



HAL
open science

MAITRISER L'APPARITION DU BLEU LUMIERE SUR DES DESSINS AU BITUME ET CRAIE SUR PAPIER

Emilie Checroun, Anne Goyer, Amina Bensalah-Ledoux, Davy Carole, Cécile
Le Luyer, Anne Pillonnet

► **To cite this version:**

Emilie Checroun, Anne Goyer, Amina Bensalah-Ledoux, Davy Carole, Cécile Le Luyer, et al..
MAITRISER L'APPARITION DU BLEU LUMIERE SUR DES DESSINS AU BITUME ET CRAIE
SUR PAPIER. Support Tracé, 2017, Support Tracé, 17, pp.82-90. hal-03018377

HAL Id: hal-03018377

<https://hal.science/hal-03018377v1>

Submitted on 22 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

MAITRISER L'APPARITION DU BLEU LUMIERE SUR DES DESSINS AU BITUME ET CRAIE SUR PAPIER

Emilie Checroun*, Anne Goyer[‡]
Amina Bensalah-Ledoux[†], Davy Carole⁺, Cécile Le Luyer[†],
Anne Pillonnet[†]

*Conseil en conservation-restauration et en analyses d'œuvres polychromes -
Laboratoire Epitopos, Strasbourg.

[‡]Artiste plasticienne, Avignon.

[†] Institut Lumière Matière, CNRS-Université Lyon1

⁺Laboratoire des Multimatériaux et des Interfaces, CNRS-Université Lyon1.

Introduction

« Allons ! Briquetons des briques et flambons-les à la flambée ! La brique leur a servi de pierre et le bitume de mortier ... » (Gn.11.3) Depuis le paléolithique, l'homme s'est intéressé au bitume et a su tirer parti de ses propriétés. Cette substance fossile, présente naturellement dans l'environnement sous forme solide ou liquide (Fig. 1), est composée de mélanges d'hydrocarbures. Liquéfiable à chaud et de couleur noirâtre, elle adhère aux divers supports sur lesquels on l'applique. Ces qualités physico-chimiques ont permis à l'homme à travers les siècles d'en faire des usages utilitaires, décoratifs, médicaux ou encore magiques : de la simple colle à l'agent d'étanchéité et de consolidation (architecture, artisanat, calfatage des bateaux...), de la vaisselle domestique au mastic pour figurer des éléments des yeux (pupilles et orbites), du cataplasme à la fumigation, du rituel funéraire (présent dans les baumes de momies égyptiennes et enduits de sarcophages) aux statuettes d'envoûtement [1]. Si au Proche-Orient cette « pâte merveilleuse » de la mer Morte faisait figure de produit miracle, elle a connu des utilisations comparables sur d'autres continents : chez les Olmèques du Mexique (1 200 av. J.C.), chez les Indiens Chumashs de Californie (10 000 av. J.C.) ou les populations Jōmon au Japon (9 000 av. J.C.). Très apprécié des peintres au XIXe siècle pour sa texture laquée et sa tonalité roux sombre, ce matériau a été abondamment utilisé en sous-couches ou glacis. Mais le bitume est un produit capricieux, et l'épreuve du temps a mis en évidence les difficultés de conservation liées à certains mélanges. Le sort du *Radeau de la Méduse* de Géricault ou du *Portrait de Chérubini* par Ingres vient confirmer les craintes exprimées dès 1855 par Théophile Gautier [2]. À ce jour, le bitume continue d'être utilisé par certains artistes contemporains.

Recette d'atelier

Anne Goyer se penche depuis 2008 sur un procédé de dessin au bitume sur papier. Elle a réalisé plusieurs séries d'essais en atelier pour obtenir un rendu susceptible de donner la profondeur souhaitée aux portraits qu'elle réalise (Fig.2a). La pellicule picturale se compose d'une superposition de plusieurs couches, très fines, de bitume hautement dilué à l'essence de térébenthine, puis de craie broyée localement suivant l'effet recherché. Cette multiplication de dépôts de la matière sur le papier se fait par étapes successives et dans le respect d'un temps minimum de séchage, se rapprochant de la technique des glacis. La couche finale est constituée de bitume, de craie, d'essence de térébenthine, d'huile de retouche et d'un fixatif. Les aspects peuvent varier dans leurs intensités, leurs teintes, leurs effets, leurs nuances et il n'est pas rare d'observer des nuances bleutées, en fonction des méthodes d'applications et du type de papier utilisé (Fig.2b).

