait son cobalt d'Allemagne (Ricard 1927).

3. 1. 6. CHINE

Il existe une petite production d'oxyde de cobalt dans le Yunnan (Lan-gni-tsin, Chemo, Toung-Tchouan). A Toung-Tchouan, près du Fleuve Bleu (Kinchakiang) on trouve des nodules d'asbolites cobaltifères utilisés pour fournir la célèbre couleur bleue des porcelaines du Kiang-si (De Launay 1913).

4. DIFFUSION DES OXYDES DE COBALT (FIG. 2)

Pour l'Antiquité, deux sources bien différentes de cobalt ont été identifiées : l'alun cobaltifère de Dakhla en Egypte et

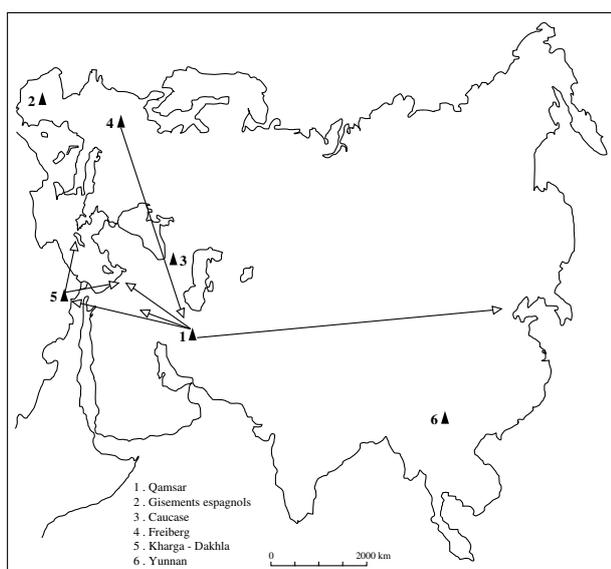


Fig. 2

le cobalt "iranien", provenant probablement de Kâshân.

D'où provient alors le cobalt utilisé dans les céramiques médiévales ? L'Iran - comme nous l'apprend Abu al-Qâsem pour le XIV^e siècle - en importe d'Allemagne, mais il en exporte également vers la Chine. L'importance des gisements de cobalt, notamment près de Kâshân et de Qom, aurait justifié cette exportation vers la Chine à l'époque Yuan (1260-1368) (Wulff 1966 : 147). On peut alors se demander pourquoi les Iraniens auraient importé du cobalt d'Europe. D'après G. Curatola, ce fait s'expliquerait par la présence du manganèse dans l'asbolane de Bohême - ce qui empêche le cobalt de fuser au moment de la cuisson (Curatola 1979 : 4).

Quant au terme *soleymâni*, il semblerait qu'il soit à l'origine du terme chinois *Su-ni-po* qui désigne le cobalt (Pope 1956 : 84). G. Curatola (1979 : 2) rajoute d'autres termes à celui-ci (*hui-hui ch'ing* (blu maomettano), *Su-ma-ni*, *Su-mali*, *Su-po'-ni*, *sa-po-ni*).

De récentes analyses de tessons de porcelaine chinoise de l'époque Tang à décor bleu de cobalt ont montré une composition légèrement différente des oxydes de cobalt utilisés par la suite. En effet, les premiers se remarquent par la présence de petites quantités de cuivre (Up to 7 % cobalt has been reported to occur in copper ores; Andrews 1962 : 169) qui les différencient du "bleu mahométan" utilisé au début de

l'époque Yuan ; celui-ci se caractérise par la présence de fer et se différencie à son tour du cobalt allié au manganèse qui remplaça ensuite cette variété (Wood 1986). Ceci limiterait l'exportation du cobalt iranien à la seule période Yuan.

L'Espagne possède un peu de cobalt, notamment à proximité des ateliers de Malaga et de Valence. On ne connaît malheureusement pas avec précision les dates d'exploitation des divers gisements espagnols.

Le safre utilisé par Jehan de Valence est mentionné dans les documents du duc de Berry comme une denrée qu'on achète à des marchands de la ville. On sait par exemple qu'une livre de safre a été achetée le 4 juin 1386 ; mais on ne donne aucune précision sur l'origine du matériau (Bon 1992 : 117, 120, 144).

Ces données sont encore bien maigres pour pouvoir en tirer des conclusions quant à une réelle circulation des oxydes de cobalt !

Comment voyage le cobalt ?

