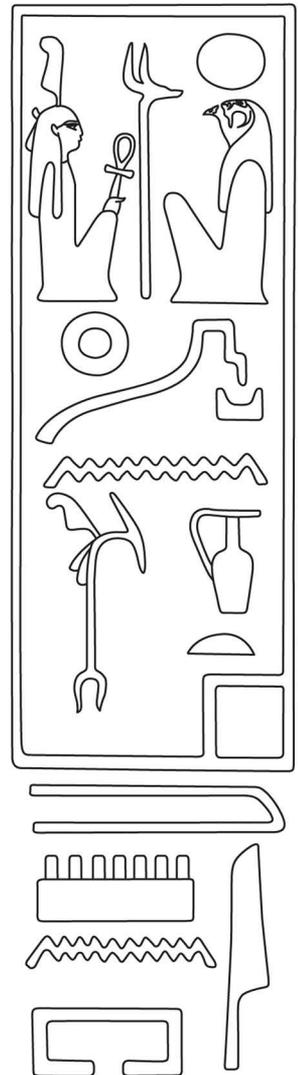


# MEMNONIA

BULLETIN ÉDITÉ PAR L'ASSOCIATION POUR LA SAUVEGARDE DU RAMESSEUM



III - 1992



*Yvonne Marzoni Fecia di Cossato*  
*Etude minéralogique et pétrographique des enduits et des pigments*  
*présents sur le second pylône, sur les piliers et les colosses*  
*osiriaques du Ramesseum*

---

Le Bulletin MEMNONIA traite, en priorité, des études et recherches effectuées sur le temple de Ramsès II longtemps désigné sous l'appellation de *Memnonium*. Périodique annuel d'archéologie et d'histoire régionales, il contient également des études spécifiquement consacrées à Thèbes-Ouest, aire géographique connue sous le nom de *Memnonia* à l'époque gréco-romaine. Financé et édité par l'Association pour la Sauvegarde du Ramesseum, il est adressé gratuitement aux Membres d'honneur, aux Membres donateurs, bienfaiteurs et titulaires.

---

Directeur de la publication : Christian LEBLANC

---

Les manuscrits des contributions au Bulletin doivent être envoyés directement au siège social de l'Association, avant le 1er mars de l'année en cours.

---

---

MEMNONIA III - 1992 a été imprimé au Caire, par Abou El-Magd Press. ISSN (en cours)  
Dépôt légal n° 93/5606 - ISBN 977-5326-02-8.  
Dar el-Kutub. Le Caire - République Arabe d'Egypte.

---

© Toute reproduction intégrale ou partielle destinée à une utilisation collective et faite par quelque procédé que ce soit, est interdite.

# ÉTUDE MINÉRALOGIQUE ET PÉTROGRAPHIQUE DES ENDUITS ET DES PIGMENTS PRÉSENTS SUR LE SECOND PYLÔNE, SUR LES PILIERS ET LES COLOSSES OSIRIAQUES DU RAMESSEUM [Pl. VIII-XII]

Yvonne MARZONI FECIA DI COSSATO \*

## I.— INTRODUCTION

Pendant les mois d'octobre et novembre 1991, dans le cadre d'un mécénat technologique pour la sauvegarde du Ramesseum sponsorisée par le Laboratorio di Diffraattometria Applicata de Vérone (Italie) en collaboration avec la Mission Franco-Egyptienne (URA 1064 au CNRS - CEDAE), nous avons effectué *in situ* l'étude minéralogique et pétrographique des enduits et des pigments présents sur le second pylône, sur les piliers et les colosses osiriaques du "temple de millions d'années" de Ramsès II.

Le but de cette recherche était de préciser les caractéristiques de la décoration et d'en déterminer l'état de conservation pour définir les méthodes d'intervention nécessaires à leur conservation. Dans cet article, j'expose la synthèse des résultats ainsi obtenus.

La recherche a porté sur :

- 1.- la façade ouest du second pylône ;
- 2.- la face orientale des piliers osiriaques ;
- 3.- les colosses osiriaques, sur lesquels, aujourd'hui, il n'y a que des traces rarissimes d'enduits et de couleurs.

Les endroits étudiés se trouvent entre quatre et six mètres de hauteur et sont bien représentatifs de l'état actuel de conservation des enduits et des pigments car, au cours des siècles, il n'ont pas été soumis à la dégradation mécanique d'origine humaine.

---

\* Yvonne Marzoni Fecia di Cossato, docteur en minéralogie, est directeur de la Section Recherche du Laboratoire de Diffractométrie Appliquée de Vérone.

L'étude minéralogique et pétrographique avait plusieurs sujets d'investigation:

- a)- les types d'enduit, de couleur et de technique utilisés :
  - 1.- sur les blocs de grès (enduit avec épaisseur inférieure à 1 cm.) ;
  - 2.- sur les joints des blocs (enduit avec épaisseur de plusieurs centimètres) ;
  - 3.- aux endroits où sont intervenues des modifications de la décoration polychrome initiale, à la suite de retouches apportées à certaines scènes comme celle de la bataille de Qadesh (second pylône) ;
- b)- le degré d'altération physique et chimique des enduits et des couleurs ;
- c)- la cause du décollage de l'ensemble couleur + couches supérieures de l'enduit par rapport à la couche inférieure ;
- d)- la nature et l'origine des "taches" jaunâtres sur les peintures ;
- e)- la nature du dépôt éolien sur les peintures et son degré d'adhésion à la couche picturale.

## II.— MÉTHODES ANALYTIQUES

La recherche s'est déroulée en trois étapes :

### II.1. ÉTUDE MICROSCOPIQUE

Cette analyse au stéréomicroscope (jusqu'à 40 agrandissements) a permis de décrire les caractéristiques physiques et l'état de conservation générale des enduits et des pigments.

### II.2. ÉTUDE DIFFRACTOMÉTRIQUE AUX RAYONS-X

Cette analyse a été effectuée grâce à la diffractométrie des rayons-X avec la méthode des poudres. Les appareils utilisés sont un diffractomètre Philips (38KV, 18 mA), avec tube de rayons-X de  $\text{CuK}\alpha$  filtré par Ni et balayage de  $1^\circ/\text{min}$  (fig. 1), et une caméra Gandolfi<sup>(1)</sup> ( $\phi 114.6$  mm, 38 KV, 18 mA,  $\text{CuK}\alpha$  filtré par Ni). Les données obtenues, après traitement informatique<sup>(2)</sup>, ont été comparées avec celles des standards reportés dans Powder Diffraction Files<sup>(3)</sup>.

Cette étude a permis :

- a)- d'identifier les minéraux qui constituent les enduits ;

- b)- d'identifier les minéraux qui constituent les couches superficielles des enduits ;
- c)- d'identifier les pigments ;
- d)- de vérifier l'homogénéité minéralogique des enduits.

### II.3. ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

Cette étude a été effectuée au microscope polariseur<sup>(4)</sup> avec lumière transmise polarisée et réfléchi jusqu'à 400 agrandissements. Les sujets étudiés sont :

- a)- les différentes stratigraphies d'enduits ;
- b)- la description des couches ;
- c)- la présence de substances amorphes (non détectable aux rayons-X) dans les enduits et les pigments ;
- d)- les phénomènes d'altération des enduits et des pigments ;
- e)- la technique relative à la pose des enduits ;
- f)- la technique relative à la fixation des couleurs ;
- g)- la nature des "taches jaunâtres" sur les peintures.

### III.— RÉSULTATS

Les enduits et les pigments présents sur le deuxième pylône, les piliers et les colosses osiriaques sont exactement du même genre.

Ils ne présentent aucune altération chimique aujourd'hui active. Au contraire ils montrent des altérations mécaniques, c'est-à-dire une surface de détachement large et presque uniforme pour les enduits et la chute de cristaux de pigments grossiers.

Nous n'avons remarqué aucune différence entre les enduits d'épaisseur millimétrique présents sur les blocs de grès et ceux d'épaisseur centimétrique qui régularisent les joints des blocs.

La stratigraphie montre la mise en œuvre d'une technique précise de la décoration du grès qui se développe avec la superposition de trois unités bien définies (fig. 2):

*enduit → pigment → patine superficielle.*

Dans les endroits abrités, c'est-à-dire les moins exposés aux agents atmosphériques, il y a également un *dépôt éolien* dont l'origine est évidemment naturelle.

L'enduit (plâtre) est formé par une superposition de couches: cette étude précise, pour la première fois, la stratigraphie des enduits égyptiens, car ce problème n'avait encore été que très peu abordé<sup>(5)</sup>.

En partant de l'intérieur, cet enduit est formé par:

- a)- une couche de bouchage,
- b)- une couche intermédiaire,
- c)- une couche de lissage.

Les deux premières couches n'existent pas toujours, car elles sont en rapport avec l'aspérité de la surface gréseuse. La surface de détachement se situe entre la couche de bouchage et la couche intermédiaire.

