ERM POITIERS

Secteur Monuments Historiques

Siège Social
Technopole Grand Poitiers
24 boulevard du Grand Cerf
86000 POITIERS

Bureaux et Laboratoire
Bâtiment B8-B35, 1er étage
7, rue Albert Turpain
86000 POITIERS

☎ 05 49 46 18 11
www.erm-poitiers.fr

Palais de Justice
Toulouse
Haute-Garonne (31)

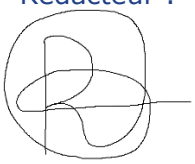
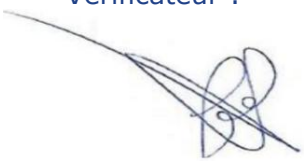
Étude stratigraphique et recherche de Plomb

Commanditaire : Hugo QUELART
ATELIER QUELART
18 rue Marcellin Berthelot
34500 BEZIERS

V/Réf commande : DEV25-279 bon pour accord le 11/11/2025

N/Réf : **AFF MAT25 229 – Lot d'échantillons 25-246**

Novembre 2025

Rédacteur :	Vérificateur :
	
R. GUERINEAU	B. MERCKX

Diffusion du rapport :

- Monsieur Hugo QUELART – Conservateur-Restaurateur de sculptures et peintures murales – **1 exemplaire numérique**

SOMMAIRE

1 Introduction 3
2 Liste et clichés des échantillons 3
2.1 Liste des prélèvements 3
2.2 Localisation des prélèvements 4
2.3 Clichés à réception 5
3 Méthodes d'analyse en laboratoire 6
3.1 Étude stratigraphique 6
3.2 Caractérisation des alliages de dorure 7
4 Résultats de l'étude stratigraphique et recherche de Plomb 8
4.1 Échantillon 25 246 - 1 8
4.2 Échantillon 25 246 – 2 19
4.3 Échantillon 25 246 – 3 24
4.4 Échantillon 25 246 – 4 26
5 Synthèse 29
6 Annexes 30
6.1 Annexe 1 : Fiches de prélèvement fournies par M. QUELART 30

1 Introduction

Ce rapport s'inscrit dans le cadre de l'analyse de écailles picturales, à la demande de Monsieur Hugo QUELART, Conservateur-Restaurateur de sculptures et peintures murales. Les échantillons ont été reçus le 30 octobre 2025 et enregistrés sous la référence 25246. Ils se présentent sous la forme de fragments d'écaille picturale de taille millimétrique à centimétrique.

Le présent rapport recense les différents prélèvements, les différents modes opératoires mis en œuvre, les résultats des analyses et les principales conclusions issues de ces prélèvements.

2 Liste et clichés des échantillons

2.1 Liste des prélèvements

Les échantillons ont été réceptionnés dans des sachets. La liste des échantillons reçus est présentée ci-après. Les fiches de prélèvement transmises par Monsieur QUELART sont disponibles en **Annexe 1**.

N°	ID client	Localisation	Analyses
25246-1	P1	« R » mur nord angle est GRAND CHAMBRE	Etude stratigraphique / recharge de Plomb par microscopie optique et électronique à balayage
25246-2	P2	Lambris sud-ouest GRAND CHAMBRE	
25246-3	P3	Frise basse sud-ouest GRAND CHAMBRE	
25246-4	P4	Frise basse (à droite obélisque) GRAND CHAMBRE	

Tableau 1 : liste des échantillons réceptionnés

L'échantillon P1 pourra également être analysé par spectroscopie infrarouge pour la détermination de liants et autres composants organiques. Pour cela, deux techniques pourront être utilisées avec 1) la spectroscopie infrarouge sur pastille à partir de la poudre de grattage des strates au laboratoire ERM et 2) la microscopie infrarouge sur section polie à sous-traiter par un laboratoire équipé. Une partie de l'échantillon est conservé jusqu'à la validation de l'analyse retenue par la maîtrise d'ouvrage.

2.2 Localisation des prélèvements

La localisation des prélèvements est représentée sur les clichés ci-après, fournis par Monsieur Hugo QUELART.



Figure 1 : localisation du prélèvement P1, « R » mur nord angle est GRAND CHAMBRE



Figure 2 : localisation du prélèvement P2, Lambris sud-ouest GRAND CHAMBRE



Figure 3 : localisation du prélèvement P3



Figure 4 : localisation du prélèvement P4

2.3 Clichés à réception

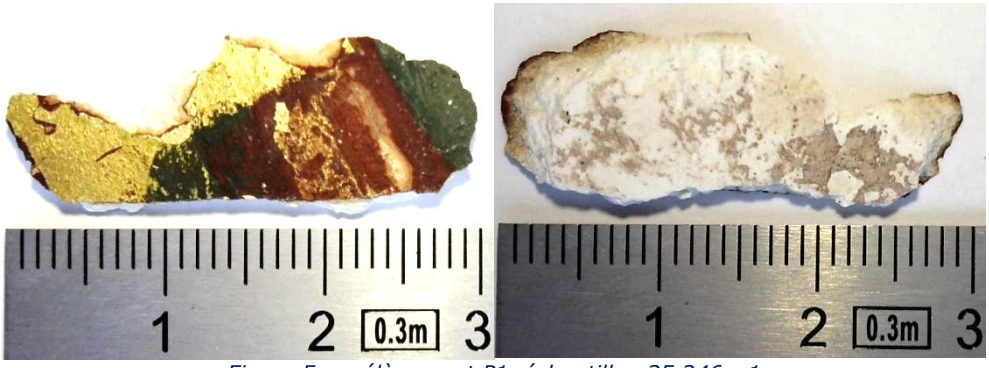


Figure 5 : prélèvement P1, échantillon 25 246 - 1

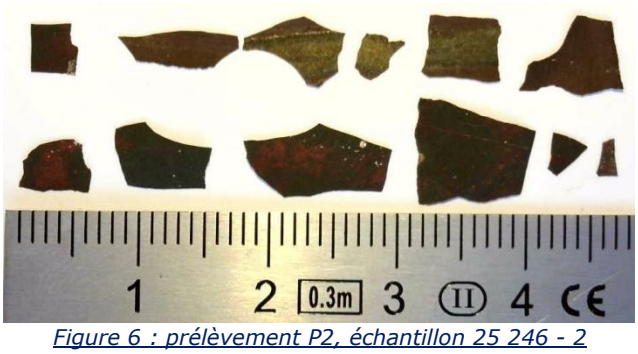


Figure 6 : prélèvement P2, échantillon 25 246 - 2

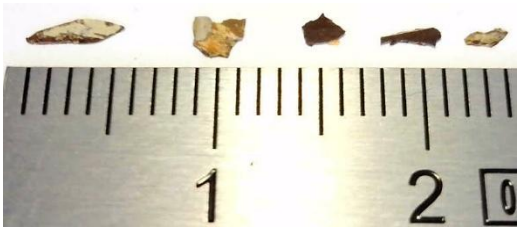


Figure 7 : prélèvement P3, échantillon 25 246 – 3

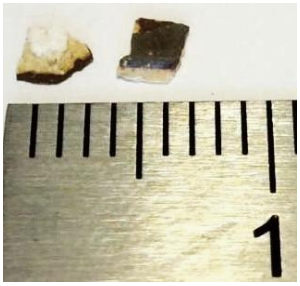


Figure 8 : prélèvement P4, échantillon 25 246 – 4

3 Méthodes d'analyse en laboratoire

3.1 Étude stratigraphique

Une préparation de type section polie a été réalisée à partir des fragments après imprégnation dans une résine de type époxy : Araldite® 2020 (HUNTSMAN) basse viscosité. Elle a ensuite été polie sur des polisseuses avec des abrasifs diamantés très fins.

Les premières observations ont été effectuées au microscope optique polarisant de type NIKON Eclipse E600 POL, doté d'une caméra Digital Sight DS-U1 avec un logiciel d'acquisition NIS Elements D 3.0. Les clichés photographiques ont été effectués en lumière blanche réfléchie externe.

Le microscope électronique à balayage utilisé par la suite est un appareil de marque JEOL de type IT500 LV (Low Vacuum) équipé d'un détecteur de type Everhart-Thornley permettant d'observer les surfaces en électrons secondaires et d'un détecteur d'électrons rétrodiffusés. La gamme de grandissements possible s'étend de x 35 à x 300 000.

Les clichés présentés dans ce rapport ont été réalisés en électrons rétrodiffusés, ce mode d'observation permettant de mieux contraster les variations chimiques. En effet, les plages les plus claires correspondent à des zones composées d'éléments chimiques de masses atomiques plus élevées ou de densité globale plus importante. Le système d'analyse utilisé, piloté par le logiciel QUANTAX (2018) de la société BRUKER, est constitué d'un détecteur XFLASH 4030 de fluorescence X en dispersion d'énergie (E.D.S.). Ce type d'appareillage permet la détection des éléments chimiques de numéro atomique > 5 (détection possible des éléments à partir du carbone). Les conditions d'analyses sont les suivantes : tension d'accélération 15 kV, courant sonde $1 \cdot 10^{-9}$ A, temps de comptage 40 secondes.

3.2 Caractérisation des alliages de dorure

La composition chimique des alliages est déterminée en microscopie électronique par fluorescence X en dispersion d'énergie (EDS), à partir du matériel de stratigraphie. La classification des alliages est ensuite effectuée en fonction de la proportion relative des différents éléments, principalement de l'or, de l'argent, du cuivre et du palladium. Les principaux alliages référencés sont listés dans le tableau ci-dessous.

Teinte/Appellation	Or (carats)	Argent	Autres
Jaune	1000 (24)	-	-
Versailles	958 (23)	40	-
Jaune foncé	940 (22,5)	40	Cuivre 20
Demi-jaune vif	915 (22)	70	Cuivre 15
Jaune demi-citron	890 (21,5)	110	-
Citron foncé	830 (20)	110	Cuivre 60
Jaune pâle	750 (18)	125	Cuivre 125
Jaune citron	750 (18)	250	-
Feuille morte	700 (17)	300	-
Vert pâle	660 (16)	340	-
Vert d'eau	600 (14,5)	400	-
Rouge	970 (23,5)	-	Cuivre 30
Rouge foncé	800 (19)	-	Cuivre 200
	750 (18)	60	Cuivre 30
Rose	800 (19)	40	Palladium 120, platine 40
Rose	750 (18)	200	Cuivre 50
Blanc (grisâtre)	800 (19)	-	Palladium 200
Blanc (jaunâtre)	750 (18)	190	Cuivre 60
Blanc (jaunâtre)	500 (12)	500	-
Blanc (argent)	200 (5)	800	-
Bleu	750 (18)	-	Fer 250
Bleu	750 (18)	-	Palladium 250
Gris	940 (22,5)	-	Palladium 60
Gris	800 (19)	-	Fer 200
Gris	500 (12)	-	Palladium 500

Tableau 2 : résumé des principaux alliages en dorure (liste non exhaustive). Source principale : F. Perego, 2005

4 Résultats de l'étude stratigraphique et recherche de Plomb

4.1 Échantillon 25 246 - 1

Localisation :	« R » mur nord angle est GRAND CHAMBRE

Résultats des observations et analyses

L'échantillon est composé d'un fragment divisé en deux sections avec un fragment comprenant la couche picturale verte (A) et un fragment comprenant la dorure (B).

Le fragment A est composé d'une strate support beige, sous lequel un reste de strate beige est visible (N°0), et est surmonté de quatre strates : une rosée (N°1), une rouge orangé (N°2), deux rouge foncé (N°3 et N°3 bis), une verte (N°4) et une translucide (N°4 bis).

Le fragment B est composé d'un support beige, sous lequel un reste de strate beige est visible (N°0), et est surmonté de six strates : une rosée (N°1), une rouge orangé (N°2), une dorée (N°3) avec une surface translucide (N°3 bis), une jaunâtre (N°4), deux rouge foncé (N°5 et N°5 bis), une dorée (N°6) avec une surface translucide (N°6 bis).

La strate N°0, le support et les strates N°1 et N°2 sont communes aux deux fragments.

La strate N°0, de teinte beige, est située sous le support. Elle est majoritairement calcaire avec des fines siliceuses (quartz et minéraux argileux) inférieures à 5 µm. Il s'agit de chaux aérienne.

Le support, de teinte blanche et d'épaisseur 2,3mm, est composé d'une matrice gypseuse avec une charge dolomitique et des incuits de gypse inférieurs à 200 µm. Il possède également des fines argileuses et des grains de sulfate de strontium issus du gisement de gypse. Il s'agit d'un plâtre fin qualité finition.

La strate N°1, de teinte rosée et mesurant en moyenne 50 µm, est constituée de **blanc de plomb**, de grains de baryte (blanc) et d'une charge siliceuse, argileuse et carbonée (<5 µm) avec une faible proportion d'ocre rouge (minéraux argileux + oxydes de fer rouges : hématite). Le liant est carboné (organique).

La strate N°2, de teinte rouge orangé et mesurant en moyenne 40 µm, est composée majoritairement d'ocre rouge puis minoritairement chargée au **plomb**, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai, et de grains siliceux et carbonés noirs. Le liant est carboné (organique).

Fragment A : Les strates N°A3 et N°A3 bis, de teinte rouge foncé, mesurent 20 et 25 µm. Elles sont respectivement composées de grains calcaires (N°A3) et d'oxydes de fer rouges (hématite). La teinte est homogène entre les deux couches macroscopiquement mais il pourrait s'agir d'une strate de préparation à base de blanc de chaux, surmontée d'une strate colorée aux oxydes de fer avec un liant organique.

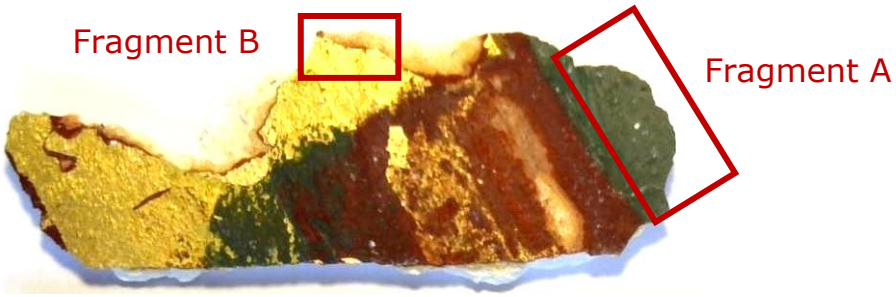
La strate N°A4, de teinte verte et mesurant en moyenne 60 µm, est composée d'une charge pigmentaire à base de chlorure de cuivre (Vert de Brunswick) et d'une charge minérale (quartz, argiles, calcite, grain carboné noir, blanc ou noir d'os). La matrice est composée de baryte (blanc) avec un liant carboné (organique). En surface, une couche translucide carbonée comprenant des fines de la strate N°4 est observé (~10 µm). Il peut s'agir d'un glacis/vernis.

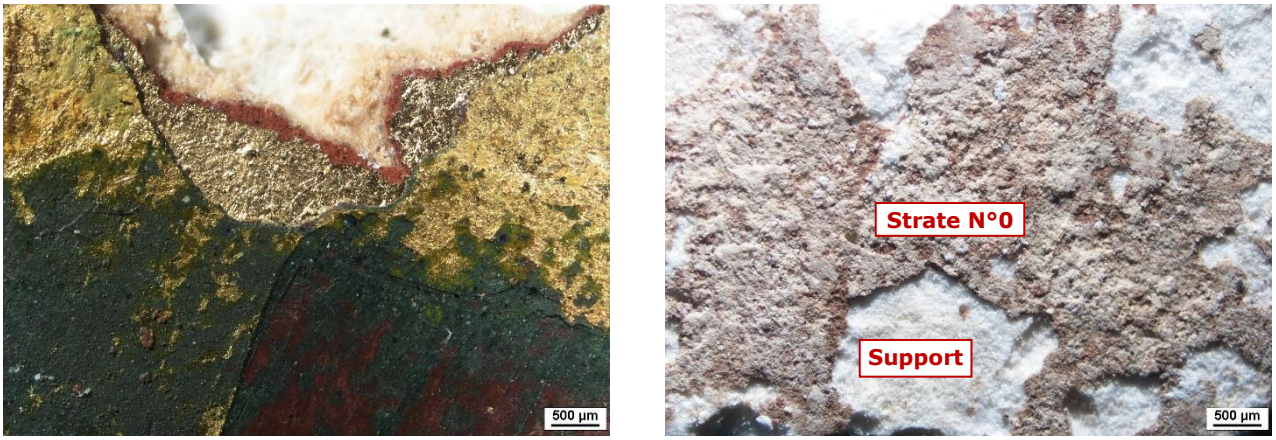
Fragment B : La strate N°B3, de l'ordre du micromètre d'épaisseur est une feuille d'or, demi-jaune vif, de qualité 22 carats. Elle est surmontée d'une couche carbonée (organique) correspondant vraisemblablement de la colle de dorure. Une lacune est visible entre cette strate et la strate N°B4 provenant du décollement des strates lors de la préparation de l'échantillon et n'étant pas constitutive de ce dernier.