La question du bleu

Le constat réalisé sur l'apparence des œuvres montre que l'agencement des médiums produit par endroit une teinte bleue. Cette couleur apparaît plus spécifiquement dans l'iris de l'œil, qui est une zone plus longuement travaillée par

l'artiste. Cette observation est-elle une réalité quantifiable scientifiquement ou une illusion d'optique créée par notre cerveau ? Et, si le bleu est réel, quelle est l'origine de cette teinte ? Il faudra rechercher dans la structure de la couche picturale et dans la composition des constituants : bitume, craie, essence de térébenthine et huile.

La couleur bleue d'un dessin traduit que la lumière visible réfléchi est composée majoritairement de courtes longueurs d'onde dans le domaine du visible, entre 400nm et 520nm, au détriment des grandes longueurs d'onde qui seront absorbées par la matière picturale. Quantitativement, ce phénomène est décrit par la mesure de réflectance spectrale (voir encadré). Le blanc de la feuille de papier vierge a été pris comme blanc de référence, c'est-à-dire que nous considérons que sa réflectance est égale à 100% dans l'ensemble de la gamme spectrale visible. Plusieurs zones du dessin ont été analysées afin d'associer à nos termes catégoriels, le brun, le bleu et le blanc, des données scientifiques. La figure 3 montre l'allure du spectre de réflectance pour le brun des cheveux, le blanc du front, le brun clair des joues, et le gris bleu des yeux. L'essence de térébenthine appliquée sur la feuille entraîne une légère absorption dans la gamme spectrale du bleu, ce qui donne un aspect jauni. Les cheveux sombres principalement composés de bitume sont très absorbants. Ils réfléchissent environ dix fois moins que la feuille vierge. Dans la zone de la joue que l'on peut catégoriser de couleur brun clair, la réflectance est beaucoup plus faible dans la gamme spectrale bleue que dans le rouge. À l'inverse si nous collectons la lumière réfléchi dans l'iris des yeux, nous voyons apparaître une bande aux courtes longueurs d'onde se situant en dessous de 480nm. Nous constatons donc que le savoir-faire et la maîtrise technique permettent à l'artiste de jouer avec le spectre lumineux : en modifiant le rapport entre les intensités réfléchies, elle favorise l'apparition de bleu. Il est intéressant de préciser que tous les composés (essence de térébenthine, bitume, craie, huile de retouche) sont présents dans les zones qualifiées de brun clair et de bleues, ce qui souligne toute l'étendue de la complexité du travail sur le rendu des couleurs. Cette étude permet de conclure que le terme de 'bleu' se traduit bien par une réflexion réelle aux courtes longueurs d'onde. Néanmoins, l'intensité de cette bande vis-à-vis du reste du spectre, est assez faible. Le rôle du cerveau pour interpréter la couleur de l'iris comme étant bleue et non grise n'est pas totalement à négliger.

Un protocole expérimental a été mis en place pour identifier l'origine de cette teinte. Elle peut provenir de l'absorption ou de l'émission des matières picturales, mais également d'un effet physique de diffusion sélective ou d'interférences. Ainsi, la composition et la structure de chaque médium ont été analysées. Un échantillonnage de traces a été réalisé sur la même feuille. Les premières traces correspondent aux différents médiums bruts (bitume, craie, essence de térébenthine, huile de retouche), les secondes à des mélanges et empilements complexes réalisés en suivant les instructions de l'artiste. La réflectance des différentes traces est présentée dans la Fig. 3.

Les matières brutes

Le bitume choisi par l'artiste est soit industriel, soit naturel (issu de la source d'hydrocarbures du Puy de la Poix - Puy de Dôme) [3]. Sa constitution est dense et visqueuse à l'état brut et à température ambiante. Elle a été vérifiée par spectroscopie d'absorption infrarouge adaptée dans l'analyse des composés organiques. Sur la figure 4a, les pics mesurés correspondent aux fréquences de vibration des molécules caractéristiques du bitume [Lamontagne J., 2001, Mouazen M., 2011]. Les groupements éthyle (CH_2) et méthyle (CH_3) n'étant pas significativement touchés par le vieillissement, le suivi de l'oxygénation du bitume se fait par les mesures des indices carbonyles et sulfoxydes à partir des pics à 1700cm^{-1} ($\text{C}=\text{O}$) et 1032cm^{-1} ($-\text{S}=\text{O}$). Au moment de la mesure, les indices sont faibles : le bitume est encore jeune et peu oxydé. En ce qui concerne la coloration, dans la littérature, suivant l'origine du bitume, les auteurs parlent d'une couleur allant du brun au noir profond. Certains identifient une légère teinte chaleureuse rouge [Bothe C., 2007]. Dans notre cas, l'aspect brun domine et se confirme par la forme du spectre de réflectance (Fig. 3b). En effet, le bitume absorbe dans toute la gamme visible, et plus fortement dans le bleu, ce qui lui confère sa couleur brune.