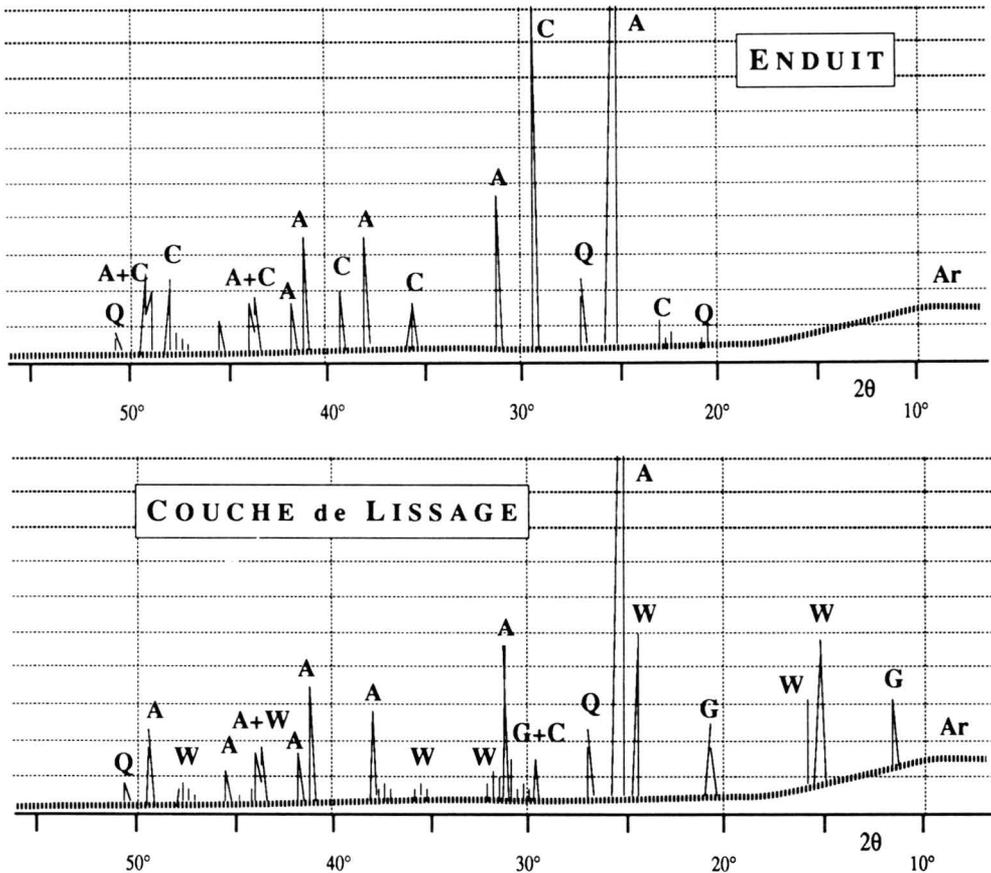


Fig. 1 - Diffractogrammes de poudre: la composition minéralogique de l'enduit (en haut) et de la couche de lissage (en bas) au Ramesseum. **A** = anhydrite ; **Ar** = argile ; **C** = calcite ; **G** = gypse ; **Q** = quartz ; **W** = whewellite.

### III.1. LA PRÉPARATION DE L'ENDUIT DE PLÂTRE

Pour préparer un enduit de plâtre, il faut faire cuire du *gypse*  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  à une température située entre 120°-160°C pour qu'il puisse perdre partiellement son eau de cristallisation et se transformer ainsi dans la phase réhydratable appelée *bassanite*  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  ou "plâtre". Au contraire, si pendant la cuisson les températures sont trop élevées (> 170°C), le *gypse* se déshydrate complètement et apparaît une phase nouvelle dit *anhydrite*  $\text{CaSO}_4$ .

L'*anhydrite* formée à moins de 300°C est encore lentement réhydratable : c'est l'*anhydrite* dite "soluble". Au-delà de 300°C on obtient une *anhydrite* "insoluble" et par conséquent irréversible : on l'appelle le "plâtre mort" et il n'a aucune propriété liante.

En ajoutant de l'eau, à une température inférieure à 60°C, la *bassanite* ou "plâtre" se réhydrate rapidement et se retransforme en *gypse* : c'est la "prise du plâtre" qui comporte une augmentation du volume et donc un compactage de la matière.

Avec l'eau, on peut aussi ajouter une charge granulaire (par exemple des fragments calcaire) pour économiser le plâtre et créer une "charpente" dans l'enduit.

### III.2. L'ENDUIT UTILISÉ AU RAMESSEUM

L'enduit est un plâtre de couleur blanchâtre et de composition sulfatique (*anhydrite s.s.*  $\text{CaSO}_4$ ) – carbonatique (*calcite*  $\text{CaCO}_3$ ), avec une très faible fraction quartzeuse (fig. 1).

La différence de granulométrie entre les deux couches plus profondes (constituées par *anhydrite* insoluble et une charge granulaire calcaire) est à l'origine de la surface de détachement entre elles. La couche de lissage, au contraire, est toujours bien adhérente à la couche intermédiaire et solidaire avec elle.

#### III.2.a.— Couche de bouchage.

La couche de bouchage a une structure homogène et une épaisseur de plusieurs centimètres à plusieurs millimètres (Pl.VIII-A), mais manque parfois.

Sa matrice a une texture microcristalline et une composition de sulfate de calcium déshydraté (*anhydrite*), et montre une charge granulaire grossière (jusqu'à plusieurs millimètres) carbonatique (*biomicrites*) faiblement quartzeuse. Le contenu et la densité des fragments calcaire donnent à l'enduit une tonalité

qui varie du blanc cassé au rose et qui est foncée en raison de la présence d'*ocres* (brun pâle).

Dans la matrice il y a deux sortes d'agrégats avec structure fibreuse et feutrée qui se différencient entre eux par leurs couleurs d'interférence. Dans les deux cas, ces couleurs toujours élevées indiquent une transformation du sulfate de calcium hydraté originel (*gypse*,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dans la phase déshydratée (*anhydrite*,  $\text{CaSO}_4$ ), mais leur différence de tonalité suggère qu'il y a eu deux temps de transformation bien différents : il y a des fragments de *gypse* transformés pendant la préparation du plâtre (surcuisson du *gypse*), et d'autres qui se sont transformés sur la paroi, une fois que l'enduit avait été appliqué (cf. Pl. VIII-A et fig. 3).

Entre les agrégats sulfatiques et ceux carbonatiques on peut observer des structures de dissolution du calcaire suivies par une recristallisation du sulfate (cf. Pl. VIII-A).

Dans la matrice il y a aussi de petits (plusieurs microns) cristaux orthorhombiques à section sub-rectangulaire de néo-*anhydrite*, c'est-à-dire d'*anhydrite* de genèse tardive.

### III.2.b— Couche intermédiaire.

La couche intermédiaire (Pl. VIII-A) est normalement peu évidente (épaisseur de 0.5-1 mm.). Elle montre une plus petite dimension de la charge granulaire et des agrégats fibreux par rapport à la couche de bouchage.

### III.2.c.— Couche de lissage.

La couche de lissage (Pl. VIII-A) n'a aucune charge granulaire et montre une épaisseur moyenne de 20-30  $\mu\text{m}$ . Elle est toujours présente et elle peut être constituée par un ou plusieurs niveaux (Pl. VIII-B).

La couche de lissage est bien différente des autres couches de l'enduit, soit par sa structure (en forme de rubans parallèles à la surface de l'enduit même: Pl. VIII-B), soit par sa composition chimique (fig. 1) : elle est constituée par *anhydrite* + oxalate de calcium monohydraté, *whewellite* (Pl. VIII-B), ou exclusivement par *anhydrite* (Pl. IX-A). Parfois elle peut aussi contenir du *gypse*.

A partir de ces caractéristiques, on peut raisonnablement faire l'hypothèse que cet oxalate soit le produit de la réaction d'une substance protéique originelle (par exemple une colle animale), qui avait été mélangée au plâtre pour obtenir un matériau d'achèvement de très bonne adhésion, c'est-à-dire un "stuc". La

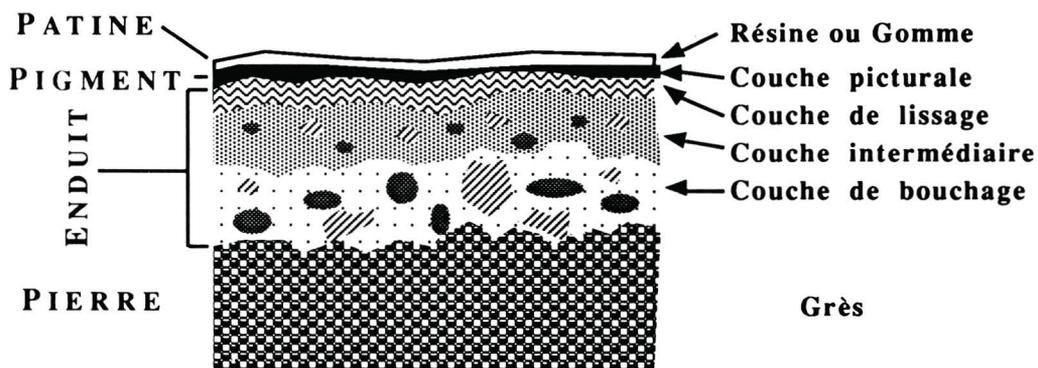


Fig. 2 - Stratigraphie schématique de la décoration du grès.

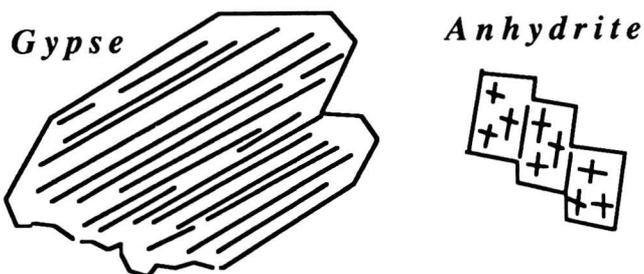


Fig. 3 - Un cristal de gypse et des cristaux néogènes d'anhydrite.

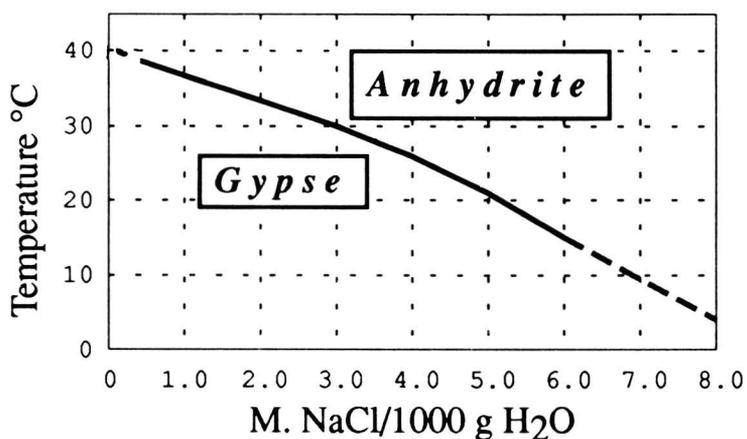


Fig. 4 - Diagramme de l'état du gypse et de l'anhydrite sous pression atmosphérique en présence de sels. [MacDonald, 1953].

présence de plus ou moins d'oxalate dans la couche est dûe au hasard dépendant de la qualité du mélange.