La strate N°B4, de teinte jaunâtre, est discontinue et mesure en moyenne 30 µm. Elle est chargée au **plomb**, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai, avec une charge siliceuse et carbonée noire. Elle possède un pigment à base d'ocre jaune (minéraux argileux + oxydes de fer jaunes : goethite) et un liant carboné (organique).

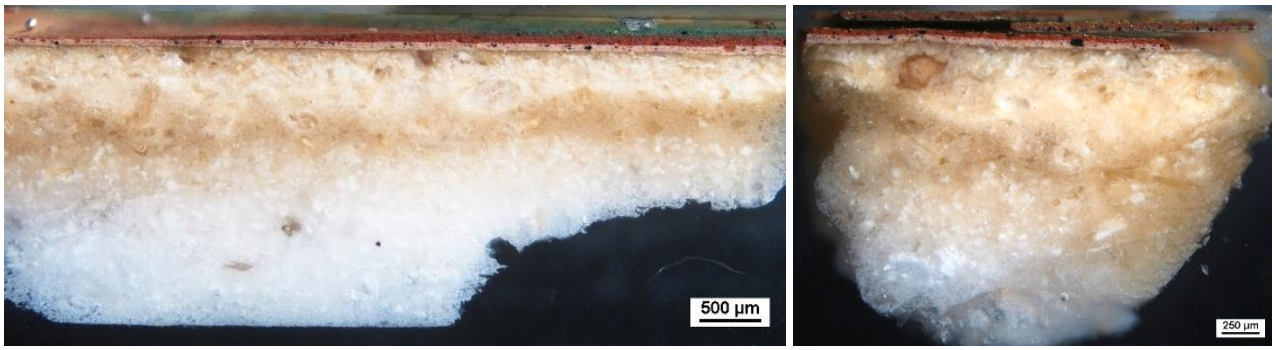
Les strates N°B5 et N°B5 bis, sont identiques aux strates N°3 et N°3 bis du fragment A.

La strate N°B6, de l'ordre du micromètre d'épaisseur, correspond à la dorure N°2. Il s'agit de feuilles d'or, demi-jaune vif, de qualité 22 carats. Elle est surmontée d'une couche carbonée (organique) correspondant vraisemblablement de la colle de dorure.

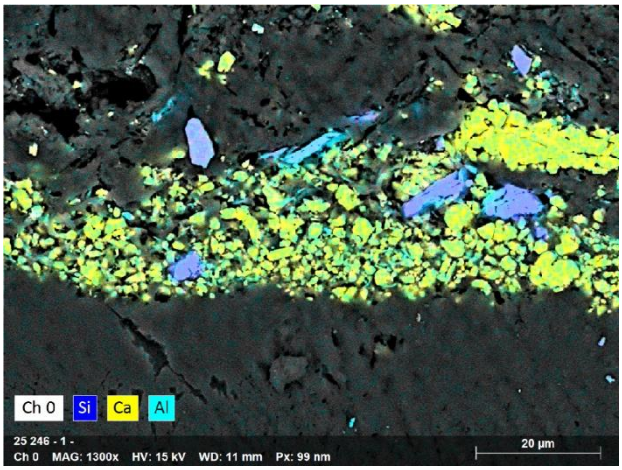




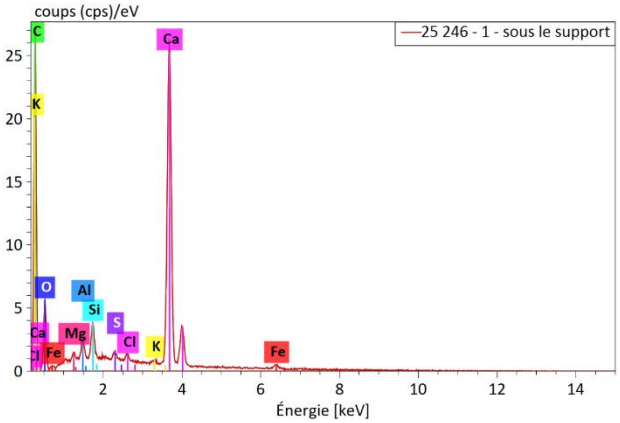
Photographies au microscope optique en lumière externe réfléchie (x20) – Surface (à gauche) et profondeur (à droite)



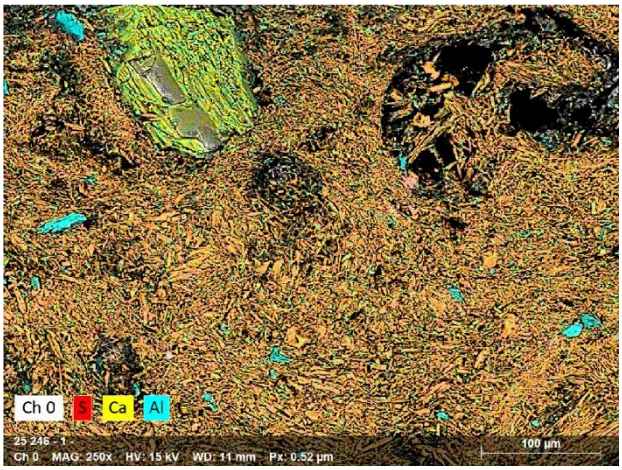
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Fragment avec couche picturale verte (x20) à gauche et fragment avec dorures (x40) à droite



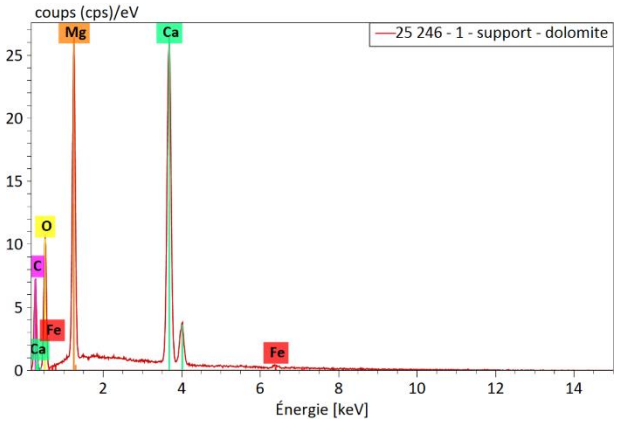
Strate N°0 (x1300) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium, et aluminium, obtenue par microfluorescence de rayons X



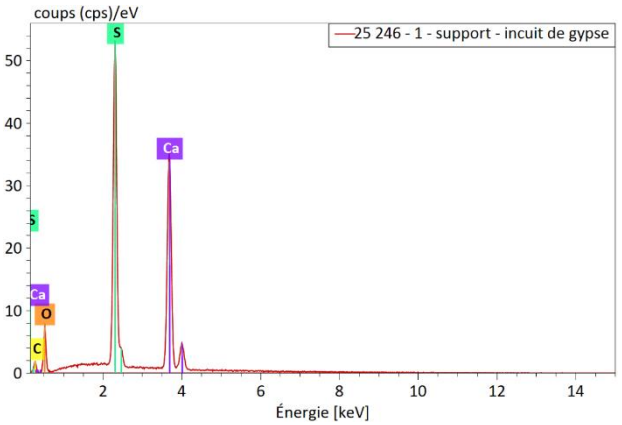
Analyse chimique MEB – Strate N°0 – Couche calcaire avec fines siliceuses



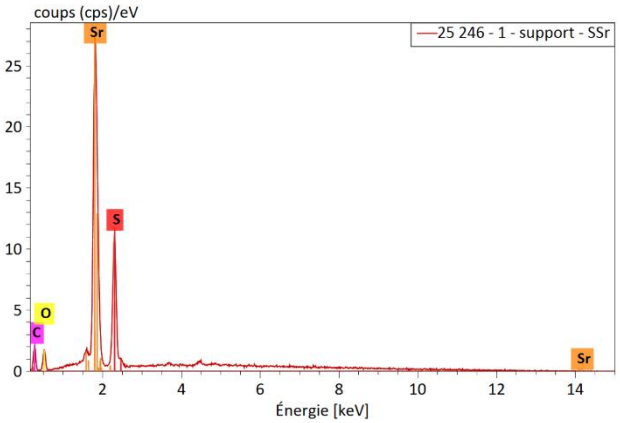
Support (x250) - Cartographie superposée des éléments soufre, calcium, et aluminium, obtenue par microfluorescence de rayons X



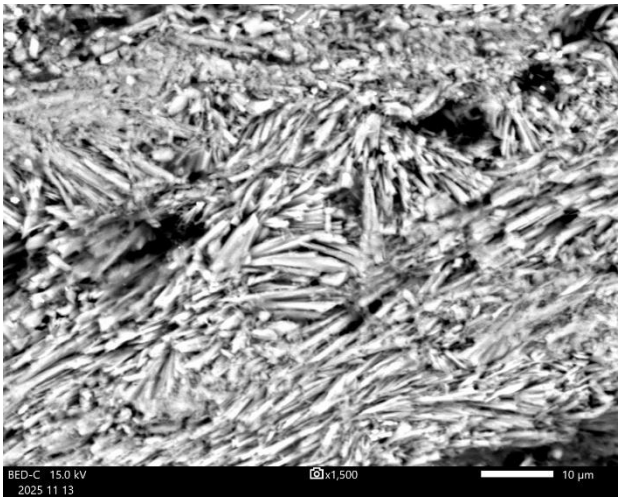
Analyse chimique MEB – Support – Grain dolomitique



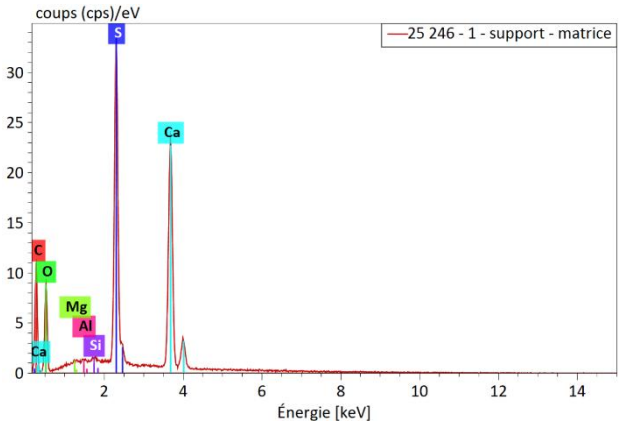
Analyse chimique MEB – Support – Incuit de gypse



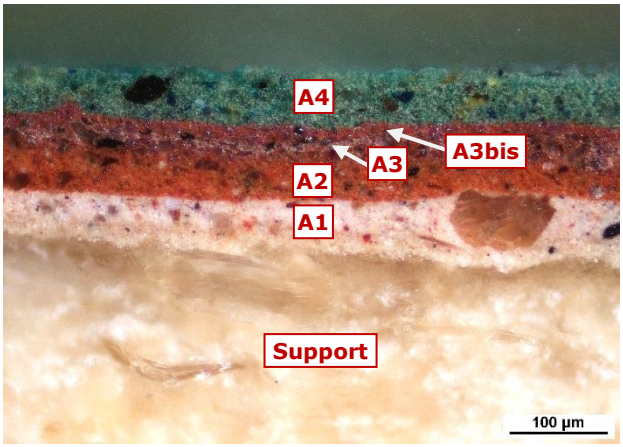
Analyse chimique MEB – Support – Micro-grain de sulfate de strontium



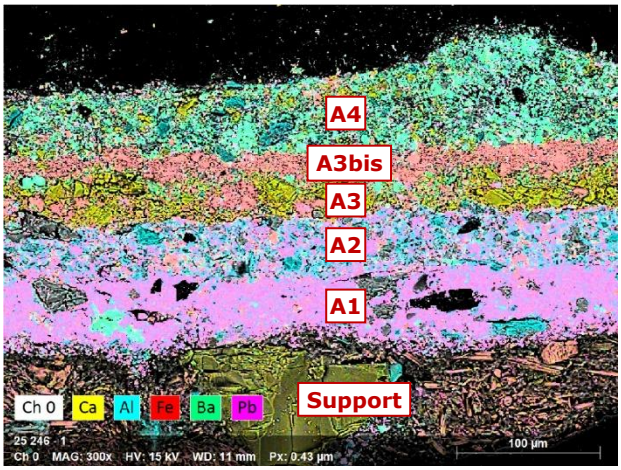
MEB Electrons rétrodiffusés – Matrice du support (x1500)



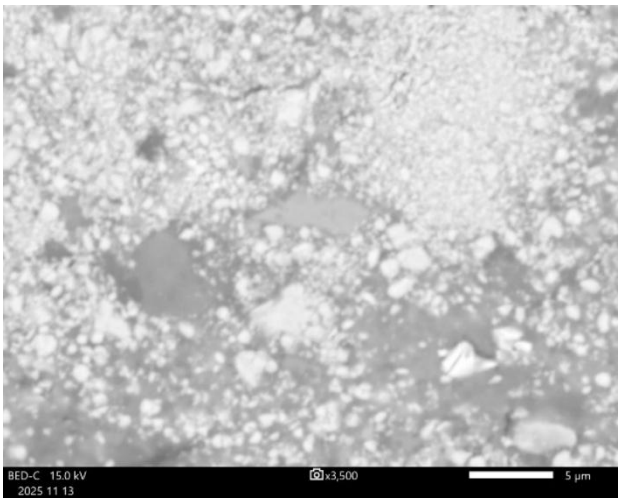
Analyse chimique MEB – Support – Matrice gypseuse



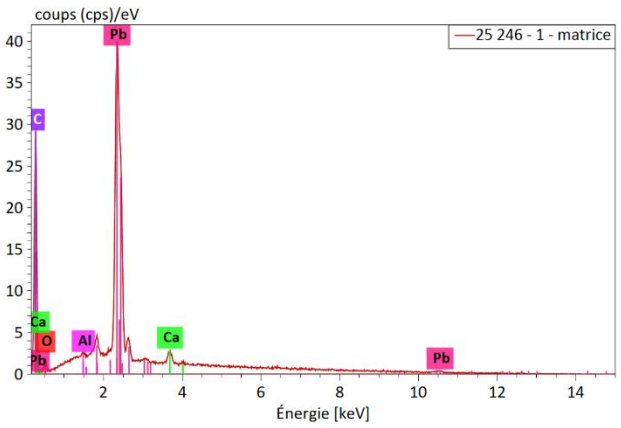
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Fragment A (x200)



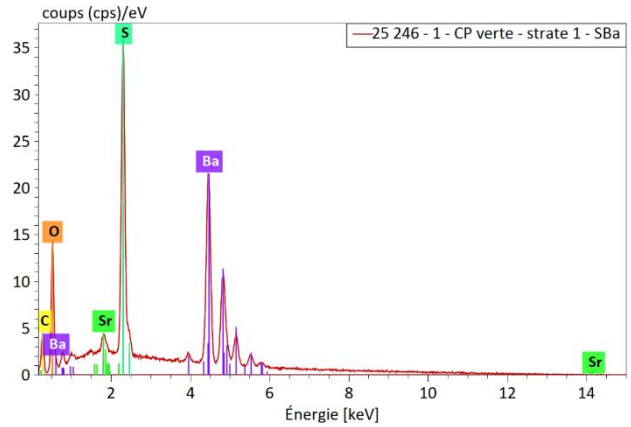
Fragment A (x300) - Cartographie superposée des éléments calcium, aluminium, fer, baryum et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



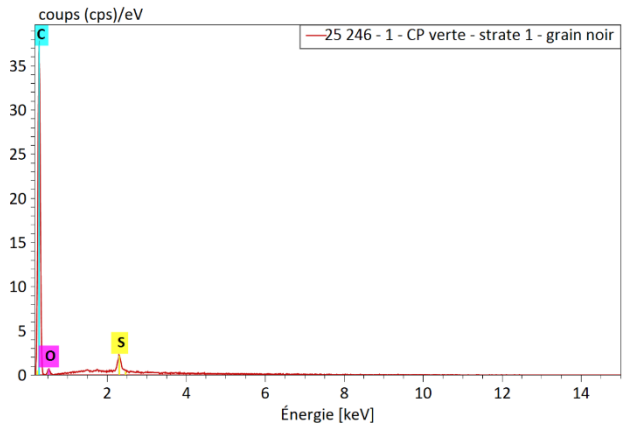
MEB Electrons rétrodiffusés – Strate N°A1 (x3500)



