

Etude des pigments Marin

Juillet 2017

Gilbert Delcroix

Introduction. Ce qu'il faut savoir pour vraiment caractériser un pigment.

Nous avons choisi comme caractéristiques pour déterminer la qualité d'un pigment les propriétés suivantes.

La couleur du pigment. Il existe plusieurs codes pour représenter la couleur d'un pigment. Nous avons choisi le codage RVB qui a été développé en 1931 par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). C'est le modèle idéal pour expliquer la synthèse additive des couleurs puisqu'il consiste à représenter l'espace des couleurs à partir des trois couleurs primaires :

-le rouge (longueur d'onde 700 nm),

-le vert (longueur d'onde 546,1 nm),

-le bleu (longueur d'onde 425,8 nm),

Rappelons que lorsque la lumière frappe un pigment, la couleur obtenue l'est en synthèse soustractive, mais se réémet en synthèse additive.

Le modèle RVB est généralement représenté par un cube dont les axes, de longueur unitaire, portent les trois couleurs primaires.

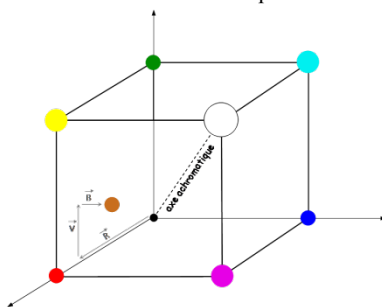
Le noir est localisé à l'origine (point de coordonnées 0,0,0), le blanc à l'opposé, au point de coordonnées (1,1,1).

La diagonale qui relie le noir au blanc correspond aux niveaux de gris, ce que l'on appelle l'axe achromatique.

Les couleurs complémentaires, le cyan, le magenta et le jaune sont portées par les trois autres axes - qui ont pour origine le blanc (figure ci-dessous).

Toutes les couleurs peuvent ainsi être exprimées par la somme des vecteurs des trois composantes RVB, selon la formule : **Couleur = aR + bV + cB** Où a, b, c sont les vecteurs des composantes RVB, compris entre 0 et 1. Par exemple le jaune est obtenu par mélange du rouge et du vert : Jaune = (1)R + (1)V.

Le diamètre des cercles colorés matérialise la luminosité des couleurs. Lorsque le diamètre augmente, la luminosité croît.



Le modèle colorimétrique RVB est le système le plus courant et le plus utilisé car il dérive de la technologie employée dans l'industrie du numérique. En codant chacune des composantes colorées sur un octet, on obtient 256 valeurs pour chaque couleur. Il est donc possible en théorie d'obtenir 256^3 , soit 16777216 couleurs différentes, c'est-à-dire beaucoup plus que l'œil humain n'est capable d'en discerner (environ 350000). Cette valeur reste cependant théorique, car les écrans ne permettent pas d'afficher un tel nombre de couleurs. D'où une nouvelle représentation avec R (0-255), V (0-255), B (0-255)

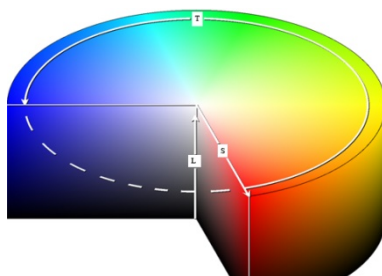
Bien souvent, on rencontre un autre codage en HSL, en anglais *Hue, Saturation, Lightness* et en français *Teinte, saturation, luminosité* (ou valeur).

La saturation donne une indication sur la "pureté" d'une teinte.

Une couleur saturée est vive alors qu'elle devient terne quand la saturation diminue.

La luminosité précise la quantité de blanc ou de noir ajouté aux teintes saturées.

Pour mieux comprendre le sens de ces désignations nous donnons le tableau ci-dessous :



Le cylindre HSL

Parfois la couleur est donnée en codage hexadécimale. Il existe des tables traduisant RVB en HSL ou en hexamétrique et réciproquement.

L'analyse des composants majeurs et mineurs. Le Color Index nous donne une indication sur la nature des composants majeurs. Ainsi un pigment PR 108 est un rouge de cadmium à base d'un mélange de sulfure de cadmium CdS et de sélénium de cadmium CdSe.

Mais il n'est pas rare qu'un pigment renferme d'autres éléments et notamment des charges le rendant ainsi moins pur au sens de la composition.

Le pH. C'est un élément essentiel pour évoquer l'acidité ou la basicité d'un pigment. Il est un des indicateurs de la résistance du pigment aux acides ou aux bases. Enfin dans le cas d'un pigment basique, il peut y avoir risque de saponification avec l'huile qui se traduit généralement par un brunissement qui s'accroît au fil des années.

Compatibilité avec les liants. Elle est en relation avec le caractère acide ou des pigments et des liants. Un pigment basique sera moins stable dans un liant acide comme l'huile que dans un liant alcalin comme la chaux ou la caséine. Un pigment acide sera incompatible avec un liant alcalin,

Elle dépend aussi du caractère hydrophile ou hydrophobe du pigment vis à vis du liant.

Enfin un pigment ne doit pas être soluble dans le liant qui l'accompagne au risque dans le cas contraire de dégorger et de se diffuser dans les couches picturales voisines.

Compatibilité avec les autres pigments. Elle dépend de l'inertie chimique entre le pigment envisagé et les autres pigments mis en contact. Un élément important est la labilité du soufre dans les pigments renfermant ce composé.

Masse volumique. On distingue :

- Les pigments lourds de masse volumique supérieure à 6g/cm^3 ;
- Les pigments moyens de masse volumique comprise entre 3g/cm^3 et 6g/cm^3 ;
- Les pigments légers de masse volumique inférieure à 3g/cm^3 .

La solidité de la teinte aux acides. On introduit le pigment dans une solution à 5% en poids d'acide chlorhydrique et au bout d'une heure on observe le changement de tonalité par rapport au pigment en suspension dans l'eau. C'est l'échelle des gris qui sert de comparaison. Le chiffre 1 représente une très faible solidité, le chiffre 5 une très bonne solidité. Elle est intéressante à connaître dans le cas où le liant est acide (liant à l'huile, liant à la gomme arabique, etc.).

La solidité de la teinte aux bases. On introduit le pigment dans une solution à 1% en poids d'hydroxyde de sodium et au bout d'une heure on observe le changement de tonalité par rapport au pigment en suspension dans l'eau. C'est l'échelle des gris qui sert de comparaison. Le chiffre 1 représente une très faible solidité, le chiffre 5 une très bonne solidité. Elle est intéressante à connaître dans le cas où le liant est basique (liant à la chaux, liant au ciment, liant au silicate de potassium ou de sodium, liant à la caséine, etc.).

Résistance du pigment à une attaque acide. Elle n'est pas à confondre avec la solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique. Il s'agit ici de vérifier la non réactivité chimique du pigment aux acides.

Résistance du pigment à une attaque basique. Elle n'est pas à confondre avec la solidité de la teinte à l'hydroxyde de sodium. Il s'agit ici de vérifier la non réactivité chimique du pigment aux acides.

