

F. MARGIVAL

Licencié es Sciences



**Couleurs**

*et*

**Pigments**



I. A. E. LILLE



011658

**GAUTHIER-VILLARS et C<sup>o</sup>, Imprimeurs-Éditeurs**  
**55, Quai des Grands-Augustins, 55 — PARIS (VI<sup>e</sup>)**

**1930**







37

20/0

# **Couleurs et Pigments**

## DU MÊME AUTEUR.

---

**Les Peintures.** Initiation scientifique et aide-mémoire technique, publié dans *l'Encyclopédie scientifique Léauté* (in-8, 164 pages, 1912).

**Peintures.** Préparation et emploi des peintures à l'huile. Peintures antirouille, antifouling. Peintures résistant à la chaleur, aux acides, au pétrole. Publié dans la collection des *Recueils de Recettes Rationnelles* (in-12, 230 p, 1928).

**Laques et Vernis.** Vernis à l'alcool, à l'essence et à l'huile. Vernis cellulosiques. Vernis pour métaux. Laques orientales. Formulaire publié dans la collection des *Recueils de Recettes Rationnelles* (in-12, 166 pages, 1928).

**Détrempes et Badigeons.** Peintures à la chaux, à la colle, à la caséine, au silicate. Enduits ignifuges et imperméabilisants. Formulaire publié dans la collection des *Recueils de Recettes Rationnelles* (in-12, 160 pages, 1928).

---

HOMMAGE DE L'ÉDITEUR

F. MARGIVAL

Licencié ès Sciences



**Couleurs**

et

**Pigments**



GAUTHIER-VILLARS et C<sup>ie</sup>, Imprimeurs-Éditeurs  
55, Quai des Grands-Augustins, 55 — PARIS (VI<sup>e</sup>)

1930

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation  
réservés pour tous pays.

---

## PRÉFACE.

---

Alors qu'il existe déjà dans notre langue plusieurs gros volumes consacrés à l'industrie des couleurs, on pourrait a priori penser qu'il était inutile de publier un ouvrage nécessairement moins complet en raison de son format et du nombre de ses pages. Mais nous nous sommes bien gardé de faire, en quelque sorte, un simple « abrégé » soigneusement mis au courant des derniers perfectionnements techniques, de quelque œuvre de nos prédécesseurs. En supprimant tout ce qui concerne l'histoire des procédés, en laissant de côté les méthodes analytiques appliquées à la recherche des falsifications de couleurs, en condensant les informations relatives aux pigments de très grande importance industrielle, sur lesquels il existe des monographies spéciales, — nous sommes parvenu à faire un compendium contenant sur d'assez nombreuses couleurs d'utiles renseignements que l'on chercherait vainement dans de bien plus gros volumes.

Par couleurs et pigments, nous entendons exclusivement les substances employées pour colorer les peintures, les encres typographiques et lithographiques, le caoutchouc, les agglomérés au ciment, les mixtures pour fabrication des papiers peints : nous ne nous occupons donc point ni des matières colorantes servant en teinture, ni des couleurs vitrifiables employées en émaillerie et en céramique. Ceci d'ailleurs n'a rien d'absolu : il nous arrive exceptionnellement de consacrer quelques lignes à telle couleur vitrifiable par exemple, proche parente d'une couleur pour la peinture, ou parfois même servant aussi en peinture !

Nous avons pris le plus grand soin de donner une complète

*synonymie, et d'indexer tous les noms cités à la table alphabétique terminale : mais nous ne nous dissimulons pas que bon nombre de noms commerciaux manquent dans ce répertoire. Beaucoup de fabricants en effet ont la déplorable habitude de baptiser au gré de leur fantaisie des couleurs bien connues — parfois trop connues, et dont le peintre sait la médiocre valeur! — soit pour faire croire qu'ils ont imaginé quelque nouveauté, soit pour dissimuler le nom de pigments sans solidité. Dans ces conditions, notre lecteur ne doit point évidemment s'attendre à trouver ici tous les noms de couleurs qu'il rencontre sur les circulaires commerciales... Par contre, nous avons mentionné, en ne leur accordant naturellement qu'une petite place, nombre de pigments que l'on ne fabrique plus maintenant, mais qui furent employés jadis, et dont les noms se rencontrent parfois dans les publications d'autrefois ou dans les anciennes recettes si souvent reproduites en de modernes périodiques.*



# COULEURS ET PIGMENTS

---

## CHAPITRE I.

### MÉTHODES GÉNÉRALES DE PRÉPARATION DES COULEURS.

---

Bien entendu, nous ne nous occupons pas ici des couleurs que l'on ne fabrique point : c'est le cas des ocres, des blancs crayeux, qu'il suffit d'extraire des gisements, en leur faisant toutefois subir un certain traitement épurant. Ce traitement est décrit lors de notre étude des ocres (*voir* p. 64). Certaines couleurs, et non des moins importantes, sont fabriquées par voie sèche, le plus souvent par calcination; d'autres sont préparées par voie humide, c'est-à-dire presque toujours par précipitation : nous étudierons les méthodes générales concernant ces productions, ou plutôt ce qu'ont de commun les méthodes parfois assez différentes que l'on emploie dans les divers cas.

Quant aux laques et aux couleurs dites « laquées » — c'est-à-dire aux particules minérales transformées en pigments par une véritable teinture — leur fabrication, encore que comportant d'innombrables recettes, se ramène à quelques méthodes types que nous rapprochons les unes des autres en illustrant chacune d'exemples appropriés. Il suffira de substituer au besoin, dans ces formules, une matière colorante à une autre, pour obtenir toute une riche variété de couleurs diverses.

### Fabrication par voie sèche.

PRINCIPES DE FABRICATION. — Les fabrications de couleurs par chauffage de matières premières comportent des réalisations très différentes les unes des autres. Tantôt, comme dans la fabrication des outremers, un mélange pulvérulent est calciné dans des moufles ou dans des creusets, à la température du rouge sombre, maintenu pendant environ 24 heures. Tantôt comme pour préparer le blanc de zinc, on chauffe un métal dans des vaisseaux de terre réfractaire de façon à vaporiser le contenu dont les vapeurs seront oxydées par un jet d'air. Tantôt comme pour préparer le vermillon, on chauffe dans des récipients métalliques, à température relativement modérée, une pâte à base de soufre et de mercure. Tantôt comme dans la fabrication des noirs de fumée, les matières premières sont brûlées de manière à donner des flammes très fuligineuses.

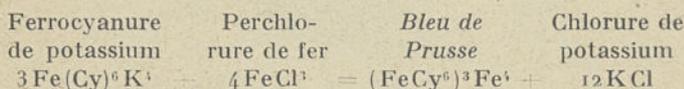
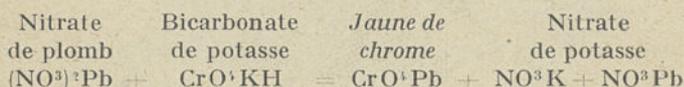
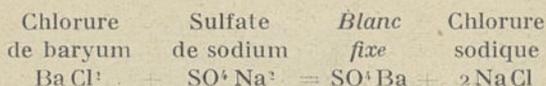
Dans ces conditions, les détails d'appareillage et de conduite des opérations diffèrent entièrement selon la nature des produits à fabriquer.

En général, les fours dont on se sert pour fabriquer les outremers sont de type peu perfectionné, sans système de récupération; dans les fabriques importantes de lithopone, on rencontre des types modernes de fours continus verticaux et de fours tournants. C'est surtout peut-être dans la fabrication du blanc de zinc qu'on voit de belles installations de fours; la fabrication de l'oxyde de zinc étant une annexe de la métallurgie de ce métal, on a mis à profit là les progrès du chauffage industriel réalisé dans l'élaboration des métaux.

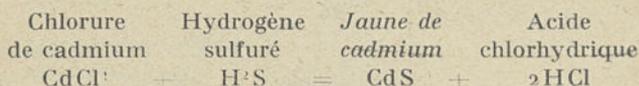
### Fabrication par précipitation.

PRINCIPES DE FABRICATION. — Un grand nombre de couleurs sont préparées par double décomposition entre deux composés préalablement dissous dans l'eau : il se forme un sel insoluble que l'on sépare par décantation ou filtration, et un résidu soluble qui est éliminé par lavages. Voici les

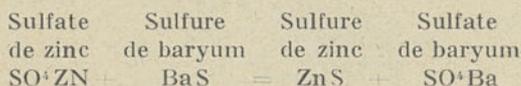
principales réactions de ce genre utilisées dans la fabrication des couleurs :



La précipitation peut également être provoquée par barbotage d'un gaz :



Enfin, au lieu d'une formation d'un sel insoluble et d'un sel soluble, il peut y avoir précipitation de deux composés :



C'est le mélange de ces deux derniers produits qui constitue le *lithopone*.

APPAREILLAGE. — Les solutions réagissantes sont généralement préparées dans des cuves tronconiques en bois, placées sur de solides tréteaux, pour que leur contenu soit en charge d'autres cuves, placées sur le sol où se fait la précipitation. Ces cuves sont alignées dans un atelier à sol cimenté pourvu de canalisations d'eau et de vapeur, des robinets permettant d'alimenter chaque cuve et des prises de vapeur permettant de faire barboter de la vapeur pour le chauffage. Dans les usines importantes, les cuves sont

munies d'agitateurs mécaniques, des rails suspendus permettant le facile transport des matières premières : composés à faire

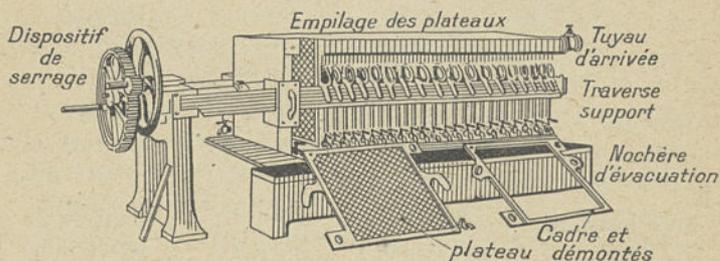


Fig. 1. — Vue d'ensemble d'un filtre-presse.

dissoudre dans les bacs supérieurs, charges à incorporer aux couleurs précipitées dans les cuves inférieures. Ces

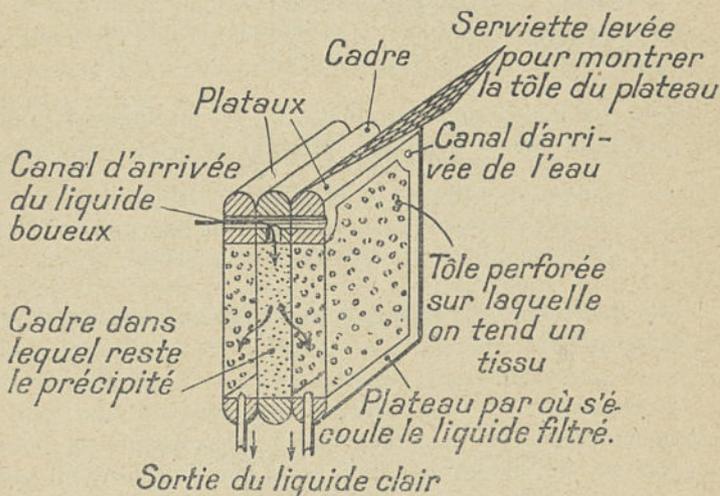


Fig. 2. — Schéma du fonctionnement d'un filtre-presse pendant la période d'emplissage.

dernières cuves sont généralement munies d'une série de robinets étagés, pour l'écoulement du liquide clair après décantation.

Le dépôt boueux qui reste finalement est envoyé dans un filtre d'un type permettant non seulement d'assécher la matière, mais aussi de parfaire le lavage. On emploie pour cela les filtres-presses, où pour les usines à très forte production d'un même type de couleur, les filtres rotatifs.

Les filtres-presses du type le plus répandu se composent d'une série de cadres et de plateaux qui sont des cadres garnis de tôles perforées, le tout placé sur un bâti dont le

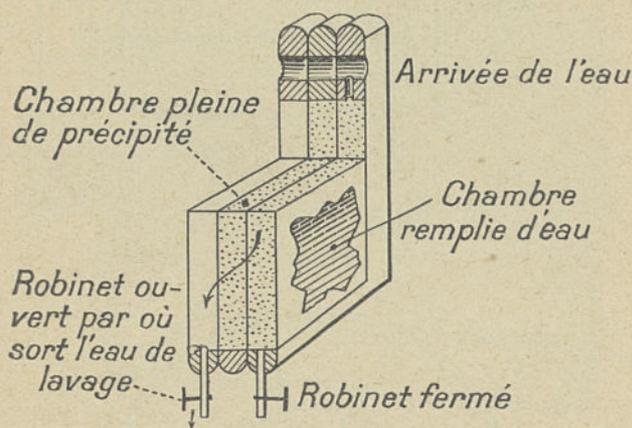


Fig. 3. — Schéma du fonctionnement d'un filtre-pressé pendant le lavage terminal.

sommier est muni d'un dispositif de serrage (*fig. 1*), des trous percés dans les angles des cadres forment des canaux pour la distribution des liquides, des robinets, placés au bas des plateaux, servent pour la sortie des liquides. Le liquide boueux arrive dans les cadres, passe à travers des « serviettes » interposées, pour pénétrer dans les plateaux d'où il s'écoule (*fig. 2*). Lorsque le liquide cesse de couler, c'est que le cadre est rempli : on ferme alors les robinets des plateaux impairs, et l'on fait arriver dans l'appareil de l'eau sous pression, laquelle ne peut sortir, par les plateaux pairs, qu'après avoir traversé — et lavé — les « gâteaux » contenus dans les cadres voisins (*fig. 3*). Une fois les gâteaux lavés, on arrête

l'arrivée d'eau, on desserre le filtre et l'on manœuvre, un à un,

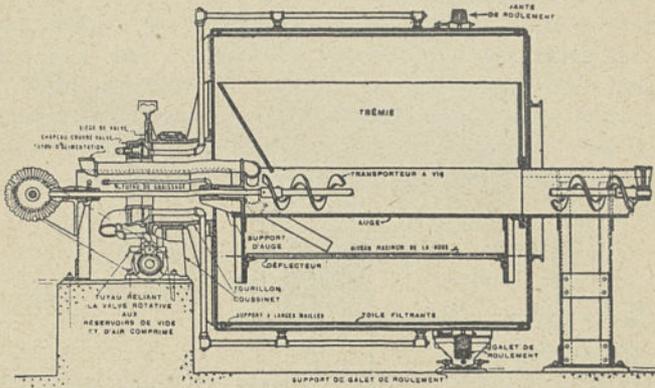


Fig. 4. — Coupe schématique longitudinale d'un filtre rotatif.

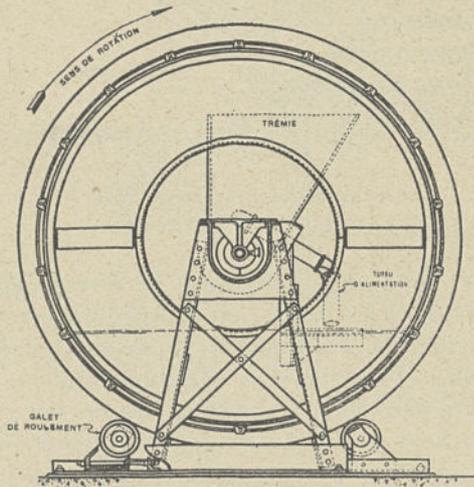


Fig. 5. — Vue en bout d'un filtre rotatif Dorrco.

cadres et plateaux, pour que les gâteaux tombent dans une trémie inférieure.

Un des modèles les plus perfectionnés de filtres rotatifs est le *Dorrco*, composé d'un cylindre à axe horizontal et pourtour garni de toile filtrante, qui tourne lentement sur son axe (*fig. 4 et 5*).

L'alimentation du filtre se fait généralement par une tuyauterie, ainsi qu'il est indiqué sur les schémas ci-contre, mais

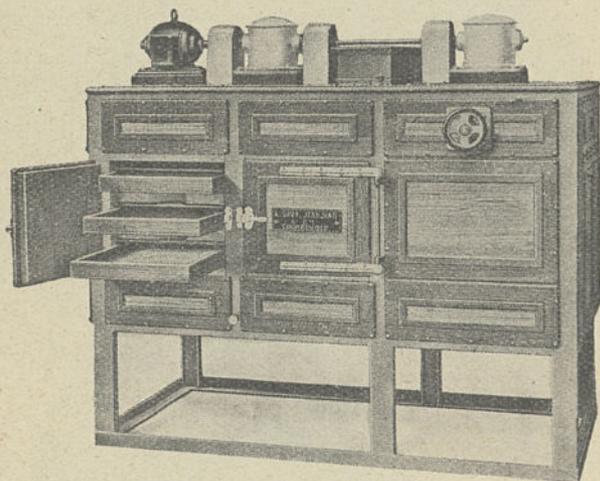


Fig. 6. — Étuve à tiroirs pour séchage.

peut aussi être effectuée par déversement direct dans le corps de filtre. Une aspiration est effectuée entre l'armature et la toile, provoquant la formation d'un gâteau sur cette dernière. En suivant le mouvement du tambour, le gâteau émerge du niveau de la boue, est asséché, puis lavé par des jets d'eau pulvérisée jusqu'à ce qu'il atteigne le point le plus haut de sa course. A ce moment, une valve du type à friction admet à plusieurs reprises de l'air comprimé à l'intérieur du panneau, provoquant une pulsation de la toile et le détachement intégral du gâteau qui tombe dans une trémie centrale, d'où il est enlevé par un transporteur à vis ou à courroie.

La couleur sortant des filtres contient encore une propor-

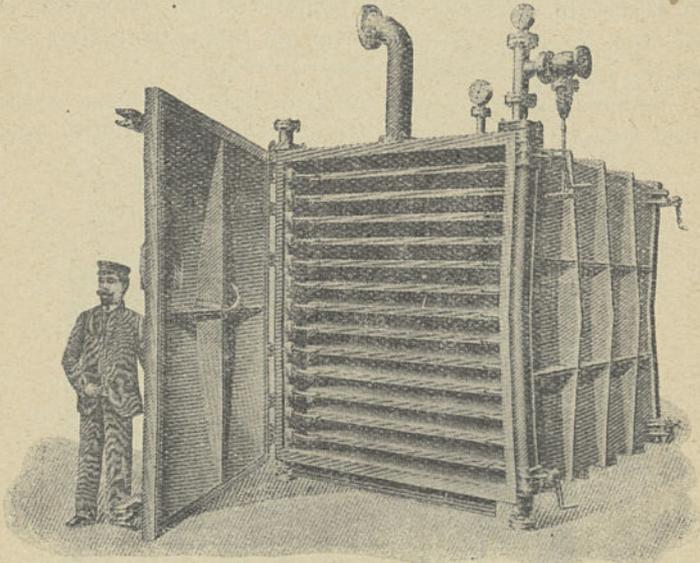


Fig. 7. — Appareil pour séchage par le vide.

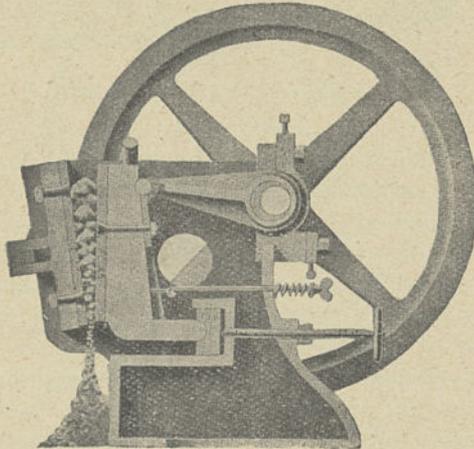


Fig. 8. — Coupe d'un concasseur à broyage grossier.

tion d'eau relativement élevée : il est indispensable de la

sécher : le séchage, qui se faisait naguère par exposition en plateaux rangés sur les étagères d'une pièce chauffée, est de plus en plus généralement effectué dans des séchoirs à tiroirs chauffés à la vapeur ou au gaz, avec aération forcée

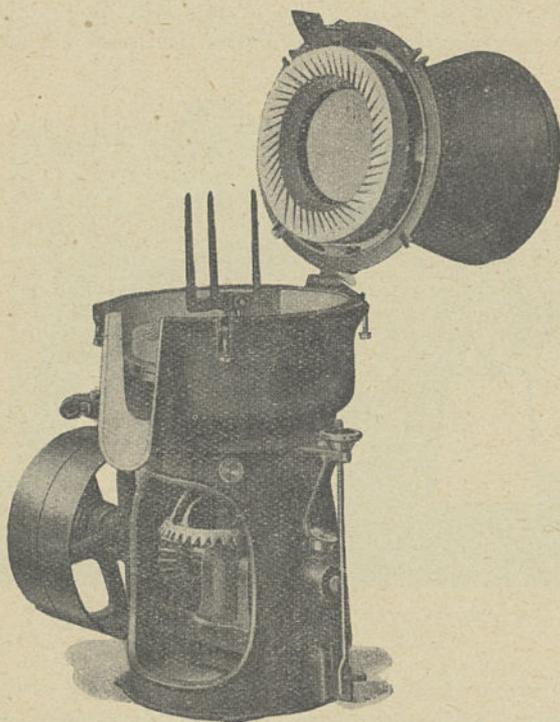


Fig. 9. — Moulin pour broyage des couleurs  
(ouvert pour le nettoyage).

(fig. 6), les appareils perfectionnés comportant en outre une canalisation reliée à une pompe pneumatique, ainsi que divers dispositifs pour la fermeture étanche (fig. 7). On peut ainsi sécher dans un vide partiel, ce qui permet d'activer de beaucoup l'opération tout en opérant à basse température.

Si les masses des couleurs sèches sont peu friables, il convient de les concasser grossièrement avant broyage : on effectue généralement cette opération dans un appareil à mâchoires (*fig. 8*).

Les couleurs sèches sont ensuite broyées dans des « moulins spéciaux dont il existe divers types. Un des modèles du genre le plus employé en fabrication française est formé de

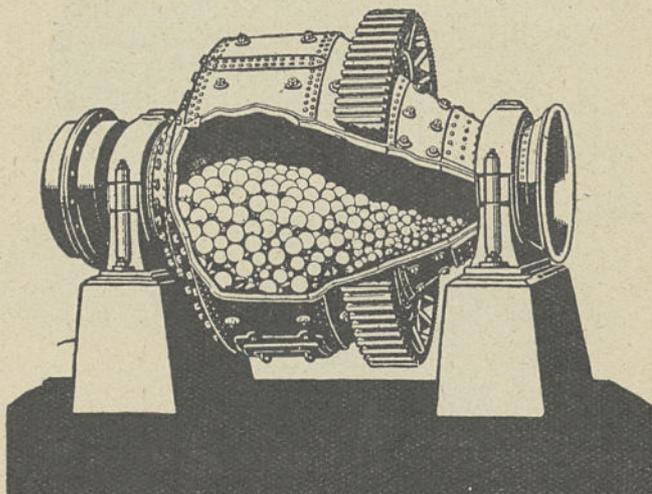


Fig. 10. — Broyeur à boulets.

deux disques horizontaux creusés de sillons à profondeur décroissante : la couleur, placée dans une trémie centrale, est prise entre les deux disques, dont un seul tourne, et elle sort à la périphérie sous forme de fine poudre (*fig. 9*). Les broyeurs de ce genre tendent à remplacer les meules en pierre meulière dont on se servait jadis, meules absolument analogues à celles employées dans la meunerie.

On se sert également de broyeurs à boulets, boîtes cylindriques tournant lentement autour de leur axe horizontal, et dans lesquels le produit à pulvériser est incessamment trituré sous l'action de gros galets siliceux, ou de sphères

en fonte (*fig. 10*). Toutefois ce genre d'appareil sert plutôt lorsque la couleur est broyée avec addition de liquide pour donner une bouillie assez fluide : c'est le cas lorsqu'on fabrique, par exemple, des peintures préparées.

Le broyage à sec doit être suivi d'un tamisage : cette opération se fait le plus souvent dans des bluteries analogues aux appareils servant pour la meunerie (*fig. 11*) et composées

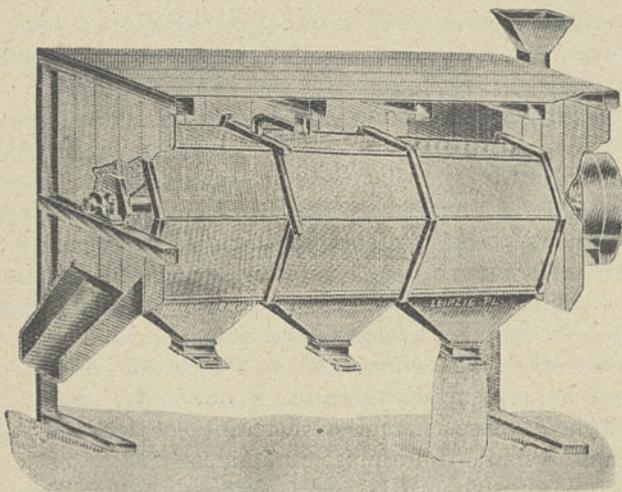


Fig. 11. — Bluterie à tambour hexagonal.

d'une brosse hélicoïdale remuant la poudre à tamiser qui traverse des tissus tamisants. Pour les fortes productions, on tend à substituer à ces appareils des trieurs où le classement se fait sous l'influence d'un courant d'air, qui entraîne d'autant plus loin les parcelles à trier qu'elles sont plus petites.

Parfois, on doit mélanger plusieurs couleurs : on opère alors dans des mélangeurs tamiseurs. Mais de meilleurs résultats sont toujours obtenus dans ce cas en effectuant l'opération lors du broyage à l'huile ou à l'eau (*voir p. 156*).