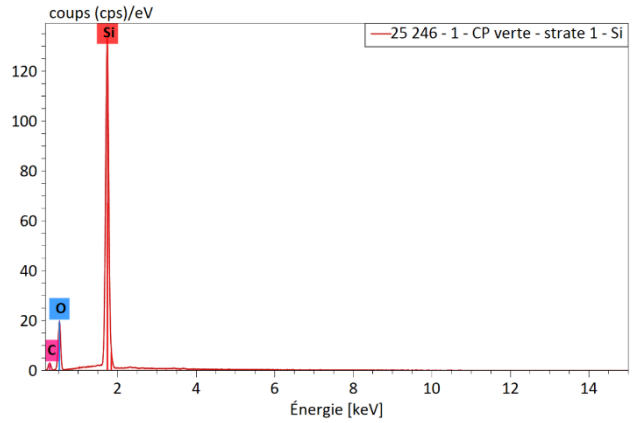
Analyse chimique MEB – Strate N°A1 – Blanc de plomb, liant carboné et fines



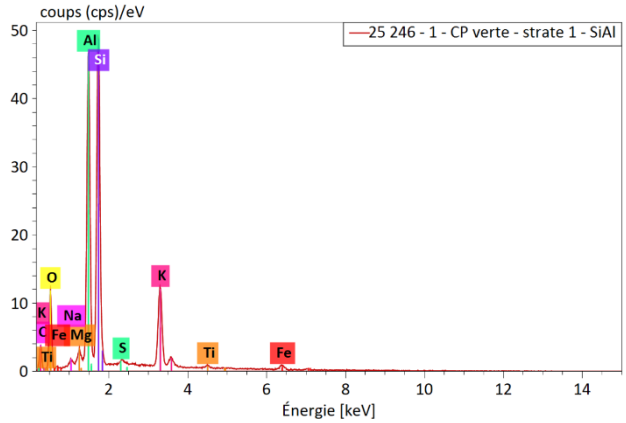
Analyse chimique MEB – Strate N°A1 – Grain de baryte (blanc)



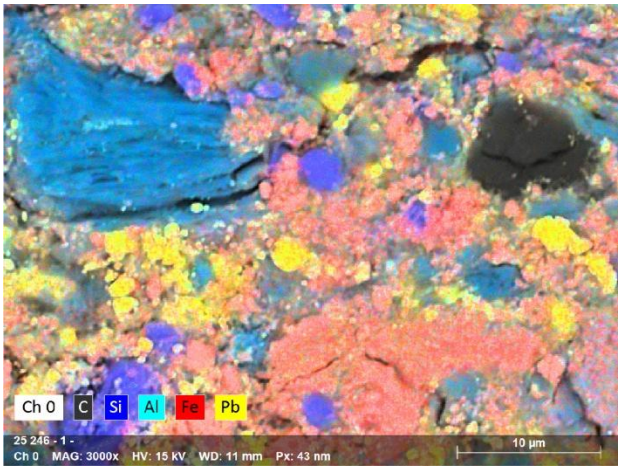
Analyse chimique MEB – Strate N°A1 - Grain carboné noir



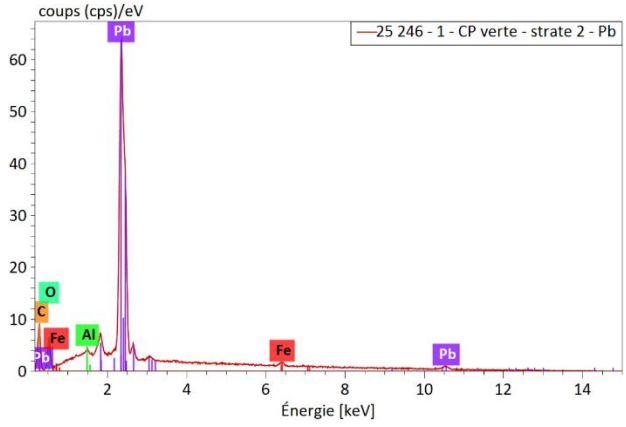
Analyse chimique MEB – Strate N°A1 – Grain de quartz



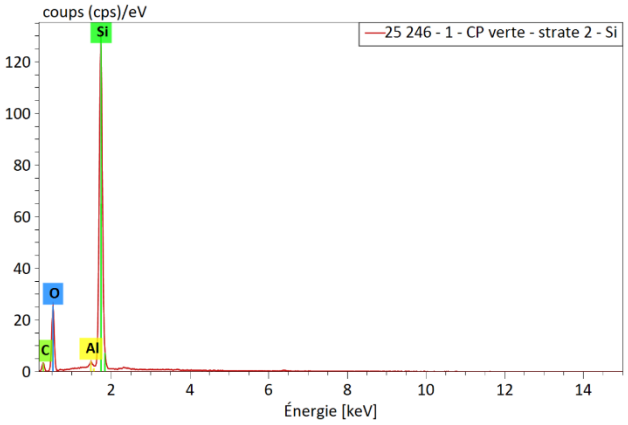
Analyse chimique MEB – Strate N°A1 – Grain argileux



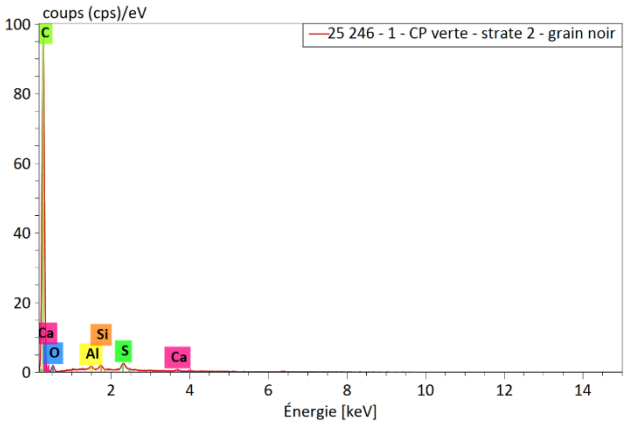
Strate N°A2 (x3000) - Cartographie superposée des éléments carbone, silicium, aluminium, fer et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



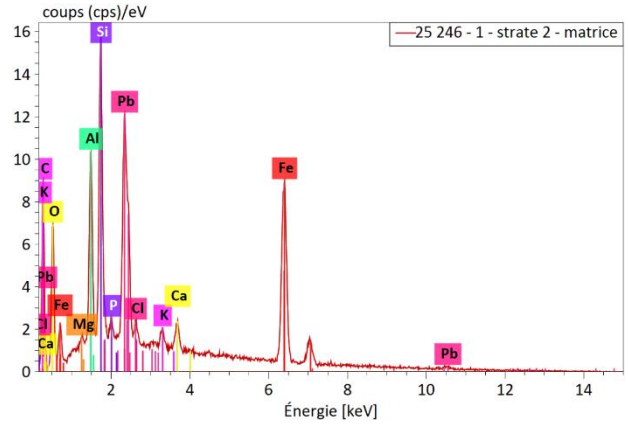
Analyse chimique MEB – Strate N°A2 –Charge à base de plomb et fines



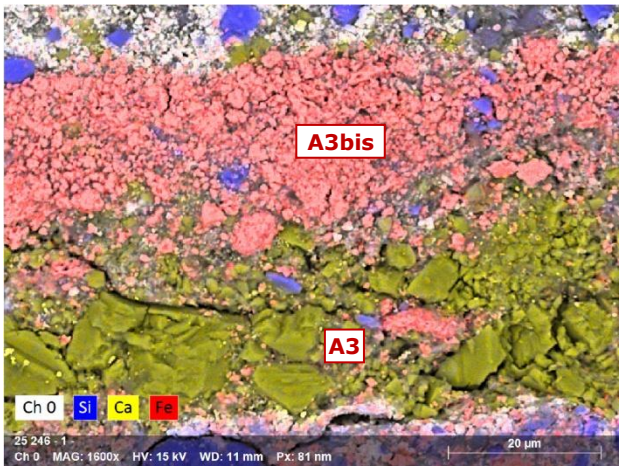
Analyse chimique MEB – Strate N°A2 – Grain de quartz



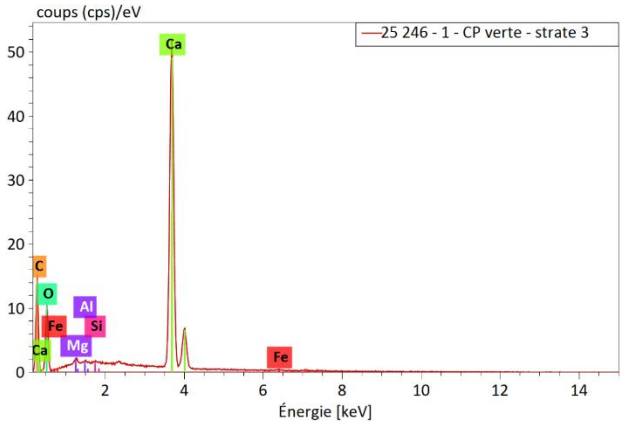
Analyse chimique MEB – Strate N°A2 – Grain carboné noir



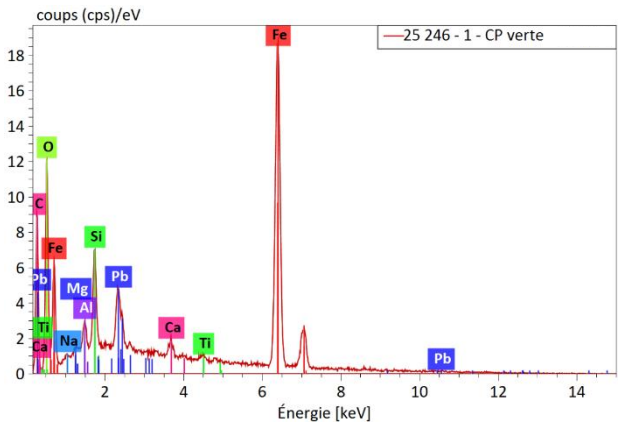
Analyse chimique MEB – Strate N°A2 – Matrice avec ocre rouge (minéraux argileux + oxydes de fer rouges : hématite), grains de plomb et liant carboné



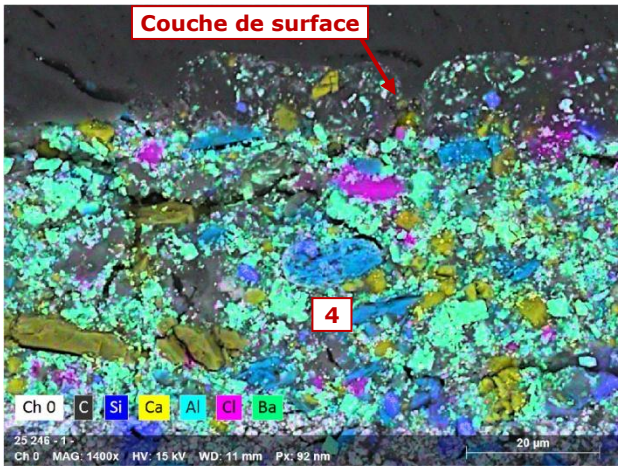
Strate N°A3 (x1600) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium et fer, obtenue par microfluorescence de rayons X



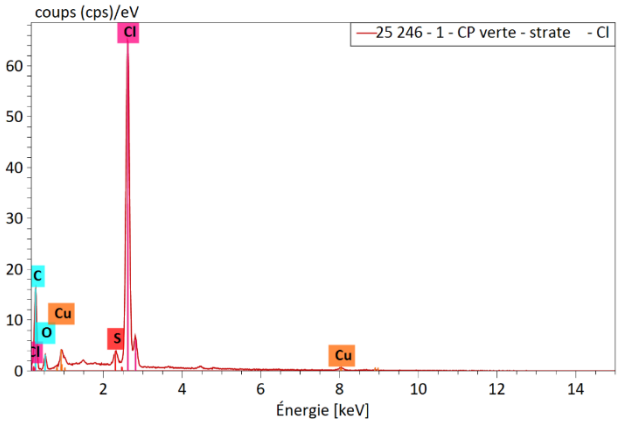
Analyse chimique MEB – Strate N°A3 - Calcaire



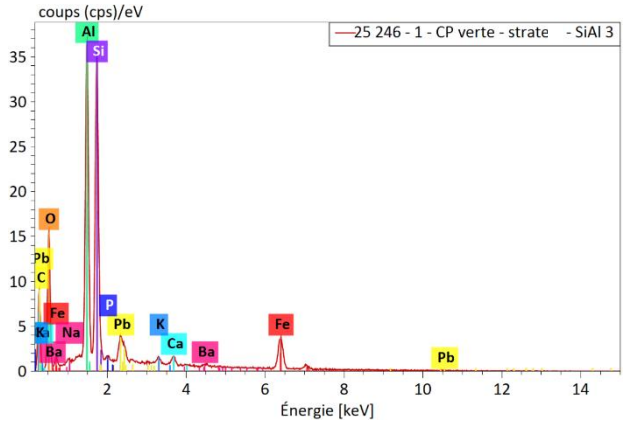
Analyse chimique MEB – Strate N°A3 bis – Oxydes de fer rouges (hématite)



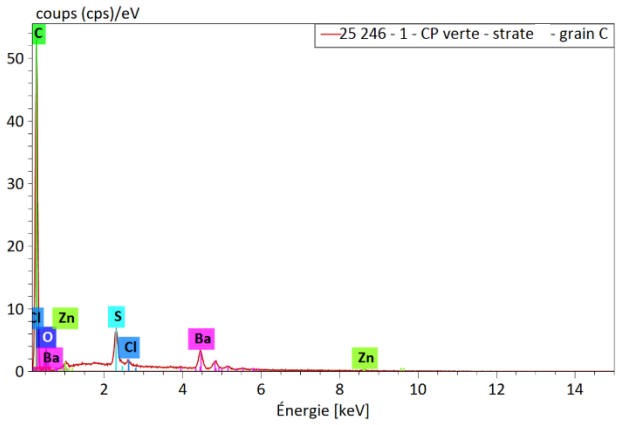
Strate N°A4 (x1400) - Cartographie superposée des éléments carbone, silicium, calcium, aluminium, chlore et baryum, obtenue par microfluorescence de rayons X



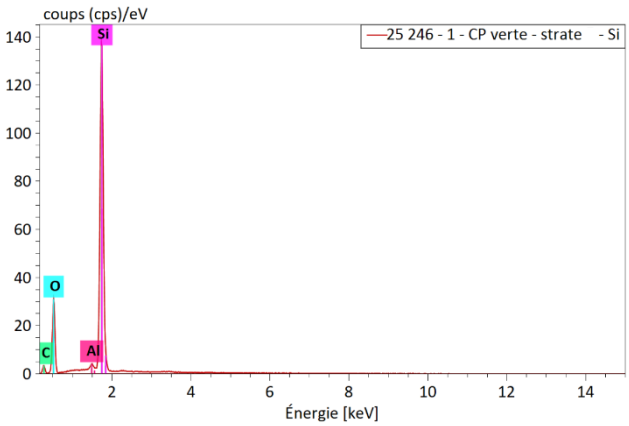
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 - Pigment vert : chlorure de cuivre (Vert de Brunswick)



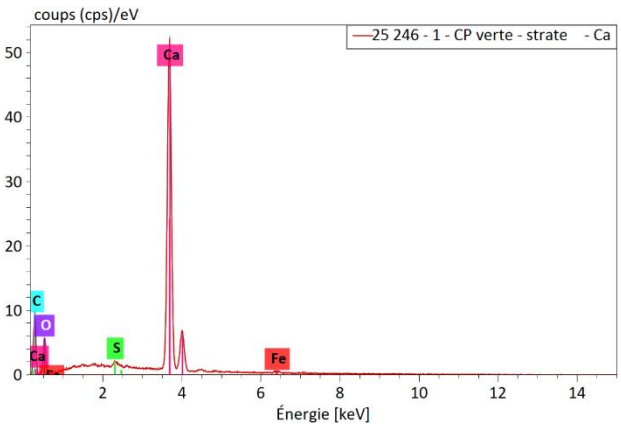
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 - Minéral argileux



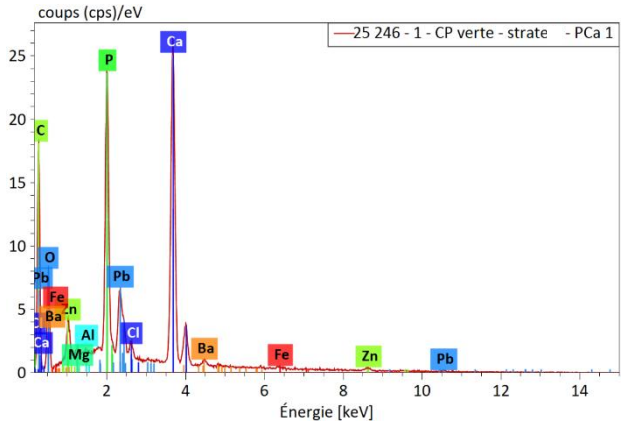
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Grain carboné



