

Qu'appelle-t-on bleu Égyptien, cette fritte de bleu égyptien ? Une phase vitreuse avec une cristallisation ? Un matériau céramique ?

⇒ Pour l'élite pharaonique, **la couleur était la vie.**

Ainsi, le sculpteur fut dénommé "séankh" / "celui qui donne la vie".

Nonobstant ...

Il ne devait pas donner la vie simplement en extrayant une figure d'un bloc de pierre ou d'un morceau de bois ! **Il devait ajouter à la sculpture une dernière étape essentielle, les couleurs, donnant l'apparence de la vie et qui de fait l'animait.**

Les "scribes du contour" avec l'aspect sacré de ce qu'ils devaient **rendre magiquement vivant.**

⇒ Pour l'admirateur moderne que nous sommes, **la teinte est porteuse de vie aussi.**

Même si d'aventure, nous sommes parfaitement conscients que ce paradigme fut bien encodé et ce jusque dans ses couleurs !

- Le vert symbolisait la régénération,
- Le noir la terre fertile,
- **Le bleu** le Nil, le ciel, où se trouve d'ailleurs un Nil céleste peuplé d'étoiles jaunes à cinq branches qui sont sans doute des étoiles de mer.
- ... Les "fresques" qu'ils nous ont laissés font rêver, paradoxalement au fait qu'ils possédaient une palette extrêmement limitée autant du reste quant aux moyens utilisés.

Cependant longtemps ...

L'homme n'a pas su fabriquer **cette couleur bleue**, elle fut même absente des peintures rupestres.

Ce sont bien les Egyptiens anciens qui, les premiers, auraient réussi à la produire et ce sous la forme d'un pigment artificiel.

Voici donc le "bleu égyptien" ...

Il fut certainement "le premier pigment" créé par l'homme, il y a cinq millénaires en Égypte et en Mésopotamie. **Il a longtemps fait l'objet d'un monopole ainsi que d'un commerce prospère et ce dans le bassin méditerranéen.**

Depuis la préhistoire jusqu'au Moyen Age ...

- Ainsi dans les peintures préhistoriques, le bleu manquait car il y avait fort peu de minéraux bleus et ceux qui le furent étaient chimiquement instables ou bien trop difficiles à utiliser.
- Les premières preuves de l'utilisation du bleu égyptien se trouvent au sein de la quatrième dynastie (vers 2575-2467 B.C.E). Il apparaît alors sur des sculptures en calcaire, ainsi que sous la forme d'une variété de joints cylindriques et de perles.
- Au Moyen-Empire (2050-1652 B.C.E), il a continué à être utilisé comme pigment dans la décoration des hypogées, des peintures murales, des meubles et des statues,
- Quant au Nouvel Empire (1570-1070 B.C.E) il a commencé à être plus largement utilisé et ce dans la production de nombreux objets.
- De plus se fut un produit qui connut une grande diffusion à l'époque romaine.

Rouge,
Jaune,
Vert,
Marron,
Noir,

Et blanc.

Seul manquait le bleu !

Et ce pour une simple explication visiblement, il n'existait que très peu de minéraux bleus !

De plus ...

Nous examinerons donc ici comment l'Égyptien ancien a pu obtenir un pigment bleu qui ne s'est pas dégradé avec le temps, tant divin il fut !

Réduits en poudre, rares sont ceux qui semblaient conserver un pouvoir colorant. De ce fait, il apparaît que les peintres devaient disposer d'une "pauvre palette" de nuances. Des pigments noirs, bruns, jaunes et rouges peuvent être trouvés, extraits des minerais ou des sols, de telle sorte que ces couleurs furent certainement considérées communes, et bien pauvre et ce pour représenter leurs divinités.

Ainsi les artisans du bassin méditerranéen furent amenés à élaborer un pigment : le "**bleu égyptien**".

Nomenclature qui date visiblement de l'année 1830 par Jean-François Léonor Mérimée et ce au sein d'un traité quant à la peinture à l'huile.

Il fut comme vous savez le père de l'écrivain Prosper Mérimée ...

Ainsi :

- **En quoi consiste le bleu égyptien ?**
- **Quand ce premier pigment synthétique a-t-il commencé à être fabriqué ?**
- **Comment ?**
- **Où son emploi s'était-il diffusé ?**
- **Pourquoi le bleu était-il considéré comme si important ?**
- **D'où viennent leur bleu ?**
- **Pourquoi une teinte aussi innovante a-t-elle disparu ?**
- ...



Photos de différents échantillons de bleu égyptien provenant de Pompéi (L. C.).

Le bleu égyptien selon L'écrivain en 1987 :

Il répond parfaitement à la définition actuelle d'un **matériau céramique** : un matériau solide constitué de cristaux anhydres cristallisés, éventuellement associé à une phase vitreuse, formé par synthèse et consolidé à haute température.

irtyu

Silicate de cuivre calcique ; "khesbedjiry" signifie "lapis-lazuli fabriqué", il formait alors un substitut du lapis, une pierre précieuse ...

"Fabriqué" ...

L'esthétique de la technè ...

Et que dire des progrès techniques qui l'ont fait advenir sous cette forme ?

Plan de cette thématique ...

Synthétisons un peu ce long cheminement historique ...

- Il est prouvé que notre pigment coloré fut usité par "nos" anciens Égyptiens dès 2600 B.C.E. et est devenu ce colorant bleu primaire utilisé dans la Kemet ancienne et ce à travers les périodes romaines de l'Égypte (vers 30-395 EC).
- En dehors de ce pays baigné des dieux, le bleu égyptien apparaît dans les incrustations mésopotamiennes du milieu du 3e millénaire B.C.E.
- Par la suite il a continué à être produit dans tout l'ancien Proche-Orient et méditerranée à travers le 4ème siècle C.E et apparaît alors dans les peintures murales à Pompéi.
- Au 9ème siècle CE, les instructions pour faire le bleu égyptien auraient visiblement été perdues ou oubliées.
- Le pigment fut ensuite tombé hors d'usage et de production jusqu'aux années 1800, quand les scientifiques ont déterminé sa composition en étudiant des exemples connus.

→ Les Égyptien ont modelé et moulé de petits objets en "bleu Egyptien" et pas que ...

→ Du bleu, du bleu, ... et encore du bleu !

→ Le "bleu Égyptien" ...

→ La fritte émaillée ...

→ Le bleu égyptien, fut une matière parfaitement artificielle.

→ Le crottin d'âne fut peut-être un excellent accélérateur pour la combustion !

→ Quant à sa teinte ...

- L'invisible qui devient visible ...
- Etudes scientifiques ...
- Le pigment bleu ...
- Partons maintenant vers le règne d'Aménophis III ...
- Une anecdote peut-être et ce dans une église de Barcelone ?
- Afin d'en connaître davantage, je vous invite à consulter :



**The 'Ankh' (Life) on the 'neb'-basket,
flanked by two 'Uas'-scepters (symbol of Power and Dominion).
Glass inlay (1.7x1cm), 100 BCE–100 CE;
now in the Metropolitan Museum ...**

Les Égyptiens ont modelé et moulé de petits objets en "bleu Égyptien" et pas que ...



Une cinquantaine d'exemplaire dans le monde.

Musée du Louvre.

**"Le bleu en est profond, éclatant
et
le vert
reparaît avec les dynasties saïtes."**

Gaston Maspero.



Et voici une peinture, vous pourrez y observer ...

[L'EgyptianBlue ...](#)

Il fut utilisé à la fois seul et mélangé avec de la calcite pour donner une teinte verte.

En outre ...

L'ocre rouge (haematite) et le cinabre (sulfure de mercure, HgS) ont été trouvés dans les tons rouges.



Source



Source



Le bleu égyptien

était d'un usage répandu dans les fresques et "l'art" statuaire de l'Égypte ancienne, comme en témoigne ce buste de la reine Nefertiti (vers -1350) conservé au Musée égyptien de Berlin.