### III.2.d.— Modification de la décoration.

Le décor qui occupe la face ouest du second pylône (bataille de Qadesh: Ramsès II sur son char) a été retouché dans l'antiquité, et présente, en surface, un nouvel enduit (Pl. VIII-B) étalé sur la peinture d'origine.

L'enduit est constitué par les seules couches de bouchage et de lissage, toutes les deux avec une matrice de calcium (*anhydrite*). La charge granulaire dans la couche de bouchage est formée par des fragments calcaire (*biomicrosphaerites* ou *sphaerites*), des cristaux parfaits (jusqu'à 20  $\mu\text{m}$ ) de *calcite* spathique, des ocre jaunes et rouges (jusqu'à 0.1 mm.), et du *quartz*. Les fossiles sont assez rares.

Il n'y a aucune différence réelle entre les deux enduits : la plus grande granulométrie du calcaire et les beaux cristaux de *calcite* de l'enduit plus récent témoignent seulement de l'utilisation d'un calcaire plus cristallin avec des veines de *calcite* spathique, atteint par hasard dans la carrière exploitée à l'époque où ce travail avait été mis en œuvre.

### III.2.e.— Altération de l'enduit causée par la déshydratation du plâtre.

La composition des enduits étudiés est très pauvre en *gypse* (par rapport aux analyses publiées des enduits égyptiens<sup>(5)</sup>) et plus riche en *anhydrite*, que les plâtres de jointoiment<sup>(6)</sup>. Si cette composition ( $\text{CaSO}_4$  insoluble/ $\text{CaSO}_4$  totale  $\approx 1$ ) était due seulement à une surcuisson du *gypse* pendant la préparation du plâtre, le produit obtenu (plâtre mort) n'aurait eu aucune prise sur la surface de la roche et, de ce fait, aurait perdu son rôle de préparation à la peinture. On ne peut, d'autre part, attribuer ce produit à la présence d'un gisement d'*anhydrite* qui n'a jamais été retrouvé en Egypte.

Les données pétrographiques et diffractométriques permettent de formuler une nouvelle hypothèse. En effet, la présence:

- a)- d'agrégats fibreux à l'origine de *gypse* mais, aujourd'hui, transformés en *anhydrite*,
- b)- de petits et parfaits cristaux d'*anhydrite* d'origine néogénique,
- c)- d'une dissolution partielle de la charge granulaire calcaire,
- d)- d'interpénétrations entre la matrice sulfatique et la charge granulaire calcaire,

laisse supposer qu'un phénomène d'altération généralisée du *gypse* en *anhydrite* (déshydratation) s'est produit après la préparation et l'application des enduits.

A l'air et à la pression atmosphérique, la déshydratation nécessite une température trop élevée ( $T > 300^{\circ}\text{C}$ ), mais celle-ci se réduit énormément ( $T < 40^{\circ}\text{C}$ ) si la réaction a lieu dans l'eau et plus encore dans une solution saline ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ )<sup>(7)</sup> (fig. 4). La grande solubilité de ces sels et la mobilité des solutions salines par capillarité dans des roches très poreuses, comme le grès, sont bien connues<sup>(8)</sup>. Les eaux, soit dans leur nappe phréatique, soit pendant les crues du Nil, ont permis la circulation de ces sels dans les terrains et dans les roches des temples. Au Ramesseum, la grande quantité de sels présents, en particulier de  $\text{NaCl}$ , est encore bien visible par les cristallisations superficielles sur les blocs de grès qui apparaissent après les rares pluies.

La présence d'une solution saline ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{4-}$ ) dans le plâtre a comporté d'autres réactions qui expliquent les observations faites auparavant :

- a)- la solubilité partielle des grands agrégats du *gypse* et leur transformation, à l'état solide, en *anhydrite* ;
- b)- la solubilité de la portion plus fine du *gypse* et la cristallisation d'*anhydrite* (dite néogénique) ;
- c)- la dissolution partielle du calcaire et la cristallisation d'*anhydrite* (phénomènes d'interpénétration).

Dans les enduits, la déshydratation n'a pas provoqué des phénomènes de désagrégation attribuables à la différence en volume entre le *gypse* et l'*anhydrite*, parce qu'elle a été suivie par la cristallisation de l'*anhydrite* néogénique.

### III.3.— LA COUCHE PICTURALE

La couche picturale a été appliquée sur l'enduit avec une technique à sec.

Les pigments, toujours sans altérations, sont les mêmes sur le second pylône, les piliers et les colosses osiriaques. Ils sont mélangés à un liant organique.

#### III.3.a.— Le jaune et le rouge.

Le jaune (Pl. X-A) forme une couche homogène d'environ  $20\ \mu\text{m}$  d'épaisseur (mais elle peut atteindre jusqu'à  $100\ \mu\text{m}$ ), tandis que le rouge (Pl. VIII-B et Pl. IX-A) forme des couches homogènes de  $10\ \mu\text{m}$  d'épaisseur : ce sont deux matériaux pulvérulents et opaques.

L'absence de diffraction-X (cf. tableaux I-II), la forte fluorescence-X et les caractéristiques pétrographiques permettent d'identifier les pigments comme étant des *ocres*: ocre jaune naturelle composée par des hydroxydes amorphes de fer, un des plus anciens pigments égyptiens utilisé depuis toujours<sup>(9)</sup>, et ocre rouge naturelle, constituée par des oxydes amorphes de fer et, en sous ordre, par la phase cristalline *hématite*. L'ocre rouge est aussi un pigment employé depuis fort longtemps en Egypte<sup>(10)</sup>.

Au cours de cette étude, la même composition minéralogique du rouge a été déterminée dans les nodules riches en *ocres* contenus dans les argiles d'Esna. On peut raisonnablement penser que le pigment rouge utilisé venait de ces nodules<sup>(11)</sup>.

### III.3.b.— Le blanc.

Le blanc (Pl. X-B) forme une couche homogène microcristalline de 20  $\mu\text{m}$  d'épaisseur : il s'agit d'un carbonate de calcium et de magnésium, l'*huntite* (cf. tableau III), le plus beau pigment blanc de l'antiquité.

L'*huntite*,  $\text{Mg}_3\text{Ca}(\text{CO}_3)_4$ , est présent dans les décorations égyptiennes à partir de l'époque de Thoutmosis III et jusqu'à la fin du Nouvel Empire : on pense que ce pigment provenait des dépôts salins du Golfe Persique<sup>(12)</sup>.

Le fond blanc, qui entoure les figures polychromes est peint avec l'*huntite*, s'il s'agit d'un décor reproduisant les images des dieux ou du pharaon. En revanche, il est constitué seulement par la couche de lissage de l'enduit lorsqu'il s'agit de registres pour les hiéroglyphes.

### III.3.c.— Le vert et le turquoise.

Le vert (Pl. XI-A) et le turquoise forment des couches d'épaisseur irrégulière (de 0.1 à 0.25 mm.) constituées par des pigments cristallins et vitreux qui présentent souvent des lacunes causées par la chute de cristaux. Au contraire, dans certains endroits, la couleur verte est obtenue par superposition d'une couche de *bleu égyptien* à une couche d'ocre jaune.

Les cristaux verts ou turquoise, toujours riches en inclusions et associés au *bleu égyptien*, ont été identifiés comme *para-wollastonites* (cf. tableau IV): il s'agit, donc, d'un produit synthétique, appelé aussi *wollastonite de cuivre*,  $(\text{Cu,Ca})\text{SiO}_3$ <sup>(13)</sup>.

Le silicate de cuivre et de calcium était obtenu par synthèse d'une façon identique à celle utilisée pour la préparation du *bleu égyptien* : cela explique

l'existence de cristaux avec graduations de couleurs (le turquoise) intermédiaires entre le vert et le bleu.

Ce pigment vert a été utilisé en Egypte à partir de la VI<sup>ème</sup> dynastie jusqu'à l'époque romaine : sa plus grande diffusion a lieu pendant le Nouvel Empire, en particulier pendant la XIX<sup>ème</sup> dynastie.

Au début, le silicate de cuivre et de calcium était constitué par deux différentes formes structurales qui étaient présentes en même temps dans le pigment vert : l'une amorphe, dite la "fritte verte", et l'autre cristalline, c'est-à-dire la *wollastonite de cuivre*<sup>(14)</sup>.

Au cours des siècles, grâce à l'affinement de la technique, il y a eu une évolution entre les proportions relatives des deux phases qui a permis d'obtenir des verts constitués par la seule *wollastonite de cuivre* : en effet, à tonalité verte égale, la préparation de la *wollastonite de cuivre* nécessite beaucoup moins d'oxyde de cuivre (et donc elle est économiquement avantageuse) mais elle implique un contrôle plus rigoureux des quantités de silicium et de métaux alcalins et des conditions de chauffage (en somme, une plus grande habileté technique)<sup>(15)</sup>, sinon le mélange se solidifie dans la phase amorphe qui est, dans ce cas, verte pâle.

La *wollastonite de cuivre* devient prédominante dans les couleurs vertes à partir de l'époque de Thoutmosis III et elle en constitue ensuite le seul composant<sup>(16)</sup>.

### III.3.d.— Le bleu.

Le bleu (Pl. IX-B) forme des couches d'épaisseur irrégulière (même 0.2 mm.) constituées par de très beaux cristaux vitreux de *bleu égyptien* (cf. tableau V). Les couches présentent souvent des lacunes causées par la chute de cristaux.

