

UNIVERSITE DE BORDEAUX III
"LABORATOIRE DE PHYSIQUE DU SOLIDE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE A L'ARCHEOLOGIE"
CENTRE DE RECHERCHE INTERDISCIPLINAIRE
D'ARCHEOLOGIE ANALYTIQUE
(C.R.I.A.A.)
ASSOCIE C.N.R.S. (E.R.A 584)

Talence, le 05 juin 1986

Mr. CHRYSSOULAKIS Yannis
Laboratoire de Chimie Physique
Ecole Polytechnique d'Athènes
42 rue Patission

ATHENES

GRECE

LES CAHIERS DE PHYSIQUE APPLIQUEE A L'ARCHEOLOGIE

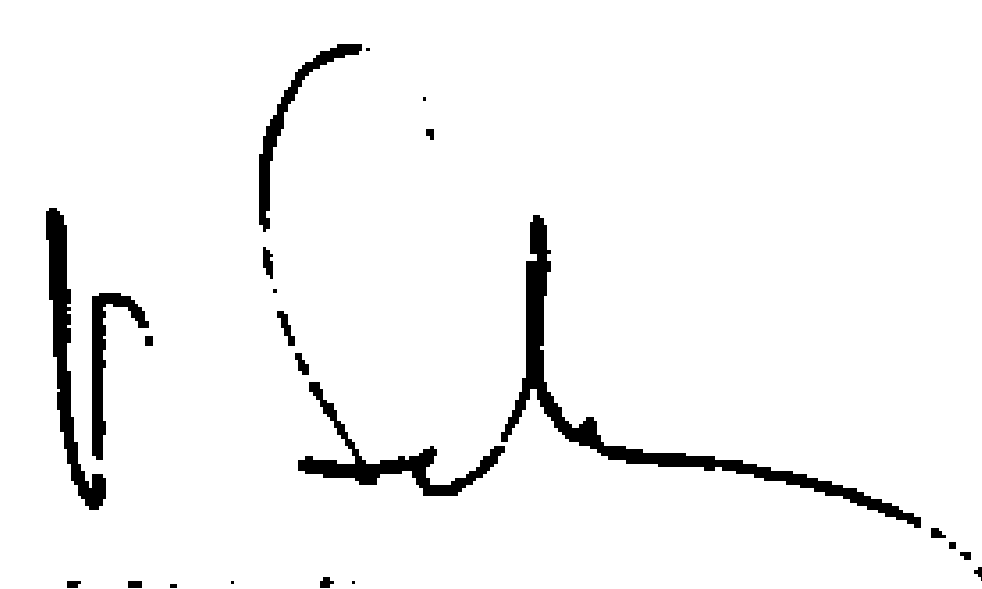
Votre proposition d'article,

CHRYSSOULAKIS Yannis, ALEXOPOULOU Athéna, " l'évanouissement d'Esther. Etude physico-chimique en vue de datation relative ou absolue. Etat actuel de conservation",

nous est bien parvenue le 17 mars 1986 et a été acceptée.

Elle sera présentée dans le n° d'octobre 1986 des cahiers.

Le Directeur,



Pr. Max SCHVOERER

"L' EVANOUISSMENT D' ESTHER". ETUDE PHYSICOCHIMIQUE D' ANALYSE
EN VUE DE DATATION RELATIVE OU ABSOLUE. ETAT ACTUEL DE CONSERVATION

Yannis CHRYSSOULAKIS

Athina ALEXOPOULOU

Laboratoire de Chimie Physique et d'Electrochimie Appliquée,
Ecole Polytechnique d'Athènes,
42 rue Patission, Athènes, GRECE

I. INTRODUCTION

L'oeuvre étudiée, de dimensions 1.70m x 1.50m environ, fait actuellement partie d'une collection privée.

Le but de la recherche entreprise était d'étudier d'une manière systématique et approfondie son état actuel de conservation, sa microstructure interne à partir de la préparation et jusqu'au vernis superficiel, afin de mettre en évidence ses valeurs esthétiques - si elles existent - et d'identifier - si possible - le créateur et son école.

Nous avons utilisé les méthodes suivantes d'investigation:

1. Photographie en lumière normale de l'ensemble de la surface à étudier et macrophotographie des détails intéressants.
2. Photographie infrarouge et macrophotographie infrarouge pour identifier l'existence éventuelle d'une signature.
3. Photographie ultraviolette de fluorescence.
4. Observation microscopique en lumière polarisée et en lumière ultraviolette des microprélèvements convenablement traités (inclusions), afin qu'ils présentent en surface polie la microstructure interne.
5. Analyse qualitative des couches picturales à la microsonde électronique.
6. Analyse par microspectrométrie IR.
7. Analyse qualitative et quantitative par activation neutronique.