Plusieurs épaves ont livré des verres ou des frites bleus. L'une des plus anciennes, datant de c. 1325 av. JC. a été trouvée à Ulu Burun, en Turquie (Parker 1992 : n°1193) et contient entre autres 21 lingots de verre bleu, ainsi que des perles de verre. A La Jaumegarde (Parker 1992 : n°530), des lingots de verre bleu datant de c. 100-25 av. JC. ont été repêchés. A Mellieha, Malte, (Parker 1992 : n°691) ce sont des pains de verre et de la fritte bleue d'une cargaison datable de c. 200-250 ap. JC. qui ont été récupérés. L'épave la plus importante pour son chargement de verre est le "Glass Wreck" de Serge Limani en Turquie (Parker 1992 : n°1070), dont le chargement contenait pas moins de trois tonnes de verres brisés. Ce chargement proviendrait de Syrie et a été daté d'après un poids inscrit de 1024-5 ap. JC.

Comme le note Théophile (Livre II chap. 12), les verres bleus proviennent souvent de la récupération de tesselles de mosaïques ou de petits objets en verre bleu "que les Français collectionnent". Peut-on voir dans ce "verre recyclé" une matière première qui conviendrait également pour les glaçures ?

Notons cependant que la composition des verres bleus provenant des épaves n'est pas mentionnée par Parker et qu'il faudrait la vérifier cas par cas. En revanche, ce qui paraît évident c'est la grande place qu'occupent les verres - et ceux colorés en bleu tout particulièrement - dans le commerce antique et médiéval. Heyd note (d'après Filiasi) le commerce des perles de verre de couleur fait par Domenico Miotti de Venise (Heyd 1886 : 711).

On connaît, pour l'Europe, les "pains" de cobalt à l'état vitreux au moins depuis le XIV^e s. (Charleston 1963 : 58). C'est encore sous forme de "pains" que l'auteur de l'Histoire de Kâshân (Zarrâbi 1878 : 226) et Schindler (1896 : 114-6) décrivent l'oxyde de cobalt élaboré à Qamsar.

Cennino Cennini signale que l'azur d'Allemagne se présente sous la forme de pains. La traduction française (Cennini par Mottez : 40), glosée par Tambroni note qu'il s'agit en fait de smalt ou zaffre, alors que la traduction anglaise (Cennini par Thompson : 35) ignore la remarque.

Il est curieux de constater que l'on retrouve rarement de tels objets dans les fouilles d'ateliers. Un nodule de couleur bleue a bien été mis au jour par la fouille P.-A. Février - M.

Fixot - C. Rivet à Fréjus, place Formigé en 1988 ; mais l'objet - trouvé dans les couches datant de l'Antiquité tardive vient d'être analysé par le laboratoire E. Babelon d'Orléans ; il s'agit en fait de "bleu égyptien".

D'après Abu al-Qâsem, le cobalt "européen" est "tendre et couleur de cendres", ce qui correspond, d'après Curatola (Curatola 1979 : 5) à l'état minéral des asbolanes. En fait, le zaffre ou smalt se présente comme une poudre (sandy powder of poor covering and tinting power...) qui se décompose relativement rapidement à l'air et devient blanc-gris (Doerner 1963 : 80). On peut remarquer que ce défaut était également noté dans le *Javâher-nâme* timouride. Peut-on en déduire que le cobalt importé en Iran est du smalt ?

Au moment de conclure - de manière encore provisoire - plusieurs constatations peuvent être faites. D'une part, on peut souligner que l'utilisation du cobalt en céramique n'est pas comparable à celle qui en est faite pour le verre notamment en termes de chronologie.

Par ailleurs, bien que les gisements de cobalt exploitables à l'échelle industrielle soient rares et relativement bien localisés, des gisements locaux, dans lesquels le cobalt n'apparaît que de manière occasionnelle ont également été exploités. De plus, les diverses variétés de cobalt ne semblent pas toujours convenir à toutes les techniques, d'où la nécessité d'échanges comme ceux qui ont lieu entre l'Iran et la Chine.

L'identification de l'origine des oxydes de cobalt par l'analyse chimique en est encore à ses prémices. Si les analyses commencent à être fiables pour l'Orient ancien et pour la Chine, le monde méditerranéen est encore bien mal loti. Pourtant, de toutes récentes analyses pourraient bientôt apporter de nouvelles lumières à cette étude. Il ressort en effet de ces récents travaux (Gratuze à paraître) qu'il existerait à partir du XIIIe siècle en Europe - mais peut-être aussi au Maghreb, un approvisionnement unique en cobalt qui s'effectue à partir de plusieurs sources exploitées successivement.

Enfin, l'oxyde de cobalt est certainement exporté sous forme de fritte (smalt) ou de pains et subit sans doute de nombreuses transformations au cours de son histoire. Là aussi, l'observation microscopique et l'analyse des "grains" de cobalt pourra peut-être permettre une meilleure connaissance du conditionnement sous lequel le cobalt a été exporté.