Solubilité dans l'eau. L'essai traditionnel consiste à mélanger 0,5 g de pigment avec 12 cm³ d'eau que l'on chauffe à 40°C. Après filtration on observe la coloration du filtrant. Le chiffre 1 correspond à une forte solubilité. Le chiffre 5 à une insolubilité.

Solidité à l'huile. Dans cet essai, on broie le pigment avec de l'huile de lin de façon à obtenir une pâte très fluide que l'on dépose sur du papier filtre pour observer l'auréole formée. Le chiffre 1 correspond à une faible solidité et le chiffre 5 à une bonne solidité.

Conductivité dans l'eau. Cet essai précise la quantité de sels solubles fournis par le pigment dans l'eau à l'aide d'un conductivimètre. Cette quantité est à mettre en relation avec la fabrication du pigment.

Le potentiel d'oxydoréduction et plus spécifiquement le rH2 qui détermine le véritable caractère oxydant ou réducteur du pigment. Il se mesure dans l'eau. Il ne faut pas confondre la valeur de ce potentiel d'oxydoréduction avec la pouvoir siccatif du pigment (voir ci-dessous). La neutralité en termes d'oxydoréduction correspond à une valeur du rH2 comprise entre 27 et 28. En dessous de 27, on présente un caractère réducteur, au-dessus de 28 on présente un caractère oxydant.

La siccativité dans l'huile. C'est la capacité d'un pigment à accélérer le séchage de l'huile utilisée comme liant. On distingue :

- les pigments très siccatifs (exemples : terre d'Ombre naturelle, terre d'Ombre brûlée) ;
- les pigments siccatifs (exemples : terre de Siègne naturelle, terre de Siègne brûlée, les bleus de cobalt) ;
- les pigments moyennement siccatifs (exemple : les oxydes de fer rouges, jaunes ou noirs) ;
- les pigments peu siccatifs (exemples : le bleu outremer, les terres vertes) ;
- les pigments pas siccatifs (exemple : noir d'ivoire) ;
- les pigments retardant la siccativité (exemples : laque de garance, noir de calcination, brun Van Dyck, vermillon).

La siccativité ou la non siccativité n'est ni une qualité, ni un défaut. Ainsi un pigment contenant une quantité non négligeable d'éléments siccatifs crée le même danger potentiel qu'un pigment neutre. La véritable menace réside dans un trop grand écart de siccativité lorsque sont mises en contact des couches contenant des pigments n'ayant pas les mêmes propriétés siccatives. C'est cet écart qui crée des accidents du type plissements, craquelures, etc. Les pigments sont plus ou moins siccatifs en fonction de leur capacité à oxyder le film d'huile et nous rencontrons comme éléments particulièrement siccatifs l'oxyde de plomb, l'oxyde de cobalt, l'oxyde de manganèse. Précisons que des pigments très siccatifs peuvent aussi engendrer des phénomènes mécaniques gênants lorsqu'ils sont employés seuls, surtout en pâte épaisse.

D'une façon générale, les pigments contenant des sels de métaux lourds type plomb, manganèse, cobalt, etc., ont une action siccative. Plus spécifiquement, ce sont des pigments qui contiennent des sels métalliques libérant assez facilement leur oxygène.

La prise en huile. C'est la quantité en gramme de liant nécessaire pour mouiller complètement 100 g de pigment. Il faut toutefois se souvenir que c'est un essai empirique et que le résultat dépend, du moins en partie, de la pertinence de l'expérimentateur. Sachant que dans le cas d'une peinture à l'huile, c'est très souvent par cette dernière que naissent les phénomènes d'altération, il est donc intéressant en règle générale d'avoir une prise en huile faible.

Cette prise en huile dépend de la surface spécifique du pigment.

Sur le plan pratique, en peinture à l'huile, il faut se souvenir qu'il est dangereux d'appliquer une couche de pigment dont l'indice serait bas ou moyen, sur une couche avec un indice supérieur car la couche picturale risquerait de partir en plaques

L'indice de réfraction. Rarement mentionné dans la littérature, il est un des paramètres conditionnant l'opacité ou la transparence du pigment lorsqu'il est comparé à l'indice de réfraction du liant (voir pouvoir couvrant).

Le pouvoir couvrant. Ou pouvoir opacifiant. Le pouvoir couvrant d'un pigment dans un liant donné est la propriété qui permet au filmogène pigmenté de masquer les surfaces recouvertes. Plus précisément, pour une concentration donnée dans un liant donné, il est mesuré par sa capacité à recouvrir la surface d'un support à deux zones contrastées: noir et blanc. On parlera de "pigments opaques", "semi opaque", "semi transparent", "transparent".

Le pouvoir couvrant dépend de la différence entre l'indice de réfraction du pigment et celui du milieu de suspension (le liant). Plus cette différence est grande, plus le pouvoir couvrant est élevé. Il ne faut pas oublier également l'influence de la finesse du broyage du pigment (granulométrie), de sa morphologie (sphère, plaque, aiguille), de sa concentration dans le liant, donc de la concentration volumique pigmentaire $C.V.P = 100 \times (\text{Volume réel des pulvérolents}) / (\text{Volume réel des pulvérolents} + \text{liant sec})$.

En général, les pigments minéraux sont plus couvrants que les pigments organiques.

Le pouvoir colorant. C'est l'aptitude d'un produit à transmettre sa propre couleur dans un mélange avec du blanc ou d'autres pigments colorants. D'une façon générale, les pigments organiques ont une force colorante plus grande que les pigments minéraux.

Le pouvoir colorant d'une couleur est déterminé par le type de pigment, la quantité de pigments et le raffinement du broyage. Plus on broie le pigment, plus son pouvoir colorant est élevé. Plus le pouvoir colorant d'une peinture est élevé, moins il faut de pigment pour influencer une autre couleur.

Certains pigments ont un pouvoir colorant trop fort et doivent être broyés avec des charges blanches.

La résistance à la lumière. C'est la propriété de conserver l'intensité de la coloration après des expositions prolongées à la lumière. La lumière peut agir sur certains constituants chimiques du pigment, provoquant des décolorations ou parfois des noircissements.

Il ne faut pas confondre non stabilité à la lumière avec possibilité de variation de tonalité en fonction de la nature de la lumière qui éclaire le tableau. L'idéal serait que la lumière d'exposition soit identique à celle qui a baigné le tableau lors de sa création.

Permanence du pigment. Un pigment permanent est un pigment stable chimiquement dans le temps, c'est à dire qu'il n'a pas de potentiel de dégradation en lui-même.

Solidité à l'huile. On broie le pigment avec de l'huile de lin de façon à obtenir une pâte très fluide que l'on dépose sur du papier filtre et on observa la coloration de l'aurole. 1 correspond à une faible solidité, le chiffre 5 correspond à une excellente solidité.

La toxicité. Les pigments ne sont pas tous des produits anodins. Rare sont les marques où sur le récipient contenant le pigment figure un pictogramme. En France, en effet, la réglementation en matière d'obligation, pour les fabricants, de faire apparaître un pictogramme d'avertissement, est fluctuante.