Le *bleu égyptien*,  $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ , est le premier pigment synthétique connu : il a été identifié à partir de la V<sup>ème</sup> dynastie et se retrouve jusqu'à l'époque romaine.

Le *bleu égyptien* était obtenu à partir d'un mélange de minéraux de cuivre, de calcaire, de sable quartzeux et de limon (argiles), mais la technique de sa préparation a été modifiée dans le temps, suivant les buts recherchés<sup>(17)</sup> : chauffage à 900°-1000°C en une ou plusieurs fois<sup>(18)</sup>, ou températures plus basses dans un milieu réductif<sup>(19)</sup>.

Les différentes proportions relatives entre les quantités d'argile, de minéraux de cuivre et de carbonates permettaient la cristallisation du *bleu égyptien*, plutôt

que celle de la *wollastonite de cuivre*, ou que la solidification de produits amorphes: *fritte bleue*, *fritte verte*, ou *faïence*<sup>(20)</sup>.

### III.4— PATINE SUPERFICIELLE ET LIANT DES PIGMENTS

Sur la couche picturale il y a une patine superficielle (Pl. XII-A) avec des caractéristiques structurales, physiques et optiques<sup>(21)</sup> pareilles à celles d'une substance organique<sup>(22)</sup>, peut-être résineuse<sup>(23)</sup> ou gommeuse (études spécifiques en cours).

La patine forme une couche d'épaisseur variable et proportionnelle à la granulométrie du pigment sous-jacent: 10  $\mu\text{m}$  sur le rouge, jaune et blanc, et 30  $\mu\text{m}$  sur le vert, turquoise et bleu.

On peut penser qu'à l'origine elle constituait un "vernissage" appliqué sur ces couches picturales, à la fin du travail, dans le but de les protéger, de leur donner de la lumière et d'en faire ressortir la couleur.

C'est aussi la même substance qui est encore bien visible entre les grands cristaux des pigments verts, turquoises et bleus : elle était très probablement utilisée aussi comme liant des pigments.

Là où la décoration du second pylône a été modifiée (scène de la bataille de Qadesh), cette patine n'apparaît pas sur les pigments originaux : au contraire, ils sont recouverts par le nouvel enduit (Pl. IX-B). Cela signifie que les retouches de cette décoration ont été faites après la coloration de la paroi mais avant l'achèvement de ce travail, puisque la patine de protection des couleurs n'avait pas encore été appliquée.

#### III.4.1.— Les "taches" jaunâtres.

Malheureusement si cette patine superficielle a permis de préserver jusqu'à nos jours ces magnifiques couleurs, elle montre aujourd'hui des jaunissements locaux sous forme de "taches" plus ou moins foncées, arrondies et larges, qui sont particulièrement visibles sur les fonds blancs.

Au microscope polariseur, on n'observe aucune altération physique de cette patine ou de sa couche picturale sous-jacente.

Les études organiques faites jusqu'à maintenant (extraction alcaline à chaud des protéines<sup>(24)</sup>) ont permis d'exclure la présence de substances protéiques : les données obtenues font plutôt croire que les taches jaunâtres sont en rapport avec une attaque microbienne de *lichens*, *fungi* ou bactéries<sup>(25)</sup>.

### III.4.2.— Dépôt éolien.

Sur la patine superficielle il y a un dépôt éolien pulvérulent composé par de l'*anhydrite*, du gypse, du quartz, de la *whewellite* (probablement d'origine organique), du *plagioclase*, du *feldspath* et des *ocres*. Il peut être d'épaisseur importante, mais il est incohérent et donc d'enlèvement tout à fait facile.

Ce dépôt devient solidaire (sous la forme de concrétion) avec la couche picturale seulement sur les colosses osiriaques, mais aujourd'hui c'est ce qui préserve *in situ* les rarissimes vestiges de couleurs de ces statues (Pl. XII-B).

## IV.— CONCLUSIONS

L'étude du second pylône, des piliers et colosses osiriaques du Ramesseum a permis de découvrir l'existence d'une *technique égyptienne* de décoration du grès bien précise et assez complexe, qui se développe avec la superposition de trois unités séparées :

*enduit → couche picturale → patine superficielle.*

Cette étude a aussi permis d'établir que cet enduit (un *plâtre*), n'est pas seulement un mélange à base de plâtre appliqué sur le grès, comme on le dit depuis toujours à propos des anciens enduits égyptiens, mais il est caractérisé par la superposition de plusieurs couches de granulométrie et de composition bien différentes: en général, il y a trois couches (celle de bouchage, celle intermédiaire et celle de lissage) qui, suivant la morphologie de la surface gréseuse traitée, peuvent se réduire à deux, ou encore à la seule couche de lissage.

Les deux premières couches sont constituées par une charge carbonatée et une matrice sulfatée (à l'origine plâtre, aujourd'hui *anhydrite*) ; la troisième qui était probablement un "stuc" très fin (c'est-à-dire plâtre + colle animale) est composée, de nos jours, d'*anhydrite* et d'oxalate de calcium, *whewellite*. Les données minéralogiques et pétrographiques confortent l'hypothèse que la déshydratation du plâtre n'a pas été causée à la suite de raisons géologiques ou par surcuisson, mais elle s'est produite lorsque l'enduit était déjà appliqué sur les parois, à partir du phénomène des montées capillaires de solutions salines dans le grès.

Sur la surface enduite, il y a ensuite la couche picturale. Les pigments, mélangés à un liant organique (peut-être une résine ou une gomme), ont été appliqués avec une technique à sec. Il y a trois pigments d'origine naturelle : le *jaune* (ocre jaune : *hydroxydes de fer*), le *rouge* (ocre rouge : *oxydes de fer*) et le *blanc* (*huntite*) ; et trois d'origine artificielle : le *vert* (*wollastonite de cuivre*), le *turquoise* (*wollastonite de cuivre*) et le *bleu* (*bleu égyptien*).

Sur la couche picturale, une *patine superficielle organique* de la même nature que celle du liant des pigments apparaît systématiquement: elle y a été appliquée avec une technique à sec. Son épaisseur change en fonction de la granulométrie (c'est-à-dire de la cristallinité) du pigment sous-jacent. Tout porte à croire que la présence de cette patine avait pour but de donner de la lumière et d'assurer une protection aux peintures polychromes du Ramesseum. C'est la première fois que l'on vérifie la présence d'une patine superficielle protectrice sur un monument égyptien en plein air.

Aujourd'hui, sur la patine qui protège encore ces magnifiques couleurs sont visibles des "taches" jaunâtres, très évidentes surtout sur les fonds blancs. Ces "taches" sont très probablement causées par des attaques microbiennes locales.

La bataille de Qadesh qui orne le second pylône a été, comme on l'a vu, retouchée à plusieurs endroits. Un plâtre nouveau et des couleurs nouvelles ont été appliqués avec la même technique et les mêmes matériaux que ceux décrits auparavant. Au cours de cette étude, il nous a été possible de préciser le moment où sont intervenues ces modifications. En effet, si la peinture avait été déjà fixée sur la première version du sujet, les retouches avaient été, en fait, pratiquées juste avant l'application de la patine protectrice. Ainsi peut-on en déduire qu'un laps de temps très court s'était écoulé entre la coloration de la première version et la modification de la scène guerrière.

On n'a remarqué aucune altération chimique active dans les enduits et les pigments. Néanmoins il faut signaler une surface active de détachement entre la couche de bouchage et celle intermédiaire, causée par leur différente granulométrie. La couche de lissage, la couche picturale et la patine superficielle sont solidaires entre elles, avec la couche intermédiaire sous-jacente.

Il est pourtant nécessaire d'effectuer rapidement certaines interventions pour :

1.— établir de nouveau l'adhérence entre la couche de bouchage et celle intermédiaire de l'enduit, en particulier sur les piliers osiriaques et leurs architraves, sur lesquelles les décorations polychromes sont presque intégralement conservées. Ces peintures sont condamnées à disparaître si aucun traitement n'est mis en œuvre dans les meilleurs délais.

L'intervention doit être faite sans utiliser de solutions aqueuses pour ne pas mobiliser les sels et ne pas causer ensuite des phénomènes de désagrégation des plâtres. A ce sujet, les récentes études<sup>(26)</sup>, sur la mise au point de consolidants pour les grès très riches en sels, les enduits et les mortiers du temple de Karnak, peuvent être très utiles.

2.— Enlever le dépôt pulvérulent des surfaces picturales. Son absence de cohésion (sauf sur les colosses osiriaques) et d'adhérence rend cette opération très facile à réaliser.

En revanche, sur les colosses osiriaques, ce dépôt est en concrétions très compactes mais il préserve leurs rarissimes traces de couleur. Puisque ces cumuls de matériaux éoliens se trouvent dans les parties creuses des statues, il est inutile et peut-être dangereux de les enlever.

3.— Consolider la patine superficielle originale (“verniss protecteur”) des peintures, pour augmenter la protection des couches picturales, en particulier des pigments bien cristallisés (verts, turquoise et bleus). En effet c'est seulement grâce à cette patine que l'on peut, encore aujourd'hui, admirer une partie de la décoration polychrome du Ramesseum préservée de l'érosion éolienne.

Cette intervention est particulièrement urgente pour les piliers osiriaques et leurs architraves (soffites) dans le but d'éviter la perte irréparable des scènes peintes les mieux conservées du “temple de millions d'années” de Ramsès II.

4.— Actuellement, il n'est pas souhaitable de nettoyer les “taches” jaunâtres ou la patine superficielle jaunie. Leur nature doit être exactement connue, avant d'entreprendre un tel travail.

---

Rubriques pour la lecture des planches de cet article:

N.P. = lumière transmise et polarisée avec nicols parallèles.

N.I. = lumière transmise et polarisée avec nicols croisés.

L.C. = lumière convergente.

x = agrandissements (x) fois.