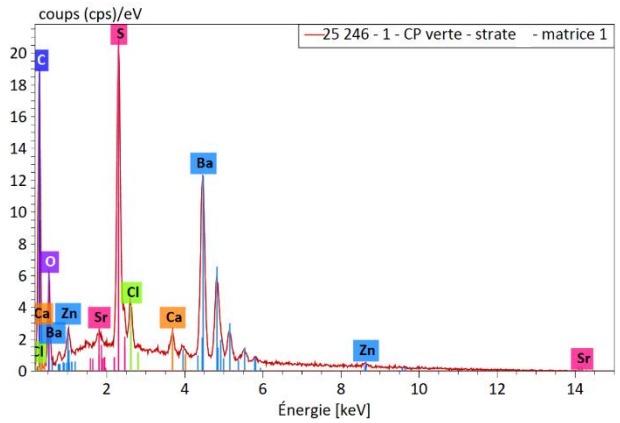
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Grain de quartz



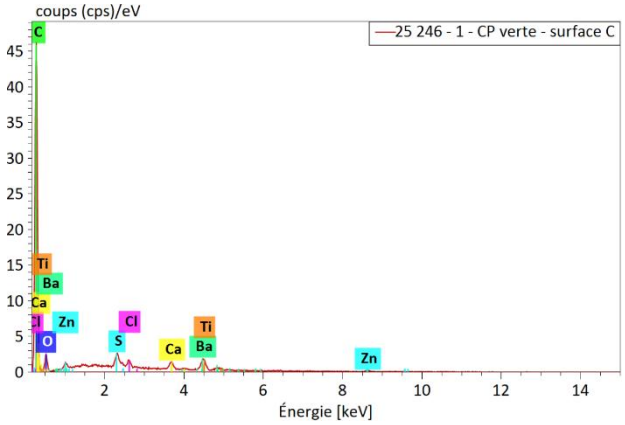
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Grain calcaire



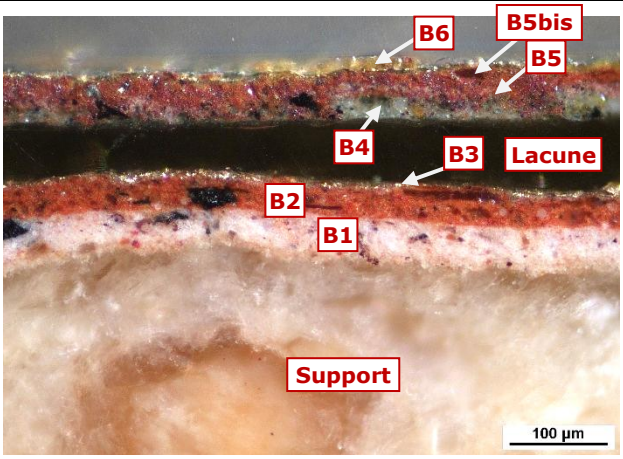
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Grain de phosphate de calcium



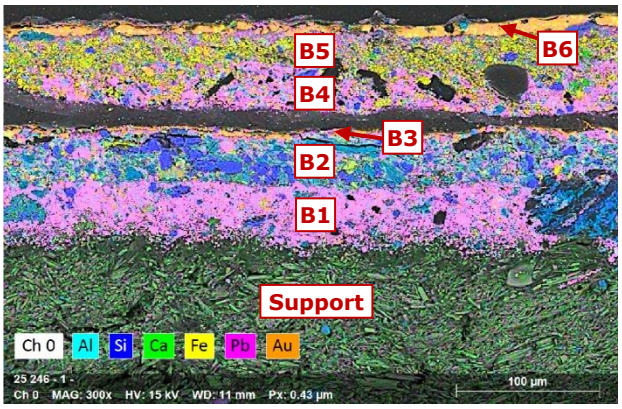
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Matrice avec baryte (blanc) et liant carboné



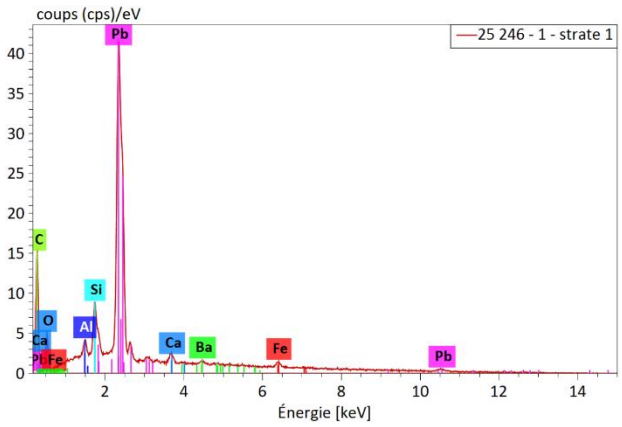
Analyse chimique MEB – Couche de surface carbonée, fragment A



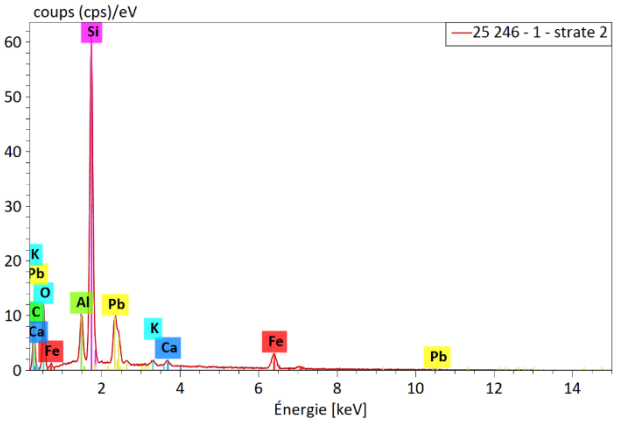
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Fragment B avec une lacune entre les strates B3 et B4 issue du décollement des strates lors de la préparation (x200)



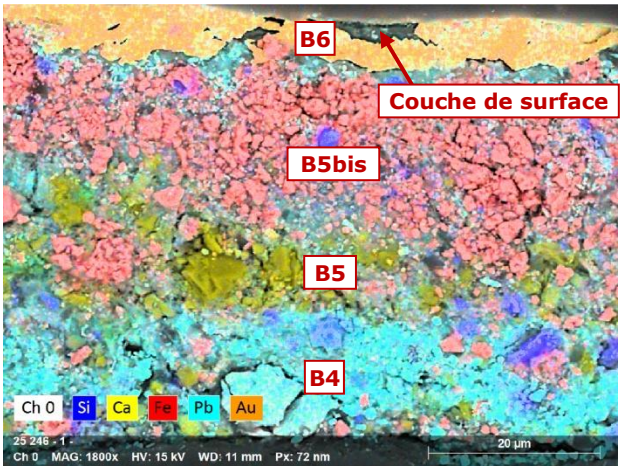
Fragment B (x300) - Cartographie superposée des éléments aluminium, silicium, calcium, fer, plomb et or, obtenue par microfluorescence de rayons X



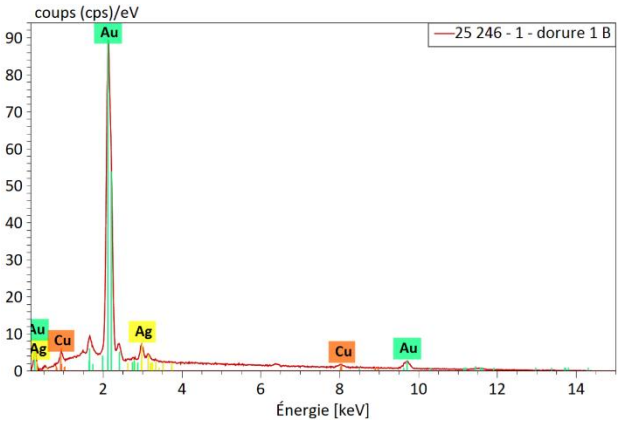
Analyse chimique MEB – Strate N°B1 – Blanc de plomb et fines similaire à A1



Analyse chimique MEB – Strate N°B2 – Charge siliceuse, ocre rouge et grains de plomb similaire à A2



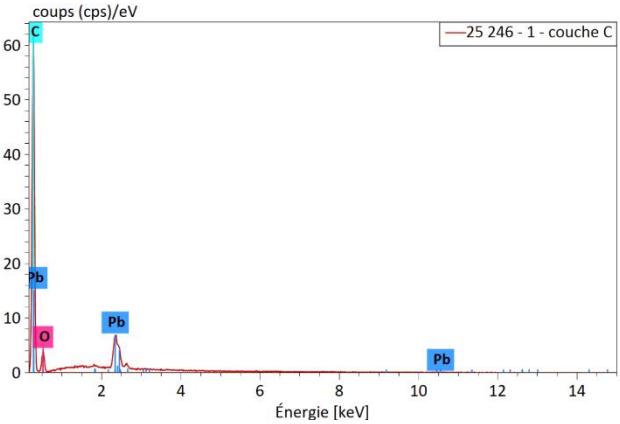
Strates de surface (x1800) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium, fer, plomb et or, obtenue par microfluorescence de rayons X



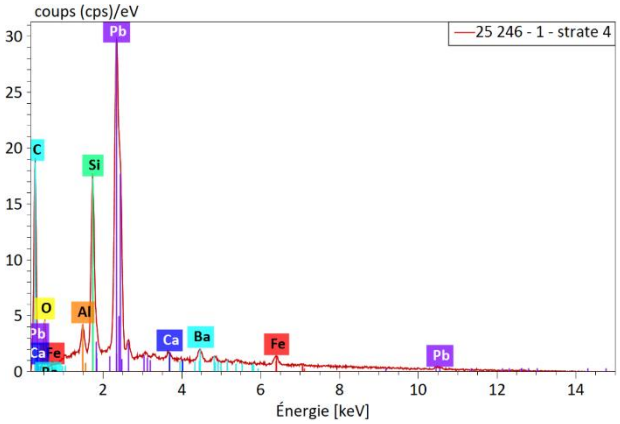
Analyse chimique MEB – Strate N°B3 – Dorure N°1

Métal	Or	Argent	Cuivre
1	906	63	31
2	922	44	34
3	913	64	23
Moyenne	**914**	**57**	**29**

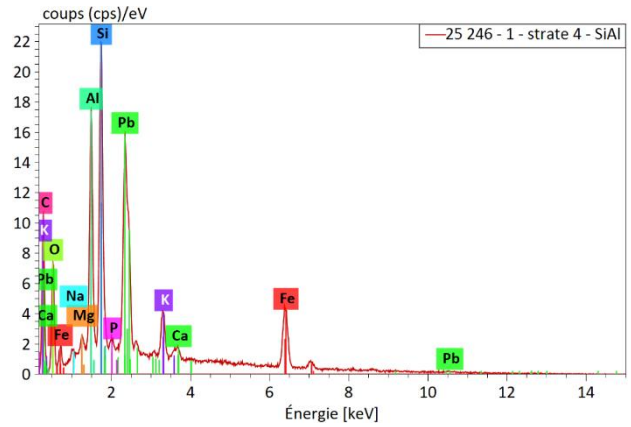
Analyse chimique MEB – Alliage de la dorure en millième



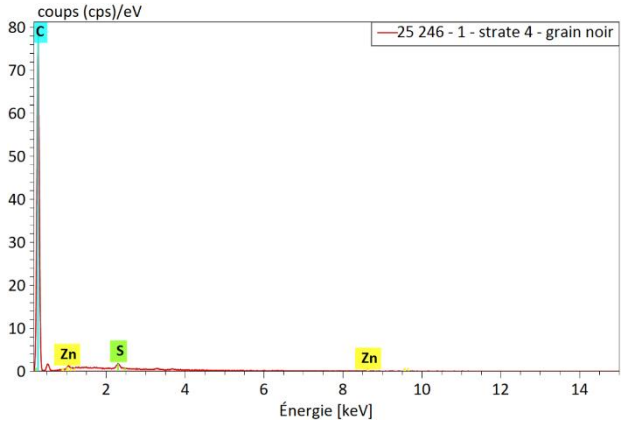
Analyse chimique MEB – Strate N°B3 bis – Couche carbonée



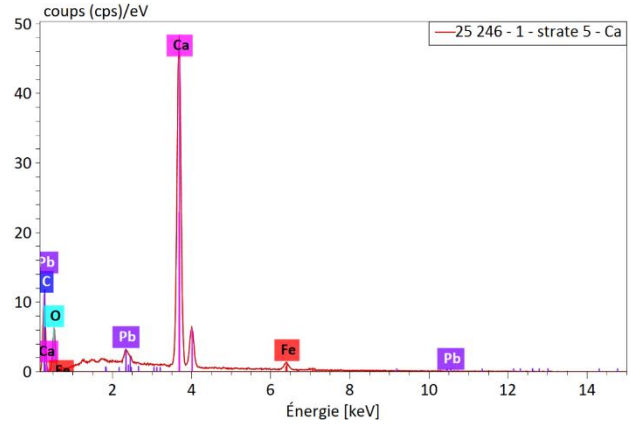
Analyse chimique MEB – Strate N°B4 – Strate chargée au plomb, grain siliceux et liant carboné



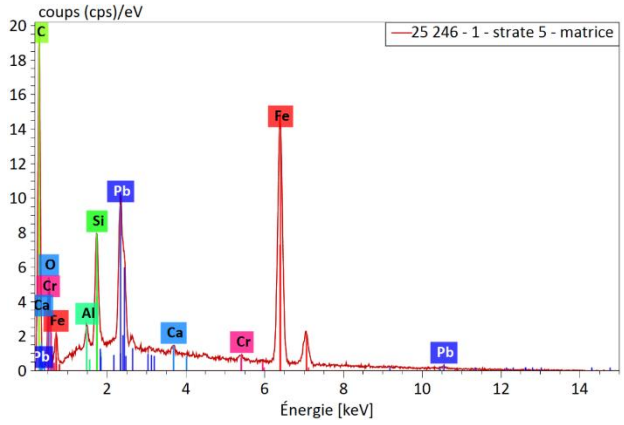
Analyse chimique MEB – Strate N°B4 – Pigment ocre jaune (minéraux argileux + oxydes de fer jaunes : goethite) et plomb



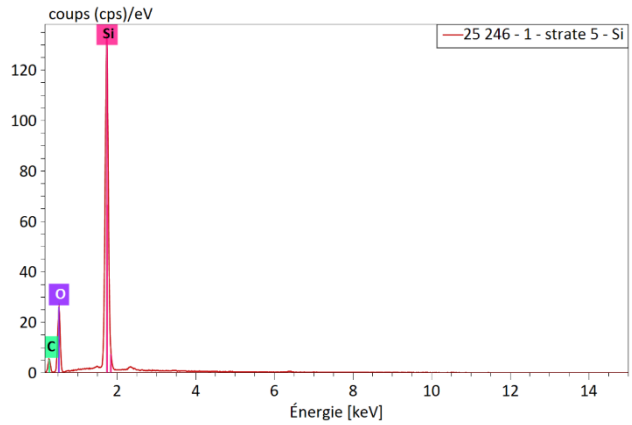
Analyse chimique MEB – Strate N°B4 - Grain carboné noir



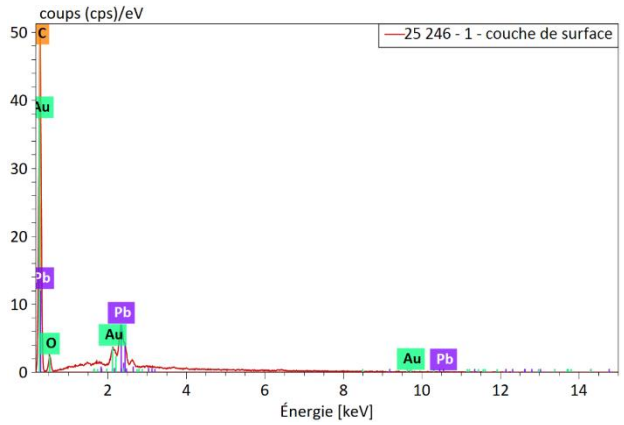
Analyse chimique MEB – Strate N°B5 - Calcaire



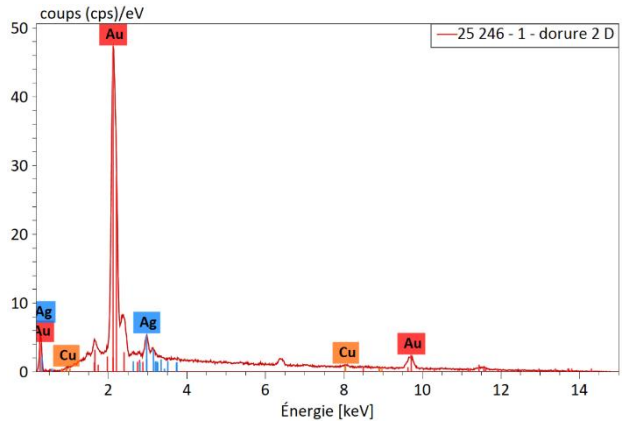
Analyse chimique MEB – Strate N°B5 bis – Oxydes de fer rouges (hématite), plomb et liant carboné



Analyse chimique MEB – Strate N°B5 bis – Grain de quartz



Analyse chimique MEB – Couche de surface carbonée sur la dorure N°2



Analyse chimique MEB – Strate N°B6 – Dorure N°2

Métal	Or	Argent	Cuivre
1	912	69	19
2	915	67	18
3	926	54	20
Moyenne	**918**	**63**	**19**

Analyse chimique MEB – Alliage de la dorure en millième

4.2 Échantillon 25 246 – 2

Localisation :	Lambris sud-ouest GRAND CHAMBRE

Résultats des observations et analyses

L'échantillon est composé de deux fragments. Le fragment A est composé de 6 strates : une blanche (N°1), une rouge foncé (N°2), une beige (N°3), une rouge foncé (N°4), une blanche (N°5) et une rouge foncé (N°6). Le fragment B est également composé de six strates dont les trois premières sont différentes du fragment A avec une grise (N°1), une blanche (N°2), une beige-jaune (N°3). Les trois dernières strates sont identiques aux N°4, N°5 et N°6.