Les pigments toxiques avec le pictogramme ci-contre sont à rejeter ou si nécessaire à manipuler avec toutes précautions d'usage (masque, lunette, gants, etc.).



Les pigments nocifs avec le pictogramme ci-contre doivent être manipulés et stockés avec quelques précautions élémentaires. Il faut surtout empêcher la poudre de se répandre dans l'air lors des quelques secondes qui suivent l'ouverture de la boîte les contenant, se laver les mains souvent, éviter tout contact cutané durable avec ces produits, les stocker hors de portée des enfants et des animaux. Toutefois ces produits, contrairement aux pigments toxiques, n'ont une action pathogène que dans le cadre d'un usage répété dans de mauvaises conditions ou bien dans le cas d'une inhalation massive ou d'une ingestion.



Pigments testés

Les pigments testés sont :

- Le Jaune de cadmium foncé. PO20 (5,5)
- L'orange de cadmium clair. PO20 (5,5)
- L'orange de cadmium foncé. PO20 (5,5)
- Le rouge de cadmium clair. PO20 (5,5)
- Le rouge de cadmium moyen. PR108 (5,5)
- Le rouge de cadmium foncé. PR108 (5,5)
- Le rouge de cadmium pourpre. PR108 (5,5)
- L'ocre brune. PBr7 (5,3)
- La Terre d'ombre naturelle. PBr7 (5,4)
- La Terre d'ombre brûlée. PBr7 (4,3)
- La Terre de Sienne naturelle. PBr7 (5,5)
- La Terre de Sienne brûlée. PBr7 (5,2)
- L'oxyde jaune. PY 42 (4,4)
- Le noir oxyde de fer. PBk11 (4, 4)

Nous avons mesuré :

-La couleur est obtenue avec un colorimètre indiquant les valeurs en R, G, B, d'abord avec R,G, B compris entre 0 et 1, puis transformées en RGB compris entre 0 et 255, puis transformées en valeurs H (hue), S (saturation), L (luminosité), enfin transformées en code hexadécimal. L'acquéreur de nos pigments a ainsi la possibilité de comparer parfaitement notre couleur a des références colorimétriques codées.

-Le pH a été mesuré dans l'eau osmosée à raison de 5g de pigment pour 95 g d'eau.

-La conductivité a été mesurée dans l'eau osmosée à raison de 5g de pigment pour 95 g d'eau.

-Le potentiel redox a été mesuré dans l'eau osmosée à raison de 5g de pigment pour 95 g d'eau, à l'aide d'un appareil à électrode d'argent.

La valeur indiquée correspond à la valeur qui aurait été obtenue avec un appareil à électrode d'hydrogène. La valeur rH2 est un indicateur du caractère oxydant ou réducteur du pigment dans l'eau.

Référence de l'eau osmosée utilisée dans nos analyses :

	pH	µS/cm	Potentiel redox en Volt	rH2
Eau osmosée de référence	6,1	≈0	0,254	20,4

-La résistance aux bases et aux acides se réfère à l'expérimentation et à la valeur obtenue pour le pH du pigment.







-Les autres données ont été obtenues à partir de tests normalisés.

Etude des cadmioms.

Tous les cadmioms sont opaques et dotés d'un bon pouvoir colorant. Ils présentent des caractéristiques de solidité, de vivacité qui les font rester sans équivalent. Malgré leur prix, ils sont indispensables dans la palette de l'artiste.

Les cadmioms se mélangent entre eux d'une manière parfaite sans que leurs tons se rabattent.

Le cadmium est très affiné avec le soufre et ne le cède pas facilement. Toutefois, par précaution, on évite de mélanger les pigments de cadmium avec des pigments sensibles au soufre. On travaille de préférence en superposition.

Couleur approximative	Couleur	Code interne	Code RVB
	Jaune de cadmium extra-foncé	PY 37	#fea601
	Orange de cadmium clair	PO 20	#ff8306
	Orange de cadmium foncé	PO 20	#fe5301
	Rouge de cadmium médium	PR108	#e80d17
	Rouge de cadmium foncé	PR 108	#cf0e15
	Rouge de cadmium pourpre	PR 108	#a92e4d

Exemple de tableau de concordance des codes et des couleurs du cadmium

Fabrication des pigments de cadmium.

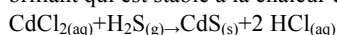
La fabrication des pigments de cadmium est complexe et fait l'objet de plusieurs brevets. On peut cependant préciser qu'il existe deux grandes méthodes, l'une dite à sec, l'autre dite humide.

Dans la méthode à sec, on part du cadmium, de l'oxyde de cadmium ou du carbonate de calcium que l'on chauffe à haute température (jusqu'à 700-800°C) avec du soufre en absence d'air. Dans cette technique, c'est notamment le carbonate de cadmium $CdCO_3$ sert à la fabrication des pigments jaune et rouges de cadmium.

Dans la méthode humide, on fait réagir une solution soit de nitrate, ou de chlorure, ou de sulfate ou de iodure de cadmium, le soufre venant de l'hydrogène sulfuré H_2S , du sulfure de baryum BaS , du sulfure de sodium Na_2S ou d'un thiosulfate. La réaction schématisée s'écrit $Cd^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) = CdS(s)$

Ainsi pour exemple, l'orange de cadmium est obtenu à partir du nitrate de cadmium $Cd(NO_3)_2$ et du sulfure de sodium Na_2S .

Le chlorure de cadmium est utilisé dans la préparation du sulfure de cadmium utilisé comme "jaune de cadmium" un pigment jaune brillant qui est stable à la chaleur et aux vapeurs de soufre.



Concernant la préparation de pigments rouges de type sulfosélénium de cadmium, nous indiquons ci-dessous une méthode brevetée : elle consiste à faire réagir une solution aqueuse de sulfure de baryum contenant du sélénium dissous avec une solution de nitrate de cadmium avec ajustement du pH entre 7 et 8,8, puis filtrage de la solution et calcination entre 500 et 700°C du précipité non lavé.*

Jaune de cadmium foncé PO20. Il existe deux jaunes de cadmium référencés au Color Index comme suit :

-PY37, qui est un sulfure de cadmium (CdS) ; il correspond à la forme β du sulfure de cadmium. Né vers 1829, il intègre le catalogue du marchand de couleur anglais Winsor et Newton vers 1850. Claude Monet en fait un grand usage intensif à partir de 1873, suivi par Édouard Manet et Berthe Morisot.

-PY35, qui est un sulfure de cadmium et zinc, où des atomes de zinc se substituent partiellement aux atomes de cadmium pour donner un sulfure de formule $Cd_{1-x}Zn_x$ avec $x < 0,33$.

On trouve aussi des jaunes de cadmium lithopone qui sont des co-précipités d'un mélange de sulfure de cadmium ou de sulfure double de cadmium et de zinc avec du sulfate de baryum et qui peut contenir jusqu'à 61,8% en poids de ce dernier.