Le deuxième élément utilisé par l'artiste est la « craie » (Pastel tendre PW6 de Rembrandt). Elle a été broyée au mortier et pilon puis appliquée sur le papier. La trace obtenue a une bonne adhérence. L'analyse montre qu'elle a une réflectance supérieure à 100% dans toute la gamme du visible avec une plus forte intensité aux courtes longueurs d'ondes (bleu), ce qui lui donne un aspect blanc éclatant (Fig. 3b). D'où provient cette forte réflectance bleue ? Dans un premier temps sa composition chimique a été analysée par spectroscopie de fluorescence X et par diffraction des rayons X. Ces deux techniques sont adaptées à l'identification de composés minéraux (voir encadré). « La craie » n'est en fait pas de la craie au sens minéral du terme, c'est-à-dire du carbonate de calcium CaCO_3 issu de roche sédimentaires, qui est classiquement utilisé sur les tableaux noirs. La craie de l'artiste a été identifiée comme étant du

blanc de lithopone ($ZnS+Ba_{1-x}Sr_xSO_4$), dont la texture permet une meilleure adhérence au support. Ce matériau minéral non toxique présente l'intérêt d'être très stable à la lumière, fortement couvrant et très lumineux. L'intense réflectance bleue du blanc de lithopone, provient d'un phénomène d'émission induite par les impuretés terres rares présentes naturellement dans la barite [Dimova M., 2006], ainsi que de sa forte réflectance aux courtes longueurs d'ondes de la lumière visible par du sulfure de zinc [Oil and Colour Chemists' Association, 1985]. Cela a été confirmé en plaçant la craie dans le noir, sous une excitation dans le domaine proche UV à 385nm, et en collectant la bande spectrale émise qui présente un maximum à 450nm (Fig. 4b).

La taille des particules constituant la craie a été également mesurée par granulométrie laser couplée à une analyse par microscopie électronique à balayage (voir encadré). Après un broyage manuel, deux familles de particules de craie coexistent (Fig. 4c) : des nanoparticules proches de 80nm et des particules micrométriques d'environ 4 μm . Il existe également, dans des proportions plus faibles, des grains de taille supérieure (80-200 μm) dont la présence est aléatoire en fonction du broyage. Optiquement ces particules dispersées dans un milieu transparent (éthanol) génèrent deux phénomènes de diffusion différents : la diffusion de Rayleigh pour les nanoparticules qui favorisent la diffusion des courtes longueurs d'ondes, tel que le bleu du ciel, et la diffusion de Mie pour les microparticules qui se caractérisent par une diffusion de la lumière indépendamment de ces longueurs d'onde, tel que le blanc des nuages.

Pour réaliser l'esquisse, le bitume est dissous dans de l'essence de térébenthine. De l'huile de retouche est également utilisée par l'artiste. Nous avons donc mesuré l'absorption de ces deux solvants : l'essence de térébenthine présente une forte absorption des longueurs d'onde inférieures à 450nm alors que l'huile de retouche est plus transparente. L'ajout de l'essence de térébenthine sur un dessin est donc nuisible à une réflectance bleue, puisqu'elle l'absorbe.

Le travail de l'artiste

Le bitume est brun. La craie est d'un blanc éclatant. L'essence de térébenthine est jaune et l'huile de retouche est jaune claire. Comment cette association permet-elle de révéler la couleur bleue ? Des mélanges et empilements complexes en suivant les instructions de l'artiste ont été réalisés afin de comprendre son processus d'apparition. La réflectance de chaque trace a été analysée (Fig. 3).

L'analyse de la composition, de la structure, et la spectroscopie des matières brutes, nous permet d'identifier plusieurs origines que nous avons résumées dans le schéma présenté figure 5a. Une zone bleue est globalement constituée d'une couche opaque de bitume recouverte d'un empilement complexe de craie, dispersée dans un mélange translucide d'essence de térébenthine, d'huile de retouche et de bitume très dilué. Lorsque la lumière blanche éclaire cet empilement, trois phénomènes ont lieu simultanément contribuant à la réflectance bleue : (i) l'émission bleue de la craie induite par la partie UV de la lumière blanche, (ii) la diffusion de Rayleigh des nanoparticules de craie favorisant la diffusion du bleu au détriment du rouge, et enfin l'absorption du bitume (iii) qui permet d'éliminer la réflexion de la lumière visible et d'isoler le bleu émis et diffusé. L'utilisation de l'essence de térébenthine pour disperser la craie inhibe l'obtention du bleu car elle absorbe fortement les courtes longueurs d'ondes violettes et bleues. Il sera donc préférable d'utiliser l'huile de retouche plus transparente. Par ailleurs, un temps de séchage avant le dépôt d'une couche de particules de craie a été mise en évidence comme indispensable pour ne pas les noyer dans la couche absorbante et annihiler l'effet bleu.