Dans les paragraphes qui suivent, nous présentons les résultats expérimentaux obtenus - sans décrire les méthodes physiques d'analyse utilisées, qui sont devenues depuis longtemps déjà classiques dans le domaine d'analyse des oeuvres d'art peintes - ainsi que nos conclusions qui permettront à l'historien d'art de former son sentiment personnel fondé sur une expertise pluridisciplinaire.

II. RESULTATS EXPERIMENTAUX OBTENUS

II.1 Photographie en lumière normale de l'ensemble de la surface à étudier et macrophotographie des détails.

La surface à étudier a été photographiée en lumière normale selon la méthode classique, sur film KODAK 5018 (3200°K), en utilisant un objectif MICRO exempt des distortions et des aberrations chromatiques. Dans le but de rendre plus lisibles certains détails de la surface peinte nous avons également photographié séparément la partie haute (gauche et droite), aussi que la partie basse de l'oeuvre (gauche et droite) (Ph. 1a, 1b, 1c, et 1d). Toutes ces photographies constituent un témoignage constant fait d'éléments de comparaison de base avec les enregistrements photographiques qui ont été réalisés ensuite.

II.2 Photographie et macrophotographie dans le domaine infrarouge.

Compte tenu d'une part de la granularité importante du film infrarouge utilisé - KODAK high speed 2481 - qui est due à la sensibilité élevée, et d'autre part des dimensions relativement grandes de la surface peinte, nous avons photographié seulement certaines parties de l'oeuvre, c.à.d.:

- la tête d'Esther (Ph.2a) et celles de ces servantes (Ph.2a et 2b),
- la tête du roi Ahasveros (Ph. 2c),
- les mains au centre (Ph. 2d) et
- les visages qui apparaissent derrière le dos du roi (Ph. 2e).

En effet, l'image de l'ensemble dans l'IR n'aurait pratiquement

aucun intérêt, le rendement photographique des détails qui sont toujours exigés étant très faible.

Une macrophotographie IR a été également faite, en bas et à gauche à l'endroit où des traces apparentes laissaient supposer l'existence d'une éventuelle signature. L'enregistrement photographique IR de cette région a révélé la présence des initiales DAM.G écrites au dessus du mot PINXIT, lui-même placé entre deux signes décoratifs qui ressemblent au méandre (Ph. 3).

II.3 Photographie ultraviolette de fluorescence.

Le degré de fluorescence de l'ensemble de la surface à étudier sous l'irradiation d'un rayonnement excitateur ultraviolet est enregistré sur film KODAK panchromatique et tiré sur papier à contraste variable (polycontraste) KODAK (Ph. 4).

II.4 Observation microscopique des couches picturales en lumière polarisée et en lumière UV.

Analyse qualitative à la microsonde électronique.

Afin que la microstructure interne de l'oeuvre peinte puisse être observée et analysée nous avons procédé de la manière suivante:

- 8 microprélèvements de peinture de surface comprise entre 0.5mm^2 et 1.0mm^2 sont pris. L'endroit de l'échantillonnage est indiqué sur les photos 1a, 1b, 1c et 1d., et sélectionné suivant le nombre des différents pigments utilisés pour la construction de la couche picturale superficielle.
- Ces microprélèvements de peinture ainsi choisis sont ensuite inclus dans de la résine polyester, convenablement orientés afin qu'ils présentent en surface polie un profil de toutes les couches picturales appartenant à la microstructure interne, comprise entre la couche de la préparation et le vernis superficiel et photographiés en lumière polarisée (grossissement x200), (Ph. 5a) et en lumière UV (grossissement x200), (Ph. 5b).

Quant à l'observation et l'enregistrement photographique en lumière UV nous avons utilisé:

- un filtre d'excitation LEITZ (UG 5) dont le max de passage se situe à 365 nm (Fig. 1),
- un filtre de barrière LEITZ N° 41 qui transmet tout le spectre visible (Fig. 1) et
- un film Daylight KODAK 400 ASA.

La combinaison des filtres choisis permet de mieux distinguer la répartition des couches picturales déjà observées en lumière polarisée ainsi que la densité des pigments à l'intérieur de chaque couche. Elle permet aussi de mettre en évidence certains produits d'origine organique suivant la coloration de la fluorescence observée, caractéristique de la substance utilisée.

- Une analyse qualitative point par point sur toutes les couches picturales observées est faite à la microsonde électronique après que la surface de l'échantillon à analyser ait été rendue conductrice par une fine couche de carbone, d'une épaisseur de 30 Å environ. L'ensemble des résultats d'analyse élémentaire, ainsi que ceux de l'observation microscopique en lumière polarisée est consigné au Tableau 1.