Le jaune de cadmium foncé de Marin est référencé PO20, c'est-à-dire d'après le Color Index comme un orange de cadmium. Il n'appartient donc pas à la stricte catégorie des pigments référencés comme «jaune de cadmium». Ce n'est pas non plus une falsification puisque la présence de sulfure de cadmium a été attestée sans ambiguïté. De plus, nous n'avons pas détecté la présence de zinc ni du reste celle de sulfate de baryum.

Composants principaux	Sulfosélénium de cadmium Le zinc n'a pas été détecté. Le sulfure de cadmium est le composant fondamental. Nous avons évalué le % de sélénium de cadmium à <5% Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures
Masse volumique en g/cm³	≈4,8
Couleur RGB a, b, c	0,902, 0,447, 0,079/0,908, 0,450, 0,079/0,887, 0,444, 0,077 Moyenne : 0,899, 0,447, 0,079
Couleur RGB	230, 114, 20/232, 115, 20/226, 113, 20 Moyenne : 229, 114, 20
Couleur HSL	27, 84%, 49%/27, 84,1%, 49,4%/27, 83,7%, 48,2% Moyenne : 27, 83,9%, 48,9%
Couleur hexadécimale	Moyenne : E57214
pH	5.2-5.4
Conductivité en µS/cm	80 soit 40 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0.386
rH₂	25
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Très légèrement réducteur
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	23
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4

Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniaque (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacqué)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés à froid ou dilués à chaud avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Insensible aux acides carboxyliques dilués
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique sauf en dispersion en milieu ammoniacqué, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon. Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	C'est un pigment bien préparé (faible conductivité)

Oranges de cadmium PO20.

Les oranges de cadmium sont très lumineux. Ils ne peuvent être égalés par mélanges. Même les oranges issus d'un jaune de cadmium citron et d'un rouge de cadmium clair n'offrent pas une aussi vive luminosité.

Pour éclaircir un orange de cadmium il est possible de lui ajouter du jaune de cadmium citron ou clair, et pour le foncer, il est possible de lui ajouter du rouge de cadmium clair.

Ils sont référencés soit :

- comme PO 20 n°77202 pour ceux contenant du séléniosulfure de cadmium,
- comme PO 20 :1 n°77202 :1 pour les séléniosulfures de cadmium avec du lithopone,
- comme PO 20 n°77199 pour les pigments ne contenant pas de séléniure de cadmium.

Aussi la simple référence PO 20 n°est pas suffisante pour connaître la composition du pigment.

Orange de cadmium clair PO20.

Composants principaux	Mélange de CdS (sulfure de cadmium) avec du CdSe (séléniure de cadmium) Rapport CdS/CdSe≅5,7-6 Absence de sulfates Absence de nitrates. Absence de chlorures. Présence d'un peu de carbonates (voir remarque)
Masse volumique en g/cm³	≅4,9-5,0
CouleurRGB a, b, c	0,660, 0,140, 0,060/0,652, 0,140, 0,059/0,655, 0,139, 0,59
Couleur RGB	168, 36, 15/166, 36, 15/167, 35, 15 Moyenne : 167, 36, 15
Couleur HSL	8, 83,6%, 35, 9%/8, 83,4%, 35,5%/8, 83,5%, 35,7% Moyenne : 8, 83,5%, 35,7%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #A7240F
pH	5,4-5,6
Conductivité en µS/cm	280 Soit 140 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,358
rH2	24
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Légèrement réducteur
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	23
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniaque (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacqué)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène sélénié. Insensible aux acides carboxyliques dilués

	Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique en dispersion sans ammoniacale, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon. Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	La présence de carbonates est peut-être à attribuer à une préparation par méthode à sec avec du carbonaté de cadmium.

Orange de cadmium foncé PO20

Composants principaux	Mélange de CdS (sulfure de cadmium) avec du CdSe (séléniure de cadmium) Rapport CdS/CdSe=3,5-4 Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures
Masse volumique en g/cm³	±5,0
Couleur RGB a, b, c	0,739, 0,200, 0,069/0,738, 0,197, 0,066/0,742, 0,203, 0,073
Couleur RGB	188, 51, 18/188, 50, 17/189, 52, 19 Moyenne : 188, 51, 18
Couleur HSL	12, 82,5%, 40,4%/12, 83,4%, 40,2%/12, 81,7%, 40,8% Moyenne : 12, 82,5%, 40,4%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #BC3312
pH	6,2-6,5
Conductivité en µS/cm	120 Soit 60 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,389
rH₂	26
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Presque neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	23
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniacale (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacal)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène sélénié. Insensible aux acides carboxyliques dilués Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique en dispersion sans ammoniacale, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon. Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	Pigment bien préparé (faible conductivité)

Rouges de cadmium PR108.

Les rouges de cadmium sont des mélanges de sulfure de cadmium et de séléniure de cadmium (CdS, CdSe).

Ils vont du rouge-clair au rouge-pourpre profond selon la proportion de séléniure. Plus cette dernière est importante, plus on croît vers les bruns. Le séléniure de cadmium (CdSe) pur est presque noir.

On divise généralement les rouges de cadmium en trois tons distincts : clair, moyen et foncé.

-Rouge de cadmium clair : proche du vermillon.

-Rouge de cadmium moyen : rouge moyen et intense.

-Rouge de cadmium foncé : rouge pur, à employer pur.

A ces trois tonalités, on ajoute le rouge de cadmium pourpre.

Le rouge de cadmium, breveté, en Allemagne, en 1892, a été commercialisé vers 1910 et a rapidement remplacé le vermillon. Il est devenu l'«écarlate canonique de l'âge moderne».

Henri Matisse s'en est beaucoup servi (*L'atelier rouge*), mais c'est en vain qu'il essaya de convaincre Renoir de l'utiliser à la place du vermillon.

D'un très grand pouvoir couvrant et d'un bon pouvoir colorant, ces rouges séduisent par leur vivacité de ton. Ils se mélangent à toutes les couleurs et leur résistance à la lumière est parfaite. En mélangeant les cadmius entre eux, une gamme continue de rouges peut être obtenue.

Le rouge de cadmium clair s'éclaircit avec de l'orange ou du jaune de cadmium clair ; pour le foncer, il faut lui ajouter du rouge de cadmium foncé.

Des oranges se réalisent en mélangeant du rouge de cadmium clair avec du jaune de cadmium citron, mais comme nous l'avons déjà précisé précédemment, ils ne posséderont pas la luminosité d'un orange de cadmium pur.

En couleurs à l'huile, ce sont des couleurs de siccativité neutre même si certains les qualifient de semi-siccatives. Dégradés au blanc, ces rouges ne virent pas au rose, mais ils donnent une intéressante gamme de rouges pâles.

Ils sont en revanche onéreux, notamment à cause de la présence de sélénium. C'est pourquoi les fabricants de couleurs beaux-arts proposent des imitations plus économiques, à base de pigments organiques (rouges naphthol PR170/PR112 ou DPP PR254/PR255). Mais si la teinte est similaire, il est difficile d'imiter sa luminosité exceptionnelle.

Rouge de cadmium clair PR108.