L'observation du portrait sous éclairage UV illustre bien la complexité de mise en œuvre du travail de l'artiste (Fig. 5b). Les grandes zones violette (tels que la joue gauche et le nez) correspondent à la présence de craie, les parties sombres correspondent à la présence d'une couche concentrée de bitume, les zones claires correspondent à la feuille imbibée ou non d'essence de térébenthine. On peut apprécier le travail de recherche effectué sur l'ensemble de l'œuvre et plus particulièrement au niveau des yeux. En effet, éclairés sous lumière blanche, ils apparaissent relativement similaires alors que sous éclairage UV, ils apparaissent travaillés différemment. Les traits clairs de l'œil droit sont dus à un ajout d'huile de retouche en surface. La réalisation du bleu ne suit pas toujours le même protocole. C'est un cheminement intuitif qui assure la mise en place des différents processus physiques de diffusion et d'émission expliqués dans le schéma en figure 5a.

Altération de l'œuvre

Les produits utilisés constituent différentes sources d'altération de l'œuvre.

Le bitume est un composé qui va évoluer en vieillissant. L'un des principaux obstacles à sa stabilité est le contact prolongé avec l'air. Ses constituants en réagissant avec l'oxygène forment des molécules de poids plus important : les réactions chimiques qui ont lieu forment alors des composés carbonylés et des sulfoxydes [Lu 2002] qui vont le rendre plus dur. Certains facteurs influençant cette réaction vont être la durée d'exposition, la température d'exposition, et l'épaisseur du dépôt fait sur le papier. En outre, l'exposition aux ultraviolets du soleil peut aussi conduire à des effets similaires [Yi-Qiu 2007].

Mais la réaction avec l'oxygène ou l'exposition aux UV ne sont pas les seuls problèmes. Avec le temps, le bitume perd les espèces les plus volatiles qui le composent, ce qui le rend également plus dur. Cet effet augmente avec la température d'exposition.

La craie, composée de blanc de lithopone, peut être aussi une source d'altération. En effet elle peut réagir en fonction du milieu. Le sulfure de zinc, qui est l'un de ces composants, peut se décomposer lentement en sulfate de zinc lorsqu'il se trouve dans un milieu acide. Il est donc possible que la craie s'altère à cause de la proximité des autres médiums acides (térébenthine, huile de retouche,...). Les auteurs envisagent de poursuivre les analyses pour identifier la cinétique dans le temps, des œuvres au bitume.

Conclusion

La recherche artistique est mise en évidence dans cette étude. L'étude scientifique permet de formaliser le travail de l'artiste sur les potentialités esthétiques de ce mélange de bitume et de craie. Empiriquement, les éléments des dessins présentant une dominance bleue sont les yeux, ceux-ci ayant été retravaillés plusieurs fois. Or l'analyse montre que plus le nombre de couches augmente, plus le potentiel de blanchissement par la multiplication des phénomènes de diffusion et d'émission induite s'accroît. Les phénomènes de diffusion sont connus empiriquement et décrits depuis assez longtemps par les artistes peintres qui nous ont laissé leurs témoignages [4] [5]. Ces effets sont observés aussi concrètement dans l'art contemporain comme sur la première station du *Chemin de croix* d'Helen Mai (Fig. 6). Si le terme consacré par les peintres est celui d'opalescence, il semblerait qu'il soit à relier à tous les phénomènes de diffusion provoqués par les vélatures ou les glacis clairs sur un fond foncé. Le phénomène d'émission induite sous proche UV, connu pour donner l'aspect blanc éclatant, est ici singulièrement utilisé pour accentuer la lumière bleue observée dans l'œuvre. Dans les deux cas, les phénomènes de diffusion et les phénomènes d'émission induite génèrent un bleu lumière et non pigmentaire. Cette collaboration fructueuse entre le travail de création artistique et la recherche scientifique, a permis d'identifier les différents phénomènes mis en jeu, et orientera l'artiste pour créer et reproduire, là où elle le souhaite, cette tonalité bleue. Cependant c'est également le choix des zones, dans le dessin, qui pourra influencer la vision de cette teinte bleue qui reste à la limite de la sensibilité de l'œil. En effet, elle peut passer inaperçue dans une zone où le bleu n'est pas aussi attendu que dans l'iris du regard. Les processus cognitifs peuvent jouer un rôle dans la perception de ce bleu clair, à la limite du gris.