II.5 Analyse qualitative par microspectrométrie IR.

Analyse qualitative et quantitative par activation neutronique.

Dans le but de confirmer les résultats d'analyse élémentaire, déjà acquis par la microsonde électronique, nous avons complété notre étude par une analyse à l'aide de la microspectrométrie infrarouge, en utilisant un appareillage, annexe au spectromètre IR PERKIN ELMER 598, spécialement conçu pour l'identification des substances d'origine inorganique ou organique dont le poids est de l'ordre de quelques dizaines de µg. Les spectres d'absorption relatifs aux microprélèvements N° 4 et 8 (Tableau 1) sont représentés par la Figure 2(a et b).

Afin de vérifier que la qualité et la provenance des pigments utilisés en tant qu'éléments constitutifs des couches picturales, ainsi que la technique de leur préparation restent partout les mêmes, nous avons choisi deux échantillons à analyser par activation neutronique, de façon à ce que le nombre des couches soit réduit, et

que l'analyse qualitative élémentaire des couches picturales à la microsonde électronique soit pratiquement identique dans les deux cas (voir Tableau 1). Nous avons également pris soin que les deux endroits de l'échantillonnage soient éloignés l'un de l'autre.

Les deux échantillons (N° 7 et N° 8, Tableau 1) sont irradiés pendant 10 min sous un flux de 1.52×10^{13} n/s/cm². Quatre spectrométries gamma ont été réalisées après des temps de refroidissement égaux à 1, 2, 5 et 23 jours. Dix huit éléments sont dosables dans ces conditions et les teneurs exprimées en ppm et % sont résumées dans le Tableau 2.

III. INTERPRETATION DES RESULTATS - DISCUSSION

L'ensemble des résultats d'analyse physicochimique ainsi obtenus permet de présenter les observations suivantes:

L'enregistrement photographique en fluorescence UV (voir § II.3) a révélé la présence des repeints récents d'une ampleur moyenne, surtout en bas et à droite (Ph. 4), alors que la photographie dans le domaine IR (voir § II.2, Ph. 2a, 2b, 2c, 2d et 2e) n'a certainement pas découvert l'existence des repeints plus anciens ni des repentis sous les couches picturales superficielles. Le créateur de cette oeuvre semble terminer les visages et les mains - éléments d'une importance apparemment prépondérante dans le cas présent - sans hésiter sur les lignes ou le contour.

Les initiales DAM.G qui sont rendues visibles en bas et à gauche du tableau grâce à la macrophotographie IR (voir § II.2 et Ph.3) indiquent sans doute le nom et le prénom de l'auteur. Le mot PINXIT correspond au passé simple du verbe latin PINGO qui signifie PEINDRE; ce qui se traduit donc par la simple phrase "DAM.G. PEIGNIT".

L'observation microscopique en lumière polarisée combinée aux résultats de l'analyse élémentaire à la microsonde électronique (voir § II.4) a permis l'identification des pigments qui ont été utilisés et a révélé une microstructure interne relativement simple à l'exception de l'échantillon N° 3 où la superposition de plusieurs couches picturales est certainement due à la présence des repeints postérieurs ou très récents compte tenu de l'existence des éléments Ti

et Zn dans la couche superficielle.

Chaque couleur observée en superficie dérive en général d'une seule couche picturale d'épaisseur irrégulière, de 30 μm à 170 μm , qui est composée soit d'un mélange d'ocre jaune (échant. N° 2), brun sombre (échant. N° 4), noir (échant. N° 6) ou de terre verte (échant. N° 4) (la présence des éléments Si, Al, K, Ca, Mn et Fe est confirmée), avec le blanc de plomb, soit de blanc de plomb pur (échant. N° 1, 7, et 8).

Cette couche repose sur une autre couche grise (imprimitura) d'épaisseur également irrégulière, variant de 15 μm à 30 μm , composée presque exclusivement de blanc de plomb et de C (le pourcentage des éléments Al, Si, K, Ca, Mn et Fe étant très faible). Cette dernière se situe directement sur la préparation qui présente une épaisseur non homogène, variant de 100 μm à 150 μm et une granulation extrêmement irrégulière. Elle est composée d'un mélange de terre de sienne brûlée (la présence de Mn ne dépassant pas 2% est confirmée), de blanc de plomb dont les grains atteignent 20 μm de diamètre au maximum et éventuellement de terre verte. La présence d'ocres et de blanc de plomb est par ailleurs confirmée par analyse à l'aide de la microspectrométrie IR (voir § II.5). En effet le mélange ocre-silice pur est identifié par la présence de pics à 465 cm^{-1} , 800 cm^{-1} et 1100 cm^{-1} , alors que les pics à 685 cm^{-1} et 1410 cm^{-1} sont sans aucun doute caractéristiques du $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$.