Fragment A :

La strate N°A1, de teinte blanche, est composée de blanc de zinc.

La strate N°A2, de teinte rouge foncé, est très fine (~5 µm) et constituée d'ocre rouge (minéraux argileux + oxydes de fer rouges : hématite) avec du blanc de zinc et du magnésium.

La strate N°A3, de teinte beige et de 40 µm, est **plombée** puisqu'elle est majoritairement composée de blanc de plomb avec de rares fines argileuses avec des traces de zinc.

Fragment B :

La strate N°B1, de teinte grise et d'environ 200 µm, est **plombée** puisqu'elle comprend du plomb, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai, avec du blanc de zinc dans un liant vraisemblablement organique.

La strate N°B2, de teinte blanche et d'environ 200 µm, est similaire à la strate N°1 du fragment A et correspond à du blanc de zinc dépourvu de plomb.

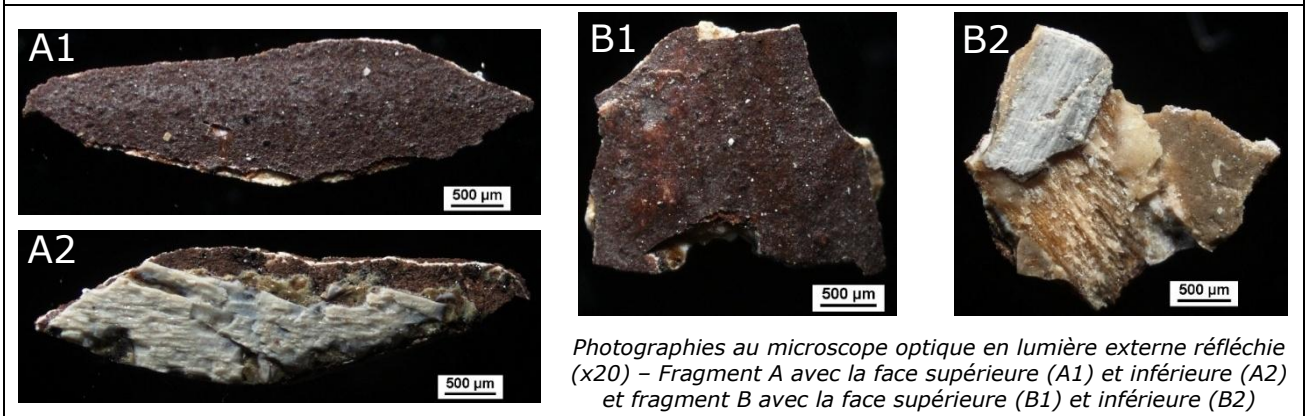
La strate N°B3, de teinte beige-jaune d'environ 200 µm, est essentiellement carbonée (organique) et correspond à un fragment de lambris.

Tous les fragments :

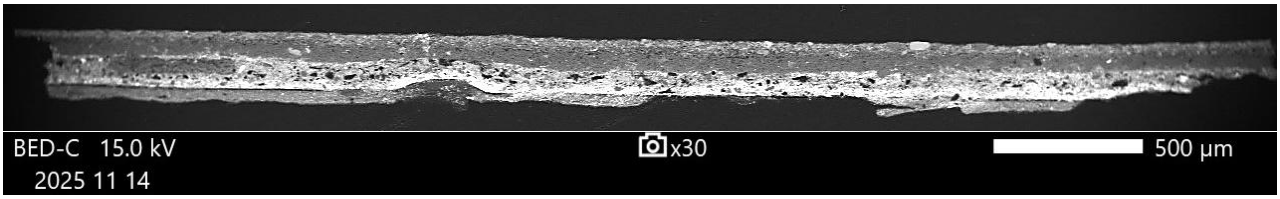
La strate N°4, de teinte rouge foncé et de 60 µm, est chargée au **plomb**, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai, avec une charge minérale siliceuse et une charge pigmentaire à base d'ocre rouge.

La strate N°5, de teinte blanche et de 60 µm, est composée de blanc de titane avec une charge dolomitique.

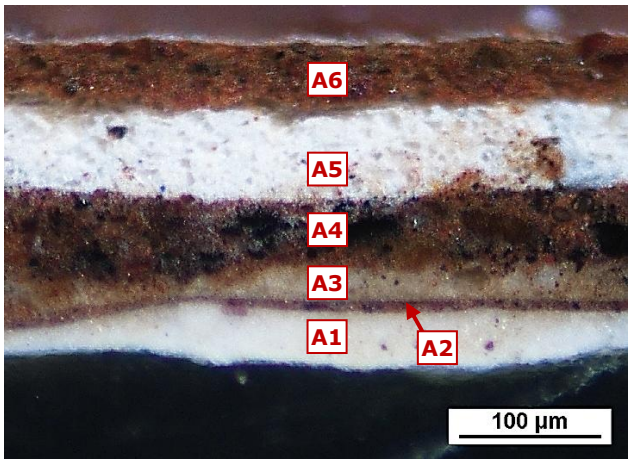
La strate N°6, de teinte rouge foncé 40 µm, est composée majoritairement d'ocre rouge avec une charge siliceuse et du plomb, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai. Elle est donc **plombée**.



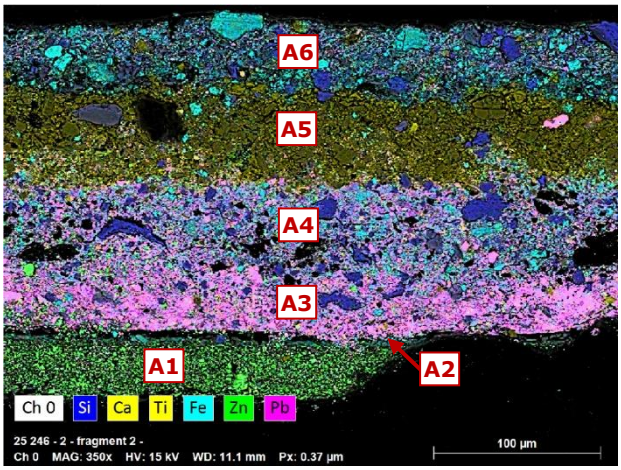
Photographies au microscope optique en lumière externe réfléchie (x20) – Fragment A avec la face supérieure (A1) et inférieure (A2) et fragment B avec la face supérieure (B1) et inférieure (B2)



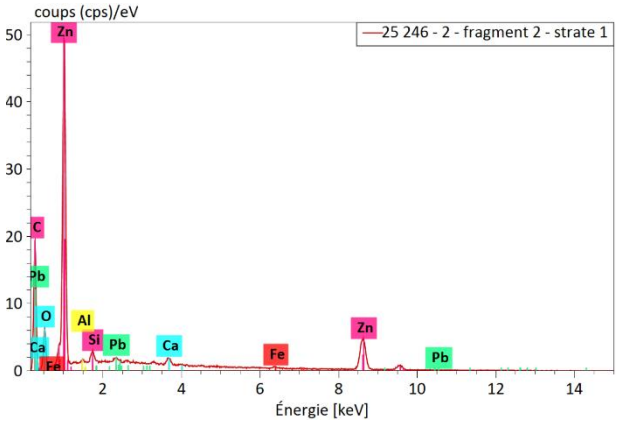
MEB Electrons rétrodiffusés – Fragment A (x30)



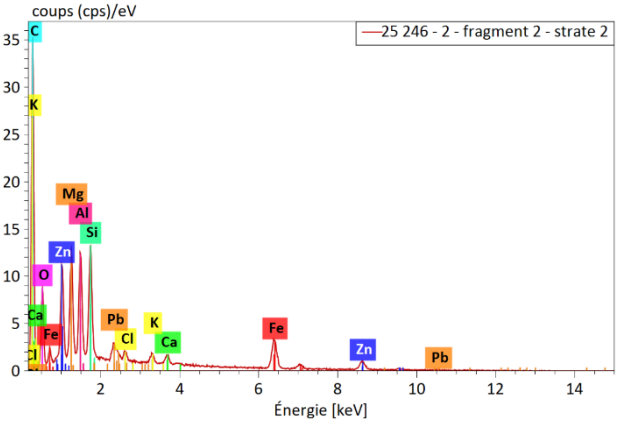
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Fragment A (x100)



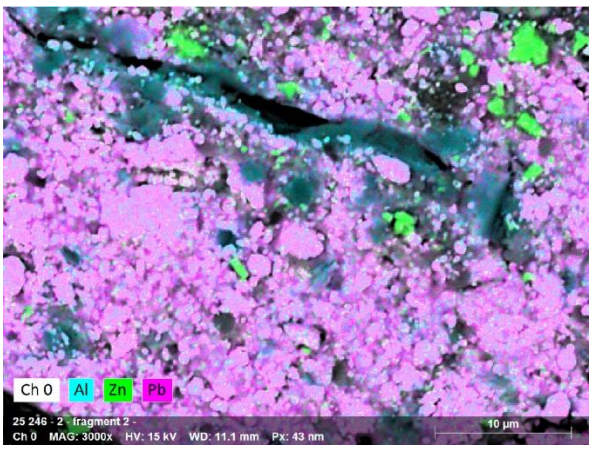
Fragment A (x350) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium, titane, fer, zinc et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



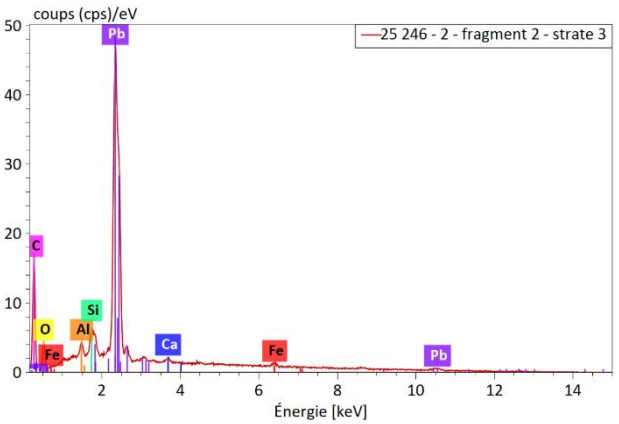
Analyse chimique MEB – Strate N°A1 – Blanc de zinc



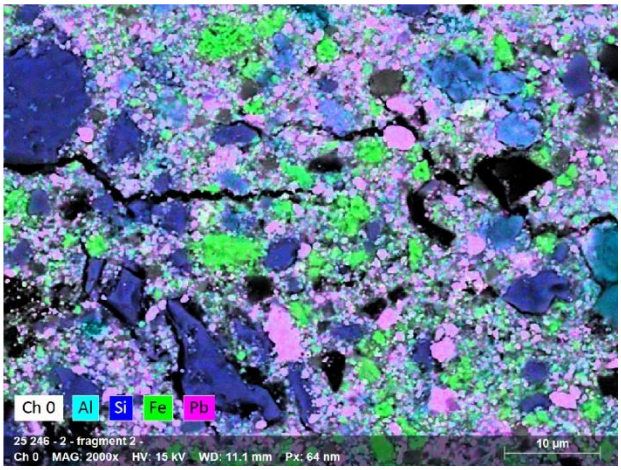
Analyse chimique MEB – Strate N°A2 – Ocre rouge



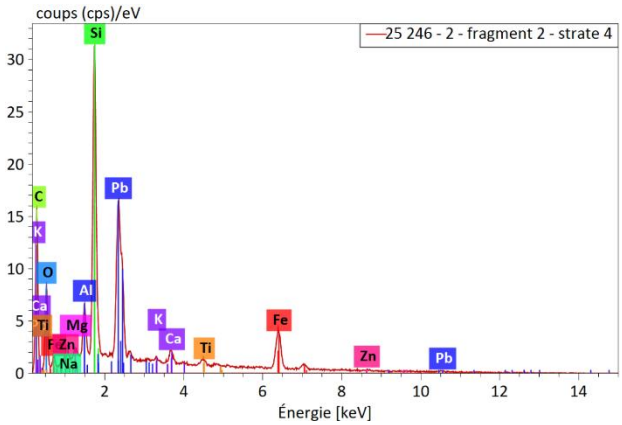
Strate N°A3 (x3000) - Cartographie superposée des éléments aluminium, zinc et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



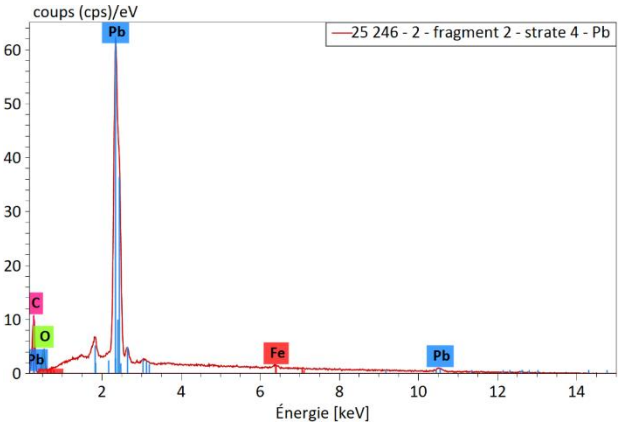
Analyse chimique MEB – Strate N°A3 – Blanc de plomb et fines



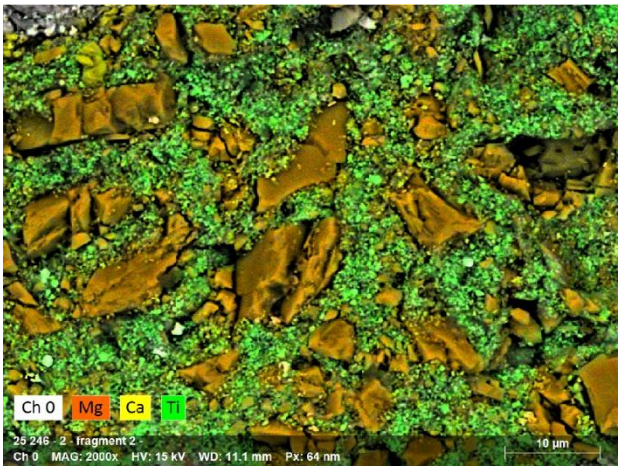
Strate N°A4 (x2000) - Cartographie superposée des éléments aluminium, silicium, zinc et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



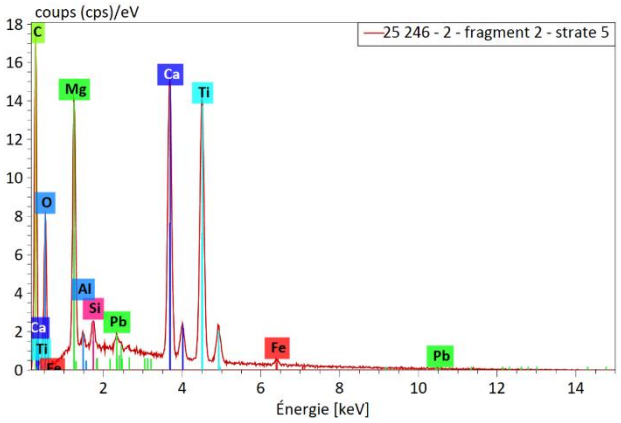
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Charge siliceuse, plomb et pigment ocre rouge (hématite)