### Laques et couleurs laquées.

MATIÈRES PREMIÈRES. — Le mot « laque », par ailleurs employé pour désigner soit certains vernis chargés de pigments insolubles, soit certaines matières résineuses, soit les enduits obtenus par oxydation de la sève de certains arbres, désigne, lorsqu'il est appliqué à des pigments, les couleurs résultant de la teinture de particules minérales naturellement incolores. Lorsque la teinture sert simplement pour aviver certaines couleurs minérales, le produit est dit « couleur laquée ». Cette teinture, souvent réalisée par simple précipitation du support incolore dans une solution du produit tinctorial, comporte parfois l'emploi de mordants jouant le rôle de fixateur. Il y a donc lieu de considérer dans les pigments teints, écrit M. Appelle, d'après qui nous reproduisons la plupart des renseignements suivants (*Revue générale des Matières colorantes*, 1923), le support, le colorant, le fixateur.

Le SUPPORT devra être incolore pour ne pas altérer la nuance de teinture, à moins bien entendu, comme c'est le cas dans les couleurs laquées, que la couleur originale ne renforce la couleur de teinture. Il devra être dense pour réduire la dépense en matière colorante de teinture.

Parmi les matières les plus couramment employées comme support, citons d'abord le *sulfate de baryte* naturel finement broyé et bien blanc, qu'il est facile de trouver dans le commerce à des prix fort modérés; c'est le plus dense des minéraux communs; ses grains sont très opaques, réfléchissent fortement la lumière et, en association avec d'autres matières de texture plus fine (sulfate de baryte précipité, oxyde de zinc, lithopone, laques colorées formées sur alumine, etc.), ils arrivent à donner des enduits relativement couvrants. Les laques pour peinture ordinaire à l'huile renferment fréquemment ce corps.

Puis il faut signaler le *sulfate de baryte précipité* ou blanc fixe; on le prépare généralement dans le bain même où l'on fabrique la laque (sulfate de soude ou sulfate d'alumine sur chlorure de baryum).

Ensuite vient l'*hydrate d'alumine*, obtenu sous forme de gelée par action du carbonate de soude sur le sulfate d'alumine ou l'alun (aussi pauvres en fer que possible); ces réactifs sont employés sous forme de solutions au dixième, généralement vers 70°. Si l'on n'ajoute que les deux tiers du carbonate nécessité par la réaction précédente, on obtient une gelée moins transparente, plus blanche de *sulfate basique* d'alumine qui a été parfois préférée à l'hydrate dans la préparation des couleurs en pâte à l'eau à cause d'une meilleure opacité et malgré une diminution de rendement. L'hydrate d'alumine représente, sous forme de pâte égouttée, sept fois le poids du sulfate d'alumine initial, si celui-ci est à 17-18 pour 100  $Al_2O_3$ ; sous forme de pâte pressée, il fournit trois fois ce poids et la moitié sous forme d'hydrate séché à l'étuve à 100°.

Les précipités dont précède l'énumération jouent un grand rôle dans la préparation des couleurs; généralement sous forme d'un corps mixte alumine-sulfate de baryte obtenu en ajoutant du chlorure de baryum, puis du carbonate de soude, à une solution de sulfate d'alumine ou d'alun. Ce corps est à la fois couvrant et susceptible d'un bon lissage. Si ce dernier effet n'est pas désiré, comme pour les laques pour papier peint, on mate la couleur en y incorporant un blanc broyé, généralement du sulfate de baryte naturel.

Il existe, en dehors de ces matières principales, un assez grand nombre d'autres supports : sulfate de chaux, blancs crayeux, carbonate et sulfate de chaux précipités, magnésie, carbonate de magnésie, oxyde de zinc, lithopone, silice, kieselguhr, kaolin, amiante en poudre, talc, etc.

Enfin, on emploie, dans divers cas, des supports colorés choisis de façon que leur teinte propre contribue à la nuance finale : ce sont les ocres, terres et bruns à base de fer, le bleu d'outremer, le minium de plomb, etc.

Comme MATIÈRES COLORANTES, on emploie parfois certains colorants naturels, le carmin par exemple, mais les colorants synthétiques tendent à être de plus en plus employés, parmi lesquels nous distinguerons les *colorants insolubles* et les *colorants solubles*.

Les seconds appartiennent surtout aux classes bien connues des colorants *acides* et des colorants *basiques*; on utilise aussi quelques colorants *directs*, tels que le brun direct M, le vert direct B, le bleu direct 4 B. On n'emploie pas de colorants au soufre.

Les *colorants insolubles* sont incorporés au support par simple mélange dans un malaxeur ou un broyeur, en présence parfois d'une solution de chlorure de baryum. Tels sont : les rouges de paranitraniline (rouges lithol), ceux de métanitroparatoluidine (rouges héliol), les héliopurpurines, le ponceau insoluble de naphtylamine, l'héliobleu, l'orangé II insoluble, le jaune de quinoléine insoluble, etc. Ces colorants se recommandent souvent par une grande solidité à la lumière.

Certains de ces colorants peuvent être fabriqués d'une façon particulièrement facile, de sorte qu'on les prépare souvent chez le fabricant de laques lui-même, l'usine de matières colorantes se bornant à fournir les matières premières; c'est le cas du rouge de paranitraniline.

Les colorants acides sont généralement précipités par le chlorure de baryum, éosines exceptées, que l'on précipite par l'acétate de plomb.

Les *colorants basiques* sont fixés à l'aide de tannin, de préférence avec addition ultérieure de tartre émétique qui améliore la fixation. Mais on peut aussi précipiter le colorant sous forme de combinaison avec des acides à grosse molécule autres que l'acide tannique : on a obtenu des résultats intéressants avec le résinate de soude (laques de résine, très vives, mais fugaces à la lumière), le savon (particulièrement avec la fuchsine), le benzoate de soude, etc. Les acides minéraux complexes tels que l'acide borique et l'acide silicique, utilisés également sous forme de sels de soude, donnent aussi des précipités avec ces colorants, mais, en général, ils manquent d'éclat.

A côté de ces principales classes de colorants, il faut encore citer celle des *dérivés d'alizarine*. Il existe, dans le commerce, des rouges, des bordeaux et des violets d'alizarine : pour laquer ces colorants, on fait bouillir un mélange contenant avec une dose convenable de matière colorante appropriée

de l'alumine hydrate, du phosphate de soude et des sulfocinates.

Le FIXATEUR, dans bien des cas, contribue à former le support : nous avons mentionné ainsi le chlorure de baryum, l'acétate de plomb. Citons encore : tannin, savons gras ou résiniques, huile pour rouge, sulfate de fer et bichromate sel d'étain, sels d'alumine.

Quand le fixateur a agi convenablement, la totalité ou au moins la presque totalité du colorant doit se trouver avec le précipité et les eaux surnageantes doivent être sensiblement incolores.

Il existe cependant des colorants qui peuvent être fixés sur certains supports sans emploi de fixateur : ils font partie de la classe étudiée plus haut, des colorants basiques. Le bleu de méthylène et le vert brillant, par exemple, teignent sans tannin la silice d'infusoire employée comme support. La fuchsine, également sans tannin, se fixe très bien en petite quantité sur diverses laques déjà formées et peut être utilisée pour le nuancement de celles-ci ; c'est ainsi qu'on réussit souvent à leur donner le reflet mordoré ou bronze qui caractérise ce colorant et à réaliser ainsi certains effets jugés favorables.

Les argiles vertes, terres vertes ou serpentines (à base de silicate ferreux), se teignent également sans fixateur ; avec divers verts d'aniline elles fournissent les verts dits à la chaux, d'un assez gros emploi en peinture.

MÉTHODES TYPES DE PRÉPARATION. — On peut distinguer un petit nombre de méthodes types, chacune employée avec diverses matières colorantes selon les nuances à obtenir.

Voici, d'après Carré (*Textile Colorist*, 1929), les procédés fondamentaux.

*Procédé I.* — Adopté généralement pour les colorants basiques, l'un des plus employés pour laquer les colorants suivants : bleu de méthylène nouveau N ; bleu de méthylène BB ; violet cristallisé 5 B ; chrysoïdine FF · brun bismark GG ;

vert solide cristallisé O; safranine G extra N. O; magenta I.  
On prend :

Sulfate de baryum précipité sec.....	10 <sup>g</sup>
Argile blanche.....	5 <sup>g</sup>

On mélange parfaitement et l'on ajoute une solution de :

Matière colorante.....	0 <sup>g</sup> , 5
Dans eau.....	415 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Bien mélangés et versés, en agitant dans une solution  
chaude de :

Acide tannique.....	0 <sup>g</sup> , 75
Et acétate de sodium.....	0 <sup>g</sup> , 75
Dans eau.....	250 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On laisse reposer, on décante le liquide clair surnageant  
on lave au moins deux fois, on passe au filtre-pressé et l'on  
sèche.

*Procédé II.* — Appliqué aux matières colorantes du type  
éosine, plus particulièrement aux éosines 3 G, GGF, L, et  
au rose bengale extra N. On prépare un mélange d'alumine  
hydraté et de blanc fixe de la manière suivante :

Alun.....	40 <sup>g</sup>
Dissous dans eau chaude.....	800 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Carbonate de soude anhydre.....	10 <sup>g</sup>
Dissous dans eau chaude.....	200 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Chlorure de baryum cristallisé.....	40 <sup>g</sup>
Dissous dans eau.....	800 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On mélange ces solutions et on lave le précipité trois fois  
pour éliminer tout le chlorure de sodium. On ajoute ensuite :

Baryte .....	50 <sup>g</sup>
--------------	-----------------

On introduit dans une solution froide de :

Matière colorante.....	12 <sup>g</sup>
Dans eau.....	600 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Et l'on forme la laque par addition d'une solution froide de :

Acétate de plomb.....	18 <sup>g</sup>
Dans eau.....	200 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On laisse reposer, on décante, on lave, on passe au filtre-  
presse et l'on sèche.

Le lavage des laques présente une grande importance, et il ne faut employer que des eaux exemptes d'impuretés mécaniques qui viendraient souiller la couleur. Lors du lavage par décantation, le précipité occupe environ le quart du volume total, et le repos du précipité demande 8 à 10 heures; trois lavages sont généralement suffisants; il ne reste plus alors que 1,56 pour 100 des impuretés primitives, et cette proportion est trop faible pour exercer une influence sur le ton de la couleur.

*Procédé III.* — Pour les colorants suivants : orangé ENL; orangé extra; orangé X; laque écarlate excelsior 2 TN; laque écarlate GG, R, 2 R, 3 R; écarlate FR; crocène brillant R, B, BB, M, MOO, CB; amarante B; brun acide D; magenta I; bleu alcalin 3 B; bleu JBP; bleu pur soluble; violet formyle SLB; jaune de Chine B; jaune naphtol S; vert laque BW; vert acide extra concentré n° 13. On dissout :

Alun .....	40 <sup>g</sup>
Dans eau chaude.....	800 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Carbonate de soude anhydre.....	10 <sup>g</sup>
Dans eau chaude.....	200 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On mélange ces deux solutions, en agitant constamment, et l'on ajoute alors une solution de :

Matière colorante.....	15 <sup>g</sup>
Dans eau.....	1500 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Puis on introduit graduellement :

Baryte .....	50 <sup>g</sup>
--------------	-----------------

Et l'on ajoute une solution de :

Chlorure de baryum.....	45g
Dans eau chauffée à 85°.....	900 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

La laque se dépose au fond, on décante la liqueur surnageante, on lave par décantation, on passe au filtre-presse et l'on sèche.

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsqu'on opère entre 85 et 90° F.

*Procédé IV.* — Applicable aux colorants du groupe cyanol, et plus particulièrement au cyanol FF et au tétracyanol V. On mélange :

Baryte .....	100g
--------------	------

Avec une petite quantité d'eau chaude, en une bouillie épaisse, et l'on ajoute une solution de :

Aluminate de soude.....	4g
Dans eau.....	80 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Puis on ajoute une solution de :

Matière colorante.....	2g,5
Dans eau.....	250 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Et ensuite une solution de :

Nitrate de plomb.....	20g
Dans eau.....	200 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On laisse reposer, on décante, et on lave pour la préparation de ces laques, il est particulièrement important de se servir d'eaux exemptes de fer.

*Procédé V.* — Appliqué au vert naphтол B, il fournit des laques très solides à la lumière. On mélange :

Baryte .....	50g
Argile blanche.....	15g

Avec une petite quantité d'eau, et l'on ajoute une solution de :

Aluminate de soude.....	5 <sup>g</sup>
Dans eau.....	100 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Et l'on ajoute :

Matière colorante.....	10 <sup>g</sup>
Dissoute dans eau.....	500 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On précipite la laque avec une solution de :

Acétate de plomb.....	25 <sup>g</sup>
Dans eau.....	500 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Et addition de lessive de soude caustique à 75° Tw.....	1 <sup>g</sup> , 5

On laisse reposer, on décante, etc.

*Procédé VI.* — Appliqué au bleu pour laine G, violet d'alizarine lanacycle B, jaune indien G; jaune diamine solide A, et brun oxydiamine G. On agite :

Baryte.....	100 <sup>g</sup>
Avec une solution chaude de carbonate de soude anhydre.....	6 <sup>g</sup>
Dans eau.....	120 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Et l'on ajoute, l'une après l'autre, les solutions suivantes :

Matière colorante.....	10 <sup>g</sup>
Dans eau.....	1000 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Chlorure de baryum.....	20 <sup>g</sup>
Dans eau.....	400 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Sulfate d'aluminium.....	13 <sup>g</sup>
Dans eau.....	260 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On décante, on lave, etc.

*Procédé VII.* — Ce procédé consiste dans un traitement ultérieur des colorants précipités à la manière habituelle. Il est applicable au bleu oxydiamine 5 G et aux colorants

analogues. La laque, précipitée ainsi qu'il a été dit dans le procédé VI, est agitée pendant quelque temps avec une solution de 2g, 5 de sulfate de cuivre dans 125<sup>cm<sup>3</sup></sup> d'eau, et abandonnée au repos pendant 12 heures. Elle est ensuite lavée, à la manière ordinaire, pressée et séchée.

*Procédé VIII.* — Ce procédé, applicable à la nitraniline C, lorsqu'il est soigneusement suivi, fournit des laques d'un très beau brillant et d'une bonne solidité. Il est curieux que l'emploi d'un même échantillon de nitraniline fournisse, suivant le fabricant et la localité, des produits de teinte variable, ce qui laisse supposer des erreurs ou des omissions. Il est difficile d'indiquer la cause de ces différences de teinte, mais il est un fait certain, c'est que, lorsqu'on emploie les mêmes produits, toutes choses égales d'ailleurs, la teinte du produit obtenu varie très peu.

Une première solution est composée de :

Nitraniline C.....	24g
Dans eau chaude.....	120 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Et acide chlorhydrique à 32° Tw....	66g, 5
Cette solution est versée dans l'eau froide.....	330 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Refroidie à -60° F. et versée, en agitant constamment, dans une solution de :

Nitrite de soude.....	12g, 5
Dans eau.....	125 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Et diluée avec de l'eau froide.....	1250 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Pour préparer la seconde solution, prendre :

(a) {	β-Naphtol dans.....	25g
	Soude caustique à 77° Tw.....	25g
(b) {	Carbonate de soude anhydre.....	25g
	Eau froide.....	250 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

On mélange (a) et (b) et l'on ajoute :

Huile pour rouge turc.....	15g
----------------------------	-----

Et en agitant, l'on ajoute :

Baryte .....	1250 <sup>g</sup>
Avec eau froide.....	1000 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Enfin, on verse la première solution dans la seconde en agitant constamment, on laisse reposer plusieurs heures, on décante, on lave deux fois par décantation, on presse et l'on sèche.

*Procédé IX.* — Ce procédé ne diffère du précédent qu'en ce que 8 pour 100 du  $\beta$ -naphtol sont remplacés par le développateur rouge C, les proportions étant les suivantes :

$\beta$ -Naphtol .....	23 <sup>g</sup>
Développateur rouge C.....	2 <sup>g</sup>
Soude caustique à 77° Tw.....	25 <sup>g</sup>

*Procédé X.* — Employé pour les colorants au soufre :

On fait une pâte avec l'eau de baryte.	100 <sup>g</sup>
Puis on ajoute le colorant.....	10 <sup>g</sup>
Soude caustique à 77° Tw.....	7 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
La matière colorante se dissout par addition d'eau.....	500 <sup>cm<sup>3</sup></sup>
Puis on précipite par le chlorure de baryum au 1 <sup>cm<sup>3</sup></sup> 20 <sup>e</sup> .....	10-20 <sup>cm<sup>3</sup></sup>

Dans le cas du bleu ciel immédiat et de l'indone immédiat, il suffit de 1/5<sup>e</sup> du poids de soude caustique indiqué, et de la moitié dans le cas du brun soluble immédiat RR.

LAQUES DE RÉSINE. — On les confectionne avec un savon de colophane d'abord préparé en portant à l'ébullition un mélange de :

Colophane.....	100 <sup>kg</sup>
Soude caustique en plaques.....	10
Carbonate de soude cristallisé.....	30
Eau.....	1000

On laisse refroidir vers 50°, puis on verse en remuant une solution préparée avec :

Colorant basique.....	5 à 15 <sup>kg</sup>
Sulfate de zinc.....	55
Eau.....	1000

Il se précipite un résinate de nuance variant selon le colorant employé. Les rhodamines en particulier donnent des pigments de très jolies nuances — malheureusement peu solides à la lumière — servant surtout dans la fabrication des crayons, du papier peint.

---

## CHAPITRE II.

### COULEURS BLANCHES.

---

De toutes les couleurs servant en peinture, les blancs sont assurément les plus importantes, celles que l'on fabrique en plus forte quantité, celles qui doivent surtout posséder des qualités convenables de solidité, de pouvoir couvrant. En effet, d'une part, ce sont des blancs bon marché comme le kaolin, la baryte qui servent de charges pour diluer les couleurs chères; d'une part toutes les teintes claires et pâles, de quelque nuance que ce soit, sont surtout faites avec du blanc.

On pourra compléter notre étude nécessairement sommaire des pigments blancs par la lecture du volume de G. PETIT : *Céruse et blanc de zinc* (in-8°, Paris, 1910) et d'un très intéressant travail de M. RABATÉ : *Caractéristiques et méthodes d'essai des matières pigmentaires blanches utilisées dans l'industrie des peintures*, publié en 1923 dans la *Revue de Chimie industrielle*. Nous donnons plus avant quelques indications concernant la céruse considérée au point de vue hygiénique (voir p. 180).

#### Blancs naturels.

BLANC CRAYEUX. — On le désigne, d'après l'origine présumée, sous de nombreux noms : *blanc d'Espagne*, *blanc de marbre*, *blanc de Meudon*, *blanc de Troyes*, *blanc de Bougival*, etc. En fait, il s'agit simplement de craie assez pure puisque ne sont exploitables que les gisements de produits titrant 98 pour 100 au moins de carbonate calcique.

La fabrication du blanc de craie consiste en principe à pulvériser la craie brute. Il semble, note justement à ce propos M. Weiss, que le problème soit très simple à résoudre, puisque la craie est friable et qu'elle se broie facilement. En réalité, on rencontre beaucoup de difficultés à pulvériser complètement la craie, si l'on n'emploie que les broyeurs ordinaires. A une certaine limite de finesse, les particules obtenues sont très tendres et elles ne s'écrasent plus entre elles. L'expérience a montré qu'il fallait recourir à des procédés particuliers, soit la préparation d'une bouillie, avec un excès d'eau; soit, au contraire, la pulvérisation à sec dans certaines conditions.

Le broyage sous l'eau se fait au moyen de meules puissantes et les petits morceaux sont traités en présence d'un excès d'eau. La bouillie claire que l'on obtient est envoyée dans des fosses ou des bassins. Après dépôt, on pompe le liquide clair qui surnage et on la renvoie aux meules de broyage. Ainsi, peu à peu, les fosses se remplissent d'une pâte épaisse de craie, qu'on laisse reposer pendant trois semaines. Par infiltration à travers les parois des fosses, par évaporation à la surface, l'eau qui imprègne la pâte disparaît en majeure partie. Lorsqu'un homme peut marcher sur la surface libre sans enfoncer, on sort la pâte de la fosse, avec des bèches de forme spéciale, et l'on met à sécher les morceaux de blanc, soit dans des séchoirs à l'air libre, soit dans des séchoirs mécaniques. Ce sont ces morceaux que l'on vend. Afin d'obtenir la poudre, les morceaux sont simplement broyés, puis le produit est emballé en sacs ou en fûts et il est livré au commerce sous le nom de *blanc lavé*.

Le traitement par voie sèche consiste à sécher au préalable la craie brute qui contient environ 20 pour 100 d'eau de carrière. L'opération du séchage se passe à la carrière même. La craie extraite est empilée sur de vastes plateformes, sur des chantiers de bois afin d'être séparée du sol. La dessiccation dure un temps variable suivant les saisons. Elle exige deux à quatre mois, mais la craie arrive finalement à une siccité complète. Elle peut être alors traitée par pulvérisation.

Comme la période favorable à la dessiccation ne dure que quelques mois de l'année, il faut prévoir un stockage de craie sèche si l'on veut assurer la marche de l'usine de broyage pendant la mauvaise saison; mais il est facile de construire de grands hangars pour emmagasiner la craie sèche à proximité de l'usine de traitement.

Les appareils pulvérisateurs spéciaux ne comportent pas de meules, mais des brosses. L'organe mobile est un tambour de bois garni de cardes en acier, montées sur cuir. Ce tambour tourne à une assez grande vitesse; il racle ou brosse la craie sèche, qui est soumise à l'action des cardes et l'on obtient finalement le produit commercial dit *blanc brossé*.

Au point de vue aspect général, comme blancheur et comme finesse, le blanc lavé et le blanc brossé sont à peu près identiques. Cependant, suivant les conditions locales, d'après l'état physique de la craie brute dont on dispose, il y a lieu d'appliquer l'un ou l'autre procédé. Une carrière qui contiendrait de la craie mélangée à des cailloux de silice ne pourrait alimenter une usine de blanc brossé.

La fabrication du blanc brossé demande aussi certaines précautions pour assurer un volant de fabrication, mais cet inconvénient est encore plus grave dans le procédé par voie humide, car son fonctionnement ne peut avoir lieu que par intermittences. Dans les hivers un peu rigoureux, le froid peut congeler l'eau dans les broyeurs à meules et aussi la pâte dans les fosses. De même le séchage à l'air libre de morceaux de blanc lavé est suspendu pendant une bonne partie de l'hiver. Le procédé de brossage, au contraire, peut être continu, si l'on a su emmagasiner pendant la belle saison un stock suffisant de craie brute sèche.

**GYPSE.** — On désigne ainsi le sulfate de calcium hydraté, dont il existe de nombreux gisements exploités pour l'extraction de la « pierre à plâtre » qui calcinée légèrement donne le plâtre. La pierre à plâtre est simplement broyée pour produire la poudre employée à diluer les couleurs et préparer les laques.

Pour ces emplois, le gypse doit être le plus léger possible

et broyé jusqu'à la plus grande ténuité. On lui préfère d'ailleurs parfois son semblable préparé artificiellement, le blanc satin (*voir* p. 47) ou le *blanc minéral*, obtenu en calcinant le gypse pour avoir du plâtre que l'on expose à l'air pour qu'il absorbe l'humidité.

Le gypse peut être obtenu à l'état très pur et d'une grande finesse de grain; sa densité est de moitié moindre que celle de la barytine, ce qui fait que, dans les couleurs à l'huile, il ne se dépose pas si facilement ou tout au moins peut être sans peine remis en suspension par une légère agitation. Le gypse accélère la dessiccation de l'huile, ce qui tiendrait à ce que, par sa structure cristalline, il offre à la pénétration de l'oxygène dans la couche d'huile une surface plus étendue. Ce même effet de dessiccation accélérée se manifeste dans les vernis gras et ceux à l'alcool auxquels on a ajouté du gypse. Mais le pouvoir couvrant est malheureusement moins que médiocre.

Le gypse trouve un débouché très important comme substratum pour les pigments minéraux et les laques colorées. Il est employé non seulement en sa qualité de charge bon marché, mais aussi pour sa légèreté, son faible poids spécifique et parce qu'il augmente le rendement du pigment coloré. En effet, étant de structure cristalline, il n'affecte pas, notamment en milieu gras, le pouvoir couvrant des pigments colorés et surtout de ceux qui, comme les chromates de plomb, les rouges d'oxyde de fer, le bleu outremer, le bleu de Prusse, possèdent un pouvoir colorant beaucoup plus intense qu'il ne faut pour leur emploi.

Le gypse se mélange aussi aisément à l'eau qu'aux huiles et aux liquides alcooliques; il est chimiquement inerte vis-à-vis de presque toutes les couleurs et liants. Les peintures qui en renferment sont pratiquement inaltérables si les pigments colorés eux-mêmes résistent à la lumière et aux intempéries.

Le gypse est, en outre, beaucoup plus pur que la barytine, même la plus pure, et ne ternit pas comme celle-ci, lorsqu'il est mélangé avec des liants et étendu en surface. Pour la même raison, il donne avec des pigments colorés des teintes

plus pures et plus brillantes. Il est donc meilleur que la barytine pour la préparation de laques particulièrement vives. C'est ainsi que le chromate de plomb donne une teinte de force égale avec deux fois autant de gypse que de barytine, malgré la densité double de cette dernière par rapport au gypse.

L'effet optique produit par l'adjonction du gypse dépend naturellement de la nature du pigment coloré. Une certaine proportion de gypse, qui ne modifie guère la nuance d'un jaune de chrome, fait subir aux rouges d'oxyde de fer, aux bleus d'outremer, à la plupart des laques colorées, un éclaircissement très prononcé.