BIBLIOGRAPHIE

Abu al-Qâsem c. 1300 : ABU al-QASEM KASHANI.— 'Arâyes al-javâher. éd. I. Afshâr, Téhéran, 1345/1966.
Allan 1973 : ALLAN (J.W.).— Abu'l-Qasim's Treatise on Ceramics, *Iran*, XI, 1973, p.111-120.
Alvaro Zamora 1982 : ALVARO ZAMORA (I.).— Cerámica Aragonesa I. Zaragoza, 1982.
Andrews 1962 : ANDREWS (R.W.).— Cobalt. Overseas Geological Surveys, Londres, 1962.
Bariand 1965 : BARIAND (P.), ISSAKHANIAN (V), SADRZADEH (M.).— Preliminary metallogenic map of Iran. Geological Survey of Iran Reports, 7. Téhéran, 1965.
Berti 1972 : BERTI (G.), et TONGIORGI (T.).— Ceramiche a cobalto e manganese su smalto bianco (fine XII-inizio XIII secolo *In* : Atti V convegno Internazionale della ceramica, Albisola, 1972, p. 149-183.
Berti 1981 : BERTI (G.) et TONGIORGI (L.).— I bacini ceramici medievali delle chiese di Pisa, Quaderni di cultura materiale 3, Roma, 1981.
Binesh 1964 : BINESH (T.) Javâher-nâme (anonyme, XVe s.). Edité par Taqi Binesh, *Farhang-e Iran Zamin* 12 (Téhéran, 1343/1964), p. 273-297.
Bon 1992 : BON (Ph.).— Les premiers bleus de France. Les carreaux de faïence au décor peint fabriqués pour le Duc de Berry (1384). Mémoire soutenu en

1989. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Mehun-sur-Yèvre, 1992.
Bowles 1775 : BOWLES (G.).— Introducción a la Historia Natural y a la Geografía física de España. Madrid, 1775.
Cennini (XVe s.) : CENNINO CENNINI.— Il Libro dell'Arte, trad. V. Mottez, Le Livre de l'Art, Paris, 1858; trad. D.V. Thompson, The Craftman's Handbook, Yale, 1933.
Charleston 1963 : CHARLESTON (R.J.).— Glass "cakes" as raw material and articles of commerce. *Journal of Glass Studies*, 5, 1963, p. 54-67.
Clément Mullet 1868 : CLEMENT MULLET (J.).— Essai sur la minéralogie arabe. *Journal Asiatique*, 11, 1868, p.163-173.
Couleurs 1995 : Couleurs de Tunisie. 25 siècles de céramique. Paris, Institut du Monde Arabe, 1995.
Curatola 1979 : CURATOLA (G.).— Sui "Bianchi e blu" cinesi: Il problema della provenienza del cobalto. *Incontri tra Occidente e Oriente*, III, Venise, 1979, p. 1-13.
Dayton 1977 : DAYTON (J.E.), BOWLES (J.).— Abul Qasim of Kashan and the problem of Persian glazing. *Annali Istituto Orientale di Napoli*, 37, fasc.2, 1977, p. 143-152.
De Launay 1913 : DE LAUNAY (L.).— Gîtes minéraux et métallifères, Paris et Liège (t.II-III), 1913.
Doerner 1963 : DOERNER (M.).— The Materials of the Artist. Londres, 1963.
Fabbrica 1986 : La Fabbrica dei colori (ouvrage collectif). Rome, Il Bagatto, 1986.
FitzHugh 1992 : FITZHUGH (E.W.), FLOOR (W.M.) — Cobalt, *Encyclopaedia Iranica*, V, fasc. 8, 1992, p. 873-875.
Gratuze 1992 : GRATUZE (B.), SOULIER (I.), BARRANDON (J.-N.), FOY (D.).— De l'origine du cobalt dans les verres, *Revue d'Archéométrie*, 16, 1992, p. 97-108.
Gratuze à paraître : GRATUZE (B.), SOULIER (I.), BLET (M.), VALLAURI (L.).— De l'origine du cobalt : du verre à la céramique. *Revue d'Archéométrie*.
Greber 1950 : GREBER (E.).— Traité de céramique. Paris, 1950.
Grenier de Cardenal 1980 : GRENIER DE CARDENAL (M.).— Recherches sur la céramique médiévale marocaine. *In*: La céramique médiévale en Méditerranée occidentale. Valbonne 1978, Paris 1980, p. 227-249.
Hayes 1992 : HAYES (J. W.).— Excavations at Saraghane in Istanbul. Vol. 2, The Pottery. Princeton, Princeton University Press, 1992.
Heyd 1885-6 : HEYD (W.).— Histoire du commerce du Levant au Moyen-âge. Leipzig, 1885-6, vol. II (reprint Amsterdam, 1959).
I.G.M.E. 1964 : Instituto Geológico y Minero de España.— El cobalto en España (dactyl.). Madrid, 1964.
Kaczmarczyk 1986 : KACZMARCZYK (A.).— The source of cobalt in ancient Egyptian pigments, *Proceedings of the 24th International Archaeometry Symposium*, éd. J.S. Olin et M.J. Blackman. Washington, 1986, p. 369-376.
Kaczmarczyk 1991 : KACZMARCZYK (A.).— The identity of *wsbt* alum, *The Journal of Egyptian Archaeology*, vol. 77, 1991, p. 195.
Kaczmarczyk à paraître : KACZMARCZYK (A.), CAUBET (A.), MATOÏAN.— Faïences et verres de l'Orient ancien. Catalogue des objets en matières vitreuses.
Kahle 1936 : KAHLE (P.).— Bergkristalle, Glas und Glasflüsse nach dem Steinbuch des Al-Biruni, *Zeitschrift der Deutschen Morgenländische Gesellschaft*, vol. 90, 1936, p. 322-356.
Ladame 1945 : LADAME (G.).— Les ressources métallifères de l'Iran, *Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen*, 25, 1945, p. 195-197.
Li Jiazhi 1986 : LI JIAZHI, YANG WENXIAN, CHEN JI, *et al.*— Study on white porcelain in Gongxian, Henan province, of the Sui-Tang period, *STIAPP*, 1982, Pékin, 1986.
Marçais 1916 : MARCAIS (G.).— Les poteries et faïences de Bougie. Constantine, 1916.
Morgan 1942 : MORGAN (C.H.).— Corinth. Vol. XI. The Byzantine Pottery. Harvard, 1942.
Minería 1994 : La minería de Aragón. Saragosse, Gobierno de Aragón, Departamento de Comercio y Turismo, 1994.
Mühlethaler 1969 : MUHLETHALER (B.), THISSEN (J.).— Smalt, *Studies in Conservation*, 14, 1969, p. 47-61.
Muhly 1973 : MUHLY (J.D.).— Copper and Tin. The distribution of mineral resources and the nature of the metals trade in the bronze Age. New Haven, 1973.
Parker 1992 : PARKER (A.J.).— Ancient Shipwrecks of the Mediterranean & the Roman Provinces. Bar International Series 580, 1992.
Pope 1956 : POPE (J.A.).— Chinese porcelain from Ardabil. Washington, 1956.
Porter 1993 : PORTER (Y.).— *Shangarf et lâzhvard dans le monde iranien*", *Res Orientales* V, 1993, p. 147-157.