© Shutterstock / Vladimir Wrangel



Voyez ce beau bleu

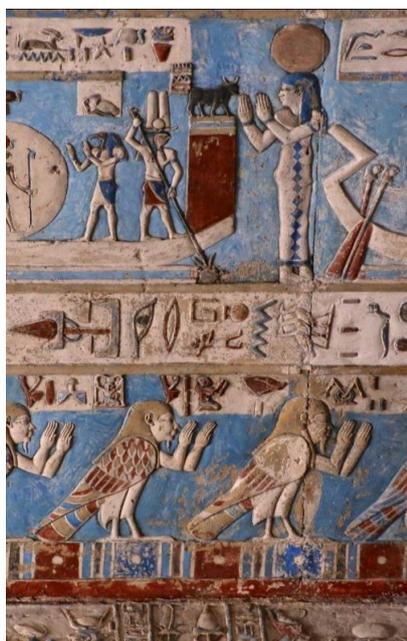
qui date de la **5e dynastie**,

toujours vif de teinte : très pérenne cette couleur !

Voici donc une dernière demeure au sein même de **Saqqarah**, vieille de 4 400 ans.

" ... est exceptionnellement bien préservé, avec des sculptures à l'intérieur" selon Khaled El-Enany.

Un prêtre de haut-rang nommé Wahtye.



"Ba souls on the astronomical ceiling at Dendera."

Four souls in the form of human-headed birds inhabit the astronomical ceiling in the outer hypostyle hall of the Hathor Temple at Dendera.

© **Amr Elkaramany.**

D'ailleurs, ils l'employèrent partout ce fameux **bleu** :

- Les stèles,
- L'art glyptique,
- Ornementation des vases,
- Les papyrus,
- Les sarcophages,
- Les peintures murales et ce visiblement **à partir de la 4e dynastie et ce jusqu'au Moyen Âge** : elle du reste l'unique pigment bleu !
- Des objets divers :

Scarabées,

Sceaux,

Statuettes,

Vases, ..., ont été façonnés en bleu égyptien massif, à ne pas confondre d'ailleurs avec les vases glaçures dénommés "faïence" égyptienne.

- Les décors **des temples** étaient tous parés du célèbre "**bleu égyptien**", dont le nom se traduisait à peu près ainsi : "**Lapilazuli fabriqué**".
- ...

La dernière attestation de son utilisation remonterait au 9e siècle de notre ère, au sein d'une église celle de San Clément de Rome ^(Lazzarini 1982).

Il fut utilisé pendant toute l'antiquité ...

Les romains quant à eux l'ont surtout utilisé sous la nomenclature de caeruleum. C'est d'ailleurs grâce à Vitruve notamment que nous connaissons la recette de fabrication. Les chercheurs ont même retrouvé du bleu égyptien au fond d'un pot et ce sur le site de Pompéi.

Du bleu, du bleu, ... et encore du bleu !

→ La poudre naturelle de **Lapis-Lazulis**, **cette pierre des netjerou(t)** ^(des divinités)

Minéraux très rares, provenant d'Afghanistan ...

Et de ce fait, il devait être extrêmement cher.

Le consensus actuel est que nos anciens égyptiens auraient alors cherché à le substituer et ce pour la décoration pariétale, une teinte bleue égalant celle du Lapis-Lazulis, minerais dont sa rareté le réservait à la bijouterie.



C'est une pierre qui lorsqu'elle est pure peut s'utiliser simplement broyée très finement en adjoignant, en fin de broyage un alcalin gras léger ^(lessive).

Elle est composée de différents minéraux : la lazurite ^(responsable de sa couleur), la calcite et la pyrite de fer.



A sample from the Sar-i Sang mine in **Afghanistan**, where [lapis lazuli](#) has been mined since the 7th Millennium BC.

Lien



La poudre de [Lapis-Lazulis](#) donne bien un bleu ...

Ainsi étant donné son prix de revient ...

Les Egyptiens lui ont donc préféré en fait un pigment bleu dont le secret de fabrication était transmis de bouche à oreille. Il s'agit probablement d'un des **premiers colorants artificiels**, dont l'origine remonte à la 4^e dynastie ...

La poudre de **Lapis-Lazulis** donne donc "un bleu".

En fait ...

Elle **ne fournit qu'une poudre d'un bleu-gris pâle, inutilisable comme pigment** perdant ainsi de sa beauté initiale.

Il existe bien une technique qui permet d'**extraire le minéral bleu** (la lazurite) de cette poudre afin d'obtenir un pigment utilisable, l'**outremer**. Nonobstant, il semble qu'elle n'ait été mise au point que vers le 2^e siècle B.C.E et ce au Turkménistan. Elle semble alors n'atteindre l'aire méditerranéenne que vers le 8^e siècle !

Le nom de bleu outremer vient de la provenance du lapis-lazuli : outre la mer.

Il ne semble pas d'ailleurs que son usage fut très répandu dans le monde égyptien ou romain, la fritte d'Alexandrie (bleu égyptien) lui faisait grande concurrence d'autant qu'il était plus abondamment disponible et meilleur marché.

Théophraste et **Plin**e le cite pourtant comme pigment sous le nom pour l'un de "kyanos" (*) et pour l'autre de "cæruleum scythicum".

(*) D'après la description qu'en fait Théophraste cela pourrait aussi correspondre au bleu égyptien. Il dit que ce pigment fut découvert par un souverain et mis au point à Alexandrie (Vitruve reprendra l'anecdote.).

→ Et voici la lazurite naturelle :



Source

Et, il est bien vrai ...

Une technique demeure ...

Celle-ci permet d'extraire **le minéral bleu de la lazurite**. Précisons quand même qu'il semble bien qu'elle n'ait été mise au point que vers le 2^e siècle B.C.E, au Turkménistan et elle n'atteindra l'aire méditerranéenne que vers le 8^e siècle de notre ère.

Une forme altérée de carbonate de cuivre ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) qui au fil du temps se « métamorphose » en malachite verte ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$).



Pigment bleu outremer.

Lazurite ...

Carbonate de cuivre ...

Possibilité d'en trouver dans le Sinaï, le désert oriental, ...

→ **Et voici le légendaire bleu égyptien, synthétique quant à lui !**

La littérature classique et archéologique mentionne :

- Kyanos,
- Caeruleum,
- Le bleu vestorien,
- Bleu de Pouzolle,
- Bleu Pompéen,
- PB31,
- Hsbt iryt / Lapis-Lazuli fabriqué,
- ... Ces différentes appellations qualifient toutes une seule et même réalité, le bleu égyptien, pigment synthétique et donc créé par l'Homme ancien !

Dans la langue égyptienne antique ...

Il était connu sous le nom de **hsbd-iryt**, ce qui signifie lapis-lazuli artificiel, **révélateur de l'obsession des anciens pour cette pierre précieuse.**



"... h) **Bleu égyptien.**"

© openedition. / © **Daniel Le Fur.**

→ **Le bleu de cobalt** a été aussi suggéré.

Un minéral très rare ...

Nonobstant ...

Ce pigment semble lié à l'industrie du verre et aux glaçures des céramiques et n'a jamais été obtenu indépendamment.

→ **La turquoise** ...

Pierre opaque, elle fait partie de la classe des minéraux bleu-vert composée phosphates-cuivre-aluminium.

L'aspect semi-opaque et la couleur bleue de la pierre turquoise sont surtout dus à la quantité de cuivre qu'elle contient, cependant, la turquoise d'Égypte était plus verte, très nettement reconnaissable et provenait du Sinaï.

Le gisement de turquoise en Égypte a été exploité pour la réalisation des plus belles parures des pharaons et des reines depuis la troisième dynastie voire les incrustations de turquoises sur les masques funéraires et autres parures magnifiques de Ramsès, Toutankhamon, ... et comme certains objets de culte dans la chambre funéraire de la pyramide du Roi Djoser.

→ ...

Le "bleu Égyptien" ...

Il offre en effet l'aspect de la fritte, mais sa composition en est bien différente.

*Il s'agit en fait d'un **composé cristallin de synthèse** obtenu par fusion de :*

- Cuivre, il est ce minéral qui semble dominer en cet âge du bronze.

Au 3^e et 2^e millénaire B.C.E ...

Il devait être facile de se le procurer sous forme par exemple de scories, ... Les chercheurs semblent déduire ce réemploi de la présence d'étain et de plomb, minerais qui entrent dans les alliances cuivreuses.