Le gypse diffère encore de la barytine en ce qu'il absorbe et retient plus d'eau que celle-ci, 34-40 pour 100 contre 30 pour 100, ce qui est d'importance pour les couleurs en pâte. La dessiccation de la couleur mixte se produit, par contre, dans de meilleures conditions lorsque celle-ci contient un substratum de gypse et non pas de barytine. Grâce à la structure cristalline du gypse, la couleur humide se dessèche plus rapidement, sous une forme plus légère et ne subit pas d'altération de nuance. Les mélanges des verts de chrome avec le gypse, par exemple, conservent jusqu'à la fin de la dessiccation leur teinte vert pur, tandis qu'avec la barytine ou le blanc fixe, ils prennent une nuance légèrement olivâtre. L'emploi du gypse comme substratum des verts de chrome, fort en vogue vers la fin du siècle passé, a diminué par la suite, mais pour reprendre récemment.

Le gypse entre encore dans la composition des poudres siccatives, le plus souvent dans une très forte proportion : il n'est pas rare de trouver de ces poudres contenant 95-98 pour 100 de gypse pour 5-2 pour 100 de borate de manganèse. Ces poudres s'emploient avec des peintures à l'huile à base de blanc de zinc ou de lithopone. Le rôle joué par le gypse dans ces poudres peut être envisagé sous trois aspects différents. En premier lieu, le gypse sert à répartir uniformément dans la peinture la petite quantité de siccatif requis par l'huile de lin et qu'on ne pourrait pas mélanger assez intimement à la peinture en l'employant seul (la proportion

nécessaire de siccatif étant très petite : 0,5 pour 100 de la peinture). La poudre siccativante peut ainsi être vendue à bas prix.

Le gypse possède la propriété agréable de conserver inaltérée sa blancheur lorsqu'on l'incorpore dans les huiles siccatives. Il n'en est pas de même pour la barytine et la craie qui prennent dans ces conditions une coloration sale, rougeâtre et jaunâtre. Notons enfin que le gypse exerce un certain pouvoir siccatif très faible, mais réel (1).

**KAOLIN.** — Cette argile blanche grasse n'a que peu de pouvoir couvrant, mais elle est très employée comme diluant, généralement avec d'autres charges, car une forte proportion donnerait des peintures s'étendant mal au pinceau. On en utilise d'énormes quantités pour le couchage du papier, dans l'apprêt des papiers peints, parfois sous les noms de *terre blanche*, *argile chinoise*, *bol blanc*.

Le kaolin, qui provient de la décomposition des feldspaths, est un silicate d'alumine, en poudre blanche à toucher onctueux, que l'on extrait de certains gisements.

Les argiles blanches maigres, c'est-à-dire des kaolins contenant un peu de silice, trouvent leur emploi exclusivement comme substrata pour matières colorantes. Il existe une différence essentielle entre les argiles blanches grasses et les maigres en ce qui concerne la fixation des colorants. Les argiles grasses contiennent du silicate d'alumine d'une structure beaucoup plus ténue que celle de la silice libre contenue dans les argiles maigres et qui se rapproche de celle du kieselguhr.

Le colorant basique fixé sur l'argile maigre est plus brillant que sur la grasse. Il est plus résistant aux alcalis, mais moins solide à la lumière.

Les couleurs en poudre faites avec l'argile grasse se mélangent mieux à l'eau que celles préparées avec l'argile maigre. Dans certains cas, on obtient difficilement, avec les argiles maigres, des enduits uniformes sur des surfaces lisses.

---

(1) D'après la *Revue des Produits chimiques*, 1926.

Pour la préparation de laques sur argile maigre, on se sert de très nombreux colorants basiques. Les colorations les plus vives sont obtenues avec l'auramine, le vert brillant, le vert malachite, la fuchsine, la rhodamine, le bleu Victoria pur, le bleu Nil, le violet de méthyle.

**BARYTE.** — On désigne improprement sous ce nom dans l'industrie des couleurs le sulfate de baryum dit encore *barytine*, *blanc de baryte*, *blanc minéral*, très employé comme charge. Il existe de nombreux gîtes barytiques localisés dans les parties superficielles; ils descendent rarement plus bas que 100<sup>m</sup>, comme si les eaux chargées du sulfure de baryum, qui ont amené la baryte, n'avaient produit des dépôts sur leur passage que là où l'oxygène de l'air pouvait pénétrer pour transformer ce sulfure en sulfate insoluble. Cette localisation explique que la baryte a été surtout trouvée dans les massifs hercyniens de l'Europe, dont l'érosion nous a décelé l'infrastructure; moins fréquemment dans les massifs primaires très décapés par les eaux; plus rarement encore dans les massifs du système alpin, dont les parties internes nous sont encore cachées. En France, on retrouve la baryte dans toute la chaîne hercynienne : en Bretagne, dans le Massif Central et dans les Vosges; la zone prépyrénéenne contient également plusieurs gisements intéressants. Malgré cela nous ne produisons pas suffisamment pour notre consommation, qui dépasse annuellement 50 000 tonnes.

On n'exploite que les sulfates bien blancs, ne contenant que très peu d'impuretés, et on les calcine avant de les broyer dans l'eau : le classement des poudres obtenues est effectué par les méthodes servant pour les blancs crayeux.

Très solide, mais de pouvoir couvrant très faible, la baryte n'est guère employée que comme charge, mais en consomme aussi beaucoup pour l'apprêt des papiers. On lui préfère souvent le sulfate barytique artificiel ou blanc fixe (*voir* p. 46).

**TALC.** — Le talc ou *craie de Briançon* est un silicate de magnésium surtout extrait de gisements américains et allemands, où il se présente sous forme de roches très tendres

à toucher particulièrement doux et dites, en raison de ce fait, « pierres à savon ». On l'emploie généralement après pulvérisation et tamisage : tout le monde s'est servi de poudre de talc pour faciliter le glissement du caoutchouc ou poudrer la peau.

Ce talc pulvérisé peut entrer dans la composition de certaines peintures à l'eau et l'on en fait aussi des mastics. Pratiquement, il ne sert guère, en peinture, que dans certains badigeons au silicate de soude comme pigment, mélangé à du kaolin et du blanc de zinc. Son pouvoir couvrant est d'ailleurs très médiocre et ne vaut guère mieux à ce point de vue que les blancs crayeux, généralement préférés en raison de leur bon marché.

Le talc sert à préparer certaines laques : il fixe en effet sans mordantage les colorants basiques, surtout des teintes brunes, vertes, jaunes et bleues.

KIESELGUHR. — Le kieselguhr, ou *terre d'infusoire*, *diatomite*, *randanite*, est un amas de cuirasses de diatomées fossiles, constitué par de la silice amorphe en masse farineuse blanchâtre ou grisâtre, brunâtre ou verdâtre, renfermant 90 pour 100 de silice (rarement moins de 75 pour 100 et 8-13 pour 100 d'eau). Il absorbe avidement une proportion élevée d'eau. Les gisements en sont très nombreux.

Dans l'industrie des couleurs, le kieselguhr n'est plus employé en quantité importante que pour la fabrication des outremers siliceux, de variétés plus foncées. Le kieselguhr calciné du commerce répond à toutes les exigences et donne des tons foncés. Le quartz fournit des nuances plus claires. Il est vrai que le mélange réactionnel pour la fabrication de l'outrigger devient quelque peu volumineux par l'emploi du kieselguhr. Aussi mélange-t-on souvent ce dernier en proportions variables avec du quartz très finement pulvérisé. On employait autrefois le kieselguhr comme charge dans les couleurs claires au bichromate de plomb et au bleu de Brème, pour leur donner une apparence plus légère, mais le procédé n'est plus actuellement employé.

### Blancs au zinc.

BLANCS DE ZINC. — En brûlant à l'air du zinc fondu pour l'oxyder de façon à obtenir le blanc de zinc, qui est un oxyde presque pur de composition  $ZnO$ , on obtient deux sortes de produits : du *blanc de neige* (environ 80 pour 100) qui est entraîné par l'air dans des chambres de dépôt, et du blanc moins léger, de nuance moins pure (environ 20 pour 100) qui reste à la surface du métal jusqu'à ce qu'on le racle pour le faire tomber dans une « trémie » voisine : c'est le *blanc de trémie*. Quant au *blanc pierreux* (1), c'est une variété d'oxyde de zinc contenant un peu d'impuretés qui lui donnent une légère teinte crème : on le recueille au commencement des chambres de dépôt.

Les *blancs américains*, très purs, sont préparés non avec le métal, mais en traitant certains minerais pauvres, en particulier la franklinite, mélange d'oxyde de fer, d'oxyde de zinc et de silicates divers. Ce minerai est réduit dans des fours spéciaux, d'où le métal sort à l'état de vapeurs que l'on oxyde puis qu'on refroidit et envoie dans des chambres de dépôt.

On fabrique aussi des *blancs de zinc hydratés* du genre dit *zinox* par exemple, qui contient 10 à 12 pour 100 d'eau incorporée lors du malaxage, excellents, mais plus chers que les autres blancs de zinc.

On ne fabrique plus de *blanc de zinc précipité*, quoique des essais industriels furent faits pour préparer l'oxyde de zinc en précipitant par l'ammoniaque une solution de sulfate de zinc.

BLANCS AU ZINC ET AU PLOMB. — On fait grand usage aux États-Unis de couleurs dites *leaded zinc* ou *lead zinc*, provenant du traitement de minerais qui contiennent à la fois du plomb et du zinc. La composition des pigments varie selon la teneur des roches en l'un ou l'autre élément, de sorte que la valeur des couleurs commerciales varie dans

---

(1) Les variétés contenant du zinc libre ont une teinte grisâtre et constituent le *gris de zinc*.

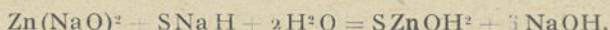
d'assez larges limites. On en jugera d'après les chiffres analytiques reproduits ci-après :

	Manufactures du Kansas.		Manufactures du Colorado.	
Humidité . . . . .	0,03	0,02	0,29	0,58
Sulfate de zinc . . . .	0,86	1,49	0,78	0,55
Sulfate de plomb . . .	26,46	19,76	46,00	48,80
Oxyde de zinc . . . . .	72,11	78,11	51,70	49,15
Divers . . . . .	0,54	0,62	1,23	0,92
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Les couleurs contenant plus de 1 pour 100 de sulfate de zinc doivent être rejetées et il en est de même de celles contenant plus de 0,08 pour 100 d'anhydride sulfureux, ce qui est le cas parfois avec les produits très riches en oxyde de zinc.

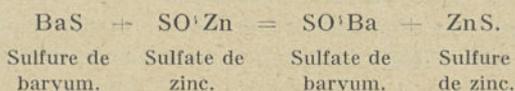
Les *blancs mêlés*, vendus comme couleur pour peinture artistique, sont en principe des mélanges de blanc de zinc et de céruse : pratiquement Paillard (*La couleur à l'huile*, in-12, Paris, 1925) a constaté que les produits commerciaux contenaient des fortes charges de sulfate de baryum ou de sulfate calcique.

**SULFURE DE ZINC.** — Le sulfure Zn S, précipité des solutions de sels solubles du métal par une solution de sulfure sodique, est une couleur blanche solide couvrant assez bien, employée en peinture industrielle comme substitut de la céruse. On part de zinc qui est dissous dans une lessive de soude caustique, puis on ajoute le sulfure alcalin :



Le précipité calciné donne Zn S, pigment très couvrant, n'est plus guère employé dans la peinture parce qu'il brunit parfois à l'air et surtout parce que, mélangé à des couleurs du plomb, on a des siccatifs au plomb, il donne lieu à la formation de sulfure de plomb noir.

LITHOPONE. — Quand on mélange deux solutions aqueuses de sulfure de baryum et de sulfate de zinc, il y a double décomposition; il se forme deux sels insolubles blancs, sulfate de baryum et sulfure de zinc :



Les deux sels formés précipitent en même temps, et leur mélange intime, après avoir subi quelques opérations, constitue le lithopone qui fut autrefois dit *blanc sanitaire*, *blanc sulfite*, *blanc Carlton*, *blanc anglais*. Des soins apportés à la préparation des deux sels solubles dépend en grande partie la qualité du lithopone produit; aussi ces sels sont-ils toujours préparés dans la fabrique de lithopone.

Le sulfure de baryum s'obtient par réduction de la barytine (sulfate de baryte naturel) sous l'action du charbon au rouge. Pour broyer les produits, on peut employer le broyeur conique à galets (*fig. 10*, p. 10), qui broie les produits entrants et classe en même temps les produits broyés, les poudres fines sortant automatiquement du broyeur, du fait même de son mouvement de rotation et de sa forme.

La réduction du sulfate de baryum se fait dans un four. On emploie fréquemment des fours à cornues verticales (*fig. 12*), qui sont à marche continue, ou des fours à moufles (*fig. 13*) qui sont à marche intermittente. Aux États-Unis, on emploie un four tournant, de 2<sup>m</sup> de diamètre, de 4<sup>m</sup> de longueur, et faisant un tour complet en deux minutes; un tel four peut suffire à la production de 10 tonnes de lithopone par jour.

La masse réduite, toute chaude, est chargée dans des wagonnets métalliques; elle est protégée contre l'oxydation du sulfure de baryum en sulfate au contact de l'air, grâce à un couvercle en tôle qu'on applique aussitôt que le wagonnet est rempli; la masse refroidit ainsi à l'abri de l'air. Le sulfure de baryum est ensuite rapidement lessivé.

Toute la partie de la fabrique de lithopone, affectée à la

fabrication du sulfure de baryum, doit être tenue distincte et éloignée des ateliers où se font les manipulations du lithopone proprement dit, car il suffit des moindres traces de charbon ou de sulfate de baryte souvent très impur, dans le lithopone, pour en altérer irrémédiablement la blancheur. Il suffit que des traces de sel de fer se dissolvent en même temps que le sulfure de baryum pour que le lithopone soit

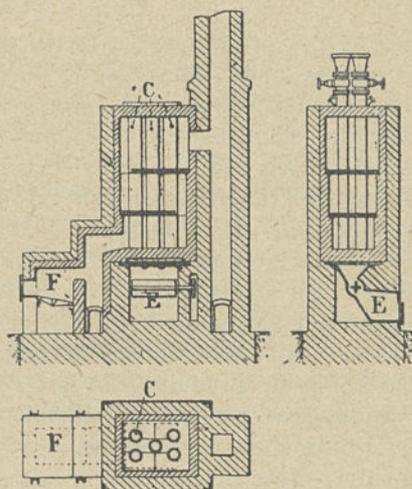


Fig. 17. — Coupes schématiques d'un four à cornues verticales.

altérable à la lumière. Leur élimination se fait par des tours de main spéciaux.

Le sulfate de zinc s'obtient, soit en traitant par l'acide sulfurique des minerais riches en blende, après qu'ils ont été grillés, soit en dissolvant des déchets de zinc dans l'acide sulfurique.

La solution brute de sulfate de zinc est traitée par des copeaux de zinc, ce qui précipite les sels de cuivre et de plomb à l'état métallique; la liqueur claire est décantée, envoyée dans une autre cuve où on la fait bouillir, après avoir ajouté du chlorure de chaux qui oxyde et précipite

les sels de fer et de manganèse à l'état d'oxydes insolubles. On passe la masse au filtre-pressé, et l'on envoie la liqueur claire dans des réservoirs.

Les solutions de sulfate de zinc et de sulfure de baryum sont envoyées, en proportions voulues, dans une cuve de précipitation. On chauffe quelque temps par la vapeur, puis le précipité formé est envoyé au filtre-pressé, séparé et lavé à l'eau. Le séchage se fait méthodiquement, dans des tunnels-

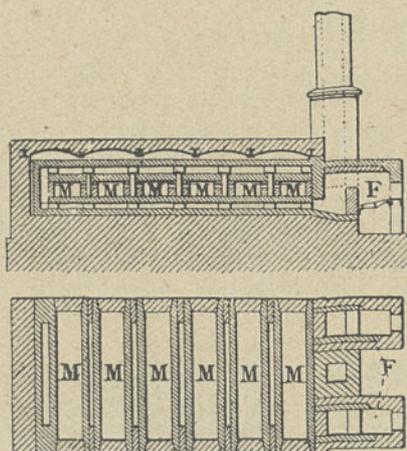


Fig. 13. — Coupe schématique d'un four à mouffles horizontaux.

séchoirs à ventilateurs, chauffés à la vapeur. On dispose le précipité en couches, sur des plateaux de bois empilés les uns sur les autres dans des wagonnets; on en forme des rames qu'on introduit dans le tunnel-séchoir.

Le produit sec est introduit dans des mouffles et chauffé au rouge sombre. Les fours à mouffles employés sont chauffés au charbon, ou mieux par des gazogènes (fig. 14). La masse formée, toute chaude, est « étonnée » dans l'eau froide, où elle s'émiette. On la filtre et sèche de nouveau, puis on la soumet à une dernière pulvérisation qu'on fait suivre d'un tamisage <sup>(1)</sup>.

(1) D'après *La Science au XX<sup>e</sup> siècle*, 1912.

Il existe de très nombreuses variétés commerciales de lithopones aux qualités bien différentes.

Les quantités suivantes sont courantes sur le marché allemand :

Cachet jaune.....	15 % de Zn S
Cachet rouge.....	30 »
Cachet vert.....	32 »
Cachet vert.....	34 »
Cachet vert.....	40 »
Cachet bronze.....	50 »
Cachet bronze.....	60 »

On obtient du lithopone à 30 pour 100 de sulfure de zinc, le « cachet rouge » du commerce, par réaction entre des quantités équimoléculaires de sulfate de zinc et de sulfure de baryum. Si l'on précipite par contre par  $4^{\text{mol}}$  de sulfure de baryum une solution constituée d'un mélange de  $1^{\text{mol}}$  de sulfate de zinc et  $3^{\text{mol}}$  de chlorure de zinc, il en résulte le

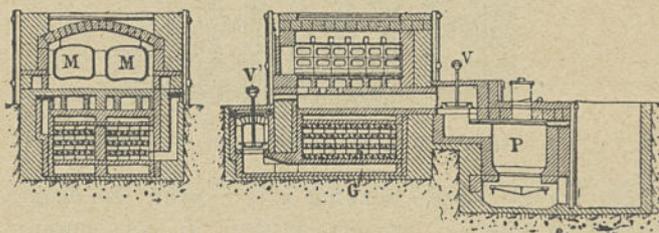


Fig. 14. — Coupe schématique d'un four à moufles chauffé par gazogène.

« cachet bronze » du commerce, à 60 pour 100 de sulfure de zinc, et qui est un mélange de  $4 \text{ Zn S}$  et de  $\text{Ba SO}_4$ . Le chlorure de baryum formé reste en solution. En variant le rapport entre le sulfate et le chlorure de zinc, on peut obtenir des lithopones de toutes compositions intermédiaires.

Le précipité est filtré, lavé, séché pour être ensuite calciné et étonné dans l'eau froide, opération dont la conduite exerce un très grand effet sur les qualités du lithopone.

Le pigment est alors broyé dans l'eau, tamisé, puis filtré et encore séché. Finalement, on le broie encore et on le tamise à l'état sec pour lui donner la ténuité requise. Généralement, on prépare d'abord des lithopones riches en sulfure de zinc et l'on fabrique les diverses qualités commerciales en le coupant avec du lithopone à 30 pour 100 cachet rouge, opération qui se fait ensemble avec le broyage à sec (1).

Les bonnes qualités de lithopones sont déterminées en premier lieu par le sulfure de zinc, qui est d'une densité peu élevée (3,98), d'une réfrigérence très forte (2,37) et d'un grain très fin (0<sup>mm</sup>, 001).

La blancheur du sulfate de baryum, la plus grande que l'on connaisse, étant posée égale à 100, on a pour le lithopone la valeur de 97,4, pour le blanc de zinc 95,1 et pour la céruse 95,0.

Parmi les pigments blancs, le lithopone est un des plus couvrants. Son pouvoir couvrant augmente à peu près proportionnellement avec sa teneur en sulfure de zinc. Les qualités à teneur relativement faible, le cachet rouge par exemple qui est à 30 pour 100 de sulfure de zinc, possèdent déjà un pouvoir couvrant tel qu'elles s'emploient couramment dans les peintures. Pour faire des peintures vernissées, notamment celles aux vernis cellulosiques, qui ne sont susceptibles de retenir qu'une proportion restreinte de pigment, on a besoin de lithopone plus couvrant et, dans ce cas, on a recours aux qualités plus riches en sulfure de zinc.

Le lithopone présentait autrefois le défaut de devenir gris à la lumière. On a pu actuellement produire de ce pigment sous une forme complètement stable.

Le jaunissement des peintures au lithopone que l'on avait cru devoir attribuer aux mêmes causes que le foncissement

---

(1) On peut aussi régler la précipitation pour avoir un produit titrant 60-70 pour 100 en sulfure de zinc, et le mélanger à du sulfate de baryte naturel pour abaisser la teneur en sulfure à 30 pour 100. On obtient ainsi les *lithopones de mélange* qui doivent être considérés comme des produits fraudés s'il sont vendus comme *lithopone moléculaire* de meilleur pouvoir couvrant.

de ce pigment est un défaut imputable à l'huile de lin employée. Il se présente au bout d'une période assez prolongée et à l'encontre du foncissement, il est plus rapide à l'abri de la lumière. On peut y parer en employant de l'huile de lin soigneusement débarrassée de matières mucilagineuses et bien blanchie et en restreignant dans la mesure du possible la proportion de siccatifs. Les siccatifs à base de plomb doivent être évités.

Le lithopone s'emploie surtout pour les peintures. Dans les peintures à l'huile, on se sert de lithopone cachet rouge à 30 pour 100 et à faible consommation d'huile. Le « cachet jaune », plus pauvre, sert à faire des peintures en première couche et des préparations du fond. Les peintures vernissées demandent le « cachet rouge » à 30 pour 100. Si l'on exige un pouvoir couvrant intense, on a recours aux lithopones plus riches. Des qualités spéciales sont destinées à être employées dans les vernis à l'alcool.

La fabrication des pigments colorés consomme de fortes quantités de lithopones. On utilise aussi ce pigment pour faire des laques, des couleurs non toxiques pour jouets.

L'emploi du lithopone dans la fabrication du linoléum et en caoutchouterie a pris une très grande extension, le rendement tinctorial de cette matière étant très élevé.

**SULFOPONE.** — Ainsi nommé par analogie avec lithopone, le sulfopone ou *sulphopone* est préparé par mélange des solutions de sulfate de zinc et de sulfure de calcium : on obtient un mélange équimoléculaire de sulfate calcique et de sulfure zincique. L'industrie américaine produit ce pigment en quantités déjà considérables de la même manière que le lithopone, avec cette différence qu'un broyage à sec suffit après calcination.

Moins dense que le lithopone, le sulfopone, qui possède à peu près le même pouvoir couvrant, donne des peintures à l'huile ayant moins tendance à se déposer; de même que pour le lithopone, on n'a pas à craindre de brunissement si le produit est pur (1).

---

(1) Cf., pour étude complète du produit, le travail de Steinan, publié dans le *Chemiker Zeitung* en 1928.

### Blancs au plomb.

CARBONATES DE PLOMB. — La *céruse* ou *blanc de céruse*, *blanc de Krems*, *blanc de plomb* est un hydrocarbonate de plomb du type  $2 \text{CO}^3 \text{Pb}$ ,  $\text{Pb O}$ ,  $\text{H}^2 \text{O}$ . Il est connu depuis l'antiquité et l'on fait en peinture une grande consommation dans les pays à législation ne prohibant pas l'usage du produit, auquel sont dues les intoxications du saturnisme (voir p. 180).

On prépare surtout la céruse par le procédé hollandais, consistant à exposer des plaques de plomb au-dessus de pots contenant une petite quantité d'acide pyroligneux (acide acétique de bois brut), le tout étant renfermé au sein d'une masse de fumier ou de tannée en fermentation, chargée de fournir la chaleur nécessaire à la volatilisation lente de l'acide pyroligneux et le gaz carbonique exigé par la carbonatation des composés plombiques qui se forment, le carbonate de plomb formé se déposant sur les lames métalliques. Celles-ci, après arrosage, sont battues pour en détacher le carbonate qui est broyé, d'abord avec de l'eau, puis avec de l'huile de lin qui chasse l'eau, pour être fourni au commerce sous forme de pâte.

Dans la technique moderne, on a fixé divers points particuliers de ce procédé : le plomb employé doit être très pur; l'argent et le cuivre ne doivent pas y excéder 0,001 pour 100; la désargentation du plomb par le zinc permet de réaliser facilement cette condition. Le bismuth peut être éliminé par un procédé électrolytique; enfin le fer n'est soluble dans le plomb qu'à la teneur de 0,0015 pour 100 et peut par suite être éliminé facilement au delà de cette proportion. L'acide acétique impur employé doit être dans la proportion de 28 pour 100 du plomb. Le corps qui est obtenu à la fin des opérations est un composé défini dont les qualités pour la peinture sont surtout dues à ses propriétés physiques, spécialement à l'existence de particules de plusieurs diamètres différents qui réduisent les vides à un minimum.

Le procédé anglais, que l'on tend à employer de plus en plus, ne met en œuvre que du plomb, de l'air, de l'eau et de l'acide carbonique; cette méthode donne un carbonate

de plomb basique, pur, homogène, d'une blancheur, d'une densité et d'un pouvoir couvrant supérieurs à ceux des autres blancs de céruse. En principe, le plomb fondu est forcé, par un courant de vapeur surchauffée, dans des « atomiseurs » qui le réduisent en fines particules; celles-ci se solidifient dans un bassin plein d'eau. Ce plomb, en suspension dans l'eau, est soumis à l'action d'un fort courant d'air qui le transforme en hydrates basiques; ceux-ci sont séparés et soumis à la carbonatation sous l'influence d'un courant de gaz carbonique pendant 36 heures.