Composants principaux	Mélange de CdS (sulfure de cadmium) avec du CdSe (séléniure de cadmium) Rapport CdS/CdSe≠2,3-2,5 Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures Présence de carbonates
Masse volumique en g/cm³	≠5,1
CouleurRGB a, b, c	0,690, 0,180, 0,103/0,672, 0,161, 0,082/0,685, 0,174, 0,093
Couleur RGB	176, 46, 26/171, 41, 21/175, 44, 24 Moyenne : 174, 44, 24
Couleur HSL	8, 74,3%, 39,6%/8, 78,1%, 37,6%/8, 75,9%, 39,0% Moyenne : 8, 75,8%, 38,8%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #AE2C18
pH	6,8-7,0
Conductivité en µS/cm	286 Soit 143mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,285
rH₂	26
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Presque neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	23
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniaque (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacal)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène sélénié. Insensible aux acides carboxyliques dilués Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique en dispersion sans ammoniaque, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon.

	Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	-La quantité de sels solubles n'est pas négligeable -La présence de carbonates est peut-être attribuable à une préparation par méthode à sec avec du carbonaté de cadmium

Rouge de cadmium moyen PR108.

Composants principaux	Mélange de CdS (sulfure de cadmium) avec du CdSe (séléniure de cadmium) Rapport CdS/CdSe≠0,85-0,90 Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures Présence de carbonates
Masse volumique en g/cm ³	5,3-5,4
CouleurRGB a, b, c	0,518, 0,098, 0,064/0,519, 0,100, 0,065/0,520, 0,098, 0,063
Couleur RGB	132, 25, 16/132, 26, 17/133, 25, 16 Moyenne : 132, 25, 16
Couleur HSL	5, 78,4%, 29,0%/5, 77,2%, 29,2%/5, 78,5%, 29,2% Moyenne : 5, 78,4%, 29%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #841910
pH	6,8-7,0
Conductivité en µS/cm	230 Soit 115 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H ₂) en volt	0,320
rH2	27
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	23
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniaque (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacal)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène sélénié. Insensible aux acides carboxyliques dilués Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique en dispersion sans ammoniaque, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon. Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	La présence de carbonates est peut-être attribuable à une préparation par méthode à sec avec du carbonaté de cadmium

Rouge de cadmium foncé PR108.

Composants principaux	Mélange de CdS (sulfure de cadmium) avec du CdSe (séléniure de cadmium) Rapport CdS/CdSe≠0,6-0,65 Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures
Masse volumique en g/cm ³	≠5,4
CouleurRGB a, b, c	0,384, 0,079, 0,061/0,382, 0,080, 0,061/0,385, 0,080, 0,061
Couleur RGB	98, 20, 16/97, 20, 16/98, 20, 16 Moyenne : 98, 20, 16
Couleur HSL	3, 71, 9%, 22,4%/3, 71, 7%, 22,2%/3, 71, 9%, 22,4% Moyenne : 3, 71, 9%, 22,4%

Couleur hexadécimale	Moyenne : #621410
pH	6,3-6,6
Conductivité en µS/cm	228 Soit 114 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,312
rH2	24
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Très légèrement réducteur
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	25
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniaque (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacal)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène sélénié. Insensible aux acides carboxyliques dilués Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique en dispersion sans ammoniaque, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon. Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	La présence de carbonates est peut-être attribuable à une préparation par méthode à sec avec du carbonate de cadmium

Rouge de cadmium pourpre.

Composants principaux	Mélange de CdS (sulfure de cadmium) avec du CdSe (séléniure de cadmium) Rapport CdS/CdSe≠0,48-0,5 Absence de sulfates Présence de nitrates Absence de chlorures Présence de carbonates
Masse volumique en g/cm³	≠5,5
CouleurRGB a, b, c	0,265, 0,091, 0,083/0,258, 0,085, 0,077/0,323, 0,128, 0,119
Couleur RGB	68, 23, 21/66, 22, 20 Moyenne : 67, 23, 21
Couleur HSL	3, 52,8%, 17,5%/3, 53,5%, 16,9% Moyenne : 3, 52,3%, 17,3%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #431715
pH	6,8-7,0
Conductivité en µS/cm	232 Soit 116 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,293
rH2	26
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Pratiquement neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens
Siccativité dans l'huile	Sèche assez lentement
Prise en huile en %	23
Indice de réfraction	2,4-2,5
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis, à la chaux
-----------------------------	------------------------------------

	Sensibilité aux silicates alcalins Légère solubilité dans l'ammoniaque (attention aux dispersions aqueuses acryliques et vinyliques en milieu ammoniacal)
Résistance aux acides	Décomposé par les acides inorganiques concentrés avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène sélénié. Insensible aux acides carboxyliques dilués Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Les composés de cadmium soluble sont toxiques. Le cadmium est absorbé partiellement par voie respiratoire et digestive, mais pas par voie transcutanée, et ne s'élimine que très lentement. Leur fabrication et leur usage sont soumis à des restrictions. Cependant les pigments de cadmium demeurent autorisés car les méthodes modernes employées pour leur préparation les rendent pratiquement insolubles. Ils ne présentent par conséquent aucun danger dans le cadre d'une utilisation normale dans les peintures pour artistes. Évitez cependant l'inhalation, le contact des yeux ou de la peau.
Utilisations	Acrylique, vinylique sauf en dispersion ammoniacale, œuf, colle animale, caséine, huile, cire. Chaux en badigeon. Fresque, stucs et enduits teintés.
Remarques	La présence de carbonates est peut-être attribuable à une préparation par méthode à sec avec du carbonat de cadmium

Etude des pigments à base d'oxydes de fer.

Les terres sont constituées d'argile colorée par des oxydes métalliques. Les oxydes métalliques sont des oxydes de fer type hématite (couleur rougeâtre) ou goethite (couleur jaunâtre) ou encore (couleur brunâtre). En chauffant une terre jaune (terre de sienne naturelle, terre d'ombre naturelle), la goethite se transforme en hématite et la terre devient rougeâtre comme dans le cas de la terre d'ombre brûlée et la terre de sienne brûlée.

L'argile véhiculant ces oxydes métalliques est principalement de la kaolinite de formule $\text{Si}_4\text{O}_{10}[\text{Al}(\text{OH})_2]_4$ mais elle peut aussi contenir un % relativement faible d'illite (autour de 10%) de formule $\text{KAl}_4(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_2(\text{OH})_4$, $[\text{K}_{0,65}\text{Al}_{2,0}(\text{Al}_{0,65}\text{Si}_{3,35}\text{O}_{10})(\text{OH})_2]$.

L'illite se caractérise par la présence de potassium et c'est la raison pour laquelle nous avons recherché parmi les composants principaux cet élément.

Outre les oxydes de fer, la kaolinite elle-même renferme comme impuretés des feldspaths, du quartz, des oxydes de manganèse et des matières organiques.

La prise en huile des terres, toutes choses égales par ailleurs, dépend de la proportion kaolinite/illite dans l'argile constitutive et plus spécifiquement de leur surface spécifique en m^2/g ; la kaolinite présente une surface spécifique de $10\text{-}30 \text{ m}^2/\text{g}$ et l'illite une surface spécifique de $130\text{-}175 \text{ m}^2/\text{g}$, aussi plus la proportion d'illite est grande dans l'argile, plus la prise en huile sera importante.