- Sable siliceux,
- Sodium ou potassium.
- ...



Sic : "Le premier pigment de synthèse, le fameux "bleu égyptien"",
ici retrouvé tel quel dans son contenant à Pompéi.

Ce pigment était fabriqué en faisant fondre du sable siliceux, associé à du minerai de cuivre et de la roche calcaire, constituant une pâte de verre bleue, qui est ensuite réduite en poudre et dont la composition chimique résultante en est $\text{CuCaSi}_4\text{O}_{10}$."

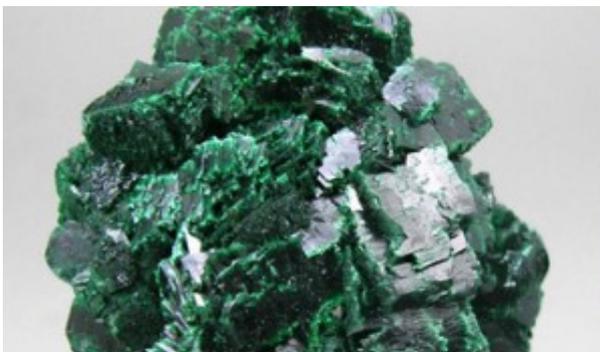
© Lucius Gellius

C'est donc un matériau qu'il ne faut surtout pas confondre avec la fritte émaillée !



Faience ball representing the pupil of the Eye of Re.
Eton College Myers collection ^(ECM) 847. Diameter ca. 5 cm

Selon certaines proportions, ils obtinrent ainsi une teinte qui évoquait la turquoise.
Les mélanges **jaune et bleu** étaient bien utilisés pendant les périodes dynastiques.



Plusieurs mélanges et pigments verts ont été détectés dans les artefacts de l'Égypte ancienne comme :

- La malachite ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$),
- La chrysocolla ($((\text{Cu}, \text{Al})_2\text{H}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O})$),
- Le vert égyptien ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$),

- L'hydrate de terre verte (silicates de potassium de fer),
- ...



Indigo, orpiment (As_2S_3) and yellow ochre (FeOOH).

Source

Ainsi, les mélanges **verts égyptiens** rentraient aussi dans la composition du bleu du même nom avec notamment :

- Indigo,
- Orpiment (As_2S_3),
- Ocre jaune (FeOOH),
- ...

[La fritte émaillée et la faïence égyptienne ...](#)

Techniquement ...

Une fritte est un matériau céramique qui a été fondu pour former un verre, trempé et granulé. Les frites sont importantes dans la fabrication des émaux et des émaux céramiques.

Quant à la faïence siliceuse ...

Les ingrédients ne sont ni rares ni même précieux.

C'est un "matériau à base de quartz en poudre recouvert d'un véritable revêtement vitreux, généralement dans un verre isotrope transparent bleu ou vert".

Tjehenet, il est bien distinct du pigment cristallin bleu égyptien.

Les matériaux manquent cependant de plasticité rendant certainement bien difficile sont élaboration au point que les chercheurs ont déjà observés des fissures, des craquelures, ...

Au cours du deuxième millénaire B.C.E, apparaissent des œuvres moulées !



Faïence égyptienne.

Middle Kingdom Dynasty: Dynasty 12 Reign: Senwosret I to Senwosret II

Nonobstant ...

Sa production nécessite une équipe très organisée ainsi que d'artisans très spécialisés, héritant d'une dextérité d'antan.

[Le bleu égyptien, fut une matière parfaitement artificielle.](#)

En fait les pigments bleu et vert étaient synthétisés !

Cette révolution technologique manifeste parfaitement la maîtrise que nos anciens avait :

- Celle du maniement des matières premières,
- Et que dire des connaissances "chimiques",
- Ainsi que de leur dextérité dans la manipulation à hautes températures.

Aucune source directe d'époque pharaonique ne nous renseigne réellement sur :

- Sur la naissance,
- La technique,
- Ou même sur la date.

Ce fut bien un pigment synthétique et de plus certainement le plus ancien qui soit !

De plus, cette teinte est devenue le colorant bleu primaire utilisé dans la Kemet ancienne à travers les périodes romaines de l'Égypte (vers 30-395 EC). Ce qui implique que cette couleur ne se trouve pas dans la nature à la manière du précieux lapis lazuli.

Aussi pourquoi une telle teinte, aussi innovante et unique, a-t-elle disparu ?

C'était certainement, en partie, à la suite de la chute de l'Empire romain !^(?). Les artisans égyptiens romanisés avaient tendance à utiliser plus de rouges, de jaunes et de blancs ...

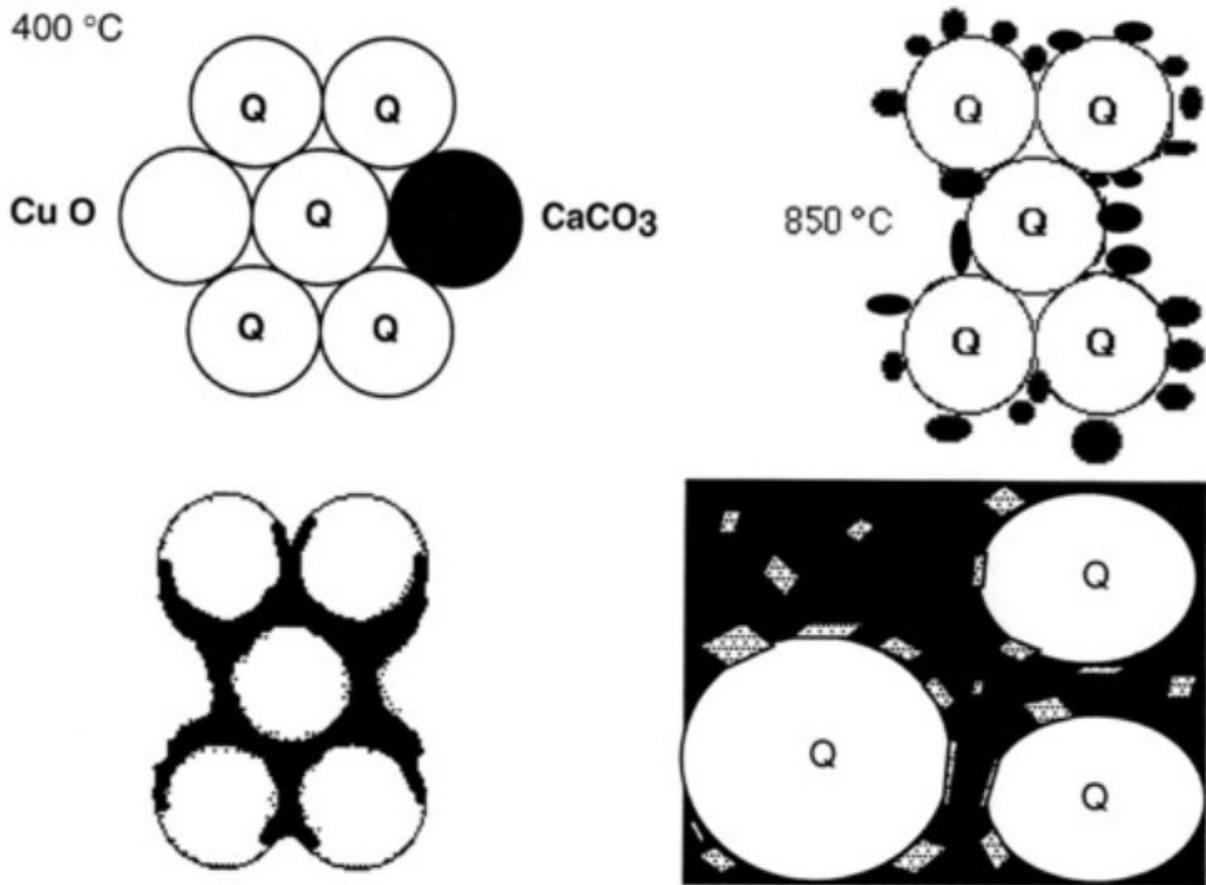
Une matière synthétique :

⇒ Une pâte de verre.