**Jaune** avec couche de lissage et patine superficielle

Piliers Osiriaques

échantillon : 0.15x0.10x0.05 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Gypse</i> PDF 21-816	<i>Anhydrite</i> PDF 6-226	<i>Whewell.</i> PDF 20-231	<i>Calcite</i> PDF 5-586
<i>mf</i>	<b>7,645</b>	7,63 (100)			
<i>mf</i>	<b>5,965</b>			5,93 (100)	
<i>d</i>	<b>5,772</b>			5,79 (30)	
<i>f</i>	<b>4,301</b>	4,28 (100)			
<i>dd</i>	<b>3,862</b>				3,86 (12)
<i>d</i>	<b>3,790</b>	3,799 (17)			
<i>mf</i>	<b>3,626</b>			3,65 (70)	
<i>mf</i>	<b>3,490</b>		3,498 (100)		
<i>mf</i>	<b>3,074</b>	3,065 (75)			
<i>d</i>	<b>3,015</b>				3,035 (100)
<i>d</i>	<b>2,957</b>			2,966 (45)	
<i>m</i>	<b>2,885</b>	2,873 (45)			
<i>m</i>	<b>2,844</b>		2,849 (35)		
<i>d</i>	<b>2,698</b>	2,685 (35)			
<i>m</i>	<b>2,491</b>	2,495 (11)		2,494 (18)	2,495 (14)
<i>m</i>	<b>2,351</b>			2,355 (30)	
<i>md</i>	<b>2,330</b>		2,328 (20)	2,347 (12)	
<i>d</i>	<b>2,254</b>			2,263 (8)	
<i>md</i>	<b>2,213</b>	2,219 (15)	2,208 (20)		
<i>m</i>	<b>2,084</b>	2,086 (25)	2,086 (10)	2,075 (14)	2,095 (18)

TABLEAU I. Analyse diffractométrique du pigment JAUNE effectuée avec la caméra Gandolfi. Le pigment et la patine superficielle ne donnent aucun effet de diffraction, car ils sont amorphes: le jaune est formé par des hydroxydes amorphes de fer et la patine est organique. Les minéraux identifiés appartiennent à la couche de lissage. Les données diffractométriques, reportées comme distances interplanaires  $d(hkl)$ , sont caractérisées par l'intensité de leur effet de diffraction:  $I_{Obs}$  ( $dd$  = très faible;  $d$  = faible;  $md$  = moyenne-faible;  $m$  = moyenne;  $mf$  = moyenne-forte;  $f$  = forte). Les données de comparaison sont celles des minéraux standards. Entre parenthèses leur intensités sont données en pourcentage.

TABLEAU II. Deux analyses diffractométriques du pigment ROUGE effectuées avec la caméra Gandolfi. Le pigment a donné un effet de diffraction seulement dans un cas (en bas: *hématite*), donc il est presque toujours constitué par des oxydes amorphes de fer. Aussi la patine superficielle, sans effets de diffraction, est-elle une substance amorphe (organique). Les autres minéraux identifiés appartiennent à la couche de lissage. (Cf. explication des abréviations dans le tableau I).

**Rouge** avec couche de lissage et patine superficielle

Piliers Osiriaques

échantillon : 0.15x0.10x0.10 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Anhydrite</i> PDF 6-226	<i>Whewell.</i> PDF 20-231	<i>Bassanite</i> PDF 33-310	<i>Calcite</i> PDF 5-586	<i>Quartz</i> PDF 33-1161
<i>mf</i>	<b>5,906</b>		5,93 (100)	6,0 (70)		
<i>m</i>	<b>3,652</b>		3,65 (70)			
<i>ff</i>	<b>3,503</b>	3,498 (100)				
<i>dd</i>	<b>3,463</b>			3,469 (55)		
<i>dd</i>	<b>3,317</b>					3,342 (100)
<i>d</i>	<b>3,028</b>			3,006 (100)	3,035 (100)	
<i>d</i>	<b>2,954</b>		2,966 (45)			
<i>m</i>	<b>2,851</b>	2,849 (35)				
<i>d</i>	<b>2,803</b>			2,807 (85)		
<i>d</i>	<b>2,491</b>		2,494 (18)			
<i>md</i>	<b>2,359</b>		2,355 (30)			
<i>md</i>	<b>2,330</b>	2,328 (20)	2,347 (12)			
<i>d</i>	<b>2,263</b>		2,263 (8)			
<i>md</i>	<b>2,214</b>	2,208 (20)				
<i>d</i>	<b>2,083</b>	2,086 (10)	2,075 (14)			
<i>dd</i>	<b>1,989</b>		1,978 (10)			
<i>dd</i>	<b>1,949</b>		1,950 (10)			
<i>dd</i>	<b>1,937</b>		1,933 (8)			
<i>d</i>	<b>1,868</b>	1,869 (16)				
<i>d</i>	<b>1,847</b>		[1,846 (6)]			
<i>dd</i>	<b>1,819</b>		1,823 (6)	1,847 (55)		
<i>dd</i>	<b>1,793</b>		1,793 (6)			
<i>d</i>	<b>1,757</b>	1,749 (12+10)				
<i>dd</i>	<b>1,738</b>		1,737 (6)			
<i>d</i>	<b>1,645</b>	1,648 (14)				

Piliers Osiriaques

échantillon : 0.15x0.10x0.10 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Hématite</i> PDF 16-895	<i>Quartz</i> PDF 33-1161	<i>Anhydrite</i> PDF 6-226
<i>m</i>	<b>4,255</b>		4,257 (22)	
<i>mf</i>	<b>3,507</b>			3,498 (100)
<i>f</i>	<b>3,339</b>		3,342 (100)	
<i>d</i>	<b>2,855</b>			2,849 (35)
<i>dd</i>	<b>2,468</b>	2,46 (100)		
<i>d</i>	<b>2,311</b>			2,328 (20)
<i>d</i>	<b>2,192</b>			2,208(20)
<i>dd</i>	<b>1,878</b>			1,869 (16)
<i>dd</i>	<b>1,822</b>		1,818 (18)	

**Blanc**      avec couche de lissage et patine superficielle

Second Pylône

échantillon : 0.10x0.15x0.05 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Huntite</i> PDF 14-409	<i>Anhydrite</i> PDF 6-226	<i>Whewellite</i> PDF 20-231
<i>m</i>	<b>5,955</b>			5,93 (100)
<i>m</i>	<b>3,641</b>			3,65 (70)
<i>f</i>	<b>3,496</b>		3,498 (100)	
<i>d</i>	<b>2,962</b>			2,966 (45)
<i>m</i>	<b>2,831</b>	2,833 (100)	2,849 (35)	
<i>dd</i>	<b>2,493</b>			2,494 (18)
<i>d</i>	<b>2,347</b>		2,328 (20)	2,355 (30)
<i>d</i>	<b>2,212</b>		2,208 (20)	
<i>d</i>	<b>2,083</b>		2,086 (10)	
<i>dd</i>	<b>1,976</b>	1,972 (30)		1,978 (10)
<i>dd</i>	<b>1,863</b>		1,869 (16)	
<i>dd</i>	<b>1,754</b>	1,757 (20)	1,749 (12+10)	
<i>dd</i>	<b>1,650</b>		1,648 (14)	

TABLEAU III. Analyse diffractométrique du pigment BLANC effectuée avec la caméra Gandolfi. Le pigment est l'*huntite*. La patine superficielle ne donne aucun effet de diffraction, donc elle est amorphe (organique). Les autres minéraux identifiés appartiennent à la couche de lissage. (Cf. explication des abréviations dans le tableau I).

**Vert**

Piliers Osiriaques

échantillon : 0.10x0.10x0.05 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Para-Woll.</i> PDF 10-489
<i>md</i>	<b>7,596</b>	7,7
<i>f</i>	<b>4,054</b>	[4,07]
<i>d</i>	<b>3,863</b>	3,83
<i>m</i>	<b>3,520</b>	3,52
<i>md</i>	<b>3,314</b>	3,31
<i>d</i>	<b>3,087</b>	3,09
<i>m</i>	<b>2,981</b>	2,97
<i>dd</i>	<b>2,799</b>	2,8
<i>d</i>	<b>2,493</b>	2,47
<i>dd</i>	<b>2,340</b>	2,33
<i>dd</i>	<b>2,186</b>	2,18

**Turquoise**

Piliers Osiriaques

échantillon : 0.10x0.10x0.05 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Para-Woll.</i> PDF 10-489
<i>dd</i>	<b>7,813</b>	7,7
<i>md</i>	<b>4,364</b>	4,37
<i>f</i>	<b>4,063</b>	[4,06]
<i>md</i>	<b>3,826</b>	3,83
<i>md</i>	<b>3,527</b>	3,52
<i>m</i>	<b>3,333</b>	3,31
<i>dd</i>	<b>3,159</b>	3,16
<i>d</i>	<b>3,084</b>	3,09
<i>mf</i>	<b>2,988</b>	2,97
<i>d</i>	<b>2,889</b>	[2,89]
<i>dd</i>	<b>2,786</b>	2,80
<i>dd</i>	<b>2,724</b>	2,72
<i>dd</i>	<b>2,553</b>	2,55
<i>m</i>	<b>2,481</b>	2,47
<i>d</i>	<b>2,351</b>	2,33
<i>d</i>	<b>2,297</b>	2,29
<i>d</i>	<b>2,181</b>	2,18
<i>dd</i>	<b>2,033</b>	2,01
<i>dd</i>	<b>1,991</b>	1,98
<i>dd</i>	<b>1,936</b>	1,91
<i>dd</i>	<b>1,882</b>	1,88
<i>d</i>	<b>1,832</b>	1,83
<i>dd</i>	<b>1,759</b>	1,75
<i>d</i>	<b>1,722</b>	1,72
<i>d</i>	<b>1,609</b>	1,60

TABLEAU IV. Analyses diffractométriques du pigment VERT et du pigment TURQUOISE effectuées avec la caméra Gandolfi. Dans les deux cas, le pigment est le même, la *para-wollastonite*. (Cf. explication des abréviations dans le tableau I).