Remerciements

Les auteurs remercient professeur Gérard Panczer pour les échanges fructueux sur ce travail ; l'IUT Lyon 1 pour les analyses effectuées à la plateforme ExMati ; Barbara et Mathieu Barrois de l'École de printemps OKHRA - CNRS d'où est née cette collaboration.

Notes

[1] Le bitume joue ici le rôle de la cire que l'on détruit par le feu : « comme ces statues s'affaissent [...] que le sorcier et la sorcière s'affaissent » (Odile Deschene 1982 ; Jacques Connan, 2012, p.74)

[2] « Les gris, tant reprochés à Monsieur Ingres il y a quelques années, ont disparu sous une teinte chaude et dorée. Les draperies, d'abord un peu entières de ton, se sont harmonieusement rompues. Nous insistons là-dessus parce que les peintres actuels devançant sur leurs tableaux l'action du temps et simulent la fumée des ans par des vernis jaunes et des glacis de bitume qui en compromettent l'avenir. » Théophile Gautier, 1855, cité par Philippe Walter, Françoise Cardinali, dans l'ouvrage *Art et Chimie, enquête dans le laboratoire des artistes*, Fondation de la Maison de la chimie, p.138.

[3] Extraction du matériau brut naturel à la source bitumineuse de la Poix (attestée dès 1560 sous le nom de *collis bituminosus* sur la première carte d'Auvergne de Gabriel Siméoni) <http://www.cen-auvergne.fr/Source-bitumineuse-de-la-Poix>.

[4] Léonard de Vinci décrivait en effet ainsi ce qu'il avait observé dans la nature :

« En sortant de la cheminée, (la fumée née du bois sec et vieux) paraît fortement bleue, si elle se trouve entre l'œil et un fond obscur; mais si elle monte plus haut et s'interpose entre l'œil et l'air éclairé, elle prend immédiatement une couleur de cendre; et ceci arrive parce qu'elle n'a plus derrière elle les ténèbres, mais à leur place l'air lumineux [...] On voit aussi dans les ombres obscures des montagnes éloignées de l'œil que l'air entre cette ombre et l'œil paraît d'un bleu très fort, alors que les parties éclairées de ces montagnes altèrent beaucoup moins leur vraie couleur. [...] Mais qui veut en avoir la preuve définitive, qu'il peigne une planche en plusieurs couleurs, parmi lesquelles doit se trouver un très beau noir; et qu'il mette par-dessus une couche très fine et transparente de céruse. Il verra alors que le blanc de cette céruse ne paraîtra sur aucune couleur d'un bleu aussi beau qu'au-dessus du noir; mais elle doit être très fine et bien moulue. »

Léonard de Vinci, *Traité de la peinture*, 1478-1518, traduction André Chastel, Ed. Berger-Levrault, Paris 1987, p.202.

[5] Cennino Cennini lorsqu'il explique comment réaliser les carnations avec un *verdaccio* [éd. 1991, chapitre CXLVII, p. 258-259]: « [...] tu dois passer à la peinture des visages; il te convient de les commencer ainsi: prends un peu de terre verte et de blanc de plomb bien détrempe et passes-en deux couches, partout, sur le visage, sur les mains, sur les pieds et sur les nus. Mais pour les visages des jeunes gens qui ont une carnation fraîche, ce fond [...] doit être détrempe avec du jaune d'œuf provenant de poules vivant en ville, car ils sont plus blancs que ceux que pondent les poules à la campagne; ces derniers, à cause de leur couleur rouge, conviennent pour détremper les couleurs chairs des vieillards et des hommes bruns [...] N'oublie pas que sur panneau il faut couvrir avec davantage de couches que sur mur; pas au point cependant d'empêcher le vert qui est sous les couleurs chair, de transparaître toujours un peu. »

Références

Bothe Catherina I., «Asphalt» in *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics Vol4*, National Gallery of Art, Washington, p. 121-123

Dimova M., Panczer G., Gaft M. «Spectroscopic study of barite from the Kremikovtsi deposit (Bulgaria) with implication for its origin» *Annales géologiques de la péninsule balkanique*, vol. 67, 2006, p. 101-108

Lamontagne J., Dumas P., Mouillet V., Kister J., «Comparison by Fourier transformed infrared (FTIR) spectroscopy of different ageing techniques: application to road bitumens» *Fuel*, vol. 80, 2001, p. 483-488

Lu X., Isacson U., «Effect of ageing on bitumen chemistry and rheology» *Construction and Building Materials*, vol. 16, 2002, p. 15-22