Précisons également ce que l'on entend par ocre. L'ocre est une roche ferrique composée d'argile pure (kaolinite) colorée par un oxyde ou un hydroxyde de fer (l'hématite pour l'ocre rouge, la limonite pour la brune et goethite pour la jaune). Cette argile colorée est amalgamée aux grains de sable (quartz) et les ocres se trouvent dans le sol sous forme de sables ocreux composés à plus de 80 % de quartz, qu'il faudra éliminer pour obtenir le pigment ocre.

Depuis le début du XX^e siècle, les terres et les ocres naturelles tendent à disparaître au profit des oxydes de fer synthétiques. On trouve ces derniers sous le nom de couleurs de Mars : jaune (PY42), rouge (PR101), noir (PBk11).

Les oxydes de fer synthétiques sont fabriqués à partir de feuillets métalliques plongés dans des bacs acides avec électrolyse provoquant une oxydation des métaux. Suivant le temps passés et le métal plongé dans les bacs les couleurs diffèrent.

Les bruns sont en général encore des terres, constituées de pourcentages variables d'oxyde de fer et d'oxyde de manganèse.

Oxyde jaune PY42.



Pigment oxyde jaune

C'est un pigment d'oxydes de fer synthétiques.

Composants principaux	FeO(OH)nH ₂ O Ou Fe ₂ O ₃ , nH ₂ O Oxyde de fer III monohydraté obtenu synthétiquement. Absence de carbonates Absence de nitrates Absence de sulfates Absence de chlorures
Masse volumique en g/cm³	≠4,2
Couleur RGB a, b, c	0,588, 0,375, 0,130/0,595, 0,381, 0,132/0,587, 0,374, 0,129
Couleur RGB	150, 96, 33 / 152, 97, 34 / 150, 95, 33 Moyenne : 151, 96, 33
Couleur HSL	32, 63,9, 35,9/32, 63,4, 36,5/32, 63,9, 35,9 Moyenne : 32, 64, 1%, 36,1%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #976021
pH	5,5-6,2
Conductivité en µS/cm	240 Soit 120 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,485
rH₂	24
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Légèrement réducteur
Siccativité dans l'huile	Moyennement siccatif
Prise en huile en %	50-55
Indice de réfraction	2,2
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Semi opaque/Opaque
Pouvoir colorant	Très bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5
Résistance aux bases	Insensible aux alcalis et à la chaux
Résistance aux acides	Dissous par les acides minéraux. Insensible à l'acide acétique Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	3

Utilisations	Toutes techniques
Remarques	-La quantité de sels solubles n'est pas négligeable -Donne un film dur et souple avec de l'huile de lin

Ocre brune PBr7.



Pigment d'ocre brune

Pigment naturel, provenant d'un minerai qui se compose de 80 à 90 % de sable siliceux très fin et de 10 à 20 % d'ocre pure. L'élimination du sable était réalisée par lévigation. Le produit résultant est composé d'oxydes de fer (goethite, turgite), d'un silicate argileux (kaolinite) et de quartz.

La goethite est une espèce minérale, variété d'oxyhydroxyde de fer(III), polymorphe α du composé $FeO(OH)$ avec des traces de Mn et H_2O .

La turgite est constituée d'un mélange de goethite et d'hématite, et provient de l'altération de la goethite.

Composants principaux	-Oxyde de fer Fe_2O_3 -Kaolinite pure $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ -Quartz SiO_2 Absence de carbonates Absence de nitrates Absence de chlorures Absence de sulfates
Masse volumique en g/cm^3	3,0-3,1
Couleur RGB a, b, c	521 296 132/497 278 121/460 260 116
Couleur RGB	133, 75, 34/127, 71, 31/117, 66, 30 Moyenne : 126, 71, 32
Couleur HSL	25, 59,3, 32,7/25, 60,8, 31,0/25, 59,2, 28,8 Moyenne : 24, 60%, 31,4%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #7E4720

pH	6,2-6,7
Conductivité en $\mu S/cm$	360 Soit 180 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H_2) en volt	0,321
rH2	27
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens

Siccativité dans l'huile	Moyennement siccatif
Prise en huile en %	55
Indice de réfraction	$\neq 1,9$
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Semi transparent
Pouvoir colorant	Bon

Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Insensible aux alcalis et à la chaux
Résistance aux acides	Dissous par les acides minéraux. Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	3

Utilisations	Toutes techniques Acrylique/ Chaux/ Fresque, Huile, Tempéra, Peinture à l'eau, Peinture au ciment/ Tadelakt
Remarques	La quantité de sels solubles n'est pas négligeable

Terre d'Ombre naturelle PBr7.



Pigment terre d'ombre naturelle

Appelée terre colorante manganèse, c'est un pigment minéral connu sous le nom de «terre d'ombre» soit par référence à la réalisation des ombres, soit parce que produite à Ombrie en Italie. On peut l'utiliser au naturel ou calciné (voir terre d'ombre brûlée). Elle a été employée

depuis la préhistoire. Elle a aussi été utilisée pour peindre à la cire et réaliser des fresques. On la retrouve chez les peintres de chevalet à partir du XV^e siècle.

On la prépare par lavage et tamisage du produit naturel.

Le produit résultant est généralement composé d'oxydes de fer hydratés (goethite, limonite, xanthosidérite), d'un silicate argileux (kaolinite), d'oxydes de manganèse, et en plus faible quantité de carbonate de calcium et de matières organiques

La goethite est une espèce minérale, variété d'oxyhydroxyde de fer(III), polymorphe α du composé $\text{FeO}(\text{OH})$ avec des traces de Mn et H_2O .

La limonite est non pas un minéral mais un ensemble d'oxydes et d'hydroxydes de fer divers et d'argiles. Les principaux composants sont la goethite et, en moindre teneur, la lépidocrocite.

La lépidocrocite est une espèce minérale qui correspond au polymorphe γ de $\text{FeO}(\text{OH})$, avec des traces de manganèse.

La xanthosidérite est un sulfate de fer de couleur jaune ou rouge

La présence de manganèse communique une tonalité brune sensiblement plus chaude que celle des ocres brunes.

La terre d'ombre naturelle convient aux peintres qui recherchent à ternir et rabattre leurs mélanges. Le noir salit trop les couleurs et les foncent en produisant des mélanges peu heureux, jusqu'à transformer les jaunes en vert par exemple. Les bruns aussi sont trop puissants et dénaturent aussi les couleurs. Une petite pointe d'ombre naturelle ne transforme pas la tonalité de base. Les mélanges donneront des valeurs chaudes.

Il existe aussi pour la terre d'Ombre naturelle les nomenclatures PBr6 et PBr8

Le pigment PBr8 est constitué d'un mélange de terre de sienne naturelle des Ardennes et d'oxyde de fer noir d'Allemagne.