Le plomb est fondu, par quantités de 2000<sup>kg</sup> environ, dans une grande chaudière et envoyé par des conduits aux « atomiseurs », qui reposent sur le même principe que les lampes d'émailleur des laboratoires; le métal y est en contact avec un courant de vapeur surchauffée à une température supérieure à celle de la fusion de plomb. Chacun des quatre fours « atomiseurs » fournit 700<sup>kg</sup> environ de plomb atomisé par heure. Le plomb, précipité et solidifié dans l'eau, y est maintenu en suspension par un courant d'air et amené par un conduit dans un compartiment spécial où il se dépose et d'où une valve permet de le décharger dans les « oxydeurs », appareils cylindriques, où il est soumis à l'action d'un courant d'air. Au bout d'une trentaine d'heures, 80 pour 100 du plomb sont transformés; au moyen d'une agitation convenable et d'une « table flottante », le plomb métallique restant est séparé de ses oxydes et retourne en fabrication. Les oxydes sont déposés dans des bassins, puis soumis aux carbonateurs, semblables aux oxydeurs, mais de moindre capacité. L'acide carbonique qu'on envoie dans ces appareils, purifié par des « scrubbers », est produit par la combustion d'une quantité donnée de coke, pauvre en soufre et en matières volatiles; la chaleur produite par cette combustion est employée à la production de vapeur. Le gaz qui sort de ce foyer titre 19 pour 100 d'acide carbonique. Après 18 heures les oxydes de plomb augmentent considérablement de volume; au bout de 36 heures la matière est recueillie et séchée pour être livrée au commerce. Sauf, dans la dernière période des opérations, les composés plombifères sont maniés constamment en milieu humide

et cette méthode, au point de vue hygiénique, est moins passible de critiques que les procédés habituels.

La *céruse Pattinson* est un mélange de carbonate de plomb avec un peu d'oxychlorure de plomb et de carbonate calcique. La fabrication est faite à partir de la galène, traitée par l'acide chlorhydrique, la solution de chlorure de plomb qui se forme étant ensuite précipitée par l'eau de chaux. On obtient un pigment analogue comme propriétés à la *céruse ordinaire*.

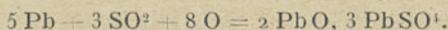
On a donné fort improprement les noms de *blanc d'argent*, *blanc léger* à du carbonate de plomb presque pur préparé en précipitant par le carbonate de soude en solution à 350<sup>g</sup> par litre une solution contenant par litre 250<sup>g</sup> d'acétate de plomb. Le pigment, de nuance très pure que l'on obtient après lavage et séchage, sert en peinture d'art.

On a vendu sous le nom *blanc de Venise* des mélanges à poids égaux de *céruse* et de sulfate de baryum.

**SULFATE DE PLOMB.** — On prépare industriellement un *blanc de plomb sublimé* qui est un sulfate basique se produisant directement par l'action d'une flamme oxydante sur la galène finement pulvérisée; il est entraîné et se condense sous forme de fine poudre blanche amorphe. Sa densité est de 6,2; le diamètre de ses particules est 0<sup>mm</sup>, 00072; il renferme 75 pour 100 de sulfate de plomb; 20 pour 100 d'oxyde de plomb; 5 pour 100 d'oxyde de zinc.

Ce corps est caractérisé par son extrême finesse, sa stabilité chimique, sa grande opacité; il donne en pratique d'excellentes peintures.

Quant au *blanc de plomb supersublimé*, préparé par quelques usines américaines, il est produit par la réaction :



Dans la pratique de l'opération, du plomb fondu, parfaitement propre, coule d'une chaudière à une température soigneusement contrôlée sous la forme d'un filet de 3 à 4<sup>mm</sup> de diamètre, dans une tuyère spéciale. On envoie, en même temps que le plomb fondu coule, deux courants, l'un de

gaz naturel comprimé et, l'autre, d'air préchauffé, également sous pression. Les fumées de composition « optima » doivent contenir 25 pour 100 de Pb O et 75 pour 100 de SO<sup>2</sup> Pb. En même temps, de l'acide sulfureux est envoyé au même orifice, gaz produit, soit par du soufre, soit provenant de fours de grillage et traitement de la galène : le plomb brûle. Les poussières et gaz produits sont refroidis et amenés dans des sacs de retenue. Un dispositif permet d'isoler les produits qui, par moments, pourraient être souillés et grisés de ton, par suite d'un mauvais réglage, qui, produisant du noir de fumée par la mauvaise oxydation des gaz naturels, risquerait d'amener du noir dans les produits finis (1).

On n'emploie plus maintenant la *céruse de Mulhouse*, sulfate de plomb résiduel de la préparation d'un mordant pour l'impression textile, qui, de pouvoir couvrant très médiocre, servait autrefois pour frauder la céruse.

ALUMINATE DE PLOMB. — On peut arriver à combiner l'oxyde de plomb à l'alumine en les pulvérisant aussi finement que possible, en les mélangeant intimement et en les chauffant longuement à 700° C. Le mélange, jaune au début, devient de plus en plus blanc. A cette température, il n'y a pas de matière entrée en fusion, de sorte que la réaction a lieu entre des substances solides.

La formation de l'aluminate de plomb est une fonction exponentielle du temps : d'abord, ce composé se produit en abondance, puis la formation diminue toujours à mesure que la réaction s'avance. C'est qu'au point de contact entre les grains d'oxyde de plomb et d'alumine, il se forme une couche d'aluminate qui, devenant toujours plus épaisse, entrave la diffusion des deux constituants.

Pour avoir un rendement satisfaisant, il est donc avantageux de détruire par broyage cette couche isolante, lorsque la plus grande partie des ingrédients est entrée en réaction. Le même résultat peut être atteint en remuant énergiquement

---

(1) D'après HUTIN, *Peintures, pigments, vernis*, 1925.

le mélange pendant la chauffe, de manière que la couche d'aluminate de plomb s'écaille.

A une température ne dépassant que de peu  $587^{\circ}$  C., point de transformation de l'oxyde de plomb, la réaction entre ce corps et l'alumine est très lente et le produit de réaction reste finement divisé. En élevant la température, on accélère la réaction, mais la masse devient dure et d'un grain plus gros.

On opère en creusets en porcelaine qui ne sont pas sensiblement attaqués par l'oxyde de plomb.

Le procédé n'exige pas absolument l'emploi d'alumine pure. On peut également se servir d'argile non ferrugineuse, Mais dans ce cas, il faut ajouter un excès d'oxyde de plomb car il se produit ici non seulement de l'aluminate de plomb, mais aussi des silicates de plomb. Ces derniers se décomposent sous l'effet d'acides même très faibles, de sorte qu'en épuisant le produit de réaction au moyen d'acides, on obtient un mélange d'aluminate de plomb et de silice. Ce mélange constitue un pigment blanc, solide et d'un bon pouvoir couvrant (1).

#### Blancs de titane.

FABRICATION TYPE. — En général, écrit M. Padovani (*Chimie et Industrie*, 1928), on part de l'ilménite ( $\text{Fe O}$ ,  $\text{Ti O}^2$ ), minéral de désagrégation assez riche en oxyde de titane (50 pour 100). Ce minéral est répandu surtout sur les côtes de l'Inde sud-orientale; étant assez lourd (poids spécifique 4,6-5,2) et sablonneux, il est facile à isoler et son transport ne revient pas trop cher.

Pour obtenir les pigments, on utilise un procédé assez intéressant basé sur les propriétés des colloïdes. On attaque le minéral d'abord avec l'acide sulfurique dans de grands récipients en fonte, chauffés à l'aide de gaz de gazogène, de façon à obtenir le sulfate basique ou sulfate de titanyle ( $\text{Ti O}$ ,  $\text{SO}^4$ ). On dissout le produit de l'attaque dans l'eau,

---

(1) D'après GARRE, *Chemiker Zeitung et Revue des Produits chimiques*, 1926.

on décante; pour récupérer la poudre de minéral inattaquée, on réduit avec l'hydrogène naissant les sels ferriques qui pourraient gêner l'hydrolyse ultérieure. Après une clarification destinée à éliminer les petites quantités de substances colloïdales présentes (silex, terres rares), on laisse cristalliser le sulfate de fer entre des cristallisoirs rotatifs, refroidis, on essore dans des centrifugeuses horizontales, on concentre dans le vide, on chauffe, et enfin on précipite par hydrolyse l'oxyde de titanyle, en diluant avec une rapidité convenable. Il faut ensuite filtrer, sur des filtres résistants à l'acide, l'oxyde de titane qui contient encore de l'acide sulfurique, le laver et le neutraliser avec des alcalis volatils. On additionne des quantités données de solutions colloïdales d'oxyde de titane, peptisé à part avec l'acide chlorhydrique; on obtient un gel coagulé d'oxyde de titane, qu'on peut bien filtrer et facilement sécher et calciner à 100°. Après la calcination; on pulvérise à l'état humide, puis on filtre de nouveau, on sèche dans le vide, et l'on pulvérise encore à sec dans des pulvérisateurs-ventilateurs, semblables à ceux qu'on emploie pour les farines. Il est nécessaire, pendant toutes les opérations, d'éviter tout contact avec des matériaux autres que le bois, la nitrocellulose, la toile, le cuivre, l'aluminium ou les réfractaires.

L'oxyde de titane obtenu présente la composition moyenne suivante :

Ti O <sup>2</sup> .....	98,4 %
H <sup>2</sup> O .....	0,25 »
Zn O .....	0,9 »
Silice, fer, etc .....	0,4 »

Il a un pouvoir couvrant, comme pigment pur, de 120-130<sup>cm</sup><sup>2</sup> (surface noir absolu) par gramme de pigment. Ce pouvoir couvrant, qui est quatre fois plus grand que celui de la céruse et trois fois plus grand que celui de l'oxyde de zinc et du lithopone, fait de ce pigment, malgré son prix assez élevé par kilogramme, un produit relativement économique.

Par les autres qualités (résistance aux intempéries, brillant,

durée, manque de toxicité, etc.), il représente aussi un pigment de qualité supérieure. Il supporte assez bien des charges inertes, telles que la baryte, le plâtre, etc. Il est aussi employé comme abrasif dans le traitement du caoutchouc, dans les peintures artistiques, etc.

Dans les usines américaines, on part d'un oxyde de fer et de titane extrait de gisements floridiens, qu'après une épuration convenable, on calcine au four électrique. On obtient ainsi un oxyde de titane qu'on dissout par l'acide sulfurique faible pour le précipiter ensuite en même temps que du sulfate de baryte. La couleur qui résulte de ces traitements, le *titanox*, contient environ 25 pour 100 d'oxyde de titane et 75 pour 100 de sulfate de baryum. C'est un blanc couvrant bien, d'une solidité remarquable mais qui, pour donner des pellicules résistantes, doit être mélangé avec 25 à 40 pour 100 d'oxyde de zinc.

VARIÉTÉS COMMERCIALES. — En France, outre diverses marques de *titanox*, on emploie surtout les variétés dites *blancs de Thann* des marques suivantes :

Blanc cachet or, titrant...	98-99 %	Ti O <sub>2</sub>
» argent, titrant	90	»
» blanc, titrant.	70	»
» vert, titrant..	35	»

Dans les usines américaines, on prépare trois variétés de blanc titane, dénommées A, B et C. Le *titanox* A est de l'acide titanique pur, d'un prix très élevé; le *titanox* B contient 25 pour 100 d'acide titanique et 75 pour 100 de sulfate de baryum; le *titanox* C contient 28 à 35 pour 100 d'acide titanique et 72 à 85 pour 100 de sulfate de calcium.

Les industriels norvégiens fabriquent aussi du blanc de titane, qu'on rencontre sur le marché européen sous le nom de *blanc Kronos*.

L'oxyde de titane possède le plus grand pouvoir couvrant de tous les blancs. Il est parfaitement neutre. Le produit pur est inerte vis-à-vis des agents chimiques. Il n'est, en effet, attaqué que par l'acide fluorhydrique et par des acides

très concentrés. Il ne réagit, ni au moment du mélange, ni à la longue, sur les divers pigments colorés auxquels il pourra être ajouté. Il ne réagit pas avec les vernis acides, alors que les divers pigments basiques provoquent des épaisissements.

Il est insensible à l'action de la lumière solaire, aux agents chimiques (par exemple : l'hydrogène sulfuré très répandu dans les régions industrielles), à l'air salin.

Il n'a pas les défauts de noircir, de craqueler, de fariner. Il forme une pellicule souple résistant aux variations de température. Il est complètement inoffensif.

### Blancs divers.

**BLANCS D'ANTIMOINE.** — L'*oxyde d'antimoine* est préparé en grillant le sulfure natif dans un courant d'air humide, et recueillant le produit dans des chambres de dépôt. De pouvoir couvrant bien inférieur à celui de la céruse, ce pigment n'est pas employé pratiquement.

L'*oxychlorure d'antimoine* est précipité quand on ajoute de l'eau à la solution du chlorure provenant de l'attaque du sulfure par l'acide chlorhydrique. Coûtant plus que la céruse et couvrant moins, ce pigment ne fut employé en peinture qu'occasionnellement.

**BLANC DE TUNGSTÈNE.** — Ce tungstate de baryum est préparé par double décomposition avec des solutions de tungstate sodique et d'acétate barytique. Couleur blanche inaltérable employée, d'ailleurs très peu, en peinture à l'huile.

**BLANC DE SILICE.** — On nomme ainsi une couleur très légère constituée presque entièrement par de la silice, résultant de la calcination d'une silice hydratée naturelle; sert en peinture à l'huile, surtout en combinaison avec d'autres couleurs, et pour préparer les verts légers.

**BLANC FIXE.** — On applique parfois ce nom à la « baryte » ou sulfate de baryum naturel (*voir* p. 29), mais il ne doit être appliqué qu'au sulfate de baryum artificiel, sous-produit

de la fabrication de l'eau oxygénée, qui couvre un peu moins mal que le produit naturel. On l'emploie pourtant beaucoup dans la fabrication des couleurs telles que bleus charrons, verts anglais, mais uniquement comme charge; le blanc fixe sert également dans les peintures à l'eau, son pouvoir couvrant étant alors moins bon qu'avec l'huile, et l'on en consomme des quantités énormes en papeterie pour le couchage des papiers. Le blanc fixe a parfois été désigné sous les noms *blanc permanent*, *blanc fin*.

BLANC SATIN. — Dit encore *blanc de perle* ou *sulfate de chaux précipité*, le blanc satin est préparé en précipitant par l'acide sulfurique étendu une solution de chlorure de calcium, en constituant une pâte avec le précipité et en mélangeant cette pâte à une solution de colle. Le blanc satin se prépare encore par réaction entre un lait de chaux et une solution de sulfate d'alumine. Le blanc satin sert à faire du papier satiné dans les mêmes machines qu'on emploie pour la fabrication des papiers peints et décorés.

BLANC DE MANGANÈSE. — On désigne ainsi le carbonate de manganèse hydraté parfois employé en peinture artistique, précipité par un carbonate alcalin d'une solution de sel manganoux.

BLANC DE PERLE. — Ce nom, parfois donné au sulfate de chaux précipité, est généralement appliqué au sous-nitrate de bismuth, dit aussi *blanc de jard*. On le prépare en ajoutant un excès d'eau à une solution aqueuse concentrée de nitrate de bismuth. Autrefois très employé en cosmétique; le produit est maintenant presque abandonné.

---

---

## CHAPITRE III.

### NOIRS ET GRIS.

---

Tant pour la fabrication des encres d'impression que pour la confection des peintures à wagons de marchandises, on consomme d'énormes quantités de noirs, surtout des noirs à base de carbone qui unissent un bon marché relatif à une excellente solidité. Par contre, la production des gris est très réduite, les rares pigments gris produits industriellement étant des résidus : on peut, en effet avec une petite quantité de noir, obtenir tous les tons gris possible avec du blanc.

De tous les noirs étudiés au cours des pages qui suivent, les noirs de fumée à bas prix tels que ceux provenant des déchets de bois résineux, des gaz naturels américains, sont de beaucoup les plus employés : nous importons d'assez forts tonnages, en particulier provenant de producteurs américains qui se partagent le monopole mondial de la fabrication des noirs de carbone résultant de la production des gaz naturels.

#### Noirs minéraux.

GRAPHITE. — On désigne sous ce nom un carbone cristallisé dans le type hexagonal : sous cette forme particulière, le carbone présente, indépendamment de ses propriétés physiques, certains caractères chimiques particuliers.

Le graphite se trouve, dans la nature, en masses compactes ou fibreuses, en lamelles cristallisées hexagonales, d'un gris de plomb, tachant les doigts. Il se rencontre en amas dissé-

minés dans les granites, les gneiss, les micaschistes, les porphyres, les calcaires cristallins. Le gisement le plus riche, actuellement connu, se trouve en Sibérie, près des limites de la Chine; on en extrait du graphite en écailles, que l'on rencontre encore en Bavière, à Madagascar et à Ceylan; quant au graphite amorphe, les plus grands gisements sont en Bohême : commercialement, ils sont connus sous le nom de *plombagine* ou *mine de plomb* et servent à la fabrication du crayon. Le produit naturel a une densité de 2,1 à 2,2 et une dureté de 1 à 2; les lamelles hexagonales qu'on trouve dans le calcaire cristallisé appartiennent au type rhomboédrique.

Le graphite est employé comme pigment en caoutchouterie, pour la préparation de l'ébonite, en peinture après broyage à l'huile.

Le graphite naturel, sauf celui de Ticonderoga, doit subir une épuration qui en élimine les impuretés qui s'y trouvent mélangées. Elle peut se faire par des moyens mécaniques ou par voie chimique.

L'épuration mécanique consiste dans un broyage, à la meule, du carbone mélangé avec de l'eau : on fait passer la boue liquide obtenue dans des gouttières à pente légère qui la conduisent à un réservoir de dépôt. Par ce moyen, on ne peut guère éliminer que les grosses impuretés : le graphite pur ne peut être obtenu que par le traitement chimique qui le débarrasse des silicates.

Le graphite obtenu par le traitement chimique, est obtenu par mélange du produit naturel avec du fluorure d'ammonium et traité par l'acide sulfurique dilué : les silicates rendus solubles sont éliminés par lavage à l'eau (1).

**NOIR DE CORNUE.** — Le *noir de cornue* a les mêmes propriétés et les mêmes emplois que le graphite; on en prépare, en quantités d'ailleurs infimes, par calcination du charbon des cornues.

---

(1) D'après A. DUBOSC, *Peintures, pigments, vernis*, 1926.

NOIRS DE FER. — On a désigné sous ce nom des pigments très différents :

a. De l'antimoine en poudre impalpable obtenue en lavant le précipité qui se dépose sur des lames de zinc plongées dans une solution de sel d'antimoine.

b. On traite les battitures de fer ou plus avantageusement des minerais de fer ou des minerais qui contiennent de l'oxyde de fer (par exemple la bauxite rouge), par des matières réductrices hydrocarburées. Les battitures ou les minerais mélangés d'huile ou de déchets d'huile ou encore de goudron, sont chauffées au rouge très sombre dans une marmite de fer. Après refroidissement à l'abri de l'air, on obtient une masse porphyrisée qui, après broyage, donne des noirs de fer.

c. Un noir de fer de composition déterminée et identique à celle de l'oxyde de fer magnétique :  $\text{Fe}^3\text{O}^4$ , s'obtient par déshydratation d'hydroxyde ferrique précipité. On prépare une solution de chlorure ou de sulfate ferrique et l'on précipite dans celle-ci l'hydroxyde ferrique au moyen de lessive de soude ou au moyen de chaux pure spécialement préparée. Ce précipité est très ténu lorsqu'on se sert de solutions étendues. En chauffant la solution qui renferme ce précipité, en y forçant de la vapeur, de l'air chaud ou d'autres gaz, on déshydrate ainsi l'hydroxyde ferrique qui change graduellement de couleur, en passant par une série illimitée de nuances, du jaune au rouge et au brun pour devenir finalement de l'oxyde de fer magnétique noir.

d. Une autre méthode de préparation du noir de fer consiste à évaporer à sec avec des déchets de fer des solutions brutes de chlorure ferreux. Le chlorure ferreux ainsi obtenu est dissous dans l'eau, après quoi on précipite par l'ammoniaque (1) la lessive de potasse ou un carbonate alcalin, l'hydroxyde ferreux. On insuffle de l'air dans le liquide,

---

(1) On peut n'ajouter que les deux tiers seulement de l'ammoniaque requis par équivalence; on oxyde l'hydroxyde ferreux par un courant d'air, on introduit le reste d'ammoniaque et l'on chauffe dans une chaudière. Nous empruntons la description de cette méthode au *Répertoire des produits chimiques* (1925).

on le porte à ébullition et l'on ajoute encore du précipitant alcalin. Il se forme ainsi de l'oxyde de fer magnétique noir, qui est séché et lavé.

Les divers noirs de fer servent, en peinture, dans la préparation des encres d'impression, des abrasifs, etc.

**NOIR ALU.** — Ce pigment résulte de la calcination des bauxites rouges, très ferrugineuses, auxquelles on a incorporé après broyage un peu de brai ou de goudron. Après calcination en vase clos vers 700°, on laisse refroidir et l'on procède au broyage. Couleur de nuance agréable, de bas prix, très solide, pouvant supporter de fortes charges sans griser.

**CRAIE NOIRE.** — On désigne sous ce nom, d'après Keghel (*Revue de Chimie industrielle*, 1922), des schistes argileux provenant de gisements espagnols. Le produit naturel est fort irrégulier et la coloration varie du noir profond au gris bleuâtre. Ce sont les schistes les plus noirs et du grain le plus fin qui sont les plus appréciés. Dans cette espèce de couleur naturelle la matière colorante est constituée par du carbone, mais jusqu'à présent il n'a pas été possible encore de déterminer avec certitude sous quelle modification celui-ci s'y trouve, et il s'agit de graphite ou de charbon à l'état amorphe, car parmi les différentes variétés on en trouve qui affectent l'une ou l'autre de ces formes. Le produit naturel après broyage fin dans l'eau est soumis à la décantation fractionnée. Les craies noires naturelles sont souvent falsifiées par l'addition d'argiles ou de craies colorées par précipitation avec des noirs d'aniline ou par de l'extrait de campêche et des sels de fer ou même encore par des noirs de charbon.

**NOIRS DIVERS.** — Le *noir de terre* est une sorte de charbon fossile tendre et gras au toucher. Les peintres l'emploient pour tracer sur la toile l'esquisse d'un tableau. Ce noir sert aussi dans la peinture à fresque.

Le *noir de lignite* est une expression impropre désignant parfois (dans le tarif douanier français, par exemple) la

terre de Cologne ou de Cassel réduite en poudre : il s'agit donc d'un brun.

Pour préparer le *minium noir*, du sesquioxyde de fer aussi pur que possible est additionné de 50 pour 100 de bioxyde de manganèse et le mélange broyé avec un carbure d'hydrogène est chauffé au rouge dans un four fermé. Le produit obtenu possède une belle coloration noire. Il peut être utilisé comme substitut de minium de plomb.

Quant au *noir minéral*, c'est soit un *noir de fer* soit un produit provenant du broyage de certains schistes contenant de l'argile et du graphite. Certaines variétés sont dites *noir de Grant*, *noir d'Angleterre*, *noir de schiste*.

### Noirs végétaux.

NOIR DE CHARBON. — Ce noir, dit encore *noir végétal*, est un charbon de bois très finement broyé, quand il s'agit du pigment extra-fin servant en peinture artistique (1), et le résultat de la calcination en vase clos de schiste bitumeux pour les produits bon marché servant à la peinture des wagons.

NOIR DE VIGNE. — On l'obtient en calcinant à l'abri de l'air des sarments de vigne ou des râfles de raisin; certaines variétés inférieures sont préparées en calcinant de la tourbe (2), on les dit alors *noirs de tourbe*. D'un noir bleuté, les produits de ce genre, dits aussi *noir de Paris*, couvrent peu, ils servent surtout à préparer certaines encres pour impression.

NOIR DE LIE. — En calcinant en vase clos les lies de vin préalablement traitées par l'acide chlorhydrique étendu

(1) En employant des charbons de bois tendre comme le peuplier, l'aulne, on obtient des noirs analogues au noir de vigne; en substituant le liège au bois, on a le *noir d'Espagne*; en utilisant les enveloppes de châtaignes on a préparé jadis un *noir de châtaignier*. On désigne aussi parfois ces noirs du nom des bois calcinés : *noir de fusain*, *noir de hêtre*, etc.

(2) On a préparé jadis un *noir d'ébène*, pour peinture artistique, en calcinant de la tourbe imprégnée d'une solution aqueuse de nitrate de cuivre, puis séchée.

pour enlever les sels alcalins, on obtient le noir de lie, ou *noir de Francfort*, d'un beau ton velouté profond. Il sert, en peinture artistique, dans l'impression du papier tenture, dans la préparation des encres pour tirage de gravure en creux, et pour préparer le *noir d'Allemagne* ou *noir d'imprimeur en taille douce*, simple mélange de noir d'or et de noir de lie.

**NOIR DE PÊCHE.** — Il est préparé par broyage du charbon de bois très dense que donne la calcination en vase clos des noyaux de pêche, d'abricot, de prune et de cerise, ou des coques de noix, de noisette, d'amande.

#### Noirs de fumée.

**SUIE DE RÉSINE.** — Bien qu'inférieur aux autres noirs de fumée, ce pigment est encore produit dans certaines régions où le rustique des installations de fabrication est très apprécié. On le prépare avec une tour en planches, haute de 3 à 4<sup>m</sup>, surmontée d'un toit, et dont la base occupe environ 6<sup>m</sup><sup>2</sup>. A la base de cette tour débouche une poterie d'une trentaine de centimètres de diamètre et d'une longueur de 5<sup>m</sup>, qui aboutit à une chambre en maçonnerie dont la capacité est d'environ 8<sup>m</sup><sup>3</sup>. Cette chambre est munie d'une porte en fer, dans laquelle coulisse un registre réglant le tirage. La sole de la chambre en maçonnerie est pourvue d'un tuyau d'écoulement, d'un diamètre de 20<sup>cm</sup> environ, débouchant dans un réservoir enfoui dans la terre et dans lequel se rassemblent les eaux résiduaires chargées de goudron, d'huile de pin, etc.