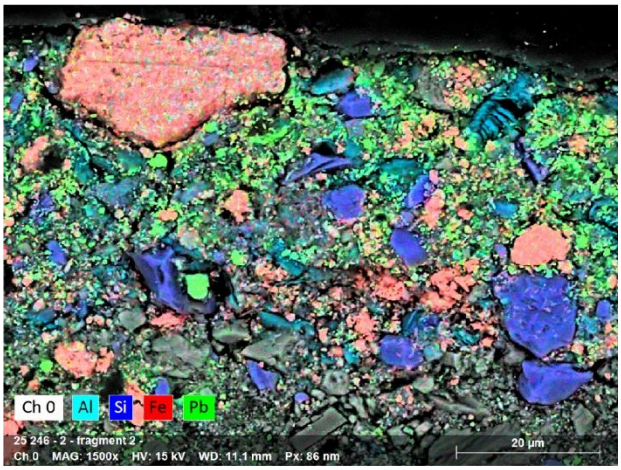
Analyse chimique MEB – Strate N°A4 – Plomb



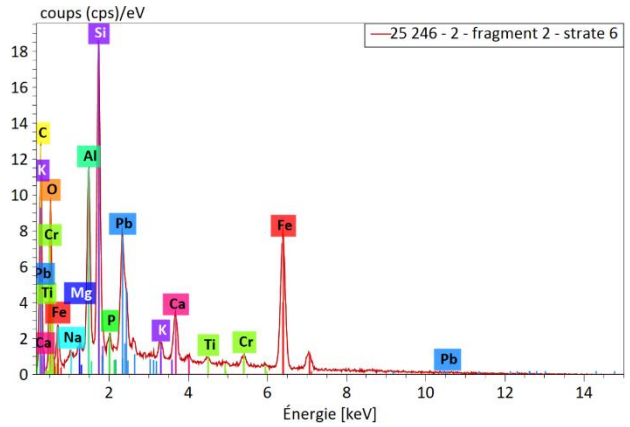
Strate N°A5 (x2000) - Cartographie superposée des éléments magnésium, calcium et titane, obtenue par microfluorescence de rayons X



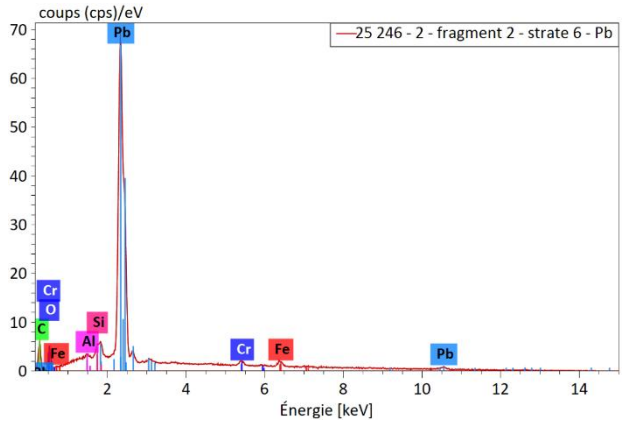
Analyse chimique MEB – Strate N°A5 – Blanc de titane et charge dolomitique



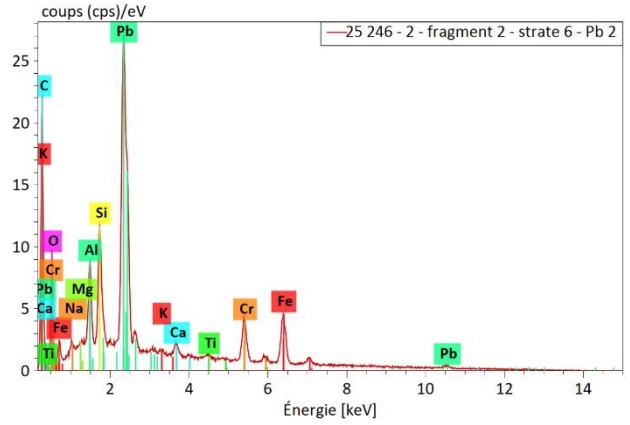
Strate N°A6 (x1500) - Cartographie superposée des éléments aluminium, silicium, fer et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



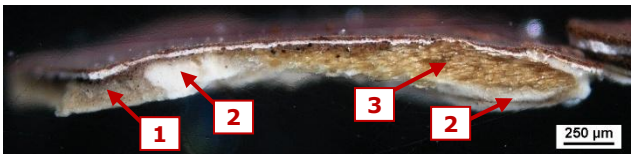
Analyse chimique MEB – Strate N°A6 – Charge siliceuse, plomb et pigment ocre rouge (hématite)



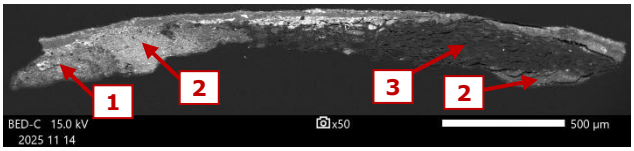
Analyse chimique MEB – Strate N°A6 – Plomb



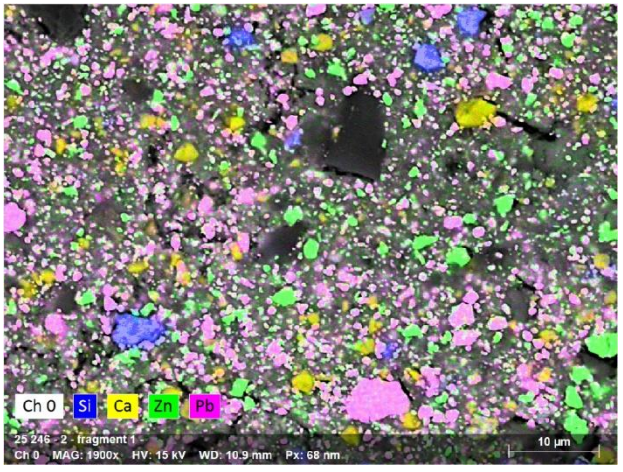
Analyse chimique MEB – Strate N°A6 – Chromate orangé de plomb



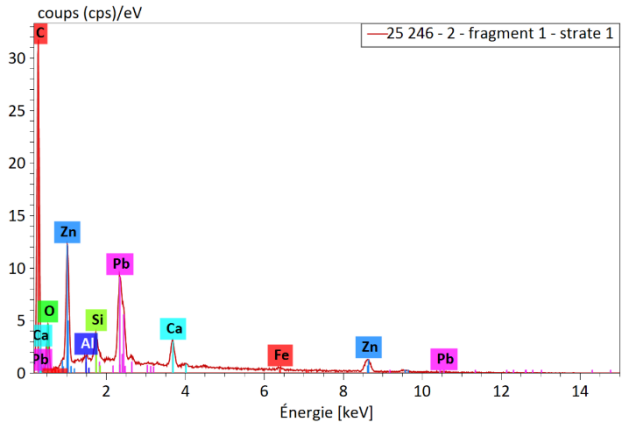
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Fragment B (x40)



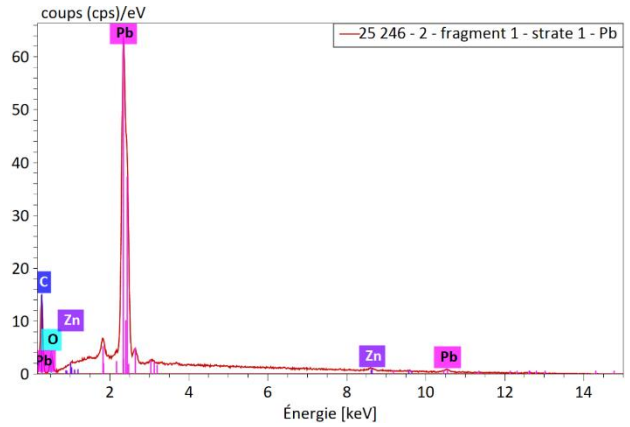
MEB Electrons rétrodiffusés – Fragment B (x50)



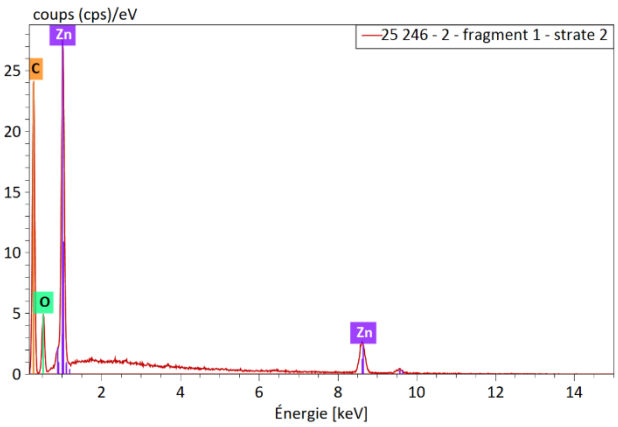
Strate N°B1 (x1900) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium, zinc et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



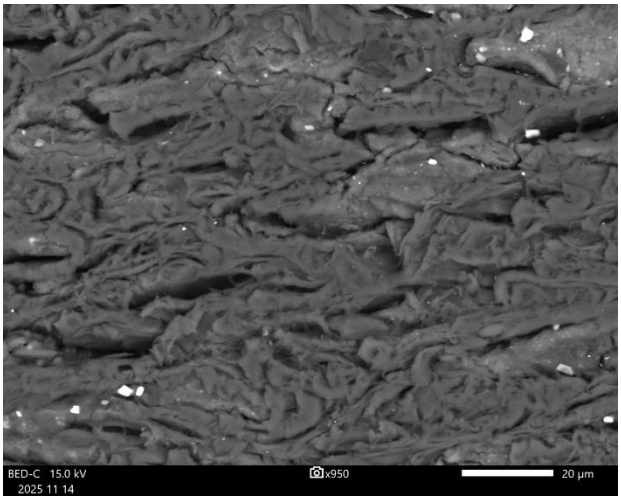
Analyse chimique MEB – Strate N°B1 – Couche carbonée avec blanc de zinc et plomb



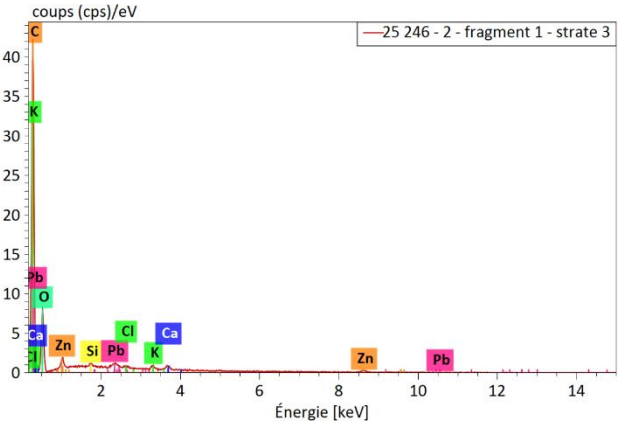
Analyse chimique MEB – Strate N°B1 – Plomb



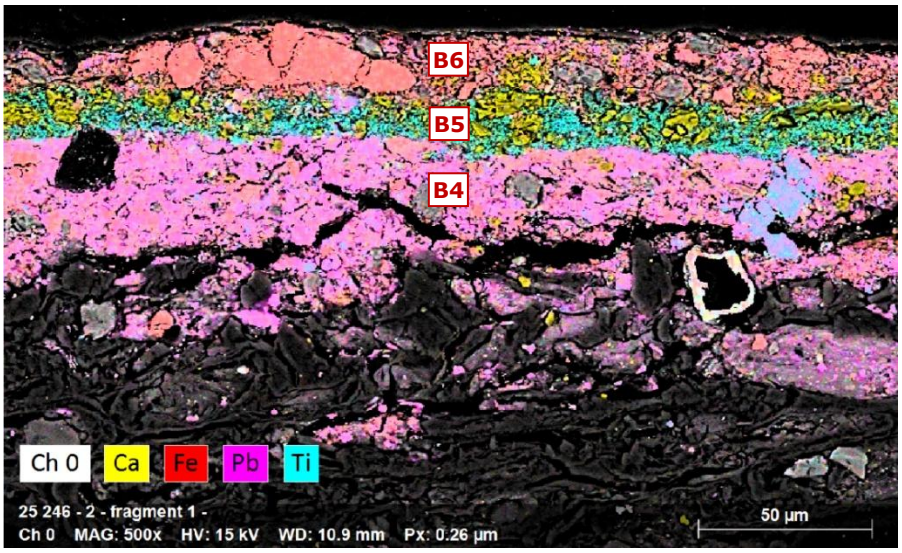
Analyse chimique MEB – Strate N°B2 – Blanc de zinc



MEB Electrons rétrodiffusés – Strate N°B3 (x950)



Analyse chimique MEB – Strate N°B3 – Couche carbonée (fragment de lambris)



Fragment B – couches picturales identiques au fragment A (x500) - Cartographie superposée des éléments calcium, fer, plomb et titane, obtenue par microfluorescence de rayons X

4.3 Échantillon 25 246 – 3

Localisation :	Frise basse sud-ouest GRAND CHAMBRE

Résultats des observations et analyses

L'échantillon est composé d'écailles brunes (zones latérales) à dorées (zone centrale) sur la face intérieure et rouges à vertes sur la face extérieure visible. Un dépôt blanc pulvérulent est également observée en surface de la face extérieure visible.

La zone centrale dorée possède **des traces de plomb** significatives attestant sa présence.

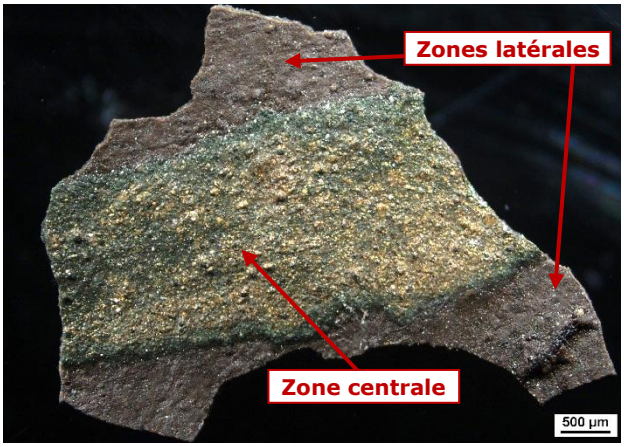
Les zones latérales brunes possèdent **des teneurs significatives en plomb** attestant sa présence.

Les zones vertes et rouges ne possèdent pas de teneurs significatives en plomb, avec des valeurs relevées inférieures au seuil de détection de l'appareil (<0,5 % massique).

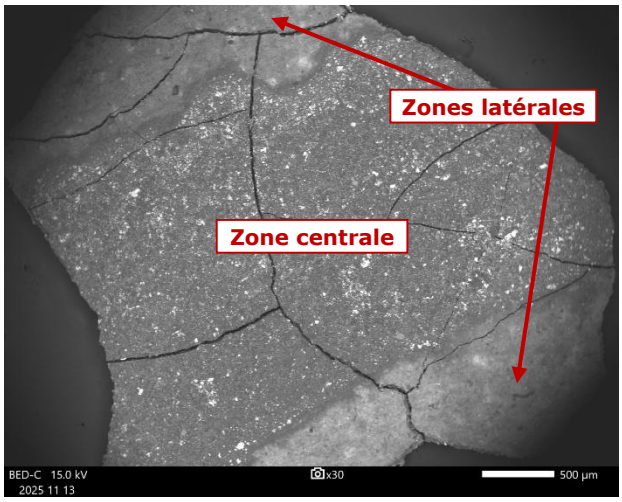
Le dépôt blanc en surface correspond à une efflorescence gypseuse.