Mouazen M., *Évolution des propriétés des enrobés de bitume vers une loi vieillissement/viscosité*, Thèse École nationale supérieure des mines de Paris, 15 septembre 2011

Oil and Colour Chemists' Association, « Inorganic Pigments » in *Surface Coatings, Vol I-Raw Materials and Their Usage*, Australia, Springer ed., Chapter 25, 1983, p.288-305

Yi-Qiu T., Jia-Ni W., Zhong-Liang F., Xing-Ye Z., «Influence and mechanism of ultraviolet aging on bitumen performance» *Proceedings of the 26 the Southern African Transport Conference*, 2007, p. 726-735

Description des techniques utilisées pour cette étude

La réflectance spectrale

Une lumière est appliquée sur une zone du dessin dont on souhaite analyser la coloration. Une fibre optique collecte la lumière réfléchie et diffusée par le support et l'amène dans un monochromateur. Le monochromateur, contenant un réseau de diffraction, sépare les différentes longueurs d'onde contenues dans la lumière, il est couplé à une caméra CCD qui convertit l'intensité lumineuse en signal électrique, pour l'envoyer à l'ordinateur. Un spectre de réflectance

en fonction de la longueur d'onde est obtenu, 100% correspond au blanc de référence choisi pour la mesure, dans notre étude la feuille blanche vierge a été choisie. Cette analyse est non destructive, elle a été réalisée avec le système Oceanoptics USB2000.

La diffraction des rayons X (DRX)

La diffraction des rayons X permet d'identifier la phase de la structure cristalline de poudres. Elle repose sur l'interaction de radiations électromagnétiques de longueur d'onde de l'ordre de l'angström (10^{-10} m) avec des structures solides. La méthode générale consiste à bombarder l'échantillon avec des rayons X, et à regarder l'intensité de rayons X qui est diffusée selon l'orientation dans l'espace. Les rayons X diffusés interfèrent entre eux, l'intensité présente donc des *maxima* dans certaines directions caractéristiques de l'organisation des atomes; on parle de phénomène de «diffraction». On enregistre l'intensité détectée en fonction de l'angle de déviation du faisceau. Le diffractogramme diffère d'une phase à l'autre. Il s'agit donc d'une véritable signature de la phase. Une fois le diffractogramme obtenu, les positions et les intensités des pics sont comparées avec celles de bases de données pour identification. Le diffractomètre utilisé est un D2 PHASER de BRUKER associé à une anticathode de cuivre.

La spectrométrie de fluorescence des rayons X (SFX)

La spectrométrie de fluorescence des rayons X est une technique permettant l'analyse chimique élémentaire c'est-à-dire que l'on peut déterminer la présence d'un élément dans un composé, mais on ne sait pas sous quelle forme chimique. La matière bombardée par des rayons X va réémettre de l'énergie sous la forme, entre autres de photons X qui lui sont propres : c'est la fluorescence. Le spectre émis est caractéristique de la composition de l'échantillon (position des pics) et de la quantité des éléments présents (hauteur des pics). L'analyse du spectre permet de déduire la composition élémentaire exprimée en concentrations massiques. L'appareil utilisé ici est un Minipal 4 de PANalytical qui utilise un rayonnement généré par un tube rhodium.

La granulométrie laser

La granulométrie laser mesure les distributions de la taille des particules comprises entre 20 nm et 900 μ m, composant une poudre dispersée dans un solvant, ici l'éthanol. La taille est déterminée à partir de la mesure de l'intensité de la lumière diffusée par faisceau laser qui a traversé l'échantillon de particules dispersées. La taille des particules est estimée à partir de la théorie de Mie en supposant les particules sphériques et connaissant les indices optiques de l'échantillon et du dispersant (ici l'eau). Le granulomètre laser utilisé est un Partica LA-960 de Horiba réalisant des analyses de 50 s.

La microscopie électronique à balayage (MEB)

La microscopie électronique à balayage s'obtient avec un type de microscope capable de produire des images en haute résolution de la surface d'un échantillon en utilisant le principe des interactions électrons-matière. Une sonde électronique (faisceau d'électrons) bombarde l'échantillon à analyser. L'interaction entre la sonde et l'échantillon génère des électrons secondaires de basse énergie qui sont accélérés vers un détecteur qui amplifie le signal. L'intensité du signal dépend de la nature et de la topographie de l'échantillon. Il est ainsi possible en balayant le faisceau sur l'échantillon d'obtenir une cartographie de la zone balayée. Le microscope utilisé ici est un Quanta 250 de FEI à effet de champ.