Après avoir rempli de bois la chambre et allumé celui-ci, on règle le registre jusqu'à ce qu'on n'aperçoive à l'intérieur qu'une flamme pâle et rougeâtre. Les gaz cheminent dans la conduite et entrent dans la tour de bois. Une partie du noir de fumée produit se dépose en cours de route, mais la partie principale s'accumule dans la tour, le drap tendu à la partie supérieure de celle-ci ne laissant sortir que les gaz.

Il arrive souvent que le tirage devient trop intense et dans ce cas, une bonne part de la suie s'attache au drap et obstrue l'issue des gaz. On la détache en secouant le drap de temps à autre.

Aussi simple que soit en principe ce mode primitif de fabrication du noir de fumée, il demande une surveillance étroite, car un coup de vent peut faire flamber le bois en cours de combustion, entraîner la flamme dans la tour de bois et mettre le feu à celle-ci. Même si l'on arrive à éteindre le feu, le produit trop mêlé de cendres est alors inutilisable.

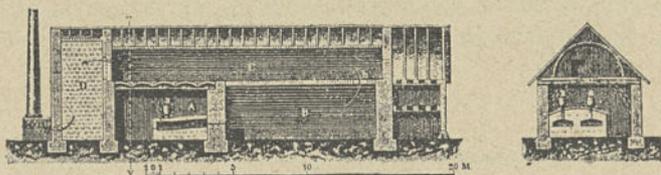


Fig. 15. — Coupes longitudinale et transversale d'une installation pour fabriquer le noir de fumée.

Nous ne nous arrêterons pas aux divers systèmes primitifs de fabrication du noir de fumée avec les bois résineux, ou les résines ne donnant qu'un dépôt incomplet et trop grossier des particules de carbone.

L'étape suivante, c'est l'aménagement de chambres de dépôt dans lesquelles les fumées, cheminant à une vitesse réduite et sur un trajet plus long, abandonnent leur carbone plus complètement et où il se produit un classement aérodynamique des particules de noirs de fumée par ordre de grandeur. Voici (*fig. 15*) une installation de ce genre en fonctionnement dans la Forêt-Noire. La chambre de combustion A, sous forme d'un canal ascendant, reçoit la charge solide ou bien liquide débitée par les réservoirs *a*. Les fumées passant d'abord dans la chambre maçonnée B, puis dans la chambre C, et pénètrent dans la tour D divisée en deux compartiments, pour sortir par la cheminée.

Les installations modernes permettent d'obtenir de bien meilleurs rendements que dans le procédé primitif. Théoriquement, on devrait pouvoir en retirer 90 pour 100 de noir de fumée, car la chaleur nécessaire peut être fournie par la

combustion de l'hydrogène combiné. Dans la pratique, on n'arrive toutefois qu'à un rendement de beaucoup inférieur. Exposés à des températures voisines de 1200° C. les hydrocarbures se dédoublent en leurs constituants : carbone et hydrogène. Il est facile d'atteindre cette température dans les foyers de combustion ordinaires. Dans les fours pour la production du noir de fumée, on n'arrive à cette température critique qu'aux dépens d'une partie de carbone.

Dans les installations anciennes, on ne retirait de 100<sup>kg</sup> de goudron que 25<sup>kg</sup> de noir de fumée; 40 pour 100 de carbone disponible pour la production du noir de fumée était brûlé. En réglant l'arrivée de l'air de manière à en éviter tout excès, on a pu pousser le rendement en noir de fumée jusqu'à 72 pour 100 du poids de la matière de départ, soit 80 pour 100 du rendement théorique.

Les perfectionnements successifs des fours ont trait au mode de combustion, au refroidissement des fumées, au mode de dépôt des particules. Dans la plupart des cas, les installations sont adaptées à l'usage du goudron de houille et en particulier des huiles lourdes et de la naphthaline. Ces deux dernières s'imposent surtout, car elles donnent le rendement maximum en noir de fumée. Toutefois, d'autres matières sont également en usage, telles que les résidus de la distillation du pétrole. Là où l'on emploie le goudron, on a soin de le déshydrater complètement avant la combustion. On travaille alors de manière à produire du brai à côté du noir de fumée.

Le mode de combustion incomplète des matières carbonées est de deux ordres : il est direct ou bien il est précédé d'une distillation de manière à ne brûler que les gaz dégagés. Le dernier de ces systèmes présente cet avantage particulier qu'il permet d'éviter la cokéfaction et qu'il fournit un résidu de la consistance du brai pouvant être périodiquement évacué. Mais une différence tout à fait nette entre les deux modes de combustion n'existe que dans des cas exceptionnels (1).

---

(1) D'après FRÈRE, *Revue des Produits chimiques*, 1926, dont on consultera le travail pour la description des nombreux procédés avec appareillage perfectionné.

FABRICATION MODERNE DU NOIR DE FUMÉE. — Malgré la création de méthodes diverses perfectionnées, la fabrication du noir de fumée, par combustion directe en cuvette des hydrocarbures et notamment du goudron ou de naphthaline, prédomine encore. Voici, d'après Rubercamp, la description d'une installation très répandue. Le four de combustion est en deux parties. La partie supérieure est

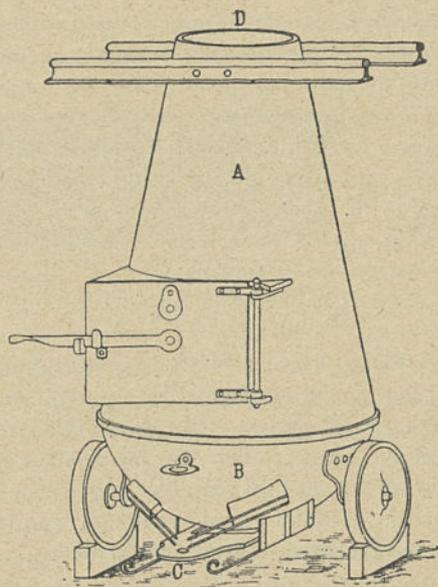


Fig. 16. — Four moderne à noir de fumée.

une coiffe conique en tôle A (fig. 16). Elle est fixée à deux rails parcourant toute la largeur de la salle. La partie inférieure B est constituée de deux cuvettes métalliques placées l'une dans l'autre avec un espace entre les deux, le tout étant monté sur un châssis à roulettes. En C se trouve un registre pour le réglage de l'apport de l'air. On remplit la cuvette interne d'un mélange de naphthaline et d'huile lourde. Ce mélange est allumé; l'air entrant par le registre C pénètre dans l'espace entre les cuvettes pour arriver ensuite à la

charge en cours de combustion. La coiffe fumivore A envoie les fumées par une tuyère coudée dans les chambres de condensation.

Un certain nombre d'appareils de cette espèce (*fig. 17*) est disposé dans la même salle. Les fumées suivent un chemin sinueux entre les chicanes, d'abord au rez-de-chaussée dans les chambres B, C, D, puis pénètrent par une ouverture au plafond dans la chambre de dépôt située à l'étage en passant

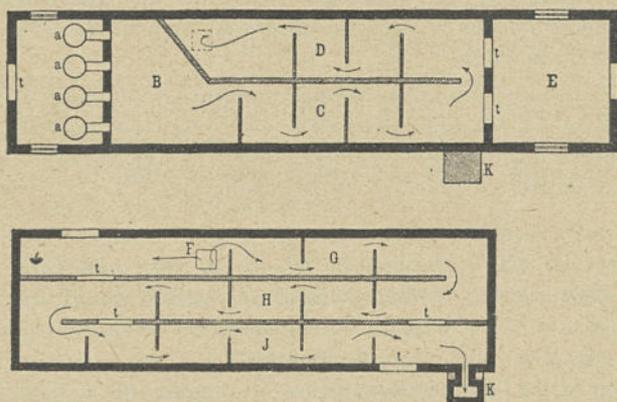


Fig. 17 et 18. — Plan des deux étages d'une installation pour fabriquer le noir de fumée.

par les compartiments G, H, I. (*fig. 18*). Les gaz privés de noir de fumée sortent par la cheminée K. En *t* se trouvent des portes d'accès. Après l'extinction du feu dans les cuvettes de combustion, on laisse les chambres de dépôt se refroidir et se remplir d'air. On repousse alors au moyen de ringards le noir de fumée par l'ouverture F vers le rez-de-chaussée. De là, on le transporte de la même manière dans la chambre E pour l'y emballer et emmagasiner.

D'autres installations pour le noir de fumée ont des chambres de dépôt encore beaucoup plus nombreuses et plus longues. Les chambres de dépôt sont, le plus souvent, en maçonnerie, mais ces constructions sont fort dispendieuses. Elles présentent le danger de contamination du noir de fumée

par le sable du mortier. En opérant avec les soins nécessaires, on arrive toutefois à éviter cet inconvénient. On s'est servi, avec succès, de tôle ondulée pour la construction des chambres de condensation.

Le noir de fumée, tel qu'il sort de l'appareil de combustion, est chargé de produits de distillation huileux. Pour brûler ceux-ci, on ménage généralement entre le foyer de combustion et les chambres de dépôt des petits trous d'accès d'air. Cette opération ne suffit pas toujours et, généralement, on calcine encore le noir de fumée ou bien on le traite par la lessive de soude.

Les matières huileuses empyreumatiques donnent au noir de fumée un ton brunâtre; elles sont aussi très nocives dans les encres d'imprimerie, car elles forment une auréole autour des caractères, et percent à travers le papier.

**NOIR DE GAZ.** — Le noir de gaz ou *noir américain*, *noir de pétrole*, *carbon black*, est produit exclusivement avec du gaz naturel qui s'échappe dans certaines régions de la terre, souvent avec une grande violence. Ce gaz, canalisé, est envoyé dans des brûleurs placés au-dessous de la face plate inférieure d'un nombre de conduites en acier reliées entre elles et animées d'un mouvement de va-et-vient afin que la flamme ne touche que pour un moment chaque place de la surface contre laquelle elle se heurte. Le dépôt est raclé de temps à autre. Une installation type consomme en 24 heures 2 à 3 millions de pieds cubes de gaz, et comprend 50 000 à 200 000 brûleurs. Un mille pieds cubes de gaz donne 1 livre anglaise de noir de gaz. La quantité de gaz utilisée est d'autant plus grande que la qualité du produit que l'on peut obtenir est meilleure.

Le produit recueilli par raclage est encore passé à travers des tamis excessivement fins. Il absorbe alors beaucoup d'air et devient très volumineux. Pour le rendre plus compact, ce qui est nécessaire en vue de l'abaissement du fret, on chasse l'air par un mode de tassement que provoquent des secousses. Pour les besoins de l'industrie caoutchoutière, où

il s'agit d'éviter les poussières, le noir de gaz est fourni à l'état comprimé.

Le noir de gaz existe en diverses qualités plus ou moins fines. Il est en général d'un pouvoir colorant et couvrant de beaucoup supérieur à celui des autres noirs de fumée. La couleur est aussi plus profonde. Les qualités supérieures du noir de gaz sont très pures et par là douées d'une grande hygroscopicité. Sorti des usines, le noir de gaz contient environ 1,4 pour 100 d'humidité. Exposé au cours du transport à l'air humide, il absorbe de l'eau et arrive à en contenir presque 6-7 pour 100. A cet état, il ne peut être broyé avec des liants, et formerait des grumeaux dans le produit final. Aussi doit-il être tel quel, en sacs, séché au four pendant quelques heures ou placé pour quelques jours dans le voisinage des conduites de vapeur. Il doit être aussi conservé dans des magasins secs. La densité du noir de gaz est de 1,7.

On peut considérer comme une variété du noir de gaz le noir d'acétylène, résultant de la séparation du carbone à l'état finement divisé par décomposition thermique des hydrocarbures et notamment de l'acétylène. La température de 1200 à 1400° C. représente la région critique dans laquelle les hydrocarbures se décomposent. Aussi a-t-on songé à effectuer cette même décomposition par l'action simple de la chaleur, non accompagnée de combustion. C'est ainsi que le noir de fumée s'obtient en faisant exploser l'acétylène tel quel, mélangé d'hydrogène ou de quantités déterminées d'air. A la place de l'acétylène on se sert aussi d'huiles à gaz. Ce procédé donne comme sous-produit de l'hydrogène très pur (1).

**NOIR DE LAMPE.** — Ce noir est fabriqué avec les huiles de goudron, de houille, légères ou lourdes, avec la naphthaline dissoute dans les huiles de goudron, avec le pétrole, les huiles de poisson, les huiles végétales et surtout les huiles rancies qui donnent un produit un peu meilleur que les huiles fraîches.

(1) Renseignements publiés comme ceux qui suivent, dans le *Répertoire des produits chimiques*, en 1925.

Ces matières sont brûlées dans des lampes ou brûleurs d'une construction adaptée à la nature de la matière en question. Ce sont des brûleurs à mèche ou sans mèche, et dans ce dernier cas, on emploie aussi, au lieu de la matière carbonée, des gaz hydrocarbures, produits par gazéification des matières de départ.

Dans un de ces cas comme dans l'autre, les fumées sont refroidies et condensées de deux manières : d'une part, on les dirige dans des chambres de condensation comme celles utilisées pour le noir de fumée, mais de construction plus légère; d'autre part, on extrait le carbone de la flamme par refroidissement de celle-ci au moyen d'une surface métallique refroidie, d'où le noir déposé est enlevé par raclage.

Certaines variétés extra de noir de lampe pour peinture artistique sont dites *noir de bougie*.

**NOIR DE RÉSINE.** — Ce noir, dit encore *noir de colophane*, provient de la combustion incomplète des colophanes ou des huiles de résine : on l'emploie surtout dans la fabrication des encres pour impression typographique.

**NOIR DE RUSSIE.** — On produisait autrefois ce noir en brûlant des bois résineux sous des sortes de tentes dont l'étoffe, ensuite secouée, abandonnait un dépôt de noir.

### Noir animal.

**NOIR D'OS.** — Dit encore *charbon d'os*, *charbon animal*, le noir d'os est préparé par calcination dans des cornues verticales en fonte d'os préalablement concassés et dégraissés. On obtient de la sorte un mélange complexe contenant surtout du phosphate calcique et du carbone : on enlève le phosphate soit en lavant avec de l'acide chlorhydrique dilué, soit en traitant par le gaz sulfureux qui solubilise le phosphate, puis épuisant à l'eau. Le noir d'os était employé naguère comme décolorant, mais on lui substitue pour cela maintenant les charbons activés; il sert en peinture, mais le plus souvent sous le nom de noir d'ivoire.

Le noir de velours, dit aussi noir de Cassel, noir de Cologne, est un noir d'os provenant de la calcination des os de pieds de mouton. Il servait jadis en peinture d'art.

NOIR D'IVOIRE. — Ce noir est préparé comme le noir d'os, mais en substituant aux os des déchets d'ivoire. Bien qu'on ne produise plus guère de noir d'ivoire, on continue à vendre sous ce nom des pigments faits en calcinant les os. Il est facile de discerner la fraude par analyse en dosant la magnésie. Voici en effet la composition pour 100 de matières premières :

	Ivoire.		Os.	
Phosphate tricalcique....	38,48	46,48	61,4	62,4
Carbonate calcique.....	5,63	3,86	8,6	7,9
Phosphate magnésien....	12,01	7,84	1,7	1,7
Matières organiques.....	43,18	41,05	28,3	28,0

Voici, d'autre part, la composition pour 100 de pigments du commerce :

Humidité .....	0,75	2,33	2,59
Matières grasses.....	0,17	0,22	0,14
Carbone.....	10,10	12,63	12,57
Phosphate de chaux.....	73,72	77,51	77,82
Carbonate de chaux.....	14,00	6,51	5,60
Phosphate de magnésie.....	0,38	0,38	0,96

Le simple calcul du rapport chaux/magnésie permet de conclure à la fraude.

Entre autres charbons de provenance animale, citons encore le *charbon de sang*, le terme noir animal étant surtout réservé au charbon d'os. Le charbon de sang s'obtient par évaporation du sang avec du carbonate de potassium et carbonisation de la masse à l'abri de l'air.

Le *noir de cerf*, qui servait jadis en peinture artistique, était préparé par calcination en vase clos de fragments des bois de l'animal.

### Noirs à coloration par composés organiques.

**NOIR AU TANNIN.** — Ce noir, écrit Keghel (*Revue de Chimie industrielle*, 1922), est obtenu au moyen de déchets de cuir de toute espèce, de déchets animaux, de gélatine, etc., et de matières tanniques de toute sorte, écorces, fruits, feuilles, bois, etc., qui sont extraits par l'eau chaude. A 1000<sup>kg</sup> de déchets, on ajoute en moyenne 60<sup>kg</sup> de chlorure ferrique et suffisamment d'eau pour couvrir. On chauffe à l'ébullition pendant 8 à 9 heures jusqu'à ce que toute la masse soit devenue noire. Celle-ci est séparée du liquide que l'on neutralise par addition de tournures de fer; la solution filtrée sert à une opération ultérieure. La masse solide est lavée à la vapeur jusqu'à neutralisation des eaux qui s'en écoulent, on mélange avec un peu de ferrocyanure de potassium ou d'extrait de campêche, on sèche et broie à l'impalpable. On obtient un noir un peu bleuâtre qui convient à la préparation d'encre noires communes.

**LAQUES NOIRES.** — On a préparé des laques noires à base d'alumine ou de sulfate barytique teint par des colorants sulfurés ou directs. L'avantage de tels produits, dans la fabrication des encres d'imprimerie, serait de permettre le blanchiment des pâtes à papier faits à base d'imprimés. Pour préparer une laque de ce genre, on mélange :

Sulfate de soude en solution à 20 pour 100.....	120 <sup>kg</sup>
Chlorure de baryum   "   "   "   .....	80

On ajoute alors 16<sup>kg</sup> de noir direct en solution à 2 pour 100 et l'on achève la précipitation par additions graduelles d'une solution de chlorure de baryum.

### Gris.

**GRIS DE ZINC.** — Le gris de zinc ou *gris de pierre* est un sous-produit de la fabrication du blanc de zinc par combustion du métal et de la métallurgie du zinc. On recueille en effet

dans certaines conditions un oxyde mélangé de fines particules métalliques qui en altèrent la blancheur. Couvrant bien et de bonne solidité, le gris de zinc remplace le blanc de zinc pour des fonds de peintures à nuances foncées, ou pour la peinture en gris.

GRIS ARDOISE. — Encore appelé *poudre d'ardoise*, *farine d'ardoise*, *gris argent*, *gris de pierre*, *gris minéral* ou *crate grise*, le produit est préparé par broyage des résidus d'ardoisières. C'est une poudre gris noirâtre, très bon marché, constituée surtout par du silicate d'alumine que colore de l'oxyde de fer. Il sert comme pigment pour la peinture à l'eau ou à l'huile, et de matière de remplissage dans la fabrication des « bouche-pores » pour peinture et vernissage du bois. La solidité est excellente, le pouvoir couvrant assez bon.

FERRUBRON. — On désigne sous ce nom un sesquioxyde de fer micacé extrait de gisements du Devon, et dont les fines paillettes sont obtenues sous broyage par simple lévigation suivie de décantation fractionnée. Poudre de nuance gris acier servant dans la préparation de peintures à l'huile anti-rouille, qui couvrent sur surface plane 12 à 14<sup>m2</sup> au kilogramme. Préparée convenablement, la peinture ne dépose pas dans les récipients, même après plus de six mois de stationnement. Enfin, sa durée moyenne, qui est de 12 à 15 ans, est quelquefois largement dépassée : certaines constructions métalliques restèrent inattaquées pendant une vingtaine d'années.

---

## CHAPITRE IV.

### JAUNES, ORANGÉS, BRUNS.

---

On emploie beaucoup en peinture les jaunes, non seulement pour obtenir des nuances jaunes, mais comme constituants de certains verts, des orangés, des bruns vifs. Dans la peinture industrielle, on emploie parfois les jaunes non seulement pour obtenir certaines nuances plutôt que certaines autres, mais parce qu'on peut avoir de la sorte, en utilisant les ocres, une excellente solidité en réduisant la dépense au minimum.

Quant aux orangés et aux bruns, la production en est comparablement assez réduite parce que les praticiens de la peinture préfèrent souvent préparer les divers tons de ces nuances en partant de jaunes qu'on allie soit à des rouges, soit à des noirs : en peinture industrielle et en peinture artistique cependant, on utilise souvent des bruns dont les nuances ne seraient reproduites que malaisément en partant de pigments à tons purs.

#### Ocres et jaunes ferrugineux.

OCRES JAUNES. — Il existe de nombreuses variétés d'ocres, argiles ou marnes colorées par des oxydes de fer, de manganèse, et contenant généralement un peu de silice et de matières organiques. Les gisements français, très importants et qui alimentent une exportation considérable, sont en Bourgogne et dans le Vaucluse, mais il existe aussi des gisements dans la Nièvre, le Cher, les Ardennes.

Voici, d'après M. Lanorville (*La Nature*, 1913), comment

est effectuée la préparation de l'ocre dans une exploitation bourguignonne. Après extraction en galeries souterraines, la terre ocreuse est étalée sur le sol où on la laisse très sécher. On procède ensuite au broyage, sous des meules de fonte, on blute et l'on embarille. On n'obtient ainsi que des ocres bon marché pour peinture commune : les ocres de belle qualité sont obtenues par malaxage avec de l'eau, le liquide obtenu parcourant assez lentement un trajet d'environ 150<sup>m</sup> avant de pénétrer dans les bacs décanteurs. Pendant ce parcours, la silice tombe et la pâte qui se dépose dans les bacs est formée d'ocre pure. On l'enlève avec des sortes de louches qui moulent des sortes de petites mottes dites « brioches » que l'on porte sur les planchettes d'un séchoir.

Suivant la siccité de l'atmosphère, les brioches restent dans le séchoir de quinze jours à un mois. Au bout de ce temps, elles peuvent être, ainsi que les galettes, et comme l'ocre ordinaire, broyées sous les meules, pour les ocres jaunes surfines.

Dans la région d'Apt, centre des carrières vauclusiennes, il n'y a pas moins d'une vingtaine d'usines. Les gisements, rapporte M. Durand (*La Nature*, 1923), sont constitués par des sables de l'époque crétacée (étage albien), imprégnés d'un peu d'argile et d'une quantité variable d'oxyde ferrique (1). Ce dernier y existe sous deux formes : l'oxyde anhydre ou oligiste ( $\text{Fe}^2\text{O}^3$ ), qui est *rouge* à l'état divisé, et un oxyde hydraté ou limonite ( $2\text{Fe}^2\text{O}^3, 3\text{H}^2\text{O}$ ), qui est *jaune* dans les mêmes conditions. On conçoit que, suivant les proportions de l'argile et de ces deux composés, les produits exploités puissent présenter des nuances très variées, du rouge franc au jaune. La coupe ci-après (*fig. 19*), relevée dans une carrière au sud-ouest de Gargas, montre la disposition des couches ocreuses.

L'ensemble des deux couches ci-dessus constitue la *découverte*, c'est-à-dire, en terme de carriers, le terrain à enlever comme stérile, en cas d'exploitation à ciel ouvert.

---

(1) Ces ocres passent latéralement, soit à des sables ordinaires, soit à des minerais de fer, qui ont été jadis exploités près de Rustrel.

La disposition des couches et leur nature (sable) indiquent un dépôt littoral. Les couches sont courbes, formant des sortes d'écaillés, dont chacune est d'une nuance différente, ce qui démontre que l'imprégnation du sable par les oxydes de fer est contemporaine du dépôt.

Suivant AB, par exemple, il y a eu abrasion des couches inférieures, puis dépôt des couches supérieures. Aux colorations primaires des couches se superpose parfois, sans les

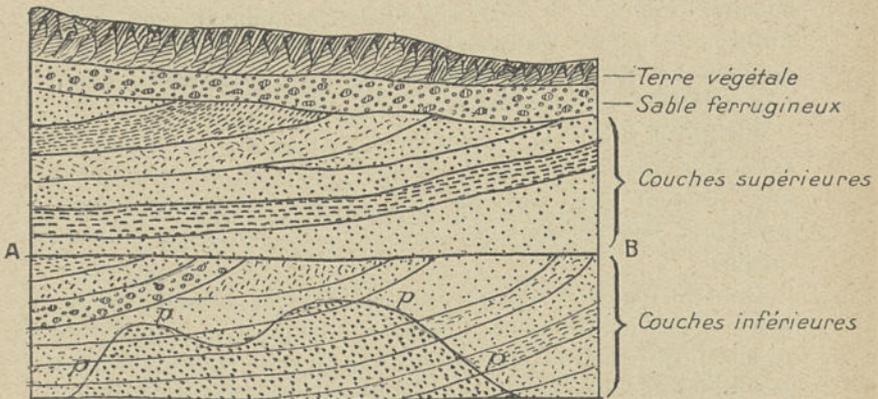


Fig. 19. — Coupe schématique du terrain dans une carrière d'ocre au nord-ouest de Gargas.

effacer, une coloration limitée par une ligne sinueuse *pppp*; le colorant minéral semble avoir coulé vers le bas.

Quant à la disposition des particules d'oxydes de fer dans les couches sableuses, elle est révélée aisément par le microscope, qui, sous un faible grossissement, montre les gradins d'oxydes de fer — rouges ou jaunes, suivant leur état anhydre ou hydraté — accolés aux grains de sable. L'argile est incorporée aux grains d'oxydes de fer, dont elle modifie la nuance.

L'extraction se fait à ciel ouvert ou par des galeries, ces deux modes étant d'ailleurs employés concurremment dans d'importantes exploitations. L'abatage de la roche a lieu au moyen d'explosifs; des piliers sont ménagés dans les

galeries pour soutenir le terrain, assez résistant, en général, pour que tout boisage soit inutile.