Composants principaux	-Oxydes de fer hydraté du type goethite, limonite en quantité supérieure à 30% -Dioxyde de manganèse MnO_2 (>10%) -Argile (kaolinite avec un peu d'illite attestée par une présence faible de potassium K^+) -Absence de carbonates -Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures
Masse volumique en g/cm^3	≈3,4-3,5
Couleur RGB a, b, c	0,082, 0,065, 0,048/0,089, 0,069, 0,050/0,087, 0,068, 0,050
Couleur RGB	21, 17, 12/23, 18, 13/22, 17, 13 Moyenne : 22, 17,13
Couleur HSL	33, 27,3, 6,5/30, 27,8, 7,1/27, 25,7, 6,9 Moyenne : 27, 25,7%, 6,9%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #16110D

pH	6,7-6,9
Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	240
Potentiel Redox (électrode à H_2) en volt	0,345
rH2	29
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Pratiquement neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens

Siccativité dans l'huile	Très siccatif par la présence abondante d'oxyde de manganèse
Prise en huile en %	60-65
Indice de réfraction	1,9-2,0
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Semi transparent/Semi-opaque
Pouvoir colorant	Bon

Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	3
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Résiste aux alcalis
Résistance aux acides	Légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique dilué (attaque des oxydes de fer). Peu soluble dans l'acide nitrique dilué Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique	2
2. Nocif	
3. Non nocif	

Utilisations	Peinture artistique et décorative telle que aquarelle, gouache, peinture à l'huile, badigeon à la chaux, peinture à la farine, tadelakt, fresques
Remarques	-Donne un film dur et cassant avec de l'huile de lin -Le manganèse réagit par oxydation et noircit dans les liants acides comme l'huile lors de son séchage où il envahit par migration l'ensemble de la couche picturale. Il peut alors conduire à un brunissement. -La prise en huile est donnée dans la littérature avec une valeur comprise entre 80 et 100.

Terre d'Ombre brûlée PBr7.



Pigment terre d'ombre brûlée

En calcinant la terre d'ombre naturelle, on obtient la terre d'ombre brûlée.

Les peintres des XVII^e et XVIII^e siècles ont utilisé les terres d'ombres brûlées. C'est une couleur plus chaude, plus transparente et plus stable que la terre d'ombre naturelle car la calcination détruit les impuretés organiques.

On la prépare aussi synthétiquement, en précipitant, par de la potasse une solution contenant un mélange de sulfates de fer et de manganèse, le précipité est lavé, séché puis calciné.

Ce pigment peut remplacer avantageusement un pigment noir pour foncer les couleurs et leur donner de la profondeur.

Composants principaux	-Oxydes de fer non hydraté du type Fe ₂ O ₃ et supérieur à 35% -Dioxyde de manganèse MnO ₂ (>10%) -Argile (kaolinite avec un peu d'illite attestée par une présence faible de potassium K ⁺) Pas de carbonates Pas de nitrates Pas de chlorures Pas de sulfates
Masse volumique en g/cm³	3,8-3,9
CouleurRGB a, b, c	0,082, 0,052, 0,039/0,071, 0,046, 0,034/0,104, 0,066, 0,048
Couleur RGB	21, 13, 10/18, 12, 9/27, 17, 12 Moyenne : 22, 14, 10
Couleur HSL	16, 35,5 6,1/20, 33,3, 5,3/20, 38,5, 7,6 Moyenne : 20, 37,5%, 6,3%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #160E0A

pH	6,6-6,8
Conductivité en µS/cm	520 Soit 260 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,349
rH₂	28
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens

Siccativité dans l'huile	Très siccatif par la présence d'oxyde de manganèse
Prise en huile en %	65-70
Indice de réfraction	2,2-2,3
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Semi-opaque/Opaque
Pouvoir colorant	Très bon

Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Résiste aux alcalis
Résistance aux acides	Légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique dilué (attaque des oxydes de fer). Peu soluble dans l'acide nitrique dilué Ne pas confondre résistance aux acides avec solidité de la teinte aux acides
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	2 Toxicité des oxydes de manganèse

Utilisations	Peinture artistique et décorative telle que aquarelle, gouache, peinture à l'huile, badigeon à la chaux, peinture à la farine, tadelakt, fresques
Remarques	-La quantité de sels solubles est loin d'être négligeable -Couleur un peu envahissante -Donne un film dur et cassant avec de l'huile de lin -La littérature donne comme longueur d'onde dominante en nm : 589,5, comme réflectance en % 5,1 et comme pureté en % 34,2 -La prise en huile est donnée dans la littérature avec une valeur autour de 90

Terre de Sienna naturelle PBr7.



Pigment terre de Sienna naturelle

La terre de Siègne se distingue des ocres car elle contient entre 25 et 65% d'oxydes de fer et une faible teneur d'oxyde de manganèse (jusqu'à 1,5%). On distingue la terre de Siègne naturelle (de couleur jaune-brune) de la terre de Siègne brûlée (issue de la calcination de la terre de Siègne naturelle, de couleur plus rouge). Ces pigments sont très stables à la lumière et assez stables à la chaleur (la terre de Siègne naturelle étant plus fragile à la chaleur). Elle se différencie de l'ocre en ce que dans cette dernière, l'argile domine.

Elle vient à l'origine de Siègne en Italie, mais on en trouve partout dans le monde.

Ce pigment est composé principalement d'oxyde de fer(III) Fe₂O₃ (de 40 à 50 %) et d'oxyde de manganèse (1-1,5 %) ainsi que d'argile. Le pigment naturel, difficile à se procurer, est aujourd'hui remplacé par des oxydes de fer synthétiques (PY42 et PR101), moins subtils.

La terre de Siègne pour la peinture à l'huile et à tempera fait partie des pigments de base. Elle est prisée par les peintres pour sa transparence et sa solidité. Elle fut employée par exemple par Rembrandt, Corot, David, Géricault, Ingres, Rousseau. Très absorbant, le pigment demande cependant une importante quantité d'huile de broyage au détriment de son pouvoir couvrant et de sa siccativité, en particulier pour la Siègne naturelle, ce qui amène à ajouter le plus souvent un agent siccatif à l'huile. L'artiste peut aussi la mélanger avec un médium.