La spectroscopie infrarouge (IR)

La spectroscopie d'infrarouge permet de déterminer la présence de groupements fonctionnels dans les molécules organiques ainsi que les structures dans certaines molécules simples. Dans les molécules, les liaisons vibrent à une fréquence déterminée par les atomes de la liaison en fonction de leur environnement. L'échantillon est soumis à un rayonnement infrarouge. Pour une fréquence donnée, les liaisons entrent en résonance, les molécules absorbent l'énergie apportée et la transmission diminue. Le spectre IR représente l'évolution de la transmission en fonction de la fréquence. Chaque absorption est caractéristique d'un type de liaison.

Résumé

Du bitume visqueux et brun, de la craie blanche et granuleuse, de l'essence de térébenthine légèrement jaune et de l'huile de retouche transparente, voilà les ingrédients des portraits subtils aux yeux bleus de l'artiste Anne Goyer. Ce bleu lumière et non pigmentaire créé par le processus de recherche intuitive de l'artiste a été analysé par des méthodes physico-chimiques, afin de comprendre les différents mécanismes de diffusion et d'émission de lumière à l'origine de ce bleu.

Abstract

The artist Anne Goyer produces subtle blue eyes portraits by wisely overlaying brown and viscous bitumen and white and granular chalk with slightly yellow colored turpentine oil and transparent oil. The appearing non-pigmentary blue coloration created by artist's intuitive search process was studied using physics and chemistry methods in order to understand the various light emission and diffusion mechanisms explaining the blue-colored parts of the portrait.



Figure 1 : Bitume liquide, sentier du bitume à Clermont-Ferrand / Photo : Anne Goyer



Fig 3. Exemple de portrait au bitume / Photo : Anne Goyer

Figure 2 : A/ Exemple de portraits au bitume / Photos : Anne Goyer



Fig 4. Détails des yeux et des couches successives / Photo : Anne Goyer

Figure 2 : B/ détails des yeux et des couches / Photos : Anne Goyer

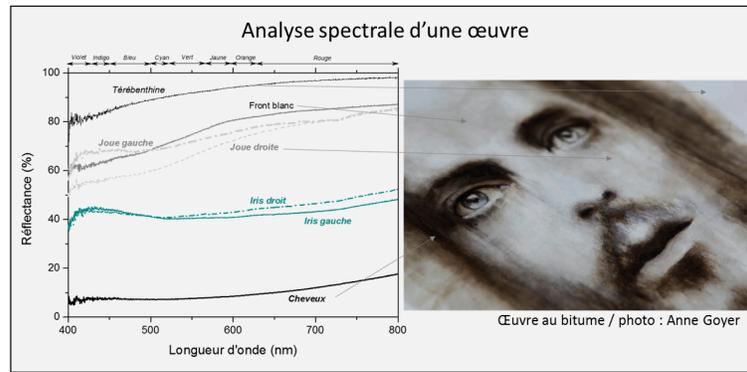


Figure 3 : A/ réflectance en fonction de la longueur d'onde sur différentes zones colorées de l'œuvre

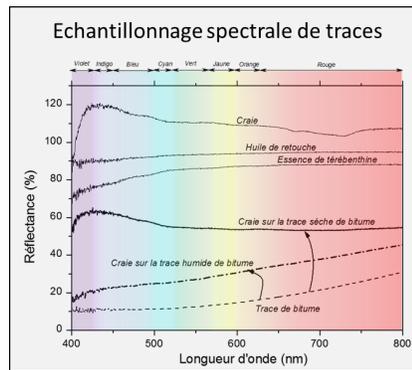


Figure 3 : B/ (a) Réflectance en fonction de la longueur d'onde sur des différentes traces sur papier