Du gisement, le minerai est transporté sur le chantier où doit avoir lieu, par lévigation, la séparation de l'ocre marchande. Cette opération se fait en soumettant les blocs de minerai d'ocre à l'action d'un courant d'eau, qui circule dans des canaux et traverse ensuite une série de bassins : les particules d'oxydes de fer et d'argile se détachent des grains de sable et vont, en raison de leur ténuité, se déposer dans les derniers bassins, tandis que le sable est relativement peu entraîné. Ce dernier reste donc dans les rigoles et dans les premiers bassins, d'où il sera ensuite rejeté, comme inutilisable, dans les terrains environnants. Quand le dépôt d'ocre dans les derniers bassins atteint une épaisseur suffisante, on supprime l'arrivée d'eau et l'on abandonne ce dépôt à l'évaporation, très intense sous ce climat sec et où le vent n'est pas rare. Bientôt, l'eau qui surnageait disparaît, la masse se dessèche et présente les craquelures prismatiques bien connues dans le retrait des argiles. Il ne reste plus qu'à extraire l'ocre du bassin et à la transporter à l'usine où elle est finement blutée, puis mise en barils.

Les ocres ainsi obtenues présentent des nuances variées, qui ne suffisent pas cependant aux demandes de la clientèle. Avant la mise en barils, on fait donc, quand cela est nécessaire, des mélanges des diverses qualités d'ocres que fournit le pays. Les techniciens de l'ocre acquièrent d'ailleurs une grande habitude dans l'estimation des nuances. Pour comparer deux échantillons d'ocres, ils les étalent côte à côte, au moyen d'une spatule flexible, sur une feuille de papier blanc; dans ces conditions, la moindre différence de nuance se révèle à un œil exercé. Une collection d'ocres, de toutes les nuances, permet à l'industriel de retrouver à une date quelconque — ces produits étant inaltérables — une quantité autrefois obtenue : précaution indispensable pour faciliter l'accord de l'offre avec la demande.

OCRES ROUGES ET NOIRES. — L'ocre rouge, écrit M. Lanorville, provient du broyage de l'ocre jaune ordinaire préala-

blement mise en pains et cuite. Cette mise en pains s'effectue à la main, l'ocre étant humidifiée au préalable, sous des hangars couverts, ces pains mesurant environ  $20^{\text{cm}} \times 10^{\text{cm}} \times 10^{\text{cm}}$ . Après dessiccation, ces pains sont entassés dans un four de briques, dont le plafond en forme de voûte est fait de briques laissant entre elles des intervalles pour le tirage.

Entre les pains sont également laissés des intervalles pour faciliter ce tirage. Le chauffage se fait à l'aide de bourrées de bois ou « bertilles » simplement posées sur la sole. Pour un four de  $28^{\text{m}^2}$  pouvant cuire à la fois 7000 pains, en 36 heures de chauffage, il est consommé 1200 « bertilles », soit une moyenne de 33 à l'heure. Les pains d'ocre jaune, après cuisson, ont pris une belle couleur rouge. Grossièrement concassés, ils sont, comme l'ocre jaune brute, déversés dans des trémies et broyés sous d'autres meules — afin d'éviter le mélange des ocres jaunes et des rouges — absolument semblables à celles employées pour l'ocre jaune.

C'est le fer qui produit la coloration rouge des ocres; le manganèse produit une coloration brune et, selon qu'il y en a peu ou beaucoup, on obtient toute une gamme de nuances plus ou moins brunâtres. Avec les produits très riches en manganèse, on a des couleurs très foncées confinant au noir, qui sont dites *ocres noires*. D'autre part, on obtient des ocres noires en broyant à l'eau certains schistes graphitoïdes.

VARIÉTÉS COMMERCIALES D'OCRES. — Voici, d'après Bouchonnet, la composition chimique des types usuels d'ocre :

	Ocres de Bourgogne.		Ocre du Vaucluse.
Oxyde de fer.....	30,08	22,40	20,07
Alumine .....	16,97	17,62	20,36
Silice.....	41,29	46,77	49,05
Oxyde de manganèse.....	0,37	»	»
Chaux.....	1,40	0,58	0,48
Eau.....	9,04	10,49	9,13

Ces chiffres tendent à prouver que les ocres de Bourgogne

sont, en général, plus riches en oxydes de fer que les ocres du Vaucluse. Mais d'autres analyses donnent des résultats opposés.

En fait, on classe surtout les ocres d'après leurs nuances et la finesse de leurs particules, les marques-types du commerce comportent pour les ocres jaunes :

<i>Ocre sans médaille</i> : J. C. (Jaune commun ordinaire).	
<i>Ocres de première qualité</i> :	J. C. (Jaune commun);
	J. C. L. (Jaune commun lavé);
	J. F. (Jaune fin);
	J. F. L. S. (Jaune fin lavé surfin).
<i>Ocres de qualité supérieure</i> :	J. C. L. S. (Jaune commun lavé surfin);
	J. F. L. (Jaune fin lavé);
	J. F. L. S. (Jaune fin lavé surfin).

Ces indications sont portées sur les barils à l'aide d'une marque à feu.

Pour les ocres rouges, les marques diffèrent un peu :

<i>Ocre sans médaille</i> : R. C. (Rouge commun en poudre ordinaire).	
<i>Ocres de première qualité</i> :	R. C. (Rouge commun en poudre);
	R. n° 2 (Rouge en poudre n° 2);
	R. n° 1 (Rouge en poudre n° 1);
	R. n° 1 L. S. (Rouge n° 1 lavé surfin).
<i>Ocres de qualité supérieure</i> :	R. C. L. (Rouge commun lavé supérieur);
	R. C. L. S. (Rouge commun lavé surfin supérieur);
	R. n° 1 L. (Rouge n° 1 lavé supérieur);
	R. n° 1 L. S. (Rouge n° 1 lavé surfin supérieur).

L'*ocre de ru* provient des boues recueillies dans certains ruisseaux d'évacuation d'eaux ayant servi au lavage des minerais de fer; on écrit parfois improprement *ocre de rue*. Le *jaune Mexico* est une variété d'ocre jaune de ton bois. Certaines variétés d'ocres foncées sont dites *terre de Sienna*, *terre d'Ombre*, *terre d'Italie*.

Notons enfin que les ocres jaunes sont dites parfois *jaune de montagne*, *jaune de Chine*, *terre jaune*, *ocre d'or*, *ocre de fer*, *ocre de satin*. Quant à l'*ocre chrome*, c'est une ocre jaune avivée par mélange avec plus ou moins de jaune de chrome.

L'*ocre brune* est une variété d'ocre de ru riche en manganèse.

Notons enfin qu'on peut considérer comme une variété d'ocre artificielle le *jaune de Mars*, le *jaune minéral* préparés en précipitant par un carbonate alcalin ou par la chaux une solution de sel ferreux ou ferrique, avec ou non addition d'alun. Le précipité gélatineux d'oxyde de fer, lavé et séché à l'air libre, donne une couleur solide servant en peinture artistique tel que, ou transformé par calcination plus ou moins forte en *brun de Mars*, dit aussi parfois *brun de fer* pour certaines variétés, *orangé de Mars*, *violet de Mars*, *rouge de Mars*.

#### Jaunes de chrome.

PRINCIPE DE FABRICATION. — Les jaunes de chrome sont à base de chromate de plomb précipité en mélangeant des solutions de bichromates alcalins et des solutions d'acétate, de nitrate ou de sulfate de plomb. Selon les conditions dans lesquelles est effectuée la précipitation, on peut obtenir toute une gamme de produits dont la nuance va du jaune pur à l'orangé, ces derniers produits contenant outre le chromate neutre  $\text{Pb Cr O}_4$  des chromates basiques du genre  $\text{Pb}^4 \text{Cr}^5 \text{O}^{16}$ , tandis que les jaunes très purs contiennent du sulfate de plomb.

Suivant que les jaunes de chrome sont produits dans des conditions faiblement acides ou en milieu neutre, la structure cristalline et le plus ou moins de volume du précipité diffèrent sensiblement. Ainsi, la précipitation à chaud produit des jaunes cristallins.

Dans la précipitation des jaunes de chrome, il se produit des composés solubles dans l'eau que l'on peut éliminer par lavage, mais certains jaunes les retiennent avec opiniâtreté, ce qui nuit à la qualité des couleurs; ces impuretés attaquant les métaux; aussi les consommateurs exigent-ils de plus en plus des jaunes de chrome riches.

Si l'on opère avec des solutions neutres, et si on laisse les jaunes reposer quelques heures après le lavage, on obtient des jaunes de faible densité.

En faisant bouillir des sels basiques et en les refroidissant après la précipitation, on produit des jaunes un peu plus colorés.

Des jaunes de même composition chimique et de même teinte peuvent beaucoup varier en valeur. Les fabricants de peintures ordinaires et de peinture émail doivent choisir des jaunes du type volumineux, car ils se comportent mieux vis-à-vis des huiles et des vernis. Les apprêteurs de papier, par contre, doivent employer des jaunes denses et peu volumineux, car ils retiennent moins d'eau et facilitent l'apprêt du papier.

Dans la fabrication des jaunes de chrome, ce qui importe, c'est l'état plus ou moins cristallin des produits servant à leur fabrication, beaucoup plus que la nature du sel qui a servi de point de départ (1).

On consomme de très grosses quantités de ces jaunes (surtout à l'état dilué) en peinture de bâtiment et de carrosserie, dans la fabrication des papiers peints.

Le *jaune Aladin* est un jaune de chrome presque exclusivement composé de chromate neutre; le *jaune soufre* et le *jaune citron* des mélanges de chromate et de sulfate de plomb.

PRATIQUE DE PRÉPARATION. — Nous reproduisons ci-après (voir p. 72), d'après la revue *Peintures, pigments, vernis* (1926), les dosages employés pour la préparation des *jaunes de chrome ordinaires*.

Les doses indiquées sont à faire dissoudre dans l'eau, puis à mélanger en versant :

1° la solution du chromate et du sulfate de soude dans la solution plombique;

2° les solutions de soude et d'alun dans la mixture précédente, tout cela sans cesser de remuer.

---

(1) D'après Кæк, *Chemical Trades*, 1924.

Constituants.	Marques « Primrose ».		
	I.	II.	III.
Acétate gris de plomb.....	84,5	—	—
Nitrate de plomb.....	—	48,3	20,9
Sulfate de plomb.....	18,8	—	35,8
Bichromate de soude.....	—	—	4,5
Bichromate de potasse.....	17,5	9,9	—
Sulfate de soude.....	—	—	4,5
Alun de potasse.....	23,3	14,3	4,5
Carbonate sodique cristallisé.	84	26,8	9

Constituants.	Marques commerciales.		
	Citron III.	Citron IV.	Medium III.
Céruse.....	—	12,5	12,5
Nitrate de plomb.....	100	44,7	64,3
Bichromate de soude.....	16,1	—	—
Bichromate de potasse.....	—	12,5	23,3
Sulfate de soude.....	16,1	—	—
Carbonate sodique cristallisé.	16,1	15,8	6,3
Sulfate de magnésium.....	—	18,8	—

Filtration et séchage sont naturellement effectués comme à l'ordinaire.

Pour les *jaunes de chrome purs*, la précipitation, selon l'équation théorique, doit se faire avec 389 parties de bichromate de potasse par 1000 d'acétate de plomb. Pratiquement, il ne faut pas dépasser 350 sous peine de faire brunir le précipité. Il en est de même si la température dépasse 82° C. Les doses à faire dissoudre dans l'eau sont :

Constituants.	Marques commerciales.		
	Citron.	Medium.	Orange.
Acétate ou nitrate de plomb.	450	450	450
Bichromate.....	110	134	157
Sulfate de soude.....	157	95	—

En interpolant, il est facile d'obtenir toutes sortes de

nuances intermédiaires. On peut employer le bichromate de sodium ou celui de potassium.

Les jaunes de chrome pour lithographie, très denses, servent à la fabrication des encres lithographiques. On les prépare par précipitation en dissolvant, d'une part, l'acétate de plomb dans un peu d'eau chaude (puis allongeant d'eau froide); d'autre part, le bichromate et le sulfate d'alumine dans beaucoup d'eau froide. Verser peu à peu en remuant la première solution dans la seconde; ajouter finalement le lait de chaux.

Constituants.	Marques commerciales jaune pur.			
	Citron.	Pâle.	Medium.	Profond.
Céruse .....	52,2	45,6	45,6	56,7
Sous-acétate de plomb.	33,5	31,7	25	33,5
Sulfate d'alumine.....	33,5	37,9	33,1	—
Bichromate de soude ...	16,5	17	17,9	25

Constituants.	Marques commerciales rougeâtres.		
	Orange.	Rouge.	Extra-rouge.
Céruse.....	56,7	56,7	56,7
Sous-acétate de plomb.....	33,5	33,5	33,5
Bichromate de soude.....	25	25	25
Chaux vive.....	3,6	4,5	6,7

On lave quatre fois par décantation avant de passer au filtre-pressé.

Les jaunes Spooner sont à base d'un bain de nitrate de plomb, préparé en remuant jusqu'à parfait homogène le mélange :

Litharge .....	32 <sup>kg</sup>
Acide nitrique.....	34
Eau.....	40

On coule dans ce bain, après éventuelle addition d'un lait de chaux (30 litres d'eau par 10<sup>kg</sup> de chaux vive) qui doit être suivie d'un repos de quelques heures, une solution étendue préparée avec les doses indiquées ci-après, en fonction du type de couleur à obtenir :

Types de nuances :	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Bichromate de potassium...	5	8	11	12	10	6	6
Sulfate calcique.....	9	9	—	—	—	—	—
Lait de chaux ajouté au préalable :							
à froid.....	—	—	8	14	14	—	—
bouillant.....	—	—	—	—	—	40	48

Les chiffres indiquent des kilogrammes. Sitôt la précipitation effectuée, on ajoute de l'eau froide et on lave.

Les *jaunes anglais*, dits également *jaunes purs*, sont à base d'acétate de plomb, précipité à froid, excepté pour le type IV qui est précipité à l'ébullition :

	I.	II.	III.	IV.
Constituants de base contenus dans les solutions :				
Acétate de plomb.....	32	32	32	32
Bichromate de potasse.....	4	6	16	5
Constituants ajoutés aussitôt faite la précipitation :				
Sulfate calcique.....	8	—	—	—
Céruse.....	2	—	—	—

Pour avoir des produits moins chers, on charge avec du gypse. Outre la qualité A, correspondant au produit pur, on produit couramment les qualités B, C, D et E, contenant respectivement, pour le résultat d'une précipitation faite avec les chiffres ci-dessus, 25, 45, 100 et 300<sup>kg</sup> de diluant.

JAUNES SPÉCIAUX. — Le *jaune jonquille* est préparé, écrit Coffignier, par le procédé Winterfeld, avec deux solutions :

(a) {	Acétate de plomb.....	33 <sup>kg</sup>
	Eau.....	100
(b) {	Cristaux de soude.....	22
	Eau.....	60

Verser la seconde solution dans la première, laver par décantation et ajouter en agitant :

Chromate neutre de potasse.....	17 <sup>kg</sup>
Eau.....	50

On lave ensuite à plusieurs reprises par décantation.

Le *jaune de Cologne* est à base de chromate de plomb et de sulfate calcique. On part d'un sulfate de chaux très pur que l'on obtient facilement en précipitant une solution de chlorure de calcium par le sulfate de soude. Le précipité égoutté est additionné de nitrate de plomb et le mélange ainsi formé (qui contient du sulfate de plomb) est précipité par le chromate de potasse, en agitant pendant tout le temps qu'on fait couler la solution de chromate; il se forme du chromate de plomb et le résultat final de la réaction est un mélange de chromate de plomb, sulfate de plomb et sulfate de chaux :

Chromate de plomb.....	25 %
Sulfate de plomb.....	15 %
Sulfate de chaux.....	60 %

Ce jaune de nuance éclatante est employé dans la peinture en décors. Nous empruntons à Coffignier la description de son mode de préparation.

Le *jaune brillant* servant en peinture artistique est à base de chromate et de carbonate de plomb; on a d'autre part désigné sous ce nom un sulfure de cadmium précipité servant en pyrotechnie et en peinture d'art.

Le *jaune de strontiane*, parfois également employé en peinture d'art, est un chromate de strontium.

### Jaunes de cadmium.

SULFURE DE CADMIUM. — C'est ce composé qui constitue le *jaune de cadmium* du commerce, dit jadis parfois *jaune brillant*. Il peut être préparé par chauffage du mélange de métal et de soufre : toutefois, ce procédé, très coûteux, ne donne pas un corps à pouvoir couvrant. Mais si, dans une solution de sulfate ou de chlorure de cadmium pur, on fait passer du gaz sulfhydrique jusqu'à ce qu'il reste encore la

moitié du métal en solution, on obtient un *jaune citron*; on s'arrange pour que, ce point étant atteint, du gaz ne soit plus en contact avec le sulfure. En outre, on lave ce dernier à l'eau chaude. Si l'on continuait à faire passer le gaz et que l'on remue la solution vigoureusement en la chauffant, on obtiendrait le sulfure *jaune foncé*. Si l'on voulait obtenir le *sulfure orange*, il faudrait faire passer le gaz dans la solution de cadmium à l'ébullition. Il faudrait avoir une solution à 20 pour 100 de cadmium additionné de 5 pour 100 d'acide chlorhydrique et agiter constamment, durant la précipitation à la liqueur bouillante.

Pour obtenir sans coup férir la qualité jaune citron, il faut veiller à maintenir constante la concentration en acide libre et que le gaz barbote hors de la présence (autant que possible) du jaune précipité. On obtient ceci en ayant toujours du cadmium métallique en excès. On règle la précipitation de façon que l'acide libre dissolve peu à peu le métal. Pour faire le jaune foncé et le jaune orange, aucune de ces précautions n'est nécessaire.

Pour préparer le jaune de cadmium citron, qui est le plus demandé dans le commerce, on fait dissoudre 453<sup>g</sup> de sulfate de cadmium pur dans 18 litres d'eau et l'on ajoute 51,7 de sulphydraté d'ammoniaque du commerce.

On peut aussi ajouter à la solution de sulfate de cadmium une solution d'hyposulfite de soude, puis un peu d'acide sulfurique; on fait bouillir une heure. Les jaunes citron contiennent des proportions notables de soufre libre, ce qui est un défaut, car ce dernier, en se transformant en acide sulfurique, diminue l'intensité du jaune. Une analyse par épuisement au sulfure de carbone permet le contrôle.

Pour obtenir la nuance orange, on rend fortement acide la solution de sulfate ou de chlorure de cadmium et l'on fait passer du gaz sulfhydrique à refus. On peut aussi précipiter comme précédemment le sulfure avec du sulphydraté d'ammoniaque. Les précipités obtenus avec le sulphydraté doivent être lavés avec le plus grand soin jusqu'à absence totale de sels solubles. La dessiccation ne doit pas aller au delà de 90°, sinon on aurait un corps bruni à chaud et qui ne reviendrait

pas absolument à sa teinte primitive à froid. De plus, si la température était trop élevée, il pourrait y avoir une combustion spontanée (1).

Solide, mais cher, le jaune de cadmium ne sert guère en peinture que pour le décor et la carrosserie. On l'emploie aussi en caoutchouterie, en pyrotechnie.

LES CADMOPONES. — On nomme ainsi, par analogie aux lithopones, des pigments à base de composés du cadmium, métal récupéré dans les usines de raffinage électrolytique du zinc. Ces couleurs sont actuellement fabriquées par l'industrie américaine.

Le *cadmopone au sulfure de cadmium* seul se prépare en précipitant une solution de sulfate de cadmium par une solution de sulfure de baryum. On obtient un pigment contenant 38 pour 100 de Cd S, ce qui dépasse la richesse en sulfure de zinc du lithopone ordinaire. Ce pigment est d'un jaune citron brillant et pur. On n'arrive qu'à une matière de beaucoup inférieure, quant à l'éclat de la couleur, en mélangeant directement 38 pour 100 de sulfure de cadmium à 62 pour 100 de blanc de baryte.

En principe, on pourrait produire actuellement le cadmopone à moitié prix du sulfure pur. Ce prix de revient pourrait subir encore une baisse supplémentaire si la consommation de ce pigment venait à s'accroître.

A la suite de divers travaux, Ward entreprit de tirer parti de la coloration intense des sulfosélénures de cadmium pour en faire des pigments analogues au lithopone. Il a obtenu ainsi, en précipitant simultanément le sulfate de baryum et les sulfosélénures, toute une gamme de cadmopones au sélénium.

Dans ces produits, la teneur en sulfate de baryum diminue à mesure qu'augmente la teneur en sélénure de cadmium; il n'a pas été possible de maintenir constants les 62 pour 100 de sulfate de baryum, caractérisant le lithopone.

---

(1) D'après NIEDERLANDER et BUDGEN, *Revue des Produits chimiques*, 1925.

Voici les changements que subit la couleur de ces pigments selon leur composition :

	Pourcentage en BaSO <sup>4</sup> .	Couleur correspondante.
1. Cd S, Ba SO <sup>4</sup> .....	61,8	jaune
2. 4 (5 Cd S, Cd Se).23 Ba SO <sup>4</sup> ....	59,5	orangé 1
3. 2 (7 Cd S, 2 Cd Se).17 Ba SO <sup>4</sup> ....	58,8	orangé 2
4. 4 (3 Cd S, Cd Se).15 Ba SO <sup>4</sup> ....	58,4	rouge 1
5. 4 (2 Cd S, Cd Se).11 Ba SO <sup>4</sup> ....	57,2	rouge 2
6. 2 (3 Cd S, 2 Cd Se).9 Ba SO <sup>4</sup> ....	56,3	cramoisi 1
7. 4 (Cd S, Cd Se).7 Ba SO <sup>4</sup> .....	54,9	cramoisi 2
8. 2 (Cd S, 2 Cd Se).5 Ba SO <sup>4</sup> .....	52,6	marron

Dans les sulfosélénures purs, la teinte varie avec la richesse en sulfure de calcium. L'adjonction du sulfate de baryum au produit pur est d'un effet relativement peu prononcé, de sorte que les cadmoïnes diversement colorés par les sulfosélénures se placent dans la gamme des teintes des produits purs et correspondent à ceux de ces produits plus pauvres en sélénure.

Au point de vue chimique, les sulfosélénures se comportent d'une façon autre, vis-à-vis des agents chimiques, que ne le font séparément le sulfure et les sélénures. Ward a produit ce pigment pour les besoins de la céramique, mais, étant donnée leur résistance aux alcalis, on peut envisager leur application pour la fabrication des couleurs à la détrempe et des couleurs pour papiers de tentures. On peut aussi fort bien employer le cadmoïne dans les enduits et les peintures laquées à base d'esters celluloseux. L'obtention de ces peintures laquées sous une forme parfaite a présenté quelques difficultés. Le broyage doit être fait avec un produit à grain uniforme excessivement petit et dont les constituants sont aussi très uniformément mélangés entre eux (1).

Les pigments à base de cadmium et notamment le jaune de cadmium n'ont pas jusqu'à présent pu être utilisés dans les encres d'imprimerie, n'étant pas assez finement divisés.

(1) *Bulletin of the Oil and Colour Chemists' Association*, 1926, et *Revue des Produits chimiques*, 1927.

Si l'on arrivait à obtenir ces pigments assez ténus, ils pourraient se substituer au vermillon qui n'est pas un bon pigment pour les encres d'imprimerie.

**JAUNES DIVERS AU CADMIUM.** — On vend sous le nom de *jaunes brillants* des mélanges à base de sulfure de cadmium et de céruse : on doit prohiber l'emploi de ces produits qui noircissent lentement à l'air.

Le *jaune de Naples* est un substitut bon marché du jaune de cadmium normal; les produits commerciaux sont des mélanges en proportions variables de sulfure de cadmium, de sulfate de baryum et d'oxyde de zinc.

Le *jaune aurore* est une variété de jaune de cadmium.

### Jaunes divers.

**JAUNES DE ZINC.** — Les couleurs de ce nom sont des chromates de zinc, dont il existe deux nuances-types correspondant l'une au chromate acide  $Zn(CrO_4) \cdot Cr_2O_7 \cdot K_2$ , l'autre au chromate basique  $Zn(CrO_4) \cdot ZnO$ . On prépare le *jaune basique* en mélangeant les solutions :

(a)	{	Bichromate de potasse.....	100 <sup>kg</sup>
		Carbonate de soude cristallisé.....	95
		Eau.....	500
(b)	{	Sulfate de zinc.....	s. q.
		Carbonate de soude.....	185
		Eau.....	500

La solution sulfatée doit être préparée avec un sel pur si l'on veut avoir une belle nuance; on y ajoute du carbonate jusqu'à formation d'un léger louche persistant.

Pour le *jaune acide*, il est, d'après Coffignier, préparé avec :

Oxyde de zinc.....	10 <sup>kg</sup>
Acide sulfurique.....	6
Bichromate de potasse.....	10

On ajoute petit à petit l'acide très dilué au blanc délayé à l'avance dans l'eau, on verse en remuant la solution de bichromate et on lave au moins deux fois avant séchage.

Couvrant moins bien que les jaunes de chrome, mais plus solides (en particulier, ils ne brunissent pas en se sulfurant), les jaunes de zinc servent un peu directement en peinture, et surtout pour préparer les verts de zinc.

Le *jaune romain*, que l'on ne fabrique plus, résultait de la calcination de sulfate de zinc mélangé avec 3 pour 100 de solution aqueuse à 12° B. de nitrate de manganèse.

JAUNE D'OUTREMER. — C'est un chromate de baryte préparé par mélange des deux solutions bouillantes :

(a)	Chlorure de baryum.....	10 <sup>kg</sup>
	Eau.....	50
(b)	Bichromate de potassium.....	7
	Carbonate de soude.....	10
	Eau.....	50

Ce pigment jaune clair, couvrant assez bien, sert dans la fabrication du papier peint et des couleurs pour peinture artistique; on le nomme parfois *jaune de baryte*.

En substituant au chlorure de baryum le nitrate de strontium, on obtient un jaune plus vif formé par du chromate de strontium : c'est le *jaune de strontiane* qui a les mêmes applications que le jaune d'outremer.