**" ... l'utilisation du verre,
dont [les Égyptiens] avaient acquis la technique,
au moins dès le règne d'Osirtasen Ier,
il y a plus de 3800 ans ;
et le processus de soufflage de verre est
représenté, au cours de son règne, dans les
peintures de Beni Hassan,
de la même manière qu'il le sera sur les
monuments plus tard,
dans les différentes parties de l'Égypte, à
l'époque de la conquête perse.
La forme de la bouteille et l'utilisation de la
canne sont indiquées sans équivoque ;
et la teinte verte de la matière en fusion,
extraite du feu,
prouve suffisamment l'intention de l'artiste."**

John Gardner Wilkinson

⇒ **Une matrice vitreuse**, au sein de laquelle est dispersé un élément cristallin ayant un indice de réfraction bien différent de cette phase de "moulage".



Voici un frittage en phase liquide.

Mélange des poudres / décomposition des carbonates.

Attaque du quartz par les alcalins et formation de la phase vitreuse.

Germination-croissance des cristaux de **cuprorivaïte** (en grisé) ($\text{CuCaSi}_4\text{O}_{10}$) au sein de la phase vitreuse, et préférentiellement en surface des grains de silice (Q).

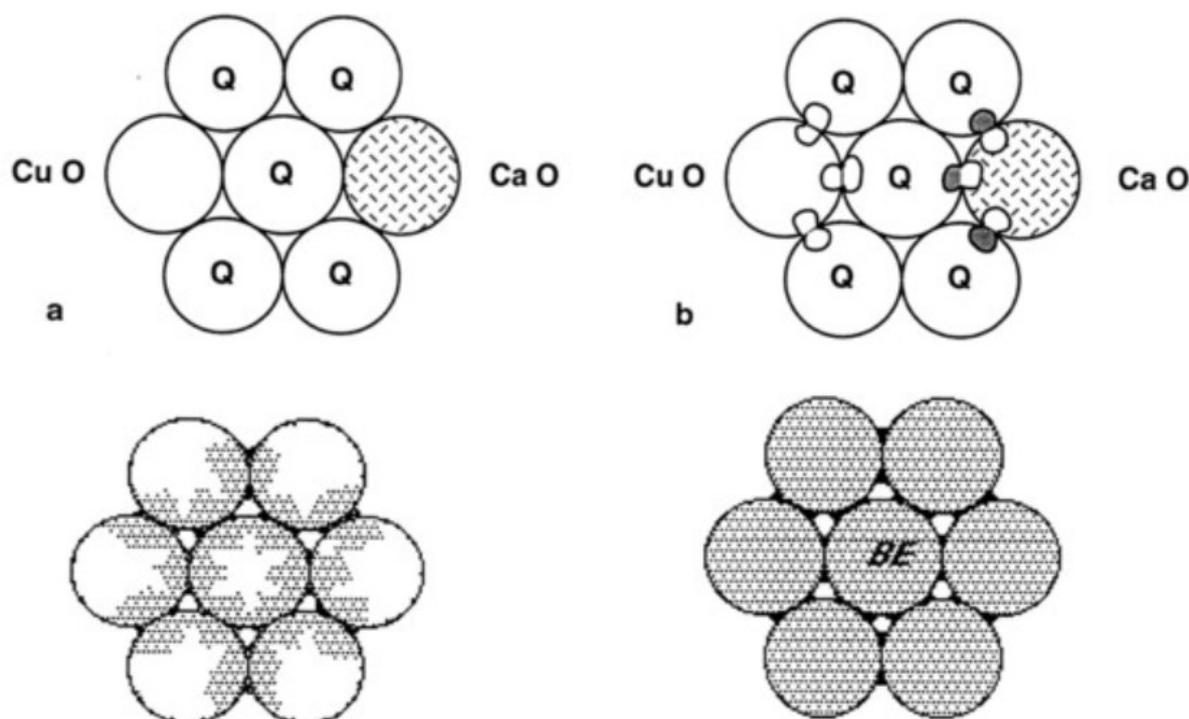
© F. Delamare

Puis vient un solide obtenu par "figeage" de ce liquide.

Ne cristallisant pas au cours d'un refroidissement suffisamment rapide.

En fait ...

C'est bien un matériau hors équilibre, présentant un contenu d'énergie interne supérieur à celui des produits cristallisés correspondants, mais dont le retour à une situation d'équilibre stable, c'est-à-dire la cristallisation, ne peut se faire même après des durées considérables !



Synthèse du bleu égyptien (BE)

Principe du **fritage réactif en phases solides** d'un mélange de poudre d'oxydes de cuivre (CuO), de chaux (CaO) et de quartz Q .

Notez les zones de contact par lesquelles se font les échanges diffusionnelles ^(b), qui se soudent par des collerettes.

Le matériau obtenu n'est homogène qu'au bout d'un temps infini.

Contrairement au cas précédent, il est faiblement consolidé.

© F. Delamare / Source



Voici quatre "boulettes" de bleu égyptien d'époque romaine ^{I^{er}-III^e siècle}.

Ce pigment était utilisé pour colorer de bleu les enduits muraux.

La Tête d'Or, Bassing ^(Moselle), 2008.

"C'est ainsi que les archéologues de l'Inrap ont retrouvé de petites boulettes de bleu égyptien dans le comblement d'un fossé d'enclos à Bassing, sur le site d'une villa gallo-romaine. Cette découverte suggère que la fastueuse demeure mosellane était ornée de peintures." selon Laurent Thomashausen de l'INRAP.

© Inrap

Ainsi, les composants de base furent finement broyés, ..., un fondant sodique, un minerai de cuivre, du sable siliceux, des roches calcaires :

- Mélangés à de l'eau, des "boulettes" comme ci-dessus furent alors façonnées.
→ Les chercheurs supposent même que la ferraille de bronze était la principale source de cuivre, car de l'étain a été trouvé dans certains échantillons de bleu égyptien.

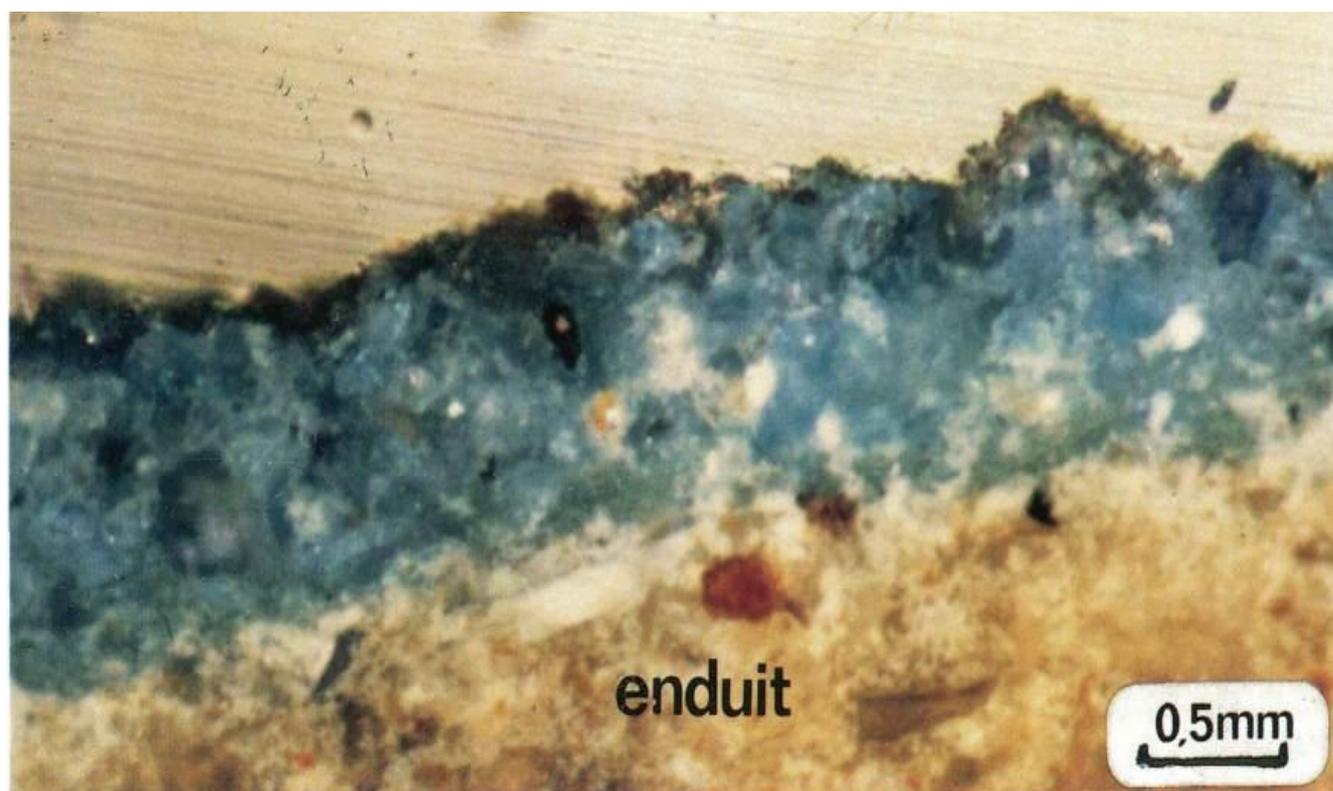
- Mises à sécher.