Il faut cependant ajouter que les deux pics qui sont toujours observés à 2930 cm^{-1} et 2860 cm^{-1} trouvent leur origine à la présence des liaisons $=\text{CH}_2$ et C-H; il nous est donc impossible d'identifier le véhicule huileux utilisé par cette méthode.

Bien que le nombre des pigments utilisés reste relativement restreint ainsi que celui des couches picturales, nous avons mis en évidence la superposition de couches de densité différente ayant la même composition chimique élémentaire, à l'intérieur de la même couche picturale ou de la couche de la préparation. Ceci est devenu visible à l'observation microscopique en lumière UV et laisse apparaître un aspect de la technique personnelle de l'auteur d'une certaine qualité.

Les résultats obtenus relatifs aux deux échantillons N° 7 et N° 8, dont la couche picturale superficielle est constituée de blanc de

plomb pur, que nous avons enfin analysé par activation neutronique (voir § II.5), indiquent de façon incontestable que les pigments qui ont été utilisés dans les deux cas sont rigoureusement identiques, ainsi que la technique de leur préparation. En effet, le pourcentage en ppm et % de la plupart des dix huit éléments qui ont été identifiés à l'échantillon N° 7, se trouve légèrement réduit d'un coefficient d'une valeur moyenne égale à 1.2 environ par rapport à celui de l'échantillon N° 8, ce qui est certainement lié à une faible différence la concentration des pigments utilisés dans le véhicule d'origine organique, dans les deux cas (voir Tableau 2).

Bien que le tableau étudié ne semble guère constituer l'oeuvre d'un grand maître connu, nous l'attribuons pourtant à un peintre qui montre une technique de construction interne simple mais intéressante. La superposition des couches picturales de densité différente, l'utilisation de l'"imprimitura" qui repose sur une préparation de composition relativement inhabituelle montre en effet une recherche personnelle confirmée.

Cette architecture interne telle qu'elle est décrite ci-dessus, est caractéristique de celles qui ont été utilisées du 16^{ème} au 17^{ème} siècle en Italie.

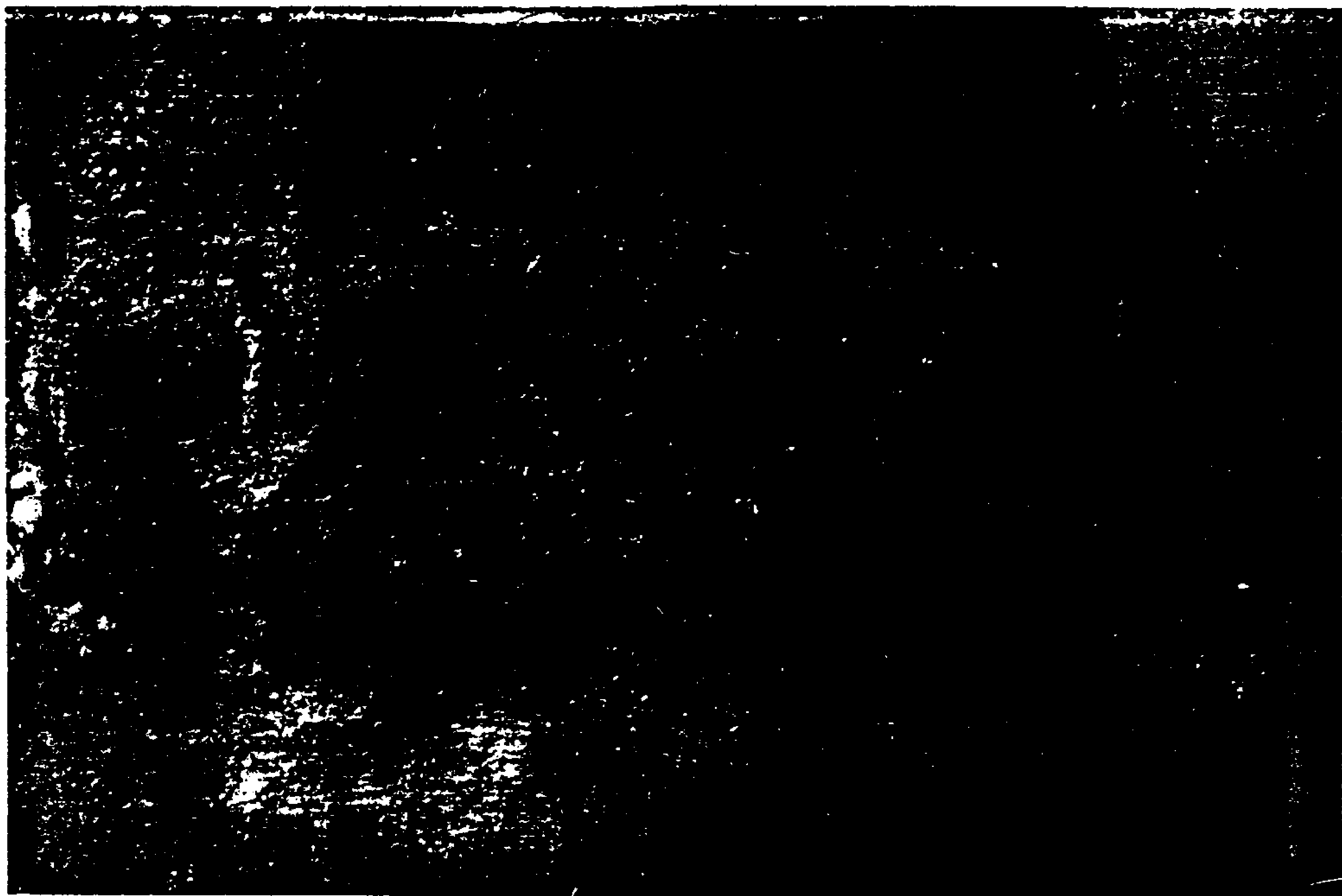
La comparaison de tous nos résultats acquis par une analyse physicochimique pure, avec une interprétation stylistique qui classe l'oeuvre parmi celles de l'école Vénitienne, très probablement de la fin du 16^{ème} ou du début du 17^{ème} siècle, permet d'une part de situer l'oeuvre étudié entre le "neoverosiano" et "palmesco", c.à.d., entre 1530 et 1630 après J.C., et d'autre part de lui attribuer une valeur esthétique importante.