JAUNES D'ANTIMOINE. — Dits encore *jaunes Mérimée*, ces produits sont à base d'oxychlorure et d'antimoniote de plomb. On les prépare par calcination à la température du rouge cerise de mélanges finement pulvérisés préparés selon des formules de ce genre :

	Teintes.			
	Très claire.	Clair.	Foncée.	Très foncée.
Antimoine.....	10	10	6	5
Nitrate de potasse.....	1	1	1	—
Céruse.....	4	8	10	—
Minium.....	—	—	—	12
Sel commun.....	4	4	4	10

On verse dans l'eau la masse incomplètement refroidie,

on procède aux broyages et lavages ordinaires avant de sécher. Ces couleurs, assez chères, ne sont employées qu'en peinture d'art.

JAUNE DE NAPLES. — Cette couleur dite encore *terre de Naples* est un antimoniate de plomb plus ou moins chargé d'oxyde, que l'on prépare par calcination de mélanges faits selon diverses formules :

	Auteurs.		
	Bondaroy.	Guignet.	Roret.
Céruse.....	73	24	—
Minium .....	—	—	2
Sulfure d'antimoine.....	12	—	—
Alun calciné.....	3	1	—
Sel ammoniac.....	6	1	—
Antimoniate de potasse.....	—	4	—
Antimoine.....	—	—	3
Calamine .....	—	—	1

Le jaune de Naples sert en peinture pour donner des tons jaunes très solides et d'une grande richesse; mais dans le broyage on doit éviter le fer et la pierre, qui lui font prendre une teinte verte désagréable. On l'emploie surtout pour imiter le ton de l'or; mélangé aux blancs et à un peu de vermillon, il fournit la teinte chamois. Le jaune de Naples, reporté Souris, ne noircit pas à l'air et couvre assez bien.

JAUNE MINÉRAL. — Il est dit aussi *jaune de Montpellier*, *jaune de Paris*, *jaune de Vérone*, *jaune Turner*, *jaune chimique*, *jaune Kessler*, *jaune Véronèse*, *jaune anglais*. On le prépare en ajoutant en plusieurs fois à de la litharge le quart de son poids de sel commun ou de sel ammoniac en solution aqueuse concentrée. On lave à l'eau le mélange boursoufflé et l'on calcine au rouge sombre.

Le jaune minéral se trouve dans le commerce quelquefois fondu, mais le plus souvent en poudre ou en trochisques. Sa nuance varie depuis le jaune clair jusqu'au brun. Cette couleur est surtout employée pour la peinture des décors et

des voitures. Elle est très solide. On rehausse généralement le ton du jaune minéral avec le jaune de chrome. Il couvre assez bien et noircit faiblement.

D'autre part, on désigne parfois aussi sous le nom *jaune minéral*, ainsi que sous le nom *turbith minéral* un sous-sulfate de mercure préparé en attaquant du mercure par de l'acide sulfurique concentré, et en délayant la masse blanche qu'on obtient dans l'eau bouillante. Le produit ainsi lavé est séché à une douce chaleur. Le sel se décompose en donnant une poudre jaune qu'on lave à plusieurs reprises avec de l'eau bouillante.

Cette couleur se présente sous la forme d'une poudre d'un beau jaune citron, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Son emploi est assez restreint, à cause de son peu de conservation, surtout lorsqu'elle est exposée aux émanations sulfureuses. Mélangé aux autres couleurs, le jaune minéral donne, dans certains cas, des résultats très satisfaisants. Broyé avec du bleu de Prusse, reporte M. Souris, dans le *Moniteur de la Peinture*, il donne des verts magnifiques.

JAUNE DE COBALT. — Ce pigment, dit aussi *jaune de Fischer* ou *aurocoline*, est, d'après Franchet, un nitrite de cobalt et de potassium obtenu par précipitation de l'azotate de protoxyde de cobalt et de potassium par la potasse en excès; le précipité en suspension dans le liquide est ensuite soumis à un courant de bioxyde d'azote. Cette excellente couleur sert pour la peinture à l'huile et l'aquarelle en raison de son inaltérabilité.

JAUNE DE STEINBÜLL. — Chromate double de calcium et de potassium préparé en ajoutant un excès de chaux à une solution de bichromate de potassium, puis saturant l'excès de chaux par barbotage de gaz carbonique.

JAUNE SIDÉRIN. — C'est un chromate basique de fer préparé en ajoutant à une solution de chlorure ferrique une solution saturée chaude de bichromate de potassium. La couleur, qui servait jadis dans la peinture en détrempe, parfois sous le nom de *sidérine*, n'est plus maintenant dans le commerce.

**Laques jaunes et jaunes à pigments organiques.**

**JAUNES A LA CHAUX.** — A environ 100<sup>kg</sup> de kaolin mis en bouillie bien homogène avec de l'eau, on ajoute 2<sup>kg</sup> de colorant synthétique dissous dans l'eau de condensation. On obtient un jaune citron avec la sétoglavine T, un jaune plus corsé avec l'auramine O.

Une très jolie teinte vive peut être obtenue avec une même dose de ce dernier colorant, en solution aqueuse chaude, ajouté, en remuant, à 100<sup>kg</sup> de sulfate de baryte, après quoi on ajoute successivement, sans cesser de remuer, 2<sup>kg</sup> de tannin puis 1<sup>kg</sup> de tartre émétique en solution dans dix fois leur poids d'eau.

Toutes ces couleurs, de solidité médiocre à la lumière, servent surtout dans l'impression des papiers peints, et pour la préparation des peintures à l'eau.

**JAUNE DE CHROME IMITATION.** — M. Carré conseille d'opérer ainsi, les poids se rapportent aux corps dissous, non aux solutions :

Une solution d'alun.....	800 <sup>g</sup>
est mélangée avec une solution de car- bonate de soude.....	250
puis agitée avec de la baryte.....	1000

Il s'agit naturellement non de baryte véritable, mais de sulfate de baryum.

On ajoute alors des solutions de :

Jaune de Chine B.....	300
Auramine O.....	25

La couleur est précipitée par une solution préparée avec 1300<sup>g</sup> de chlorure de baryum cristallisé. La laque obtenue est assez solide.

JAUNE PÉRUVIEN. — On emploie, selon Coffignier :

Orangé d'alizarine.....	15 <sup>kg</sup>
Phosphate de soude.....	14
Sulfate d'alumine.....	22
Carbonate de soude.....	15
Huile pour rouge.....	7

On ajoute l'alizarine à la solution de phosphate de soude et l'on coule dans la solution de sulfate. Après avoir porté le mélange à l'ébullition, on ajoute la solution de carbonate additionnée de l'huile. On laisse bouillir pendant 10 minutes, on ajoute de l'eau froide et on lave.

LAQUES D'EXTRAITS VÉGÉTAUX. — Le *stil de grain* est préparé avec les grains de plusieurs variétés de nerprun, dites, selon provenance, grains de Perse, grains d'Avignon, grains d'Espagne, etc. Ces grains séchés sont broyés puis épuisés à l'eau bouillante. Au liquide provenant de 1<sup>kg</sup> de grains, on ajoute 4<sup>kg</sup> d'alun, puis, après dissolution, une solution préparée avec 2700<sup>g</sup> de carbonate sodique. Par lavage du précipité, on obtient un jaune de solidité médiocre servant en décoration.

La *laque de gaude* est préparée de même avec la plante de ce nom, qui servait jadis en teinture : c'est un sulfate tribasique d'alumine teint par la lutéoline : un peu plus solide que le *stil de grain*, le pigment a les mêmes applications.

JAUNE INDIEN. — On prépare exclusivement ce pigment dans certaines régions hindoues, par fermentation d'un mélange de feuilles et d'urine. Il est importé en masses pyriformes d'un brun verdâtre qu'on lave à l'eau ammoniacale après broyage et tamisage. Constitué surtout par un composé organique dérivé de l'euxanthone  $C^{13}H^8O^1$  et dont on sait faire la synthèse, le jaune indien ou *purrhe* donne de jolis tons chauds assez solides; en raison du prix élevé, il ne sert qu'en peinture artistique (1).

(1) On emploie d'ailleurs plutôt maintenant en peinture d'art le *jaune indien simili*, qui est une laque à base d'alumine teinte par un dérivé de l'hydrazine.

**GOMME-GUTTÉ.** — Variété de résine provenant de divers arbres des forêts cingalaises et cambodgiennes. On l'obtient en pratiquant des incisions profondes à l'arbre et en recueillant dans des chaumes de bambou le suc qui s'en écoule; en se desséchant, elle prend la forme cylindrique sous laquelle on la livre au commerce.

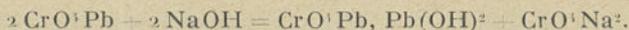
D'autres fois, on brise les jeunes rameaux de l'arbre, le suc recueilli est séché au soleil et mis sous forme de cylindres ou de gâteaux.

La gomme-gutte se présente en masses opaques d'un brun jaunâtre à l'extérieur, et d'un rouge orangé à l'intérieur. Elle est dure et fragile, sa cassure est brillante, sa poudre est d'un très beau jaune.

On l'emploie pour la peinture à l'aquarelle, la gouache et la miniature; pour la peinture à l'huile, on lui reproche de n'avoir pas de corps, ce qui tient à la présence des 20 pour 100 de gomme qu'elle contient.

### Orangés.

**ORANGÉS DE CHROME.** — On nomme soit ainsi soit *orangés minéraux* les variétés rougeâtres de jaunes de chrome, où prédomine le chromate basique  $\text{CrO}^3\text{Pb}$ ,  $\text{PbO}$ . On peut les préparer à partir du jaune de chrome, en traitant le chromate neutre de plomb par la soude :



Le chromate de soude, qui serait perdu, réagit sur le sulfate de plomb présent, comme on vient de le voir dans le jaune, et donne du chromate neutre qui réagit sur la soude :



Il importe d'utiliser une soude convenablement diluée, car, en présence de soude concentrée, l'oxyde  $\text{PbO}$  prend un caractère acide et donne du plombite de soude.

Pour avoir les *orangés de chrome à la chaux*, on précipite en ajoutant le lait de chaux au mélange des solutions de nitrate

et de chromate, la masse étant ensuite portée à l'ébullition, qui doit durer une heure.

Constituants.	Marques commerciales.			
	Orangé II.	Orangé III.	Orangé IV.	Orangé V.
Céruse .....	—	40,7	40,7	—
Nitrate de plomb.....	44,7	62,5	62,5	71,5
Bichromate de potasse.	13,4	37,5	—	—
Bichromate de soude...	—	—	37,5	18,3
Carbonate sodique cristallisé.....	—	—	—	18,3
Chaux vive.....	4,5	25	6,3	4
Sel de Glauber.....	9,5	—	—	—

On doit employer de l'eau froide en assez grand excès.

LAQUE ORANGÉE. — Carré donne la formule suivante :

Baryte.....	1000 <sup>g</sup>
Mélanger avec une solution chaude de carbonate de soude .....	15 <sup>g</sup>
Puis } Orangé extra dissous au préalable....	8 <sup>g</sup> 12 <sup>g</sup> 15 <sup>g</sup>
avec } Écarlate R	12 <sup>g</sup> 8 <sup>g</sup> 5 <sup>g</sup>
Enfin } Chlorure de baryum cristallisé.....	40 <sup>g</sup>
avec } Sulfate d'alumine .....	32,5

On fait sécher à température modérée après lavage.

LAQUE TANGO. — La formule suivante est donnée par M. Appelle (*Revue générale des Matières colorantes*, 1923) :

Sulfate d'alumine à 18% de Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .	3 <sup>kg</sup>
Carbonate de soude calciné.....	1,200
Orangé II.....	1,200
Chlorure de baryum.....	4,200

Ces produits sont employés sous forme de solutions chaudes à 10 pour 100 pour les sels et à 2 pour 100 pour le colorant; ils sont mélangés dans l'ordre indiqué, en agitant. La température, au moment de la précipitation, doit être d'environ 60°.

Après lavage, filtration et passage en presse, on obtient

environ 15<sup>kg</sup> de laque en pâte; si l'on fait sécher, on trouve environ 5<sup>kg</sup> de laque sèche. Dans ce dernier cas (fabrication de laque sèche), il serait avantageux de substituer dans le corps, et pour une proportion aussi large que possible, le sulfate de baryte naturel au sulfate de baryte précipité et à l'alumine qui donne l'application de la formule ci-dessus; l'alumine, tout particulièrement, est un corps qui, en pâte, retient beaucoup d'eau et donne un bon rendement, mais qui, à l'état sec, représente un poids faible et revient, par conséquent, assez cher.

ORANGÉS DIVERS. — L'*orangé de Mars* est une variété rougeâtre de jaune de Mars (voir p. 70).

Un *orangé pour lithographie* peut être préparé par la méthode employée pour les jaunes destinés au même usage (voir p. 73).

### Bruns.

BRUNS VAN DYCK. — Ces bruns rougeâtres sont colorés par le sesquioxyde de fer. On les prépare soit en calcinant le rouge anglais provenant de la décomposition par chauffage du sulfate ferreux, soit en calcinant des résidus du grillage des pyrites employés dans les vitrioleries. En réglant la calcination, ou parfois en mélangeant à des ocres, on obtient toute une gamme de nuances le plus souvent ainsi désignées commercialement :

Brun Van Dyck OR (ordinaire rouge),  
 Brun Van Dyck R (rouge),  
 Brun Van Dyck OV (ordinaire violet),  
 Brun Van Dyck V (violet).

Pigments très solides, bon marché, employés en grandes quantités dans la peinture en bâtiments.

BRUN DE FLORENCE. — Ce pigment est constitué par du ferrocyanure de cuivre. On le prépare en ajoutant succes-

sivement la solution (b), puis la solution (c) à la solution (a) :

(a) {	Sulfate de cuivre.....	1 000 <sup>g</sup>
	Eau.....	10 000
(b) {	Carbonate de soude anhydre.....	350
	Eau.....	10 000
(c) {	Ferrocyanure de potassium.....	1 000
	Eau.....	10 000

Après lavages à l'eau et séchage, on obtient environ 700<sup>g</sup> d'un brun rougeâtre très solide et de belle nuance chaude, ne servant, en raison de son prix assez élevé, qu'en peinture artistique.

Le brun de Florence est parfois dit *brun de Breslau*, *brun de Hatchett*, *brun chimique*.

**BRUN DORÉ.** — Ce pigment est formé de bioxyde de plomb préparé en calcinant de la litharge ou du minium pulvérisés. On oxyde en ajoutant petit à petit de l'eau de Javel, on lave et l'on fait sécher.

**BRUNS MINÉRAUX DIVERS.** — Le *brun de manganèse* est un bioxyde préparé en précipitant par une solution de carbonate sodique une solution de chlorure de manganèse, après quoi on oxyde en ajoutant un peu d'eau de Javel. Quoique très solide, le pigment, qui couvre très mal, n'est pas pratiquement employé.

En calcinant à l'air du bleu de Prusse, on obtient un mélange de peroxyde de fer et de carbone, constituant le *brun de Prusse*, très solide, servant d'ailleurs assez rarement en peinture artistique.

La *laque brûlée* provient de la calcination à température relativement modérée, de laque carminée; la couleur ne sert qu'en peinture artistique. Notons que, pratiquement, la laque brûlée est le plus souvent obtenue en fonçant la laque carminée par addition de noir pendant le broyage.

La *laque de fer*, ne servant également qu'en peinture d'art, est à base d'alumine teinte par de l'oxyde de fer.

La *terre d'Ombre*, dite parfois *craie brune*, est une variété d'ocre.

**BRUNS A PIGMENTATION PAR COMPOSÉS ORGANIQUES.** — Le *bistre* résulte du broyage de suie recueillie dans les cheminées où ne circule que de la fumée de bois.

Le *brun de Bruxelles* provient de la calcination, à température modérée, d'os verts. Couleurs de solidité médiocre servant en peinture artistique.

Le *brun de momie* est obtenu en broyant des débris de momies provenant de sépultures égyptiennes anciennes : il noircit par exposition prolongée à la lumière.

Le *brun d'alumine* se prépare en mouillant du sucre avec une solution de soude ou de potasse caustique, puis chauffant jusqu'à ce que soit atteinte la nuance désirée.

Le *bitume* est un mélange complexe de carbures d'hydrogène qui existe dans divers gisements, et que l'on fait fondre avec un peu d'huile de lin pour le siccativer. Le pigment noircit à la lumière.

Tous ces bruns ne sont employés qu'en peinture artistique.

**BRUNS LAQUÉS.** — On prépare beaucoup de bruns pour carrosserie en teignant des mélanges de sulfate barytique et de pigments ferrugineux. Voici les formules données à ce propos par Coffignier :

	Brun d'Islande.	Brun de Suède.	Brun de Russie.	Brun de Norvège.
Rouge 2 S.....	12	—	—	—
Amarante.....	—	7	—	—
Cérasine.....	—	—	14	16
Chlorure de baryum.....	48	72	64	72
Sulfate de sodium.....	36	48	48	54
Brun Van Dyck.....	31	—	—	41
Ocre rouge.....	—	50	48	—
Sulfate de baryte.....	29	—	—	—

On opère par les méthodes générales de préparation des couleurs laquées (*voir* p. 15).

**BRUNS VICTORIA.** — Ces bruns, très employés en peinture à l'huile, sont teints avec les colorants tels que cérasine, nacarat, cramoisine, camélia, etc. Voici deux formules-types,

la première pour brun clair, la seconde pour brun médium :

Cérasine .....	12	160
Éosine .....	—	10
Ponceau 3 RS.....	2	—
Chlorure de baryum.....	64	720
Sulfate de soude.....	48	540
Acétate de plomb.....	—	16
Sulfate de baryte.....	19	—
Ocre rouge.....	11	—
Brun Van Dyck.....	20	400

Tous ces pigments sont de médiocre solidité à la lumière. On les nomme aussi, selon la nature de la matière colorante employée, *brun de cérasine*, *brun d'amarante*, etc.



---

## CHAPITRE V.

### ROUGES ET VIOLETS.

---

Très nombreux sont les rouges servant en peinture, et l'on consomme certains d'entre eux en très fortes quantités, à cause de l'excellente visibilité des nuances rouges en général. Malheureusement beaucoup de rouges très solides et bon marché, comme les rouges de fer, n'ont pas de teintes bien pures; cependant que laisse beaucoup à désirer la solidité des rouges à jolies nuances vives comme le vermillon ! Cela ne peut que stimuler les efforts des techniciens de la fabrication des couleurs, et ils sont parvenus à produire maintenant certaines laques par exemple, dont la solidité est satisfaisante, cependant que le ton vif est très pur.

Quant aux violets, leur production est relativement peu importante : cela tient à ce que les peintres trouvent facile et pratique de préparer les peintures violettes avec des rouges et des bleus.

#### Rouges de fer.

COLCOTAR. — Ce pigment d'un rouge éteint, dit encore *rouge d'Angleterre, rouge de Prusse, rouge de Venise, rouge indien*, est un sesquioxyde de fer impur provenant de la calcination du sulfate ferreux dans des cornues en grès d'où sortent des vapeurs qui, condensées, donnent de l'acide sulfurique. Il s'agit donc d'un sous-produit, dont le prix est très bas, et dont la solidité ne laisse rien à désirer. Malgré cela, la colcotar, de nuance peu agréable et de médiocre pouvoir couvrant, sert plus souvent comme abrasif que comme pigment.

Il est difficile de broyer très finement le colcotar parce que cet oxyde de fer est sous forme de particules tellement dures qu'on les emploie comme abrasifs. C'est pour obvier à cette difficulté que Neill imagina d'opérer sur des solutions de sulfate ferreux (liquides résiduels de décapage du fer) qui sont atomisées, c'est-à-dire pulvérisées en gouttelettes extrêmement fines séchées puis calcinées de façon presque instantanée. L'oxyde de fer se trouve par conséquent sous forme de parcelles d'une finesse telle que tout broyage devient superflu : on le désigne sous le nom de *colcotar superdispersé*.

MINIUM DE FER. — Analogues en principe aux ocres, que nous étudions d'autre part, ces pigments doivent leur coloration à la forte proportion de sesquioxyde de fer qu'ils contiennent. On les extrait de divers gisements, par des procédés analogues à ceux employés dans les exploitations d'ocres. Nous reproduisons, d'après Ackerman (*Revue de Chimie industrielle*, 1912), la description du travail en usage à Madère.

La trituration des terres colorées rouges ne s'effectue bien qu'à l'état humide. L'oxyde de fer se divise sous l'eau; les grains les plus gros absorbent ce liquide et se laissent ainsi bien plus facilement triturer. C'est pour cela que l'on mélange à de l'eau la substance à moudre, de manière à obtenir une bouillie liquide, que l'on soumet ensuite à la trituration dans un dispositif à trois cylindres qui reposent sur des coussinets de bonne construction. Les cylindres sont généralement en porphyre, roche plus dure que l'acier, qui a la propriété de bien faire adhérer la poudre à pulvériser, de manière à obtenir ensuite le maximum de finesse.

Le premier de ces cylindres reçoit la matière à pulvériser qui vient de l'entonnoir situé au-dessus et la transmet pendant le mouvement au second, en tournant plusieurs fois au-dessus du deuxième cylindre; puis du deuxième cylindre, la matière est amenée au troisième et ensuite à une espèce de racloir qui enlève la matière fine et la fait tomber dans un bassin placé au-dessous. Les divers cylindres sont animés d'une vitesse différente et le cylindre d'avant a un mouvement de droite et de gauche pour faciliter encore mieux la mouture.

Ils ont 700<sup>mm</sup> de long et 400<sup>mm</sup> de diamètre. La machine a une capacité d'environ 1500<sup>kg</sup> de bouillie, ce qui correspond à environ 700<sup>kg</sup> de terre colorante sèche.

Après la trituration, la terre colorée est soumise à la lévigation. Cette opération consiste en ce que les corps qui ont une plus grande densité que l'eau y restent d'autant plus longtemps suspendus que les parties sont plus fines. Il est possible ainsi de séparer mécaniquement les parties les plus fines des parties les plus grosses d'un corps et d'obtenir des poudres infiniment plus fines que celles que l'on obtiendrait par la trituration directe.

Cette opération de lévigation a dû être précédée d'une fine trituration. Pour la trituration on peut se servir d'un appareil fort simple, qui consiste en plusieurs réservoirs en fer disposés en étages l'un au-dessus de l'autre et qui sont en communication les uns avec les autres par des conduites. Un appareil de ce genre comprend au moins trois à quatre boîtes cylindriques, mais il y en a parfois bien davantage. La disposition de ces boîtes est telle que chacune est toujours plus élevée que la suivante, de manière que, le liquide puisse facilement couler de l'une dans l'autre. Les dimensions de ces boîtes-réservoirs sont calculées d'après l'importance de l'exploitation et d'après les quantités qu'on veut laver.

Pour l'opération on dilue la pâte dans cinq à six fois la quantité d'eau et l'on envoie le liquide devenu bien plus fluide dans la plus élevée des boîtes en fer. Au bout de quelque temps, quand on peut supposer que les parties les plus grosses de la poudre en suspension dans l'eau se sont déposées au fond, on ouvre le robinet de communication avec la deuxième boîte, de manière à introduire le liquide et l'on attend également un certain temps, jusqu'à ce que les parties les plus grosses aient pu se précipiter. On continue ainsi jusqu'à ce qu'on soit arrivé au dernier réservoir dans lequel on laisse reposer l'eau, jusqu'à ce qu'elle soit devenue tout à fait claire.

Alors on la soutire pour pouvoir ensuite enlever la matière colorée à l'état de grande finesse. Dans les divers réservoirs on a donc des poudres de diverses finesses et ce sont les

plus élevés qui renferment les poudres les plus grosses, tandis que les plus bas renferment les poudres les plus fines. Il n'y a plus qu'à sécher, en étalant la masse sur des toiles et en laissant complètement égoutter l'eau; puis on coupe la masse qui est déjà relativement solide et on la dispose sur des planches à l'air libre ou dans des étuves. La proportion d'argile et de silicates friables qui se trouvent avec l'oxyde de fer n'est pas nuisible, attendu qu'elle n'empêche pas la bonne trituration, comme fait la silice par exemple. Quant à la teinte rouge, il ne faut pas croire que plus la terre est rouge, plus elle est riche en oxyde de fer. C'est vrai parfois, mais pas toujours, car quelquefois la teinte dépend du plus ou moins de temps pendant lequel ces terres ont été exposées aux températures de la chaleur interne. Elle dépend également de la température à laquelle ces terres ont été soumises.

Ailleurs, on part de sesquioxyde de fer oolithique qui est calciné puis broyé; on traite aussi dans certaines exploitations, soit diverses autres variétés de sesquioxyde de fer hydraté, soit du carbonate de fer, qu'un grillage à l'air transforme en sesquioxyde.

Tous ces produits sont bon marché et leur pouvoir anti-rouille est très efficace : aussi supplantent-ils le minium de plomb, cher et toxique, dans un grand nombre d'applications, malgré l'emploi également progressif d'un concurrent, le minium d'aluminium.

MINIUM D'ALUMINIUM. — On désigne sous ce nom de la bauxite, oxyde d'aluminium hydraté, qui doit sa coloration rouge au sesquioxyde de fer. C'est ainsi qu'on a trouvé dans la bauxite :

Alumine .....	40 à 55%
Sesquioxyde de fer.....	27 à 33%
Eau.....	20 à 24%

alors que l'analyse d'un « minium d'aluminium » du commerce, produit séché, a donné :

Alumine .....	60%
Sesquioxyde de fer.....	30%
Acide titanique.....	4%
Silice.....	2%
Pertes .....	4%

Le minium d'aluminium ou *minium d'alumine* possède un bon pouvoir couvrant et s'emploie comme les autres couleurs à l'huile : à poids égal il permet de peindre une surface sensiblement double, de celle peinte au minium de plomb. On le prépare par simple broyage soigné de bauxites ferrugineuses.

En partant de bauxites contenant des impuretés de divers genres, on obtient des pigments de nuances très variés : les couleurs dites *noir alu*, *gris alu* ne sont en fait que des variétés de minium d'aluminium.