- Placées au sein du four ^(de potier ?) en atmosphère oxydante, entre 870° et 1100°C.
→ En fait c'est une cuisson en phase clos dont la température doit être maintenue à "1080°C" pendant 24H à 48H : **nos anciens devaient visiblement maîtriser l'art du feu**, à la base de cet art de la céramique.
→ Il y a alors synthèse à l'**état solide du pigment bleu** (cuprorivaïte), en une sorte de glaçure.
→ La silice fusionne alors afin d'élaborer une base de verre dans laquelle les sels de cuivre et de calcium sont en suspension, connue sous le nom de fritte de verre : chimiquement très stable en milieu acides et alcalines, ce qui le rend très résistant à la décoloration.
→ Au vue de sa composition, le bleu égyptien ne montre aucune réaction avec les autres pigments trouvés dans d'autres peintures et objets.
→ D'ailleurs une lumière intense n'influence pas non plus sa couleur, comme en témoigne le bleu égyptien qui a été exposé pendant des milliers d'années sous les rayons et la chaleur de Râ sur les monuments égyptiens.

- Suivit par un refroidissement et ce très lentement, au sein même du four.

- La glaçure résultante fut brisée et finement broyée en poudre.
→ Les cristaux ainsi obtenus sont d'une taille d'au plus 2 mm de long par 0,5 mm d'épaisseur, et possède cette particularité, celle d'être biréfringents.
→ Ainsi, les "boulettes" donneront une poudre dont la finesse conditionnait bien l'intensité du bleu.

- Quant à l'élaboration de la peinture ...
→ Elle aurait été obtenue par mélange du pigment avec de la gomme arabique, de ..., dissoute dans de l'eau.



Admirez cette formidable vue stratigraphique, celle d'une couche picturale **de bleu égyptien** et ce sur son enduit d'origine.

© [openedition.](#) / © **Daniel Le Fur** / (Plâtre, poudre de calcaire et sable).

Les techniques de fabrication de ces pigments ont été "décrites" par les auteurs latins à savoir Pline et **Vitruve**.

Aussi ...

Voici un traité, "De architectura", il fut écrit vers 15 B.C.E par Vitruve, architecte romain du Ier siècle B.C.E. et dédié à l'empereur Auguste ...

Il livre partiellement une recette !

Nous serions donc en présence d'une sorte de pâte de verre, à laquelle aurait été incorporé un silicate double de calcium et de cuivre : **la cuprorivaïte**. Un mélange de sable siliceux, de calcium, de cuivre et de fondants, comme des cendres végétales, était porté à haute température (autour de 900°C avec une plage de température de 100°C) avec un laps de temps pouvant aller entre 24 et 48 heures.

Le produit final se présentait le plus souvent sous forme de petites boulettes de deux à trois centimètres de diamètre.

Quant à sa teinte ...

La gamme de bleu ...

D'une couleur claire à une couleur bleu foncé ...

Elle dépendait des changements soigneux quant aux traitements pour le produire ainsi que des compositions légèrement différentes du pigment.

- Une couleur plus claire a été obtenue en réduisant la taille des grains pendant le broyage.

- Le bleu égyptien peut également être produit avec un ton violet, un procédé de fabrication connu des Assyriens qui préparaient une fritte violette pour un glaçage, cependant nous ne savons pas s'il a été utilisé comme pigment.

Après 2 500 B.C.E ...

Les anciens Égyptiens semblent s'être lancés dans la fabrication de masse quant à notre pigments bleus et auraient produit au moins trois teintes différentes de bleu.

- L'un était fabriqué à partir du minéral lapis-lazuli, et était d'un bleu profond riche.
- Un second était un composé complexe de silicate ou de verre qui pouvait être utilisé pour faire de la faïence bleue,
- Et un troisième était un complexe de silicate bleu avec du natron contaminé par du cobalt.

Il s'agit d'un des pigments bleus :

- **Les plus stables et résistants aux conditions climatiques souterraines.**
- **Offrant une grande variété de nuances selon le broyage plus ou moins fin de ses grains.**
- ...

Il devait y avoir bien des surprises au moment de découvrir la tonalité en cette fin de cuisson et ce paradoxalement au fait que nos anciens maîtrisaient le feu ! (?)

Ainsi, un riche éventail de **nuances** devait demeurer allant **du bleu-vert au bleu-brun**.

La composition chimique du bleu égyptien évoluait au cours du temps. On ne peut s'empêcher de penser à ces magnifiques objets antiques d'un bleu tirant sur le vert. On ne sait pas trop pourquoi l'utilisation de ce pigment et sa technique de fabrication disparaissent dans le souvenir du passé, au cours du Moyen Âge.



**Près d'Assouan, dans le sud de l'Égypte,
un atelier de poterie**

remontant à l'époque de l'Ancien empire et vieux de plus de 4 500 ans,
nous sommes au sein de la 4e dynastie (entre 2 613 et 2 494 B.C.E),

soit la période à laquelle les pyramides du plateau de Guizèh, près du Caire, ont été construites.

Une photo diffusée le 19 juillet 2018 par le ministère égyptien des Antiquités.

© EGYPTIAN ANTIQUITIES MINISTRY/AFP/

Ainsi, la teinte pouvait varier selon :

- Au fil du temps ...

Le bleu égyptien peut se décolorer en raison de la dégradation des composants ; dans ce cas, la couleur turquoise lumineuse se transforme en noir vert foncé et les particules s'effritent souvent.

- La **température** de fonte.

La cuisson s'opère en **atmosphère oxydante** entre 870° et 1100°C.

Une température intérieure du four élevée favorise le vert : plus y a d'oxygène dans l'air de cuisson, plus le vert sera intense !

Nonobstant ...

Au sein d'une atmosphère de cuisson complètement réductrice (Un incendie par exemple) l'oxyde de cuivre se transforme en cupride au teinte brun-rouge.

Ainsi ...

Au sein de la Basse-époque, le vert semble avoir été assuré par une plus grande quantité de fer associé à une cuisson oxydante.

- La **durée** de cuisson en vase clos,

Pendant près de **24H** - 48 H ...

Puis refroidissement lent dans le four.

- Et bien davantage encore vis-à-vis des **impuretés** affectant les minéraux utilisés dans la préparation.

La teinte pouvait donc être bien variable mais, pas seulement elle, la composition également pouvait fluctuer.

Dans cette atmosphère oxydante, les sels d'oxydes de cuivre donnent à la glaçure cette couleur oscillant entre le bleu franc et le bleu-vert. Les impuretés contenues dans la pâte siliceuse, comme par exemple les oxydes de fer bien abondant au sein du désert, peuvent infléchir la couleur vers le brun et le vert.

L'obtention du bleu franc dépendait du rapport entre sodium et potassium ainsi que l'emploi du cuivre pur et non des résidus d'alliages cuivreux de métallurgie contenant d'autres métaux comme l'étain, le plomb, ...