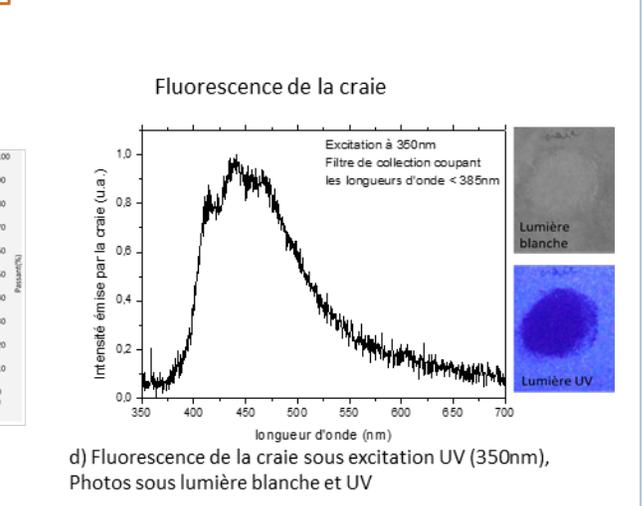
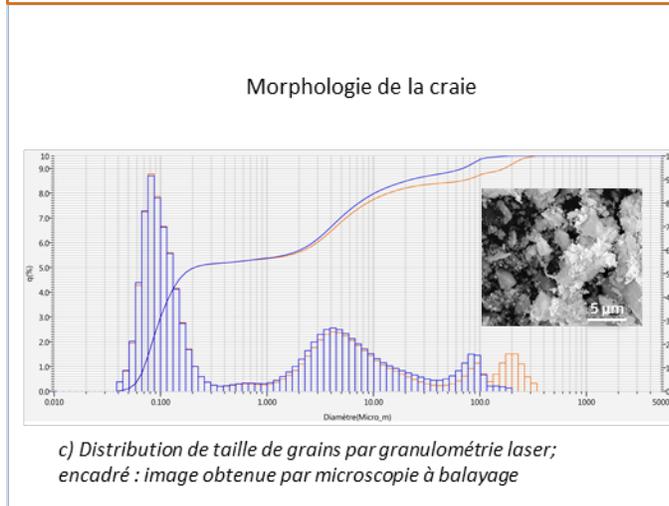
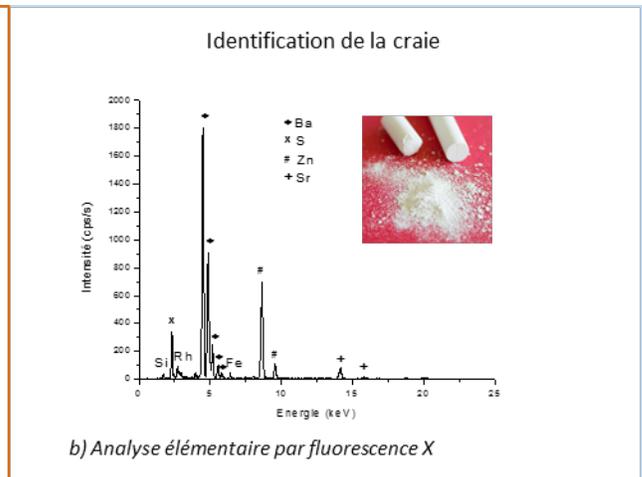
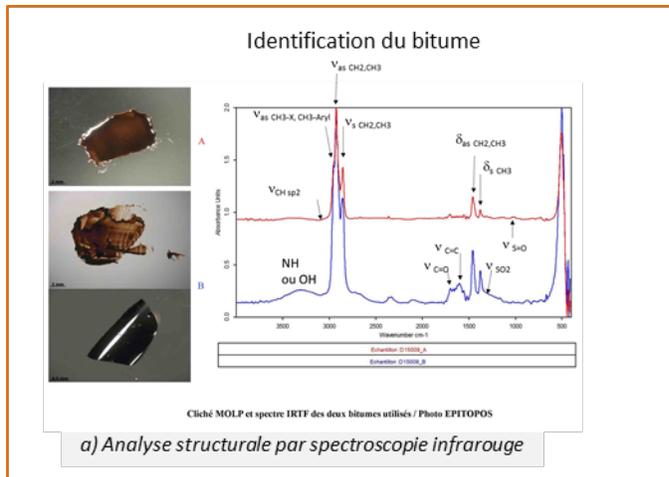
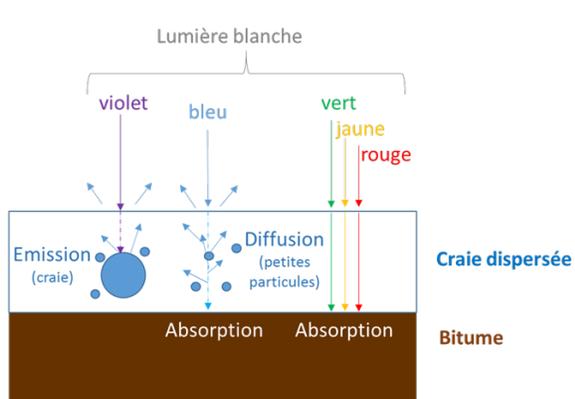


Figure 4 : analyse des médiums bitume et craie



(a) Schéma regroupant les différents phénomènes optiques permettant l'obtention du bleu sous lumière blanche



(b) Photographies sous lumière blanche et sous éclairage UV à 354nm

Figure 5: A/ schéma explicatif de l'obtention du bleu : empilement d'une couche de particules de craie dispersées dans un milieu transparent sur une couche opaque de bitume. B/ photographies pour mettre en évidence le travail de recherche de l'artiste



Fig. 6 Station 1 du chemin de croix de Quibou, réalisé par Helen Mai / Photo : Emilie Checroun