		Moyenne (+/- 0,5 %)
Face intérieure	Zone centrale	4,07 %
	Zone latérales	10,47 %
Face extérieure	Zones vertes	0,08 %
	Zones rouges	0,39 %

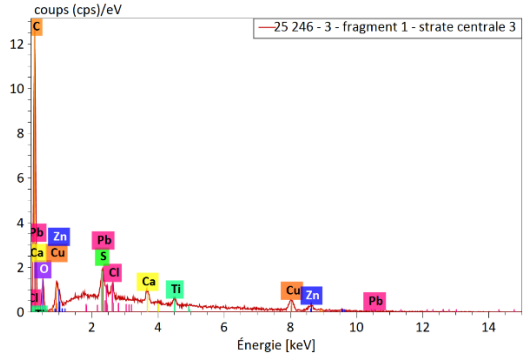
Détermination de la teneur en plomb en pourcentage massique – Moyennes sur 10 analyses par zones



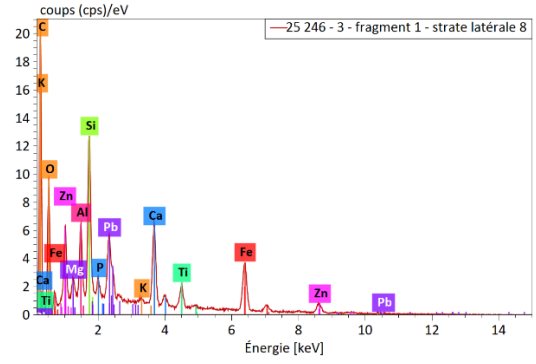
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Face intérieure (x20)



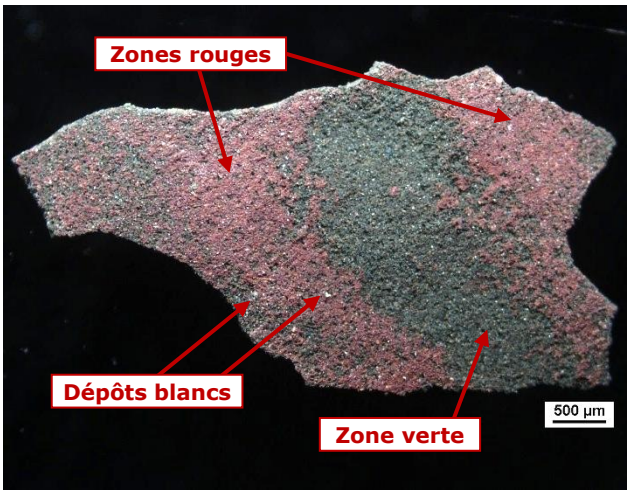
MEB Electrons rétrodiffusés – Face intérieure (x30)



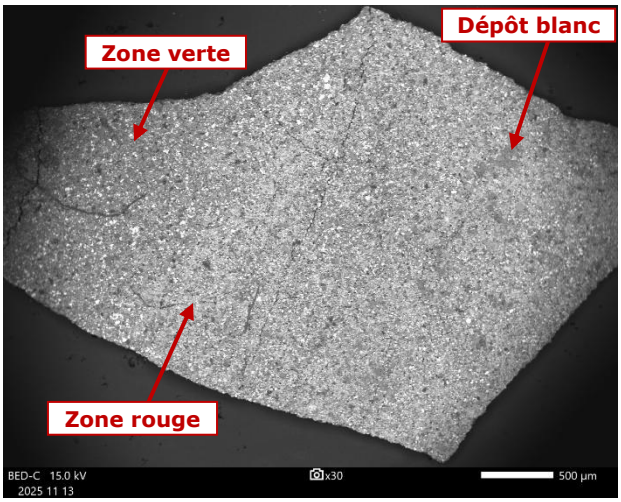
Analyse chimique MEB – Face intérieure zone centrale – Matrice organique avec des traces de plomb



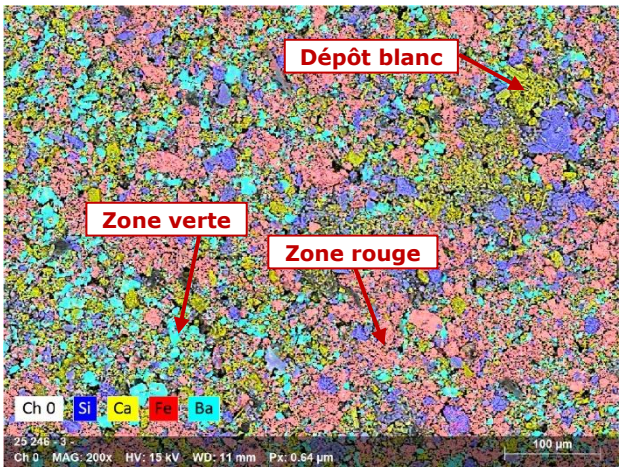
Analyse chimique MEB – Face intérieure zone latérale – Matrice organique et minérale avec du plomb



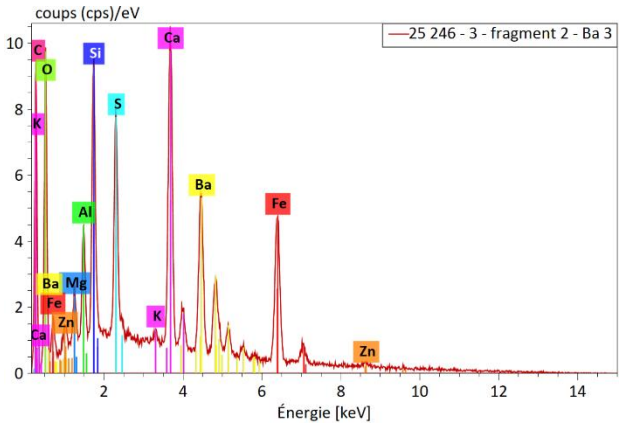
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Face extérieure (x20)



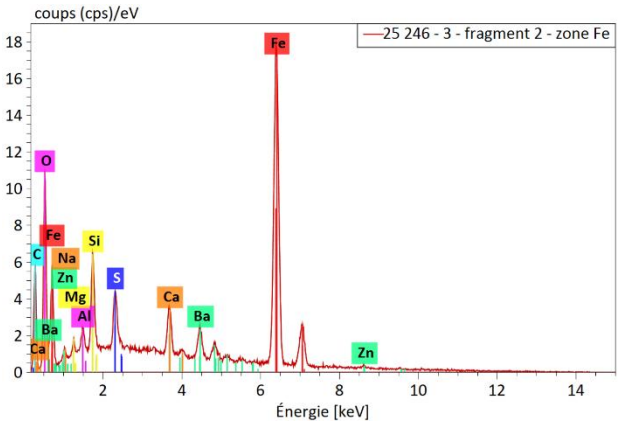
MEB Electrons rétrodiffusés – Face extérieure (x30)



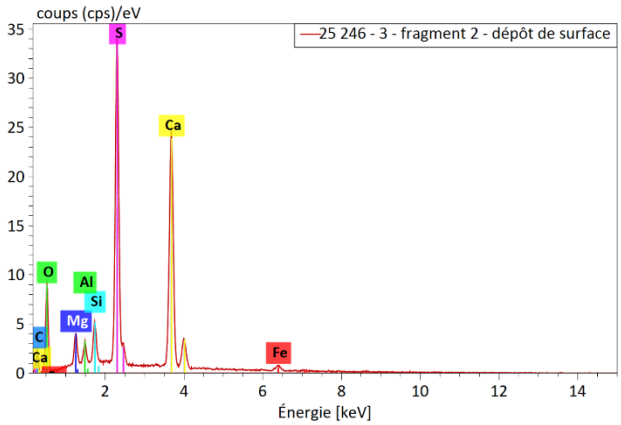
Face extérieure (x200) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium, fer et baryum, obtenue par microfluorescence de rayons X



Analyse chimique MEB – Face extérieure zone verte – Strate riche en baryte, argiles, calcite et oxydes de fer



Analyse chimique MEB – Face extérieure zone rouge – Strate riche en oxydes de fer (hématite)



Analyse chimique MEB – Face extérieure dépôt de surface blanc – Poudre à base de gypse

4.4 Échantillon 25 246 – 4

Localisation :	Frise basse (à droite obélisque) GRAND CHAMBRE

Résultats des observations et analyses

L'échantillon est composé d'un support blanc-beige surmonté de quatre strates : une blanche (N°1), une rouge foncé (N°2), une ocre-rosé (N°3), une blanche (N°4) et une noire (N°5).

Le support, de teinte blanche à beige, correspond à un plâtre fin.

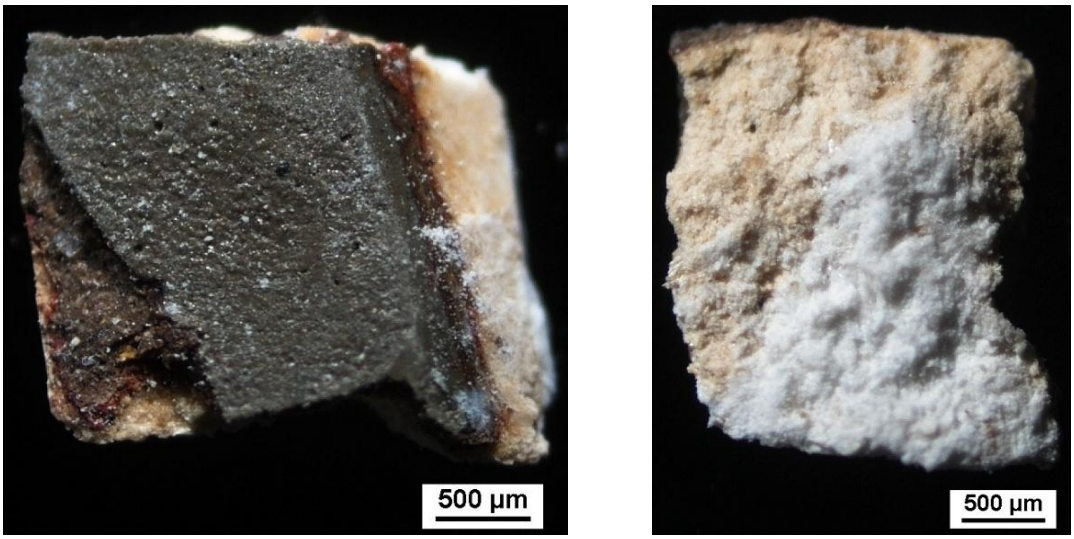
La strate N°1, de teinte blanche et de 50 µm en moyenne, est **plombée** puisqu'elle est majoritairement composée de blanc de plomb avec une charge minérale (quartz, minéraux argileux, baryte) et carbonée.

La strate N°2, de teinte rouge foncé de 30 µm, est **plombée** et est constituée majoritairement d'ocre rouge (minéraux argileux + oxydes de fer rouges : hématite) et de plomb, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai.

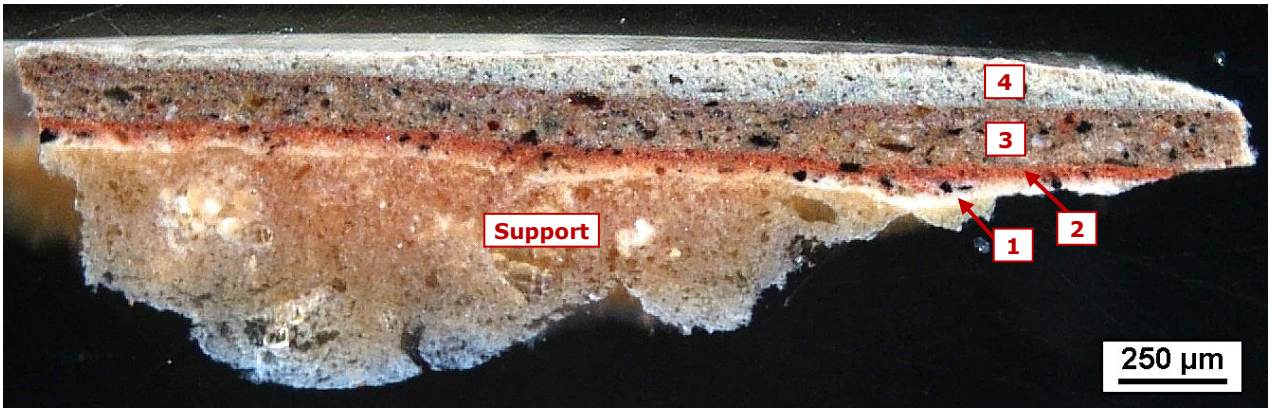
La strate N°3, de teinte ocre-rosé de 130 µm, est **plombée** et similaire à la strate précédente. Elle possède une majorité plomb, pouvant correspondre à un siccatif à base d'oxydes de plomb type Courtrai, avec de l'ocre rouge ainsi que de la baryte (blanc), du quartz et des grains carbonés. La partie supérieure est partiellement mélangée à la strate N°4 sur environ 30 µm.

La strate N°4, de teinte blanche de 100 µm, est composée de blanc de titane avec une charge calcaire abondante accompagnée de grains siliceux et carbonés.

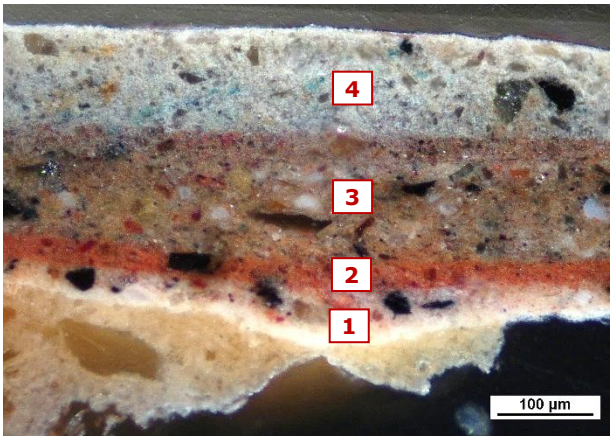
La strate N°5, de teinte noire, est très fine (~5 µm) et composée majoritairement de carbone. Elle est vraisemblablement constituée d'un liant et d'un pigment organique (noir de carbone ou autre).



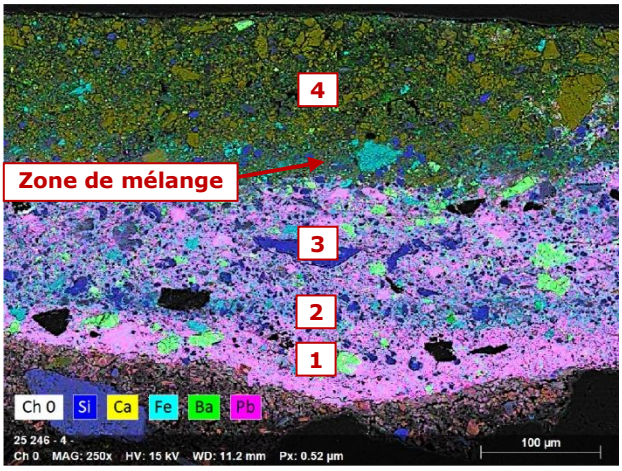
Photographies au microscope optique en lumière externe réfléchie – Surface de l'échantillon (à gauche) et profondeur (à droite)



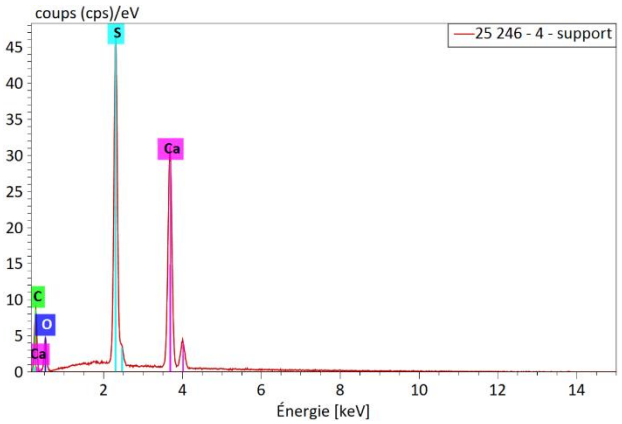
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Section polie (x40)



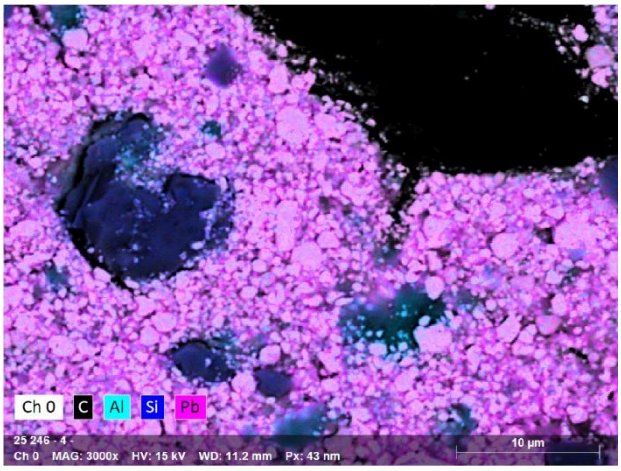
Photographie au microscope optique en lumière externe réfléchie – Vue rapprochée des strates (x200)