Composants principaux	-Oxydes de fer hydratés du type goethite, limonite et supérieur à 40% -Dioxyde de manganèse MnO ₂ de l'ordre de 1% -Argile (kaolinite avec un % d'illite significatif attesté par une présence importante de potassium K ⁺) Absence de nitrates Absence de chlorures -Présence abondante de sulfates -Présence de carbonate de calcium (voir remarques)
Masse volumique en g/cm³	3,7-3,8
Couleur RGB a, b, c	0,588, 0,404, 0,232/0,563, 0,376, 0,210/0,544, 0,363, 0,209
Couleur RGB	150, 103, 59/144, 96, 54/139, 93, 53 Moyenne : 144, 97, 55
Couleur HSL	29, 43,5, 41/28, 45,5, 38,8/28, 44,8, 37,6 Moyenne : 28, 44,7%, 39,0 %
Couleur hexadécimale	Moyenne : #906137
pH	6,6-7,0
Conductivité en µS/cm	1720 Soit 860 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H₂) en volt	0,318
rH2	26
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Pratiquement neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens
Siccativité dans l'huile	Siccatif dans une juste proportion d'huile.
Prise en huile en %	60-65%
Indice de réfraction	2,0-2,1
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Semi-opaque
Pouvoir colorant	Assez bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	3-4
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5
Résistance aux bases	Résiste aux alcalis
Résistance aux acides	Soluble dans l'acide chlorhydrique dilué (voir remarques).
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	3 (le % d'oxyde de manganèse est faible)

Utilisations	Leur utilisation en peinture à l'huile et à tempera est ancienne. Leur usage à fresque, à l'intérieur ou à l'extérieur est éprouvé de longue date. En usage décoratif, la Siègne naturelle peut être employée comme patine pour altérer une couleur, la vieillir.
Remarques	-La quantité de sels solubles est importante. -L'inconvénient majeur de la terre de Siègne naturelle est son importante prise en huile bien que celle mesurée est en dessous de celles qui sont publiées dans la littérature, et ce peut-être à cause de la présence de carbonate de calcium. Aussi la réputation de transparence des terres de Siègne a peut-être été exagérée pour cette raison : un surplus d'huile rend la couleur plus transparente alors qu'après quelques tests comparatifs, le peintre peut se rendre compte du pouvoir couvrant quand même assez puissant de ces pigments (dépassé cependant par les ocres). De même, la saturation d'huile au liage pourrait être à la source de la réputation de médiocre siccativité du pigment. -La littérature donne pour le pigment non chargé comme longueur d'onde dominante en nm 584,2, comme réflectance en % 20,0 et comme pureté en % 61,3 -Une attaque à l'acide chlorhydrique d'un échantillon de 4,44 g, a laissé un résidu solide de 3,01, d'où une teneur en équivalent calcaire de (4,44-3,01)/4,44 soit 32%. Il s'agit alors très probablement d'une charge. -Les sulfates peuvent avoir pour origine la matière organique que contient l'argile. -La prise en huile est donnée dans la littérature avec une valeur supérieure à 100 atteignant parfois 175 mais il s'agit de terre de Siègne naturelle non chargée

Terre de Sienna brûlée PBr7.



Pigment terre de Sienna brûlée

Composants principaux	-Oxydes de fer non hydraté du type Fe_2O_3 et supérieur à 45% -Dioxyde de manganèse MnO_2 de l'ordre de 1% -Argile (kaolinite avec un % d'illite significatif attesté par une présence importante de potassium K^+) Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures Présence de carbonates (voir remarques)
Masse volumique en g/cm^3	4,3-4,4
Couleur RGB a, b, c	209 119 92/225 125 98/272 166 135
Couleur RGB	53, 30, 23/57, 32, 25/69, 42, 34 Moyenne : 60, 35, 27
Couleur HSL	14, 39,5, 14,9/13, 39,0, 16,1/14, 34,0, 20,2 Moyenne : 15, 37,9%, 17,1%
Couleur hexadécimale	Moyenne : #3C231B
pH	6,7-7,0
Conductivité en $\mu S/cm$	270 Soit 135 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H_2) en volt	0,356
rH2	29
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Pratiquement neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens
Siccativité dans l'huile	Siccatif dans une juste proportion d'huile.
Prise en huile en %	50
Indice de réfraction	2,5-2,6
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Bon
Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	4-5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5
Résistance aux bases	Résiste aux alcalis
Résistance aux acides	Soluble dans l'acide chlorhydrique dilué (voir remarques).
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	3 (le % d'oxyde de manganèse est faible)

Utilisations	Utilisable sans restriction dans toutes les techniques de peinture artistiques et décoratives, plus particulièrement pour les techniques à l'eau et en glacis
Remarques	-La quantité de sels solubles n'est pas négligeable -La littérature donne pour le pigment non chargé comme longueur d'onde dominante en nm 598,5, comme réflectance en % 7,6 et comme pureté en % 40,1 -Une attaque à l'acide chlorhydrique d'un échantillon de 4,94 g, a laissé un résidu solide de 3,43, d'où une teneur en équivalent calcaire de (4,94-3,43)/4,94 soit 30%. Il s'agit alors peut être d'une charge -La prise en huile est donnée dans la littérature avec une valeur supérieure à 100 atteignant parfois 175 mais il s'agit de terre de Sienna brûlée non chargée

Noir oxyde de fer PBk11.

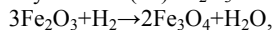


Pigment PBk 11

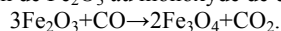
On le nomme aussi noir de Mars. Il peut provenir de gisements d'oxyde de fer magnétique présents en Suède ou être synthétisé par calcination directe du sulfate ferrique et oxydation de l'hydrate ferrique.

L'oxyde de fer(II,III) comme pigment, appelé *magnétite synthétique*, peut aussi être produit à l'aide de procédés industriels réutilisant des déchets industriels, de la ferraille ou des solutions de sels de fer résultant notamment du décapage acide des aciers suivant le processus chimique :

-réduction de l'oxyde de fer(III) Fe_2O_3 au dihydrogène H_2 :



-réduction de Fe_2O_3 au monoxyde de carbone CO :



Composants principaux	Formule Fe_3O_4 , avec 70< Fe_2O_3 >76,3 15< FeO <25 Absence de carbonates Absence de sulfates Absence de nitrates Absence de chlorures
Masse volumique en g/cm^3	$\neq 5$ Finesse des particules : 0,2 μm
Couleur RGB a, b, c	0,117, 0,115, 0,111/0,080, 0,077, 0,077/0,118, 0,117, 0,114
Couleur RGB	30, 29, 28, /20, 20, 20/30, 30, 29 Moyenne 30, 30, 28
Couleur HSL	30, 3,4, 11,4/0, 0,0, 7,8/60, 1,7, 17,6 Moyenne : 60, 3,4%, 11,4%
Couleur hexadécimale	Moyenne : 1E1E1C

pH	6,5-8,0
Conductivité en $\mu S/cm$	170 Soit 85 mg/l en concentration de solides dissous dans l'eau
Potentiel Redox (électrode à H_2) en volt	0,393
rH2	27
Caractère oxydant, caractère réducteur en milieu aqueux.	Neutre d'où assez bonne résistance aux oxydants et aux réducteurs faibles et moyens

Siccativité dans l'huile	Moyennement siccatif
Prise en huile en %	20
Indice de réfraction	2,4
Pouvoir opacifiant dans l'huile de lin	Opaque
Pouvoir colorant	Bon

Solubilité à l'eau 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité à l'huile 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'acide chlorhydrique 1-5 (5 : très bon)	5
Solidité de la teinte à l'hydroxyde de potassium aux bases 1-5 (5 très bon)	5

Résistance aux bases	Résiste aux alcalis
Résistance aux acides	Légèrement soluble dans l'acide chlorhydrique dilué (attaque des oxydes de fer).
Résistance à la lumière 1-5 (très bon)	5
1. Toxique 2. Nocif 3. Non nocif	3

Utilisations	Compatible et stable avec tous les liants
Remarques	Donne un film dur et souple avec l'huile de lin