L'auteur de cette oeuvre pourrait donc être Antonio FOLER (Vénise 1528-1616) ou un des frères DAMINI ou DAMIANI (1590-1630) Pietro ou Giorgio.

Il faut cependant noter que les sujets abordés par A.FOLER sont plus ou moins choisis dans le Nouveau Testament, alors que le tableau étudié représente une scène qui a son origine dans l'Ancient Testament (l'évanouissement d'Esther devant son mari le roi Perse Ahasveros), source d'inspiration de Pietro DAMINI. Compte tenu également du fait que les initiales découvertes en bas et à gauche du tableau

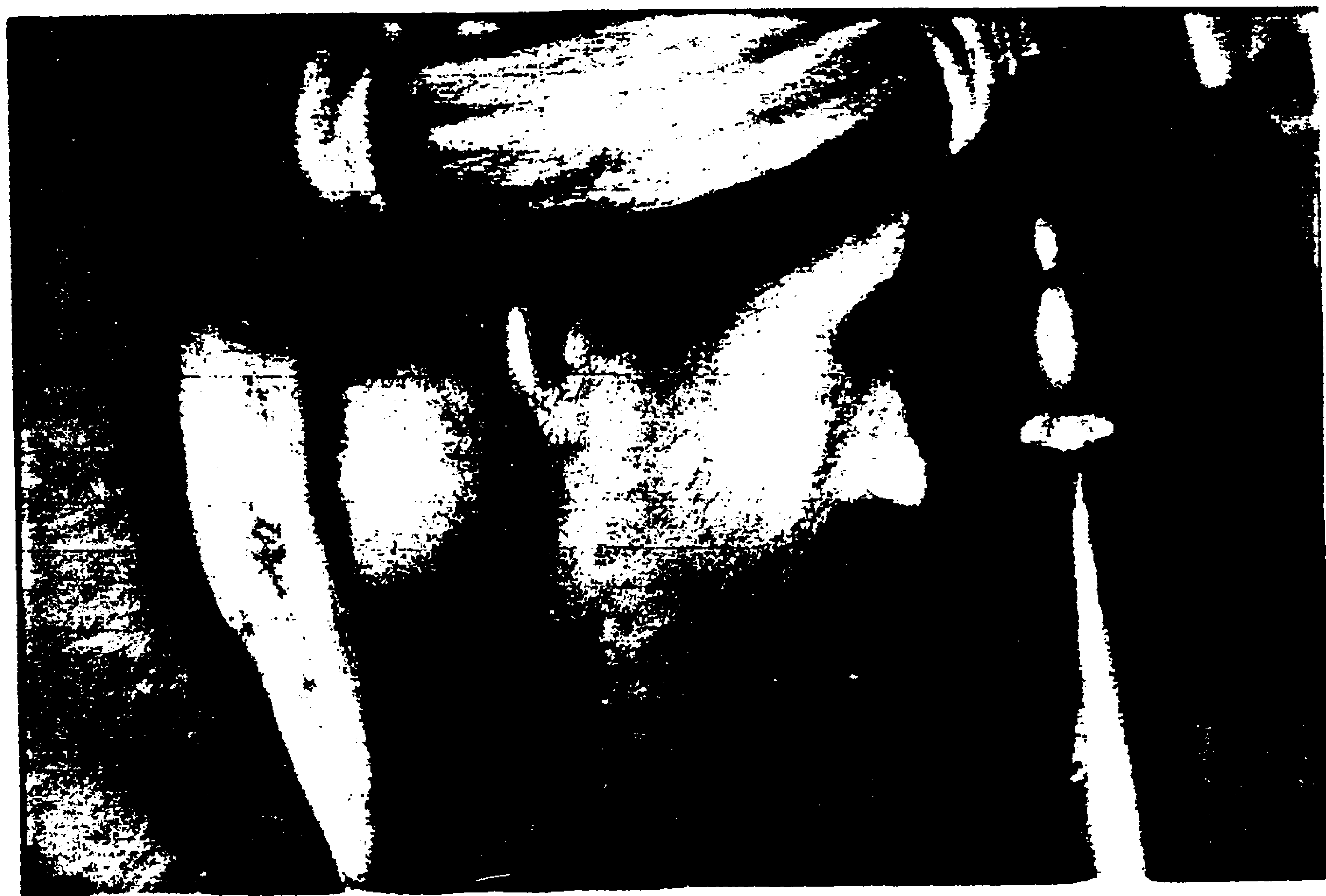
(DAM.G , voir § II.2) semblent s'accorder avec le nom et le prénom de DAMINI Giorgio, excellent portraitiste Vénitien, mort de la peste à Padoue le 28/7/1631, il est fort probable que l'auteur du tableau étudié soit ce dernier.