Ce bleu fut en fait plus clair que :

- Celui de l'époque et ce obtenu à partir du minerai d'azurite égyptien.
- Et plus résistant à la lumière que le lapis-lazuli importé.

En conséquence notre bleu égyptien :

- *Est bien une matrice de verre colorée en bleu clair par du cuivre.*
- **Quant à cette phase cristalline, elle est dispersée et est constituée par un silicate double de calcium et de cuivre** $(\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10})$, **et est d'un beau bleu foncé.**

Ce silicate est d'ailleurs identique à la cuprorivaïte, un minéral très rare en fait.

Et au vu de sa composition ...

Il n'est donc pas très étonnant que le bleu égyptien soit apparu en même temps que le verre, et ce vers 3000 B.C.E.

Il y aurait d'ailleurs deux berceaux :

- La **Mésopotamie**, où on l'appelait du reste *uknû merku* (lapis-lazuli moulé),
- Et bien évidemment **Kemet**.

*La texture du **bleu Égyptien**, à la différence de la fritte, est bien dense :*

- Son aspect est systématiquement mat,
- Sa couleur homogène,
- Et comme nous l'avons entrevu, appelé "bleu", les objets réalisés selon cette technique pouvaient en vérité bien **varier et ce du brun au vert**.

*Différentes **teintes de bleu** :*

- Le Bleu (*irtyu*), il pouvait être obtenu à partir de silicate de cuivre calcique.

Utiliser comme symbole ...

Il pouvait alors représenter la sexualité entre les êtres humains.

- Le Bleu clair.

Une métaphore quant à l'air, le ciel, ainsi qu'au netjer Amon cette déité de l'atmosphère, et de Min-Amon d'ailleurs.

- Le Bleu sombre (*lapis-lazuli*).

Attribution à cette belle voûte céleste la nuit, ainsi que celle des abysses.

- Le Bleu turquoise

L'univers aquatique du Nil, d'où jaillit toute vie !

L'invisible qui devient visible ...

Il existe bien des techniques d'imagerie scientifique très perfectionnées (Nous nous abstenons ici de rentrer dans les détails, même si au demeurant cette thématique est passionnante) rendant souvent possible l'étude rigoureuse des peintures des hypogées égyptiennes.

Ainsi ...

Les chercheurs peuvent être à même de mesurer et ce avec une très grande précision, **comment la lumière est diffusée par la peinture**.

Et notre bleu égyptien synthétique **possède une particularité "lumineuse"** qui lui est propre, et qui aide tout particulièrement à sa détection au sein de peintures même très complexes.

Une propriété en plus rarissime si nous considérons sa nature minérale. Elle se dénomme **la luminescence**.

Adonc, lorsque le bleu égyptien synthétique se trouve éclairé au moyen d'une lumière visible, cette couleur "répond" en émettant une lumière infrarouge :

- Une réponse tellement intense que les scientifiques sont aptes à **détecter des traces**, même si la couleur bleue demeure invisible à l'œil nu.

Les peintures murales sont alors éclairées au moyen de lampes à diodes électroluminescentes (LED), elles ont de fait cette particularité de ne pas émettre d' I.R.

Un appareil photographique adapté pour les I.R détecte alors le pigment bleu égyptien par sa luminescence. Une image ressort donc, celle de la répartition du bleu égyptien synthétique sur la paroi.

C'est bien la cuprorivaïte ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) qui a cette particularité, celle de réémettre dans l'infrarouge (910 nm) lorsqu'elle est éclairée en rouge (610 nm).

Voici un beau sujet dont la prise de vue fut réalisée de façon tout à fait standard :



"Nakhtamon victorieux de l'épreuve de la pesée du cœur :
le cœur était pour les anciens Égyptiens le siège des sentiments et des décisions.
Au moment de la mort, il devait être plus léger qu'une plume.

Nakhtamon, ayant passé cette épreuve avec succès, s'élève d'un battement d'ailes, justifié
devant Osiris et transformé en un être semi-divin."

© **Laboratoire d'Archéologie Moléculaire et Structurale (LAMS) / MAFTO-LAMS-CNRS.**

C'est bien un ambitieux programme d'étude.

Quant aux peintures égyptiennes ...

Il a été mis en place dans le cadre de la Mission archéologique française de Thèbes Ouest (MAFTO).

Pour en savoir plus: "The spatially resolved characterization of Egyptian blue, Han blue and Han purple by photo-induced luminescence digital imaging." Analytical and bioanalytical chemistry 394, no. 4 (June 2009):1011-1021. doi: 10.1007/s00216-009-2693-0.

Et voici la même scène dans l'infrarouge :



"La même scène dans l'infrarouge :

en blanc, le bleu égyptien qui est luminescent ;

en noir, le noir de carbone qui absorbe tous les infrarouges.

L'artiste a utilisé de touches nerveuses de bleu pour évoquer l'air remué par le mouvement des ailes de Nakhtamon."

© **Laboratoire d'Archéologie Moléculaire et Structurale (LAMS) / MAFTO-LAMS-CNRS.**

Un autre exemple si vous préférez :



Détail, cercueil à fond jaune, musée du Louvre.

• ...

•

Une réponse en infrarouge telle que les scientifiques actuels pensent utiliser au sein de peintures industrielles et ce à des fins de refroidissement quant à des toitures : si nous nous référons aux chercheurs du Département de l'énergie du Laboratoire national américain Lawrence Berkeley. Cela aurait de fait un autre avantage, celui de pouvoir diminuer la consommation d'énergie par les climatiseurs.

Lien que vous pourriez éventuellement consulter : <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5019808>

Outre son potentiel pour refroidir les bâtiments ...

Notre bleu égyptien pourrait servir à teinter nos fenêtres. Ainsi, le rayonnement infrarouge qu'elles émettraient pourrait en effet être capté par des cellules photovoltaïques posées sur les encadrements

• ...

[Le crottin d'âne fut peut-être un excellent accélérateur pour la combustion !](#)

Nos anciens Égyptiens étaient véritablement des métallos hors pair ! Ils étaient parfaitement aptes à faire fondre du cuivre afin d'usiner leurs outils.

Ainsi ...

Transposons-nous au Moyen-Empire.

Sous les règnes à la fois de Montouhotep IV et de Sésostri I (de ± 1997 à ± 1928 B.C.E).

Adonc ...

Projetons-nous au sein du laboratoire du préhistosite de Ramioul ainsi qu'à l'archéosite d'Aubechies et ce en Wallonie ...

Une équipe multidisciplinaire belges, de chercheurs, EACOM, aurait tenté de répondre à cette ultime question à savoir **comment nos anciens parvenaient-ils à cet exploit au vu des moyens techniques dont ils disposaient à l'époque ?**

Il semble avoir étudié les procédés antiques de la métallurgie quant au cuivre en Égypte pharaonique.

**"L'objectif de la démarche scientifique
est d'améliorer notre compréhension du fonctionnement
des fours de réduction du cuivre,
de reproduire les gestes des artisans égyptiens
et
de corroborer les hypothèses soulevées par les fouilles
archéologiques**

grâce au nouvel outil archéologique qu'est la science expérimentale"

Georges Verly, archéométallurgiste.



[Source](#)

Nous sommes ainsi en pleine archéologie expérimentale !

A savoir recréer les outils d'une époque considérée et les essayer : **ils ont visiblement bâti des fours de réductions antiques du cuivre.**

Ils souhaitent apparemment connaître quel aurait été le combustible employé ?

Du bois vert ?

Du crottin d'ânes ?

... ?

"... on dispose d'indices archéologiques spécifiant qu'à côté
des fours,
il y a systématiquement du crottin d'âne
et
du bois vert d'acacia devenu sec.
On en ignorait la raison.
Dans le four d'Aubechies,
on a démontré que du bois qui vient d'être coupé permet
d'atteindre 1200°C.
Ensuite,
on a constaté que l'ajout de crottin permet de descendre à
900°C,
soit la température idéale pour réduire la malachite en
cuivre."

Georges Verly, archéométallurgiste.

Voilà six ans qu'il fouille un site métallurgique antique de Ayn Soukhna, non loin de la mer Rouge.