**Bleu**

Colosses Osiriaques

échantillon : 0.10x0.05x0.05 mm

<i>I.obs.</i>	<i>d (hkl)</i>	<i>Cuproriv.</i>
		PDF 12-512
<i>md</i>	<b>7,468</b>	7,63 (40)
<i>dd</i>	<b>5,246</b>	5,22 (15)
<i>mf</i>	<b>3,802</b>	3,78 (90)
<i>dd</i>	<b>3,708</b>	3,66 (25)
<i>f</i>	<b>3,389</b>	3,37 (80)
<i>f</i>	<b>3,284</b>	3,29 (100)
<i>dd</i>	<b>3,209</b>	3,19 (50)
<i>f</i>	<b>2,979</b>	3,00 (90)
<i>d</i>	<b>2,603</b>	2,629 (40)+2,585 (40)
<i>d</i>	<b>2,270</b>	2,270 (50)
<i>dd</i>	<b>1,987</b>	1,970 (20)
<i>dd</i>	<b>1,895</b>	1,890 (15)
<i>md</i>	<b>1,828</b>	1,831 (60)
<i>d</i>	<b>1,787</b>	1,784 (40)
<i>d</i>	<b>1,705</b>	1,704 (40)
<i>dd</i>	<b>1,629</b>	1,636 (20)
<i>md</i>	<b>1,600</b>	1,603 (40)
<i>d</i>	<b>1,392</b>	1,398 (20)
<i>d</i>	<b>1,379</b>	1,380 (20)
<i>d</i>	<b>1,336</b>	1,336 (25)

TABLEAU V. Analyse diffractométrique du pigment BLEU effectuée avec la caméra Gandolfi. Le pigment est la *cuprorivaïte* ou *bleu égyptien*. (Cf. explication des abréviations dans le tableau I).

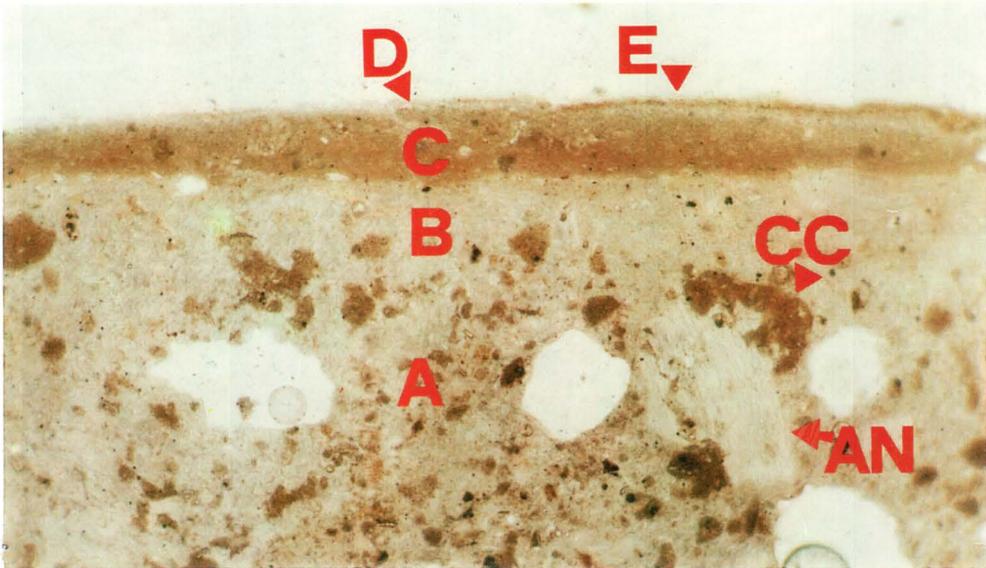
## NOTES

- (1) Y. Marzoni Fecia di Cossato, "L'applicazione della diffrattometria di polveri con camera Gandolfi nell'analisi dei pigmenti e delle pitture murali: il caso della Tomba n. 85 a Tebe Ovest" dans *Actes du VI<sup>th</sup> International Congress of Egyptology*, Turin (Italie), septembre 1991.
- (2) Y. Marzoni Fecia di Cossato, "The accuracy of cell parameters obtained by X-Ray powder diffraction using Gandolfi Camera", *Powder Diffraction*, 1993 (sous presse).
- (3) Powder Diffraction Files - JCPDS International Center for Diffraction Data, Pennsylvania, USA.
- (4) W.A. Deer, R.A. Howie, J. Zussmann, *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*, Longman Ed., 1978.
- (5) A. Lucas, J.-R. Harris, *Ancient Egyptian Materials and Industries*, 4<sup>th</sup> Ed., Edward Arnold Publ. Ltd., London 1962, pp. 74-79 ; M. Claveau, "Analyses de liants et d'enduits", Centre Franco-Egyptien des Temples des Karnak, Rapport interne 1982 ; D. Le Fur, *La peinture murale des temples de Karnak, technique, conservation, restauration*. Thèse de Doctorat de Université de Paris I, 1989, p. 72-74 et Pl. 68-69.
- (6) G. Martinet, *Grès et mortiers du temple d'Amon à Karnak (Haute Egypte). Etude des altérations, aide à la restauration*. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 1992, pp. 79-87.
- (7) G.J.F. MacDonald, "Anhydrite-gypsum equilibrium relations" dans *American Journal of Sciences*, 251, 1953, pp. 884-914.
- (8) Cl. Traunecker, "Les caractéristiques chimiques des eaux de Karnak", *Kêmi* 20, 1970, pp. 213-217 ; P. Bromblet, *Les dégradations des pierres gréseuses des temples de Karnak (Egypte)*. Thèse de Doctorat de l'Université de Paris VII, 1989, pp. 112-140.
- (9) A. Lucas, J.R. Harris, *Ancient Egyptian Materials...*, pp. 349-351 ; A. El Gorezy, H. Jaksch, M. Abdel Razek, K.L. Weiner, *Ancient pigment in wall painting of Egyptian tombs and temples: an archaeometric project*. Extended version. Workshop, Université d'Innsbruck, 6 mars 1986, p. 24.
- (10) A. Lucas, J.R. Harris, *Ancient Egyptian Materials...*, pp. 346-348 ; D. Le Fur, "Les pigments dans la peinture égyptienne" dans *Pigments et Colorants de l'Antiquité et du Moyen Age*, Ed. CNRS, Paris 1990, p. 184.
- (11) D. Le Fur, *La peinture murale des temples de Karnak...*, pp. 55-56 et Pl. 48.
- (12) J. Rieder, "Recently identified Egyptian pigments", *Archeometry*, 16/1, 1974, pp. 102-109 ; A. El Gorezy et al., *Ancient pigment...*, pp. 34-35.
- (13) A. El Gorezy et al., *Ancient pigment...*, pp. 19-13.

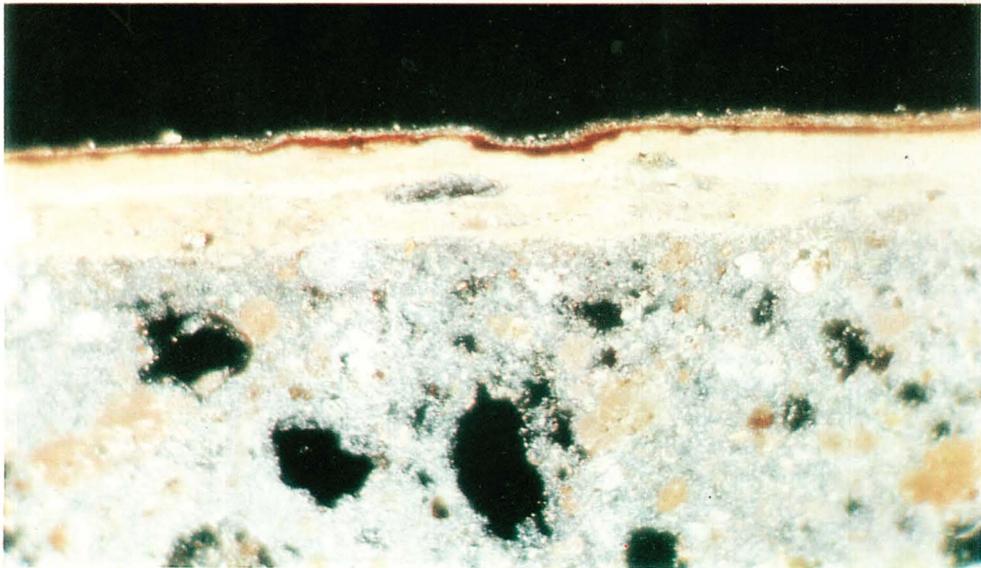
- (14) A. El Gorezy et al., *Ancient pigment...*, p. 19.
- (16) A. El Gorezy et al., *Ancient pigment...*, p. 21.
- (17) A. El Gorezy et al., *Ancient pigment...*, pp. 12-19 ; M.S. Tite, M., Bimson, C.D., Meeks, "Technological characterization of Egyptian Blue", dans *Revue d'Archéométrie*, 2, 1981, pp. 296-301.
- (18) M.S. Tite, M. Bimson, M.R. Cowell, "The technology of Egyptian Blue" dans *Early Vitreous Materials*, British Museum Occasional Paper, 56, 1986, pp. 39-46.
- (19) A. El Gorezy et al., *Ancient pigment...*, p. 16.
- (20) M.S. Tite, "Characterization of early vitreous materials", *Archaeometry*, 29, 1987, pp. 21-34.
- (21) Y. Marzoni Fecia di Cossato, F. Ronca, "Ancient Egyptian pigments and organic binder in the collection of terracotta beakers from the Temple of Tuthmose IV in the Egyptologic Museum of the University of Pisa", dans *Actes de la 3<sup>rd</sup> International Conference on Non-Destructive Testing, Microanalytical Methods and Environmental Evaluation for Study and Conservation of Works of Arts*, 4-8 octobre 1992, Viterbo (Italie), pp. 685-690.
- (22) A. Lucas, J. R. Harris, *Ancient Egyptian Materials...*, pp. 46-51.
- (23) J.S. Mills, R. White "Natural resins of a source , chemistry and identification" *Studies in Conservation*, 22, 1977, pp. 12-31.
- (24) F. Ronca, "Extractive and colourimetric method for the analysis of proteins in stone paintings, stuccoes and gesso grounds", dans *Actes de la 3<sup>rd</sup> International Conference on Non-Destructive Testing, Microanalytical Methods and Environmental Evaluation for Study and Conservation of Works of Art*, 4-8 octobre 1992, Viterbo (Italie), pp. 809-814.
- (25) R. Ferrari, F. Guidobaldi, M. Monte Sila, "Alterazioni dei dipinti murali esposti all'aperto: fattori microbiologici", dans *Facciate Dipinte: Conservazione e Restauro*, Sagep Ed., Gènes 1982, pp. 119-121.
- (26) S. A. Saleh, F. M. Helmi, M. M. Kamal, A-F. E. El-Banna, "Study and consolidation of sandstone : Temple of Karnak, Luxor, Egypt", dans *Studies in Conservation*, 37/2, 1992, pp. 93-104 ; G. Martinet, *Grès et mortiers du temple d'Amon à Karnak...*, pp. 107-135.