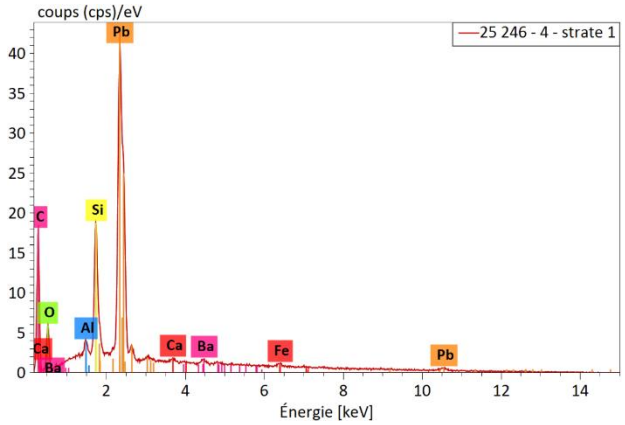
Couches picturales (x250) - Cartographie superposée des éléments silicium, calcium, fer, baryum et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



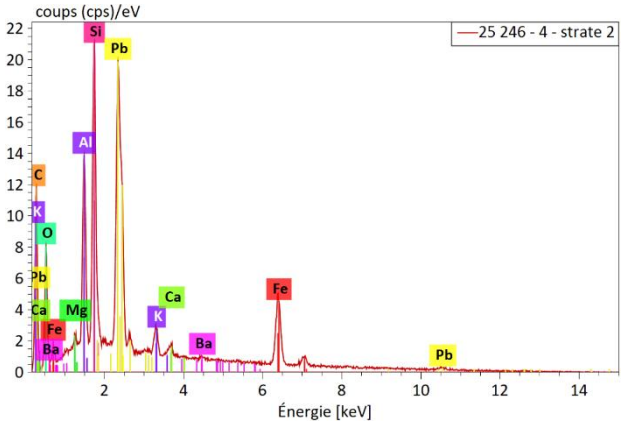
Analyse chimique MEB – Support – Plâtre fin



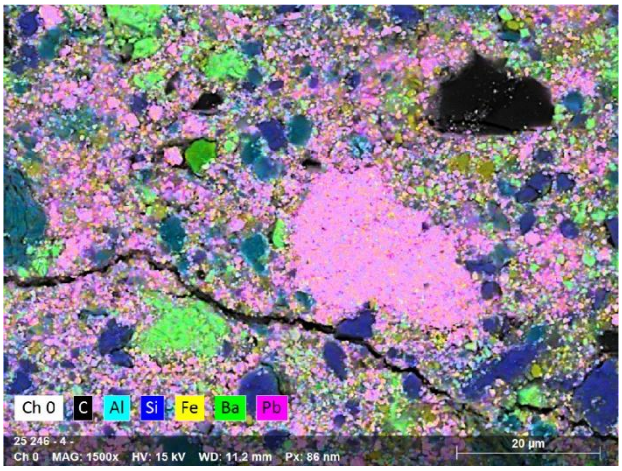
Strate N°1 (x3000) - Cartographie superposée des éléments carbone, aluminium, silicium et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



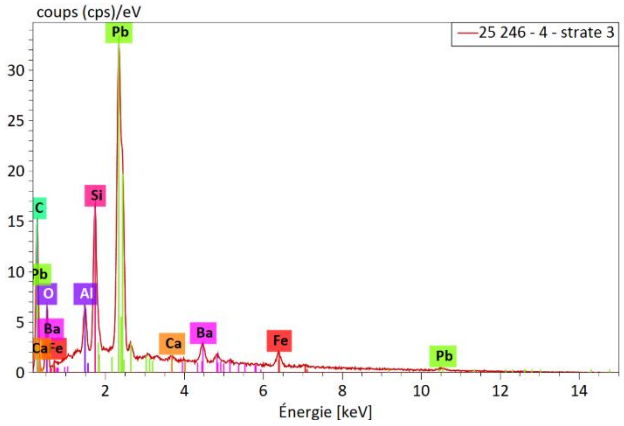
Analyse chimique MEB – Strate N°1 – Blanc de plomb avec charge siliceuse et carbonée



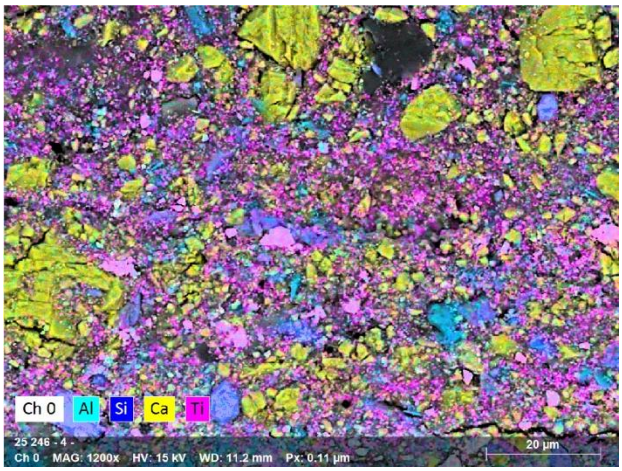
Analyse chimique MEB – Strate N°2 – Plomb et ocre rouge (minéraux argileux + oxydes de fer : hématite)



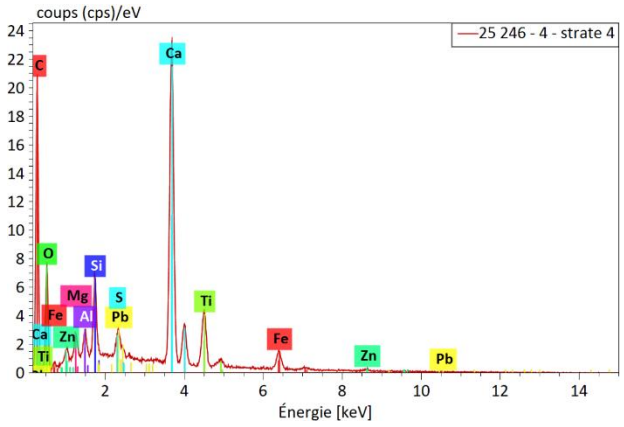
Strate N°3 (x1500) - Cartographie superposée des éléments carbone, aluminium, silicium, fer, baryum et plomb, obtenue par microfluorescence de rayons X



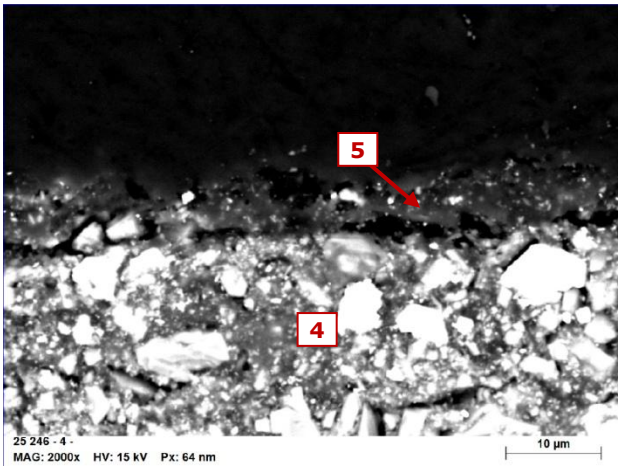
Analyse chimique MEB – Strate N°3 – Plomb, charge siliceuse, baryte et ocre rouge



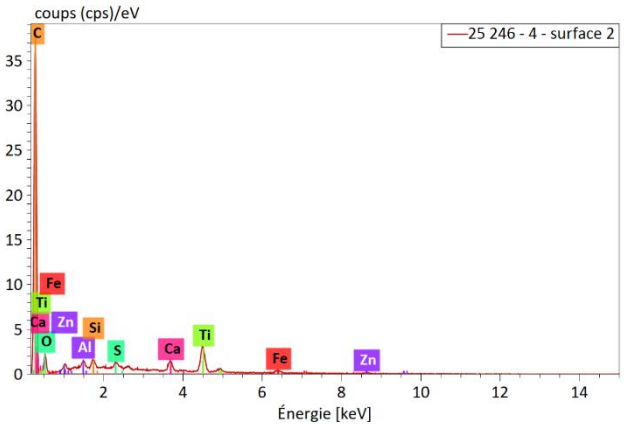
Strate N°4 (x1200) - Cartographie superposée des éléments aluminium, silicium, calcium et titane, obtenue par microfluorescence de rayons X



Analyse chimique MEB – Strate N°4 – Blanc de titane, charge calcaire et siliceuse



MEB Electrons rétrodiffusés – Strates de surface (x2000)



Analyse chimique MEB – Strate N°5 – Couche carbonée avec impuretés

5 Synthèse

Les échantillons ont été prélevés dans la Grand Chambre du Palais de Justice de Toulouse (31), par les soins de Monsieur QUELART, et réceptionnés au laboratoire le 30 novembre 2025.

L'échantillon 1 (« R » mur nord angle est) est composé de deux parties une avec la dorure sur le « R » et une avec un pigment vert sur la « feuille ». Ces deux zones possèdent des stratigraphies différentes, mais les strates initiales (N°1 et N°2) sont à base de plomb. Le fragment doré possède deux dorures témoignant d'une reprise après la première dorure, séparées d'une strate jaune à base de plomb et d'ocre jaune (N°B4). Concernant le fragment avec la couche picturale verte (motif de feuille) la strate N°B4 est plombée.

Des analyses supplémentaires en spectroscopie infrarouge pourront être effectuées après validation de la maitrise d'ouvrage pour investiguer la nature des liants et composants organiques.

L'échantillon 2 (Lambris sud-ouest) possède une stratigraphie différente de l'échantillon 1 avec deux fragments aux strates initiales différentes (N°1, N°2 et N°3). Les strates plombées sont les N°B1, N°A3, N°4 et N°6.

L'échantillon 3 a été analysé par mesures de surface sur les faces intérieures et extérieures des écailles. Les teneurs en plomb mesurées sont plus importantes sur la face intérieure, sur les zones latérales, témoignant de la présence potentielle de plomb dans la strate ou en contact avec la strate.

L'échantillon 4 possède une stratigraphie où les trois premières strates (N°1, N°2 et N°3) sont plombées.

Les strates N°A1 et B1 de l'échantillon 1, N°A3 de l'échantillon 2 et N°1 de l'échantillon 4 possède du plomb sous forme de blanc de plomb (céruse) pour pigmenter les strates, alors que toutes les autres strates plombées (colorées en rouge) possèdent vraisemblablement des siccatifs à base d'oxydes de plomb, aussi appelé siccatifs de Courtrai.

L'ensemble des résultats est synthétisé dans le tableau ci-après.

<table>
<tr><th>N°</th><th>ID</th><th>Support</th><th>Nb de strates</th><th colspan="2">Stratigraphie</th><th>Présence de plomb</th></tr>
<tr><td rowspan="2">25246-1</td><td rowspan="2">P1
« R » mur nord angle est GRAND CHAMBRE</td><td rowspan="2">Chaux + Plâtre fin qualité moulure</td><td rowspan="2">4 et 6</td><td colspan="2">N°1 : Blanc de plomb (+ ocre rouge)
N°2 : Ocre rouge (+ plomb)</td><td rowspan="2">N°1
N°2
N°B4</td></tr>
<tr><td>N°A3 : strate calcaire + hématite
N°A4 : Vert de Brunswick + baryte + vernis</td><td>N°B3 : Dorure 22 carats
N°B4 : Ocre jaune + plomb
N°B5 : strate calcaire + hématite
N°6 : Dorure 22 carats</td></tr>
<tr><td rowspan="2">25246-2</td><td rowspan="2">P2
Lambris sud-ouest GRAND CHAMBRE</td><td rowspan="2">/</td><td rowspan="2">6 et 6</td><td>N°A1 : Blanc de zinc
N°A2 : Ocre rouge + blanc de zinc
N°A3 : Blanc de plomb</td><td>N°B1 : Plomb + blanc de zinc
N°B2 : Blanc de zinc
N°B3 : lambris</td><td rowspan="2">N°B1
N°A3
N°4
N°6</td></tr>
<tr><td colspan="2">N°4 : Plomb + ocre rouge
N°5 : Blanc de titane + dolomite
N°6 : Ocre rouge (+ plomb)</td></tr>
<tr><td>25246-3</td><td>P3
Frise basse sud-ouest GRAND CHAMBRE</td><td>/</td><td>2 à 4</td><td colspan="2">Face intérieure zone centrale : colle
Face intérieure zones latérales
Faces extérieures zones rouges
Face extérieure zones vertes</td><td>Face intérieure</td></tr>
<tr><td>25246-4</td><td>P4
Frise basse (à droite obélisque) GRAND CHAMBRE</td><td>Plâtre fin qualité moulure</td><td>5</td><td colspan="2">N°1 : Blanc de plomb + charge
N°2 : Ocre rouge (+ plomb)
N°3 : Plomb (+ocre rouge)
N°4 : Blanc de titane + charge calcaire
N°5 : Noir organique</td><td>N°1
N°2
N°3</td></tr>
</table>

Tableau 3 : tableau synthétique regroupant l'ensemble des résultats obtenus.

6 Annexes

6.1 Annexe 1 : Fiches de prélèvement fournies par M. QUELART

Fait à Poitiers, le 20 novembre 2025

Les résultats mentionnés ci-dessus ne sont applicables qu'aux échantillons tels qu'ils sont définis dans le présent document.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 33 pages. La reproduction partielle ne peut être réalisée qu'avec l'accord préalable de la société ERM.

Annexe 1 :
Fiches de prélèvements fournies par M. QUELART

ATELIER QUELART SARL
Conservation-Restauration
Sculptures et Peintures Murales
Hugo Quelart Gavaldà
18 rue Marcellin Berthelot
34500 Béziers
hugoquelart@gmail.com
SIRET 810086322 00031
NUM TVA FR26 810086322
Code APE 9003B

A l'attention :
Laboratoire E.R.M.
Site internet : www.erm-poitiers.fr
Bâtiment B8-B35 – 1er étage
7, rue Albert Turpain
F-86000 POITIERS

11 novembre 2025

Objet : 31 – Toulouse, Palais de Justice. Décors peints
Marché : MAITRISSE D'ŒUVRE POUR LA RESTAURATION DE LA GRAND CHAMBRE
Mandataire : M Christophe Amiot, Architecte en Chef de Monuments Historiques

FICHE DE PRELEVEMENT ET DEMANDE D'ANALYSES

MH : Palais de Justice, 10 Place du Salin, Toulouse, 31000
Maître d'ouvrage et propriétaire : État. Ministère de la Justice
Maître d'œuvre : M. Christophe Amiot ACMH
Date d'échantillonnage : vendredi 10 octobre 2025
Conditions météo : 23°C et 50% HR, ensoleillé
Opérateur : Hugo Quelart
Stockage : sachet zip
Date d'envoi postal avec suivi : 28 octobre 2025.
Demande d'analyse : stratigraphies et analyses élémentaires

Bonjour Benoît,

Ci-bas tu trouveras la liste et la description des deux échantillons pour analyses au MEB/EDS ainsi que des écailles de peinture afin de déterminer la présence de plomb et d'identifier dans quelles couches il se trouve. Est-ce que le résultats pourraient être disponibles début décembre ?

Peux-tu établir un devis avant le lancement des analyses, à réception des échantillons et de cette fiche.

1. **Détails sur les échantillons :**

Échantillon P1 : prélèvement de l'ensemble des couches jusqu'au support d'un anagramme « R » doré, sur le mur nord, à l'angle est de la Grand Chambre du Palais de Justice de Toulouse. Quelles couches sont plombées ? Connaitre la composition des matériaux des deux décors superposés (« dorure sur fond rouge ») appartenant à deux époques différentes : le premier vers 1889, le second vers 1964.

Un prélèvement assez gros (env. 15mm de long par 8mm large), provenant du montant d'une lettre R d'une zone où un sondage stratigraphique avait déjà été réalisée ; seule l'extrémité contenant l'ensemble des couches doit être utilisée pour l'analyse.



Échantillon P2 : prélèvement de l'ensemble des couches jusqu'au support bois de la peinture du lambris situé sur le mur ouest côté sud de la Grand Chambre du Palais de Justice de Toulouse. Quelles couches sont plombées ?



Échantillon P3 : Écailles de peinture provenant de la frise à rinceaux située au-dessus du lambris du mur ouest, côté sud : est-ce que ces écailles sont plombées ?



Échantillon P4 : Écailles de peinture provenant de la frise à rinceaux située au-dessus du lambris du mur nord, côté ouest, à côté de l'obélisque de la Grand Chambre du Palais de Justice de Toulouse. Quelles couches sont plombées ?



2. **Objectifs analytiques :**

Objectif principal : déterminer dans quelles couches se trouve le plomb (mur et lambris).

Objectif secondaire : connaître la **composition complète des couches (liant-charge-pigment) pour le décor murale lettre R** (liant, pigment, charge).