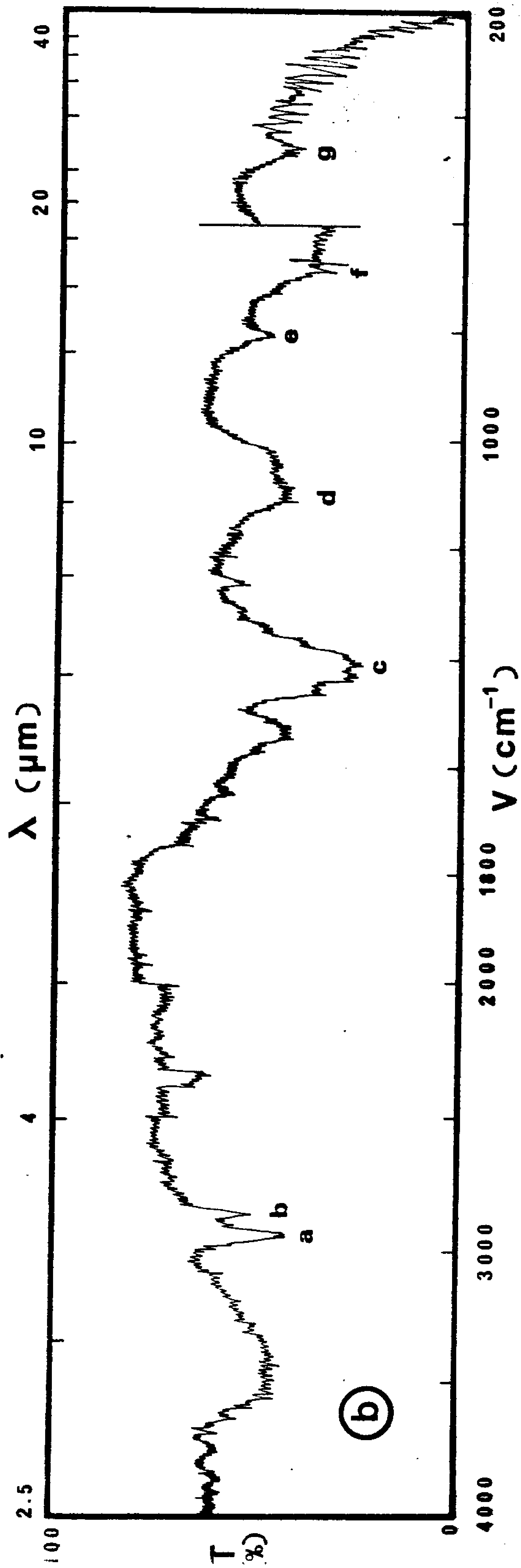


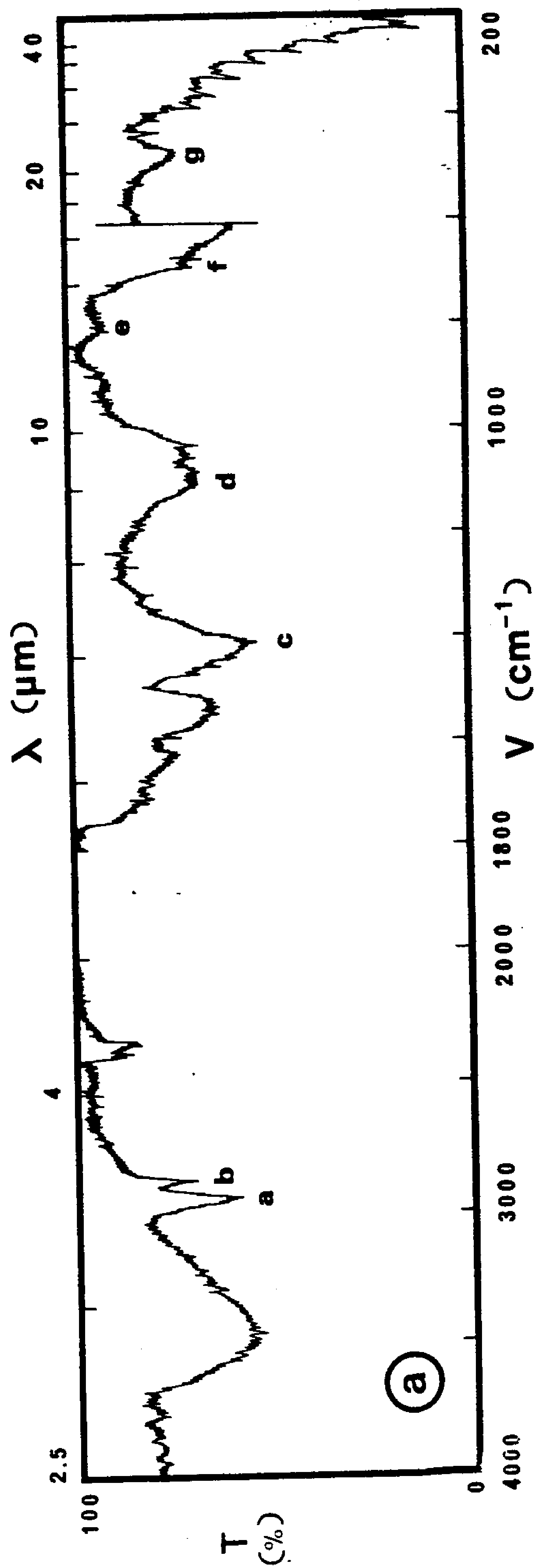












6	Noir provenant de la partie haute et droite.	1	I	Couche noir (30-50µm) de granulation non homogène et fine. Peu de grains blancs.	+	+	+	+	+	+	Noir de carbone mélangé avec de terre verte et de blanc du plomb et de couleur de terre.
7	Blanc. Main droite de la servante.	1	I	Couche blanche (~50µm) homogène.						+	Blanc du plomb pur.
8	Blanc. Tête du roi.	1	I	Couche blanche (30-60µm) homogène.						+	Blanc du plomb pur.

* Couches picturales au dessus de l' ensemble préparation - imprimatura

Tableau N° 1

N° d' échi.	Introit de l' échantillonnage	Nombre des Couches*	Observation microscopique	Elements										Conclusions	
	Description macroscopique			Al	Si	K	Ca	Fe	Hg	Pb	Ti	Zn	Mn		
1	Blanc. Main gauche de la servante.	1	I Couche blanche (~50 µm), de granulation fine. Presence des grains rouges et noirs.	+				+		+				Blanc du plomb	
2	Jaune-marron Manteau du roi.	1	I Couche jaune-marronne (~140 µm), contenant peu de grains rouges.					+		+				Ocre jaune (limonite) mélangée avec du blanc de plomb.	
3	Rouge Robe de la servante.	6	I Couche rouge foncée. Très petits grains rouges, blancs. II Couche rouge-marronne homogène d'un aspect cireux. III Couche rose-rouge, non homogène. Peu de grains rouges et blancs. IV Couche rouge de granulation irrégulière. V Couche rouge-marronne. Présence des grains blancs. VI Couche rouge-orange d'une épaisseur variante et de granulation irrégulière.								+	+			Pb ₃ O ₄ mélangé avec de blanc du plomb. Laque rouge. Laque rouge mélangée avec de blanc du plomb. Cimabre mélangé avec de blanc du plomb. Ocre rouge mélangée avec de blanc du plomb. Pb ₃ O ₄ mélangé avec de blanc de Zinc et de Titane.
4	Vert - olive. Point au-dessous des mains.	1	I Couche vert-olive (45-70µm), de granulation non homogène. Présence des grains noirs.	+	+	+	+	+		+			+	Terre verte mélangée avec de blanc du plomb de carbone et de couleur de terre	
5	Gris-bleu. Point au-dessous des mains.	1	I Couche gris-bleue (35-60µm) de granulation non homogène. Présence des grains noirs et blancs.							+				Résultats ne permettant pas de conclusions	