---

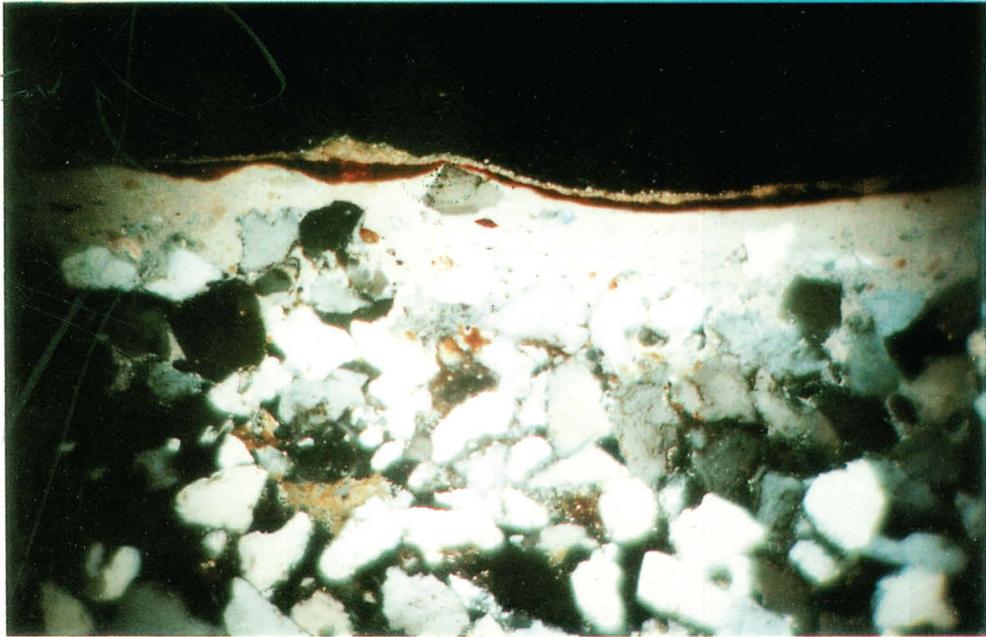
planches



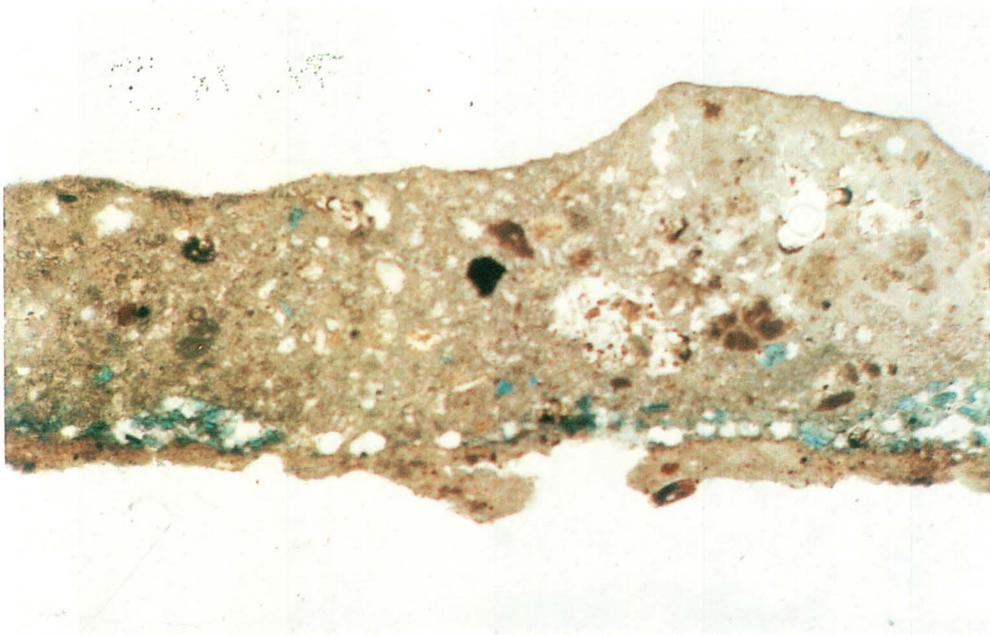
A.- Stratigraphie de l'enduit et de la couleur: **A** = couche de bouchage ; **B** = couche intermédiaire; **C** = couche de lissage ; **D** = couche picturale (pigment blanc) ; **E** = patine superficielle. Dans la couche de bouchage, on peut reconnaître un agrégat d'*anhydrite* (**AN**), épave d'un cristal original de gypse, et un phénomène d'interpénétration sulfate calcaire (**CC**). [N.I. 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



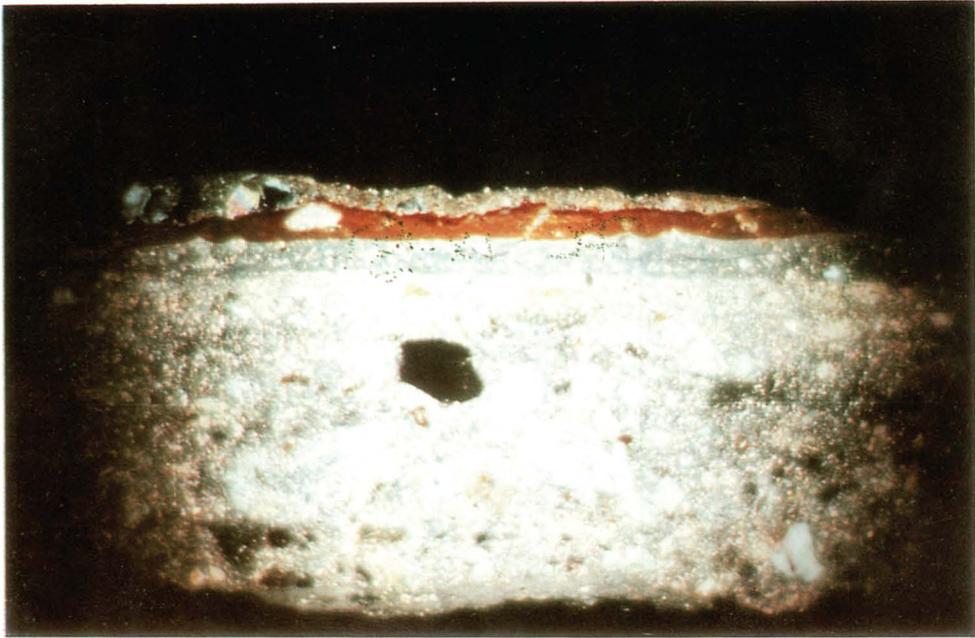
B.- La couche de lissage double avec structure à rubans d'*anhydrite* et oxalate de calcium, *whewellite*. Sur la couche de lissage, il y a une couche de pigment rouge et la patine superficielle. [N.I. 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



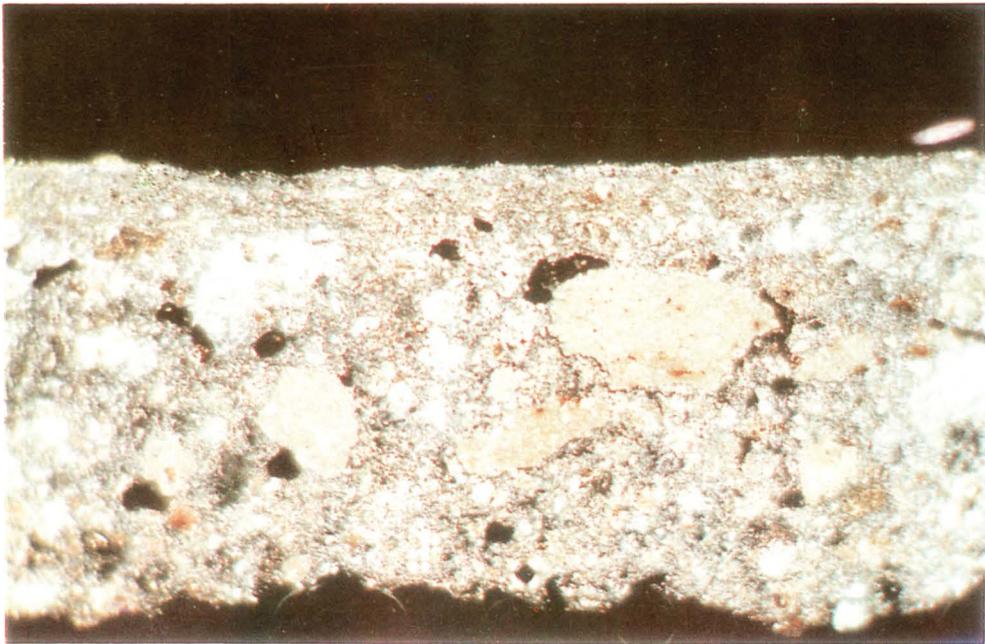
A.- La couche de lissage peut être placée directement sur le grès. Au-dessus, il y a une couche picturale rouge et la patine superficielle. [N.I., L.C., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