Souvenez-vous :

- Des particularités du site d'Ayn Soukhna : la **découverte de multiples ateliers de métallurgie du cuivre**, datant du début du Moyen Empire (Abd el-Raziq et al. 2011).

Leur découverte fut une surprise car les fours de réduction avaient jusqu'alors été repérés près des mines, dans le sud du Sinaï. Pourquoi ce changement de schéma, pendant une courte période ? La présence de bois et végétaux pouvant alimenter les fours dans la petite oasis qui entourait la source toute proche du site pourrait l'expliquer.

Abd el-Raziq M., Castel G., Tallet P., Fluzin Ph., Ayn Soukhna II, Les ateliers métallurgiques du Moyen Empire, FIFAO 66, Le Caire, 2011



Capture d'écran _ Batterie de 4 fours _

- Près de 4000 hommes auraient visiblement participé à la construction du port de Khéops, ainsi il y avait apparemment deux ateliers de métallurgies.
- Accompagnés de 4000 ânes.

En archéologie, nous ne sommes jamais sûr de rien !

Au moyen d'un fac-similé d'un four égyptien vieux de plus de 4 000 ans : une centaine de fours à réduction datant du Moyen-Empire y ont été découverts. La copie conforme de l'un d'entre eux a été construite avec du grès, du sable et des pierres ...

Il serait parvenu à réduire un minerai de cuivre comme on le faisait au temps des pharaons.

Nonobstant ...

Il semblerait, pour donner suite à plus de 49 expérimentations, que ce fameux crottin d'ânes eut été un excellent accélérateur pour la combustion !

[Etudes scientifiques ...](#)

Nombreuses sont les publications et ce depuis le siècle dernier, aussi, voici quelques études, non exhaustives :

- Etudes des différentes phases : Delamare, 1997.
- Expériences de fabrication : Wiedemann, 1982 / Tite 1984 / Onoratini 1997.
- Caractérisation des ingrédients : Saleh, 1973.
- Analyses élémentaires : Jaksch 1983 / Schiegl 1990.
- Analyses quantitatives : Tite, 1981, 1884.
- ...

Certaines furent réalisées par exemple en utilisant deux méthodes d'analyses différentes et surtout complémentaires :

(Dans la revue d'Achéométrie, ArchéoSciences : année 1997, 21, en pages 121 à 130 de M. Blet / B. Guineau / B. Gratuze)

- La spectrométrie d'absorption en réflexion diffuse,
- Et l'activation de neutrons rapide de cyclotron.

Ils nous ont ainsi permis de comprendre bien davantage ce bleu égyptien ancien.

Ainsi ...

Si nous nous référons à l'analyse quantitative globale de pigments bruts et non ceux préparés dans les "peintures" : elle devait être obtenue par mélange du pigment avec de la gomme arabique (le suc de l'acacia nilotica) dissoute dans de l'eau, par ...

Nous pouvons alors constater que dans tous les échantillons demeuraient une "même" proportion quant à la chaux et le cuivre : ce dernier ayant visiblement différentes origines. Ceci suggère qu'il devait y avoir des "sortes de recettes précises".

Furent-elles écrites ?

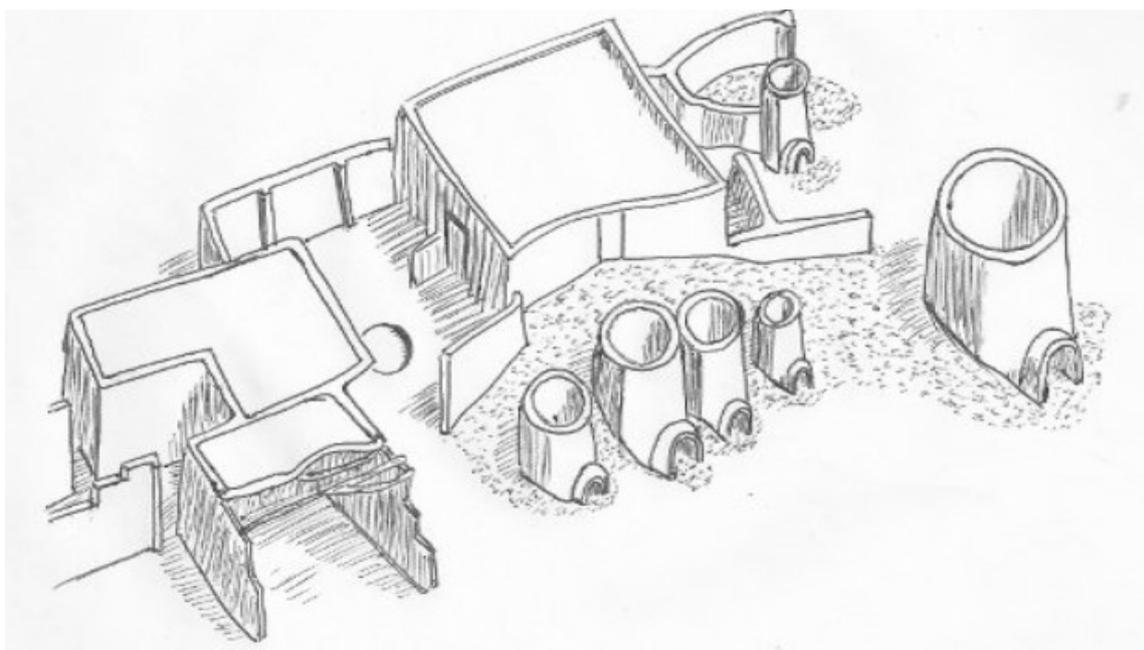
Car, rappelons, peu de sources écrites furent retrouvées et ce avant l'époque romaine :

- A part Pline,
- **Vitruve.**

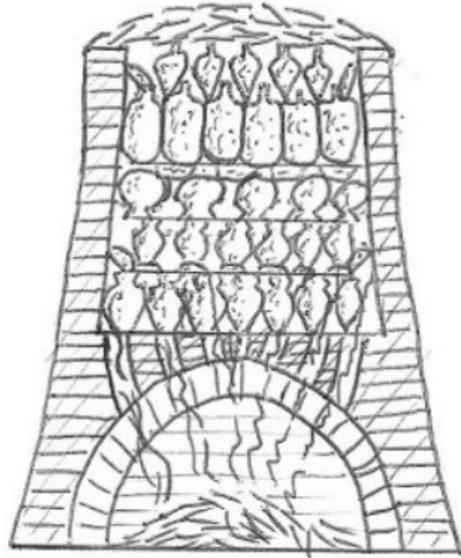
Dans son ouvrage "De Architectura", il explique comment il a été produit en broyant du sable, du cuivre et du natron et en chauffant le mélange, façonné en petites boules, dans un four.

- En fait, l'écrivain Isidore Sevilla (vers 560-636 CE) a mentionné pour la dernière fois le bleu égyptien dans son "Etymologiae" publié après sa mort (636 CE).

Et voici quelques reconstitutions :



Reconstruction d'un atelier de poterie d'Ayn-Asil,
Première Période Intermédiaire.



Pour une cuisson oxydante comme pour notre bleu égyptien,
de l'oxygène était bien nécessaire pendant la cuisson,
et

cela devait certainement demander une conduite contrôlée de la cuisson.

Il faut aussi supposer que cette dernière a été faite à des températures allant jusqu'à 1 000 °C !

Reconstruction d'un four de potier de Thèbes au Nouvel Empire.

Source

[Partons maintenant vers le règne d'Aménophis III ...](#)



"Peintures provenant du tombeau du roi dans la Vallée de l'Ouest, rive gauche de
Louxor enduit peint"

© Département des Antiquités égyptiennes du Louvre (Non visible actuellement) / N 521 A, N 521 B, E
13100.

Source

Une technique bien maîtrisée ...

Elle le fût en tout cas au Nouvel Empire et éminemment sous le règne d'Aménophis III (1391 - 1353 B.C.E).

Une technique particulièrement bien maîtrisée ...

Au point que nos anciens avaient parfois incrusté des motifs de **bleu "Égyptien"** dans des compositions décoratives faites en fritte émaillée blanche.