Tableau N° 1

N° d' éch.	Profil de l' échantillonage	Nombre des couches*	Couche	Observation microscopique	Elements	Conclusions				
	Description macroscopique				Al Si K Ca Fe Hg Pb Ti Zn Mn					
1	Blanc. Main gauche de la servante.	1	I	Couche blanche (~50 µm), de granulation fine. Présence des grains rouges et noirs.	+	+	+	Blanc du plomb		
2	Jaune-marron Manteau du roi.	1	I	Couche jaune-marron (~140 µm), contenant peu de grains rouges.		+	+	Ocre jaune (Limonite) mélangée avec du blanc de plomb.		
3	Rouge Robe de la servante.	6	I II III IV V VI	Couche rouge foncée. Très petits grains rouges, blancs. Couche rouge-marron homogène d'un aspect cireux. Couche rose-rouge, non homogène. Peu de grains rouges et blancs. Couche rouge de granulation irrégulière. Couche rouge-marron. Présence des grains blancs. Couche rouge-orange d'une épaisseur variante et de granulation irrégulière.			+	+	+	Pb ₃ O ₄ mélangé avec de blanc du plomb. Laque rouge. Laque rouge mélangée avec de blanc du plomb. Cinnabre mélangé avec de blanc du plomb. Ocre rouge mélangée avec de blanc du plomb. Pb ₃ O ₄ mélangé avec de blanc de Zinc et de Titane.
4	Vert - olive. Point au-dessous des mains.	1	I	Couche vert-olive (45-70µm), de granulation non homogène. Présence des grains noirs.	+	+	+	+	Terre verte mélangée avec de blanc du plomb de carbone et de couleur de terre.	
5	Gris-bleu. Point au-dessous des mains.	1	I	Couche gris-bleue (35-60µm) de granulation non homogène. Présence des grains noirs et blancs.			+		Résultats ne permettant pas de conclusions	

Tableau N° 1

N° d' échl.	Profil de l' échantillonnage	Nombre des Couches	Observation microscopique	Elements	Conclusions		
	Description macroscopique	couches*		Al Si K Ca Fe Hg Pb Ti Zn Mn			
1	Blanc. Main gauche de la servante.	1	I Couche blanche (~50 µm), de granulation fine. Presence des grains rouges et noirs.	+	+	+	Blanc du plomb
2	Jaune-marron Manteau du roi.	1	I Couche jaune-marronne (~140 µm), contenant peu de grains rouges.	+	+	+	Ocre jaune (limonite) mélangée avec du blanc de plomb.
3	Rouge Robe de la servante.	6	I Couche rouge foncée. Très petits grains rouges, blancs. II Couche rouge-marronne homogène d' un aspect cireux. III Couche rose-rouge, non homogène. Peu de grains rouges et blancs. IV Couche rouge de granulation irrégulière. V Couche rouge-marronne. Présence des grains blancs. VI Couche rouge-orange d' une épaisseur variante et de granulation irrégulière.	+	+	+	Pb ₃ O ₄ mélangé avec de blanc du plomb. Laque rouge. Laque rouge mélangée avec de blanc du plomb. Cinnabre mélangé avec de blanc du plomb. Ocre rouge mélangée avec de blanc du plomb. Pb ₃ O ₄ mélangé avec de blanc de Zinc et de Titane.
4	Vert - olive. Point au-dessous des mains.	1	I Couche vert-olive (45-70µm), de granulation non homogène. Présence des grains noirs.	+	+	+	Terre verte mélangée avec de blanc du plomb de carbone et de couleur de terre.
5	Gris-bleu. Point au-dessous des mains.	1	I Couche gris-bleue (35-60µm) de granulation non homogène. Présence des grains noirs et blancs.	+			Résultats ne permettant pas de conclusions