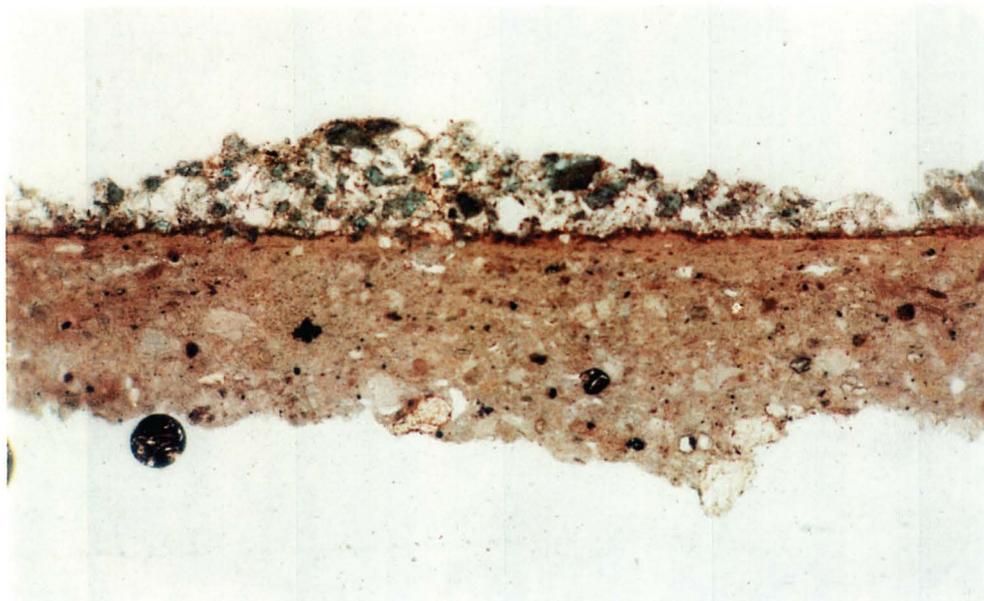
B.- Modification de la décoration originelle (bataille de Qadech, second pylône). Il y a un nouvel enduit sur le pigment bleu original qui n'a pas encore été recouvert par la patine superficielle. [N.P. 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



A.- Epaisse couche picturale d'ocre jaune avec une fine couche d'ocre rouge. Sur celle-ci, il y a la patine superficielle et un dépôt éolien. Second pylône. [N.I., L.C., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



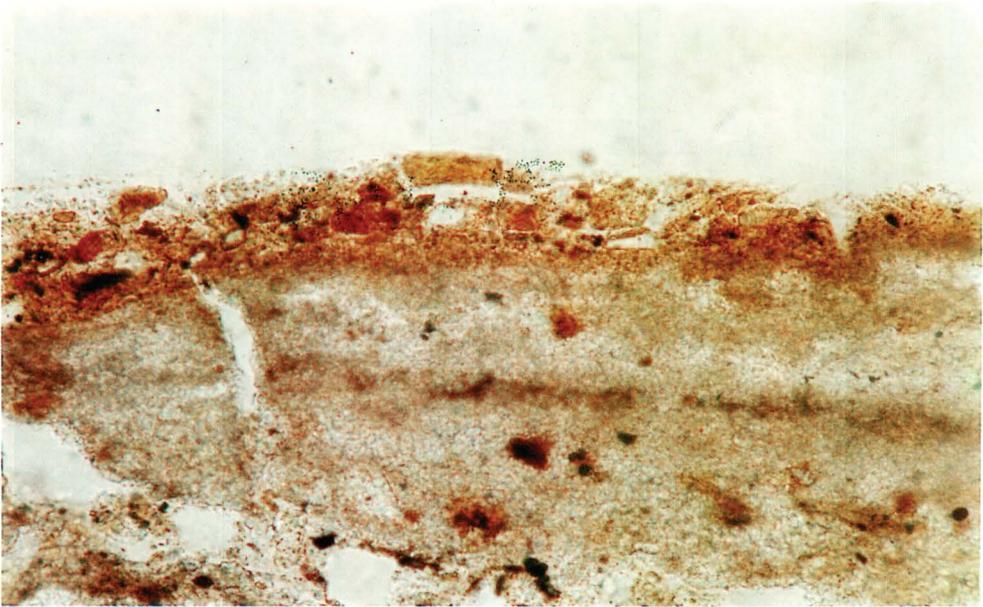
B.- La couche picturale blanche d'*huntite* sur les piliers osiriaques. [N.I., L.C., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



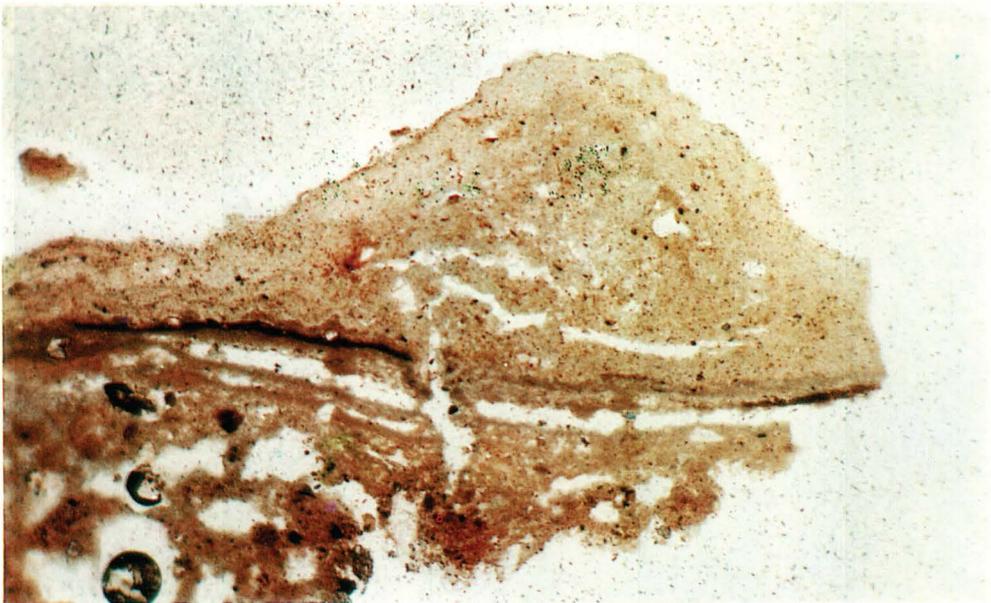
A.- La couche picturale verte formée par de la *wollastonite de cuivre*. La substance organique qui forme la patine superficielle, aujourd'hui presque disparue, était aussi le liant du pigment. Piliers osiriaques. [N.P., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



B.- La couche picturale bleue (*bleu égyptien*) sur une couche d'ocre jaune (rendue ici par une couleur noire). La substance organique qui forme la patine superficielle était aussi le liant du pigment. Second pylône. [N.P., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



A.- La patine superficielle sur le fond blanc (*anhydrite*) des peintures. Second pylône. [N.P., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).



B.- Le dépôt de nature éolienne forme une concrétion et protège la couche picturale (pigment jaune, ici rendu par une couleur noire) encore présente sur les colosses osiriaques. [N.P., 400x]. (Cliché Yvonne Marzoni).

## TABLE DES MATIÈRES

### Nouvelles de l'Association

Poème de R. Garaudet : "Sur les bords du Nil". .....	6
Composition du Bureau .....	7
Liste des Membres d'Honneur .....	8 - 9
Liste des Membres donateurs, bienfaiteurs, titulaires et associés.....	10 - 11
Nécrologie .....	11 - 12
Compte-rendu de l'Assemblée Générale ordinaire de l'Association pour la Sauvegarde du Ramesseum, du 7 septembre 1992 [Pl. I] .....	13 - 20
Annexe.	
Rapport financier 1989-1990 et rapport financier de l'exercice 1991 .....	21 - 22

### Études

— Marc Gabolde. "Une enseigne sacrée d'Amon du Ramesseum au Musée des Beaux-Arts de Lyon ? [Pl. II-V] .....	25 - 39
— Hany Helal. "Simulation of the probable causes of collapse of the first pylon of the Ramesseum" [Pl. VI-VII] .....	41 - 48
— Yvan Koenig. "Les textes hiératiques du Ramesseum" .....	49 - 58
— Yvonne Marzoni Fecia di Cossato. "Etude minéralogique et pétrographique des enduits et des pigments présents sur le second pylône, sur les piliers et les colosses osiriaques du Ramesseum" [Pl. VIII-XII] .....	59 - 80

### Varia Thebaïca

— Mohamed A. El-Bialy. "Découverte d'une nécropole tardive aux environs de Gurnet Murrai" [Pl. XIII-XV] .....	83 - 87
— Guy Lecuyot. "Les tombes VdR 9 à 13 de la Vallée des Reines". [Pl. XVI-XXIII] .....	89 - 129
— Didier Devauchelle. Annexe I .....	113
— André Macke et Christiane Macke-Ribet. Annexe II .....	114 - 116
— Joachim Boessneck et Angela von den Driesch. Annexe III .....	117 - 118
— Anne-Marie Loyrette. "Les monuments du prince Ouadjmès". [Pl. XXIV-XXVI] .....	131 - 140

— Mohamed Nasr. “New Discoveries at Thebes-West”.  
[Pl. XXVII-XXIX] ..... 141 - 143

Table des matières ..... 145 - 146

Planches I-XXIX.

---

**Supervision montage et impression : Moustapha Fayçal Soliman.**

---