- Porter à paraître** : PORTER (Y.).— Textes persans sur la céramique. *In* : Actes du colloque La science dans le monde iranien, Strasbourg, 1995.
- Relanzón 1987** : RELANZON LOPEZ (M. S.).— La minería española en la Edad Moderna. Madrid, 1987.
- Ricard 1927** : RICARD (P.).— Catalogue de l'exposition de céramique marocaine. Sèvres, Manufacture nationale, 1927.
- Rice 1930** : RICE (D.T.).— Byzantine glazed pottery. Oxford, 1930.
- Schindler 1896** : SCHINDLER (A.H.).— Eastern Persian Irak. Royal Geographical Society de Londres, 1896.
- Taylor 1977** : TAYLOR (J.R.).— The Origin and Use of Cobalt Compounds as Blue Pigments. *Science and Archaeology* 19, 1977, p. 3-15.
- Terrasse 1937** : TERRASSE (H.).— La céramique hispano-maghrébine du XIIe siècle d'après les fouilles du château de Aïn Ghaboulo". *Hesperis*, XXIV, 1937, p. 13-18.
- Théophile (XIe-XIIe s.)**.— *Schedula diversarum artium*, trad. J.G. Hawthorne et C.S. Smith, Theophilus On Divers Arts. New York 1963.
- Wood 1986** : WOOD (N.).— The Two International Conferences on Ancient Chinese Pottery and Porcelain. *Transactions of the Oriental Ceramics Society*, vol. 50 (1985-86), p. 54.
- Wulff 1966** : WULFF (H.E.).— *The Traditional Crafts of Persia*. Cambridge (Mass.), 1966.
- Zarrâbi 1878** : 'Abd al-Rahim Kalântar ZARRABI.— *Târikh-e Kâshân*. éd. I. Afshâr, Téhéran, 1341/1962.