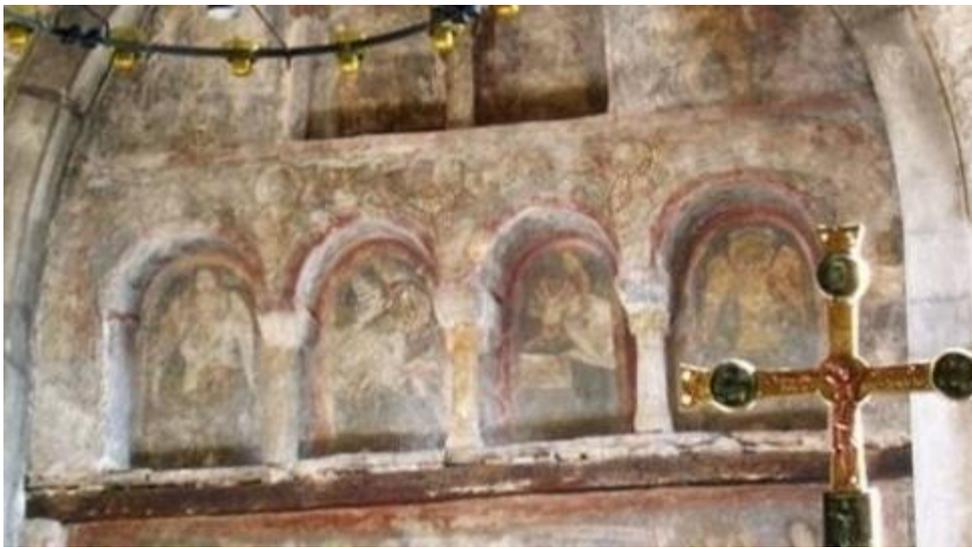
[Une anecdote peut-être et ce dans une église de Barcelone ?](#)

Lors de travaux de restaurations, les chercheurs auraient découvert des pigments.

Ils étaient présents dans des décors sculptés.

Sis derrière l'autel d'une église espagnole du 12ème siècle ...

Des pigments auraient été découverts, ..., et plus exactement [des traces du fameux et légendaire bleu égyptien](#).



[Source](#)

**"Nous avons effectué une étude systématique
des pigments
utilisés dans le retable au cours des travaux de
restauration de l'église,
et
nous avons pu montrer que la plupart d'entre eux
étaient d'origine locale**

et "pauvres"
- à base de terre,
de chaux blanche,
et de cendres –
**nous n'étions pas préparés à trouver du bleu
égyptien"**

*Mario Vendrell,
publiée dans le journal Archeometry.*

Des pigments qui ne furent plus utilisé depuis près de 700 ans !

Alors ...

Comment a-t-il pu bien se retrouver dans une église catalane ?

En fait ...

Il apparaîtrait que ce monument, cette église, elle aurait été bâtie sur un ancien site romain, ou probablement **une "boule" de bleu égyptien** aurait été découverte.

Ils auraient donc employé cette belle couleur d'antan et ce afin de créer quelques ornements :

**"Mais seulement par petites
touches,
une fois que la balle a été utilisé
le bleu a disparu"**

Conclut M.VENDRELL.

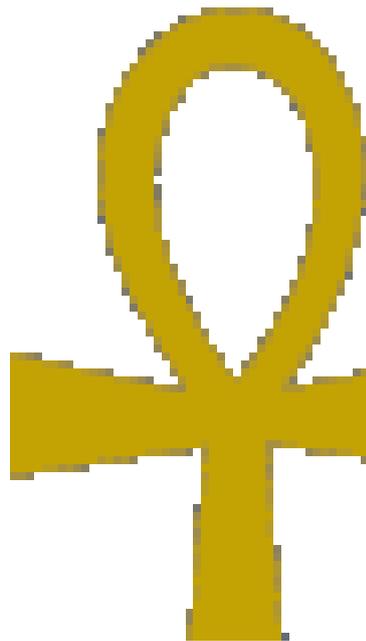


Ceiling painting from the palace of **Amenhotep III**.

[Source](#)

Alors, à suivre ...

J'espère que vous avez pris autant de plaisir à lire mes textes que j'en ai eu à vous les écrire !



[Afin d'en connaître davantage, je vous invite à consulter :](#)

- [Sources ...](#)

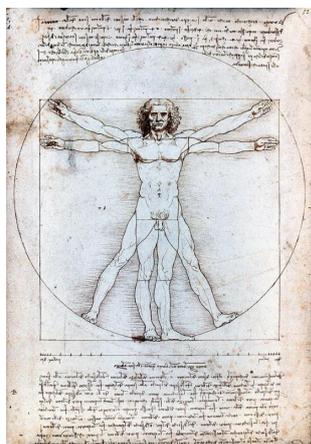
<http://www.planet-techno-science.com/sciences-humaines/le-mystere-du-bleu-egyptien/>

Gérard Onoratini, préhistorien, chargé de recherche au CNRS :

<https://videotheque.cnrs.fr/doc=1080#>

Voici la table des matières quant au "Livre VII" de Vitruve : voici un lien très pertinent ...

- De la rudération
- De la préparation de la chaux pour faire le stuc
- De la disposition des planchers en forme de voûte ; du stuc et du crépi
- Des enduits qu'il faut faire dans les lieux humides
- De la manière de peindre les murailles
- De la manière de préparer le marbre pour de faire du stuc
- Des couleurs naturelles
- Du cinabre et du vif-argent
- De la préparation du cinabre
- Des couleurs artificielles
- Du bleu d'azur et de l'ocre brûlée
- De la céruse, du vert-de-gris et du minium
- De la pourpre
- Des couleurs qui imitent la pourpre.



"L'Homme de Vitruve"

[Source](#)

ALDRED C., *Le Trésor des Pharaons, La joaillerie égyptienne de la période dynastique*
Tallandier, Paris, 1979, en page 17.

Etude physique du bleu égyptien : caractérisation, mécanismes de formation, altération :
Marie-Pierre Etcheverry; Max Schvoerer; Université Bordeaux Montaigne.

Frizot Michel, "**Mortiers et enduits peints antiques**" études techniques et archéologiques, Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, Faculté des sciences humaines, université de Dijon, 1975.

Cros Henry et Henry Charles, "**L'encaustique et les autres procédés de peinture chez les anciens, Histoire et techniques**", Erec, Puteaux 1988.

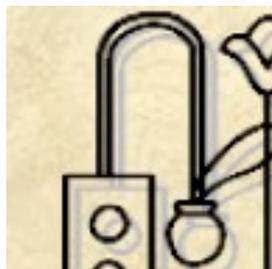
François Delamare, **Bleus en poudres. de l'art à l'industrie : 5000 ans d'innovations**, Presses des Mines, 2008, 422 p. (lire en ligne [archive])

W. Noll, **Mineralogy and technology of the painted ceramics of ancient Egypt**. In: M.J. Huges (ed.) Scientific studies in ancient ceramics. Occasional paper 19. London : British Museum, 1981, (ISBN 0-86159-018-X).

Caractérisation de boules de bleu égyptien : analyse par absorption visible et par activation avec des neutrons rapides de cyclotron.

Th. Rehren, E.B. Pusch, A. Herold, **Glass coloring works within a copper-centered industrial complex in Late Bronze Age Egypt**. In: McCray, P (ed), The prehistory and history of glassmaking technology. Ceramics and Civilization 8. Westerville, OH: American Ceramic Society, 1998, (ISBN 1-57498-041-6)

J. Riederer, Egyptian Blue. In: E.W. Fitzhugh, (ed.), **Artists' pigments 3**: 23-45. Oxford university Press, 1997, (ISBN 0-89468-256-3)



Et voilà ce qui m'importe le plus finalement :

**"Quand on étudie le passé,
il est impossible de ne pas jeter
un regard sur l'avenir"**

Arnold Toynbee



Aphorisme ...

Ceci pour autoriser et provoquer d'autres pensées !

Aucune prétention ...

Ne prétend pas tout dire ...

La liberté, c'est toujours la
de celui qui pense autrement



Close-up of the **lapis lazuli** inlays ...
In the 25th-century BC Statue of Ebih-II.

[Source](#)

**Fils de Râ, seigneur des Deux Terres,
Aimé,
doué de vie, comme Râ, à jamais.**