ROUGES DIVERS. — Les *rouges vénitiens* du commerce anglais sont des mélanges à base de minium de fer :

	Couleurs N <sup>os</sup>				
	I.	II.	III.	IV.	V.
	kg	kg	kg	kg	kg
Sesquioxyde de fer naturel....	100	50	25	25	25
Kaolin .....	200	100	62	75	100
Sulfate de baryum.....	—	100	75	75	37,5

Nous reproduisons ces chiffres d'après le formulaire de Jameson:

La *sanguine*, le *rouge d'Anvers*, *rouge de Pouzzoles*, la *terra rosa* ou le *bol d'Arménie* (ou *bol oriental*, *bol rouge*, *terre de Lemnos*), le *rouge de Nuremberg*, sont des variétés d'ocre ayant naturellement une teinte rouge. Couleurs solides bon marché servant en peinture et pour faire des agglomérés destinés au dessin.

Le nom de *craie rouge* est souvent rencontré dans les œuvres de jadis, il désigne parfois des ocres rougeâtres, parfois une véritable craie colorée par de l'oxyde de fer dont il existe des exploitations dans le Norfolk.

Le *rouge Perkins* est un mélange de silice précipitée et d'oxyde de fer préparé en attaquant par l'acide sulfurique des scories ferrugineuses broyées, la masse étant ensuite calcinée.

Le *rouge de Mars*, employé en peinture artistique, est un oxyde de fer provenant de la calcination au rouge des orangés de Mars.

### Rouges de plomb.

MINIUM. — Le minium, maintenant souvent nommé *minium de plomb* depuis qu'on a baptisé improprement « minium de fer », « minium d'alumine », « minium de titane » divers substituts du seul pigment antirouille connu jadis, est un oxyde de plomb,  $2 \text{Pb O}$ ,  $\text{Pb O}^2$ , généralement préparé par voie sèche, encore qu'on puisse employer d'autres méthodes. Le plomb métallique, chauffé de  $450$  à  $500^\circ$  au contact de l'air, sur la sole d'un four à réverbère, se transforme en protoxyde ou massicot. Ce massicot est recueilli, broyé, lavé et soumis à une nouvelle oxydation, sur la sole d'un réverbère également. Il se suroxyde et prend une teinte orangée d'abord, puis de plus en plus rouge. Quand on a constaté que la masse, alors d'un beau rouge vif, ne prend plus de poids, on cesse la calcination : l'opération est terminée.

Il ne reste plus qu'à recueillir le produit, le broyer, le tamiser très finement et le mettre en sacs.

La variété de minium connue sous le nom de *mine orange* ou *rouge de Saturne* provient de la calcination de la céruse. Il est en poudre très fine.

Un autre procédé industriel de préparation du minium consiste à préparer le massicot, ou la litharge qui n'en est qu'une modification physique, par le procédé ordinaire puis, pour suroxyder le protoxyde, on a recours au nitrate de soude (primitivement on employait le nitrate de potasse ou salpêtre, mais il est beaucoup trop cher) qui cède une partie de son oxygène pour former du nitrite de soude d'après la formule brute



$\text{NO}^2\text{Na}$  est le nitrite de sodium. On le sépare du minium par lavage, condensation et cristallisation. Il est utilisé en teinturerie.

Le minium lavé, il ne reste plus qu'à le sécher, à le broyer à l'ensacher et, au besoin, à l'embariller : il est alors désigné parfois sous le nom de *minium au nitrite*.

Très dense, toxique, d'un pouvoir siccativant prononcé, de médiocre solidité à la lumière, le minium est très employé en peinture à l'huile pour protéger le fer de la rouille. Il sert également dans la préparation de la cire à cacheter, la confection de certains mastics pour joints...

Depuis quelques années, la fabrication allemande livre, sous les noms *minium tégo*, *minium superdispersé*, un produit dont les particules sont plus fines et plus régulières que celles des miniums ordinaires, ce qui semble devoir améliorer la durabilité des peintures. Ces produits sont obtenus en oxydant une litharge réduite en parcelles très petites par fusion, puis projection sur des blocs de magnésie chauffés vers  $1000^\circ$ , ce qui produit une volatilisation : la condensation des vapeurs, donne une poudre extrêmement ténue <sup>(1)</sup>.

On peut aussi préparer un minium en particules extrêmement ténues en traitant du minium ordinaire dans un appareil du genre dit « broyeur colloïdal ».

ROUGES PERSAN. — Ces couleurs, spécialités des fabricants anglais, sont constituées par du chromate basique de plomb; elles se trouvent aussi dans le commerce sous le nom de *rouges Derby*. On les prépare en ajoutant suffisamment d'acide sulfurique dilué au mélange bouilli de céruse et de bichromate en solution.

Voici quelques formules, reproduites d'après le *Manufacturers Recipes*, de Jameson :

(1) Voir, pour détails de l'appareillage, l'étude de *W. G. ...* publiée dans la *Revue des Produits chimiques* en 1928.



		Céruse.	Bichromate de potasse.	Carbonate sodique cristallisé.	Acétate de plomb cristallisé.	Acide sulfurique.	Sulfate de baryum.
<i>Rouge pâle.</i>	I...	81,3	25	—	—	3,25	—
	II..	81,3	25	—	—	3,25	25
	III.	75	25	3,25	3,25	3,25	—
<i>Rouge profond.</i>	I...	81,3	25	3,25	—	2,25	—
	II..	12,5	37,5	—	—	3 6	—
	III.	81,3	25	—	—	2,25	25
<i>Rouge chinois.</i>	I...	31,3	6,7	—	—	—	—
	II..	75	25	3,25	3,25	—	—
	III.	75	25	—	—	—	—

Lorsqu'on n'ajoute pas d'acide, on fait longtemps bouillir la céruse dans l'eau. Quand on emploie l'acétate, on l'ajoute avant addition d'un acide ou en dernier lieu.

**ROUGE D'ANDRINOPLE.** — Cette couleur est formée par un chromate basique de plomb paraissant avoir comme composition  $\text{Cr O}^3 \text{ Pb}$ ,  $\text{Pb O}$ . On l'obtient par divers procédés, l'un des plus simples consistant à porter à l'ébullition le mélange :

Chromate de potasse.....	20 <sup>kg</sup>
Céruse .....	53
Eau.....	150

On obtient un dépôt pulvérulent dont la nuance est avivée par une teinture dans un bain d'éosine. Le produit sert surtout dans la fabrication des papiers peints.

### Rouges divers.

**VERMILION.** — On nomme ainsi, en principe, le bisulfure de mercure préparé par voie humide, le nom de *cinabre* étant réservé au même composé préparé par voie sèche. En fait, il y a le plus souvent confusion.

Le procédé de préparation par voie humide le plus usité

aujourd'hui consiste, d'après M. Durand (*Revue scientifique*, 1909), à traiter un mélange de 1 partie de soufre et de 5 parties de mercure, par 1 litre de solution de polysulfure d'ammonium, obtenu en saturant du sulfhydrate par du soufre. Le mélange de polysulfure de soufre et de mercure est introduit dans des vases en grès bien clos, et agité pendant quelques heures. On laisse digérer à 50° pendant plusieurs jours, puis on lave la masse pour enlever l'excès de sulfure d'ammonium. On peut aussi précipiter une solution de bichlorure de mercure par le polysulfure alcalin. Afin de rendre plus vif le ton du vermillon, il est bon de le laver à l'acide azotique dès qu'il vient d'être préparé.

Bien que préparé par voie sèche, le *vermillon chinois* jouit d'une réputation très méritée; on l'obtient en fondant doucement dans un vase de fer un mélange de la totalité du soufre et des deux tiers du mercure nécessaire, à la fabrication du produit. Après avoir trituré et retiré du feu le résultat de cette première fusion, on incorpore le reste du mercure. Quand la masse, de nouveau triturée, est refroidie, on la place dans un récipient contenant des fragments de porcelaine, et recouvert d'un deuxième récipient qu'on lute sur le premier. Après avoir chauffé environ un quart d'heure, on retrouve la porcelaine recouverte de cinabre que l'on détache et que l'on broie à l'eau. On obtient ainsi une pâte qui est additionnée d'alun et de colle; lorsqu'on a laissé reposer pendant une douzaine d'heures, on retire le produit le plus fin qui se trouve à la partie supérieure, le reste est tamisé dans une mousseline. Le séchage s'opère à chaleur douce.

La fabrication européenne du cinabre par voie sèche est faite suivant deux procédés : dans l'un d'eux, dit procédé hollandais, le plus employé, on fond, à feu modéré, un mélange intime de 36 parties de mercure et de 5 parties de soufre; le produit est coulé sur des plaques de fonte, puis introduit dans des récipients en terre chauffés au bain de sable. Quand l'excès de soufre est brûlé, on recouvre les pots d'une plaque de fonte sur laquelle se dépose le cinabre au fur et à mesure qu'il se sublime; il est ensuite finement broyé.

La seconde méthode est utilisée à Idria. La combinaison

de 4 parties de soufre et de 21 parties de mercure, intimement mêlées, s'opère à froid dans des barillets mobiles autour d'un axe horizontal. La poudre brune obtenue est ensuite distillée dans des cylindres verticaux communiquant avec des récipients par des allonges; le cinabre pur se condense dans le chapiteau, mais celui qui se trouve plus loin contient encore du soufre et doit être distillé à nouveau.

Les *vermillons américains* sont des mélanges à base de minium, comme en témoignent les analyses de Hollay :

	Vermillon.			
	Commun.	Radium.	Pâle.	Vif.
Minium .....	80,1	98,0	41,2	40,9
Chromate de plomb..	—	—	50,2	53,6
Sulfate.....	—	—	6,1	5,0
Sesquioxyde de fer...	—	—	0,4	0,3
Sulfate de baryte....	16,8	—	—	—
Alumine .....	0,8	—	—	—
Colorant artificiel....	2,2	1,9	—	—

Le *vermillon d'antimoine*, dit encore *rouge d'antimoine*, *cinabre d'antimoine*, est à base de trisulfure d'antimoine  $Sb^2 S^3$  préparé en précipitant à chaud une solution concentrée de trichlorure d'antimoine par une solution d'hyposulfite de soude. Pigment rouge dont le ton, déjà peu vif, s'affaiblit dans les peintures : aussi ne l'emploie-t-on guère qu'en caoutchouterie.

On a désigné sous le nom *carmin de vermillon* un mélange de vermillon et de rouge anglais.

**ROUGE DE POURPRE.** — On a préparé sous ce nom un chromate de mercure basique par mélange des solutions chromate de potassium, nitrate mercurieux. Pigment rouge orangé maintenant inusité.

**ROUGE DE COBALT.** — Le *rouge de cobalt*, dit aussi *chaux métallique*, à base d'arséniate de cobalt, peu connu chez nous, est en peinture d'usage courant dans divers pays.

En Suède, en Norvège, en Silésie, on trouve un arséniate de cobalt et de fer, en masse terreuse, d'un rouge violet tirant sur la couleur fleur de pêcher. La chaux métallique artificielle se prépare avec ce minerai de cobalt, appelé cobalt gris, duquel, par la fusion avec de la potasse et un peu de sable, on extrait le soufre, le fer, le cuivre et un peu d'arsenic.

L'arséniure blanc de cobalt, débarrassé de tous métaux étrangers, est soumis à un grillage à l'air qui transforme l'arséniure en arséniate de cobalt d'une belle teinte rougeâtre foncée, encore plus vive après la pulvérisation.

Cette couleur, reporte M. Souris, est employée pour la peinture à l'huile; elle donne des tons rouges très riches et très solides.

Calcinés avec la magnésie, les sels de cobalt donnent un *rose de cobalt* d'une très grande solidité, mais dont le prix élevé limite l'emploi à la peinture artistique.

ROUGE DE CHROME. — On désigne parfois sous ce nom les variétés très rougeâtres d'orangés de chrome (*voir* p. 73) très employées dans la fabrication des encres d'imprimerie.

### Rouges à base de particules teintés.

CARMINS. — Le carmin véritable est extrait de la cochenille, insecte séché que l'on recueille dans les plantations mexicaines de nopal. On prépare le pigment, d'après M. Souris, en faisant bouillir pendant quelques minutes la cochenille en poudre avec de l'eau contenant du carbonate de potasse. La solution claire, d'un rouge cendré foncé, est ensuite additionnée d'alun, et passe à la couleur carmin.

On laisse reposer, on décante la liqueur claire, et l'on y ajoute une solution limpide de colle de poisson. On fait bouillir, on agite, et après 15 à 20 minutes de repos, le carmin s'est déposé; on le fait égoutter sur une toile de lin serrée, après quoi on le fait sécher.

Dans cette préparation généralement suivie, on supprime quelquefois le carbonate de potasse pour n'extraire le carmin que par l'ébullition avec l'eau et l'alun, comme dans le procédé

allemand; ou bien on remplace le carbonate de potasse par la crème de tartre et l'alun; ou bien on extrait le carmin par l'alun et le sel d'étain, comme dans le procédé chinois.

Le carmin est la couleur du rouge le plus pur que nous possédions; on l'emploie principalement pour la peinture en miniature, pour les aquarelles, pour la fabrication des fleurs artificielles, etc.

Dissous dans l'ammoniaque et abandonné à l'air libre jusqu'à ce que l'excès d'alcali soit volatilisé, le carmin forme le *carmin liquide*, employé fréquemment par les artistes.

Les liqueurs rouges qui restent après que le carmin s'est déposé servent à la fabrication de la *laque carminée*. On y ajoute de l'alun, ou bien une certaine quantité d'alumine précitée, qui entraîne la matière colorante et forme une laque carminée qui se dépose, et qu'on recueille sur une toile fine. Dans la liqueur on ajoute avec précaution une solution de carbonate de potasse, qui précipite, suivant la quantité de solution alcaline, des laques plus ou moins belles, auxquelles on assigne un numéro particulier. Souvent, pour aviver la teinte, on introduit avec l'alun plus ou moins de sel d'étain. La *laque anglaise* est aussi formée d'oxyde d'étain teint. Enfin, pour donner plus de corps aux laques et les allonger surtout pour les qualités inférieures, on y ajoute des quantités plus ou moins considérables d'amidon.

Le carmin et les laques carminées se trouvent dans le commerce sous le plus grand nombre de variétés. Pour le carmin, par exemple, il n'en existe pas moins de douze numéros représentant autant de nuances différentes; c'est le numéro le plus élevé, le n° 40, qui spécifie la qualité la plus belle.

On fabrique aussi des *laques carminées factices*, teintées à l'éosine. On prépare de préférence ces laques avec des éosines à teintes jaunâtres. Le pigment de plomb est mis en suspension dans la solution aqueuse d'éosine et l'on ajoute une solution de fixateur, après quoi on filtre sans laver et l'on sèche. On ajoute souvent du sel d'étain pour aviver, ce qui, toutefois, tend à donner des tons plus pâles et plus jaunâtres. Voici, d'après Jameson, quelques dosages :

	I.	II.	III.
Mine orange.....	62,5	50	50
Éosine .....	—	—	—
Carbonate sodique cristallisé.	3,6	0,9	3,25
Nitrate de plomb.....	10,8	—	3,25
Acétate de plomb.....	—	6,7	—
Alun .....	—	2,25	—
Sel d'étain.....	3,6	—	—

Tous ces produits sont de valeur médiocre au point de vue solidité lumière. Il en est de même du *rouge rubis*, formé de silice et d'alumine teintées par des ophtaléines.

LAQUES D'ALIZARINE. — On employait autrefois en peinture les *laques de garance*. Traitée par l'eau alunée froide ou chaude, la garance se dépouille de son principe rouge, et si à la liqueur rouge on ajoute un alcali, l'alumine se précipite en entraînant la matière colorante. Il se forme une laque, qui est d'autant plus belle que la garance est de meilleure qualité.

La laque de garance se trouve encore dans le commerce à l'état rose, rouge et brun; c'est une couleur d'une grande solidité. On l'emploie à l'eau et à l'huile, principalement pour la peinture en miniature. Les plus belles laques nous viennent d'Italie. On lui substitue de plus en plus les *laques d'alizarine*, faites avec le principe colorant de la garance, mais préparé synthétiquement, et pur. Ces laques, dont il existe de très nombreuses variétés, ont généralement une bonne solidité lumière; on les emploie parfois sous les noms de *carmin de garance*, *carmin d'alizarine*.

Pour obtenir une *laque carminée solide*, dite encore *laque fine*, par exemple, Coffignier recommande l'emploi de :

Alizarine en pâte.....	15 <sup>kg</sup>
Phosphate de soude.....	14
Sulfate d'alumine.....	22
Carbonate de soude.....	15
Huile pour rouge.....	7

On coule, dans la solution du sulfate d'alumine, l'alizarine délayée dans la solution du phosphate de soude. On chauffe jusqu'à l'ébullition et l'on ajoute alors la solution chaude du carbonate mélangée à l'huile. On laisse refroidir après quelques minutes d'ébullition.

ROUGE DU JAPON. — On prépare cette laque, à base d'oxyde de plomb coloré par l'éosine, en électrolysant une solution d'acétate de soude à 10 pour 100 avec deux électrodes en plomb. On fait couler dans la cuve une solution d'éosine; l'oxyde de plomb, qui prend naissance, absorbe la matière colorante, et on la sépare par décantation. En variant la concentration de la solution aqueuse d'éosine, on obtient des couleurs plus ou moins foncées. L'éosine peut être remplacée par d'autres couleurs, la rhodamine, par exemple. Si l'on substitue du zinc au plomb, on a des laques à l'oxyde de zinc. L'acétate de soude peut être remplacé par du nitrate de soude ou un mélange de ce dernier corps avec du nitrate d'ammoniaque.

LAQUE VERMILLON. — Une imitation économique du vermillon peut être préparée avec le bain composé de :

Baryte .....	70 kg
Orangé minéral.....	30
Eau.....	q. s.
Solution d'éosine.....	10

On précipite en ajoutant une solution aqueuse contenant 15<sup>kg</sup> de nitrate de plomb.

D'autres laques, substitués économiques du vermillon, sont préparées en teignant du minium aux colorants synthétiques : ce sont les couleurs dites *vermillonnettes*.

ROUGE PARANITRANILINE. — Dit parfois aussi par abréviation *rouge para*, ce pigment, d'une solidité relative à la lumière, est préparé en diazotant, avec 1<sup>kg</sup> nitrite de soude en solution dans 80 litres d'eau, un bain composé de :

Paranitraniline.....	2 <sup>kg</sup>
Acide chlorhydrique.....	5 <sup>kg</sup>
Eau.....	12 <sup>l</sup>

Pendant qu'on verse petit à petit la dissolution du nitrite, la température ne doit pas dépasser 10° : il faut donc ajouter de la glace. Le mélange est ensuite versé petit à petit, en remuant, dans un bain composé de :

Naphtol β.....	2 <sup>kg</sup>
Lessive de soude caustique à 40°.....	2
Carbonate de soude anhydre.....	4
Eau.....	100

On lave comme de coutume.

ROUGE TORÉADOR. — C'est une laque à base de sulfate barytique, préparée à la manière habituelle avec :

Orangé R.....	20 <sup>kg</sup>
Rhodamine.....	5
Chlorure de baryum.....	160
Sulfate de soude.....	120
Carbonate de soude.....	53
Sulfate d'alumine.....	48
Acide benzoïque.....	33

On dissout l'orangé dans la solution aqueuse de sulfate de soude et l'on précipite par la solution de chlorure; on ajoute alors la rhodamine dissoute dans l'eau avec le sulfate d'alumine, puis finalement l'acide benzoïque dissous dans l'eau avec le carbonate de soude.

### Couleurs violettes.

VIOLETS AU MANGANÈSE. — Le *violet de manganèse*, dit encore *violet minéral*, *violet de Nuremberg*, *violet de Bourgogne*, est un phosphate de manganèse artificiel préparé par action à chaud de l'acide phosphorique sur le bioxyde de manganèse : on épuise la masse par une solution chaude de sel ammoniac, on évapore à siccité et l'on reprend par l'eau.

Couleur à ton vif très solide à la lumière et couvrant bien, qui sert en peinture à l'huile. En ajoutant au bioxyde de fer, on obtient toute une gamme de nuances.

VIOLET D'OUTREMER. — On le prépare comme le bleu d'outremer, mais avec des mélanges très siliceux, et des températures modérées. De ton peu vif, de médiocre solidité, et de faible pouvoir couvrant, ce pigment n'est pas pratiquement utilisé.

VIOLET DE COBALT. — On obtient ce phosphate de cobalt en dissolvant du carbonate de cobalt dans l'acide chlorhydrique, puis précipitant par le phosphate de soude après avoir neutralisé la solution. Le précipité rosé, calciné, donne une poudre de jolie nuance pure, de haut pouvoir couvrant et d'excellente solidité <sup>(1)</sup>, qui n'est, en raison du prix élevé, employée qu'en peinture artistique.

Quant au *violet de cobalt clair*, c'est un arséniate de cobalt modérément calciné.

VIOLET DE MARS. — Pigments très solides provenant de la calcination des orangés de Mars à températures très élevées. La nuance n'est pas très pure, la solidité est excellente, l'emploi confiné en peinture artistique en raison du prix assez élevé.

POURPRE DE CASSIUS. — L'action de divers sels d'étain sur le chlorure d'or donne dans certaines conditions un précipité coloré dit aussi parfois *violet d'or*, que divers auteurs considèrent successivement comme :

a. Un mélange d'acide stannique et d'or (Proust, Gay-Lussac);

b. Un mélange d'or, d'oxyde d'or et d'oxyde stannique (Vauquelin);

---

<sup>(1)</sup> Toutefois Binet recommande d'éviter l'emploi du violet de cobalt avec les couleurs contenant du fer.

c. Un composé répondant à la formule  $(\text{SnO}^2)^2 \text{Au}^2 \text{O} + 7 \text{H}^2 \text{O}$  (Figuier);

d. Une laque d'acide stannique coloré par de l'or très divisé (Debray, Moissan).

M. Gamet, d'après qui nous reproduisons les renseignements qui suivent <sup>(1)</sup>, énonce ainsi le principe de la préparation : si l'on fait réagir du chlorure stanneux sur le chlorure d'or, on obtient un précipité toujours brun; si l'on fait réagir le chlorure stannique sur le chlorure d'or, on n'obtient pas de précipité; enfin, si l'on fait réagir le mélange de chlorure stanneux et de chlorure stannique sur le chlorure d'or, on obtient un précipité de couleur variable que l'on appelle « pourpre de Cassius ». Si le chlorure stanneux est en excès, la couleur du précipité est jaune, ou bleue, ou verte, selon l'excès de proto-chlorure; quand le bichlorure prédomine, le précipité est rouge ou violet. Enfin, pour que la réaction réussisse, il faut que le chlorure d'or soit parfaitement exempt d'acide nitrique.

Les diverses préparations du pourpre indiquées jusqu'à présent sont les suivantes :

1° On précipite le chlorure d'or par une solution de chlorure stanneux dans le sulfate ferrique. Cette solution est obtenue en ajoutant du chlorure stanneux à une solution de sulfate ferrique jusqu'à coloration vert pâle;

2° On dissout 1 partie d'étain dans 10 parties de chlorostannate d'ammoniaque dissoutes dans l'eau, on étend et l'on ajoute peu à peu une solution de 1,34 partie d'or;

3° Figuier obtenait un pourpre de composition constante en décomposant le chlorure d'or par l'étain. On dissout 20g d'or dans 80g d'acide chlorhydrique additionné de 20g d'acide nitrique, on évapore pour chasser l'excès d'acide et redissout dans 750g d'eau. La solution est alors traitée par de l'étain en grenailles. On obtient un précipité pourpre, mais la réaction n'est pas complète et il reste de l'or en solution;

(1) *Les Matières grasses*, 1910.

4° On a également obtenu du pourpre en chauffant un mélange de stannate de potasse et d'oxyde aureux.

Pour obtenir de bons rendements, on opère pratiquement ainsi :

a. On dissout 350<sup>g</sup> d'or dans un mélange de 1500<sup>g</sup> d'acide chlorhydrique pur et 350<sup>g</sup> d'acide nitrique pur. On évapore la solution plusieurs fois de suite après additions d'acide chlorhydrique pour chasser toute trace d'acide nitrique. Il est bon d'ajouter, en outre, 450<sup>g</sup> de sel marin; on évapore alors jusqu'à consistance pâteuse, puis on reprend par l'eau : la solution d'or est prête pour l'emploi;

b. On prépare une solution saturée de 950<sup>g</sup> de sel d'étain pur,  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (100 parties d'eau dissolvent à froid 271 parties de sel) de façon à éviter le précipité qui se forme si l'on ajoute trop d'eau, précipité qui, lors de la formation du pourpre, favoriserait la formation de grumeaux nuisant à l'homogénéité de la masse;

c. On prépare une solution de 350<sup>g</sup> de bichlorure d'étain anhydre dans l'eau, en ayant soin d'employer beaucoup d'eau pour éviter la cristallisation du bichlorure hydraté et une élévation trop forte de température, la dissolution étant fortement endothermique.

La précipitation du pourpre peut être commodément effectuée dans une grande jarre de 200 litres au moins, que l'on remplit aux trois quarts avec de l'eau de puits. Le dépôt de précipité se fait beaucoup mieux qu'en présence d'eau de Seine, où assez souvent il ne veut pas s'effectuer du tout. L'eau est portée à l'ébullition (le chauffage à la vapeur est le seul pratique à effectuer).

Une fois cette dernière obtenue, on ajoute la solution de bichlorure d'étain en agitant constamment, puis la solution de chlorure d'or, et enfin celle de sel d'étain, l'agitation n'ayant pas cessée.

La réaction est immédiate et le précipité ne tarde pas à se déposer. Si la réaction a été mal conduite, le dépôt ne se fait pas; dans ce cas, la solution est trop acide; on neutralise alors une partie de l'acidité par la soude.

On siphonne le liquide et lave à l'eau de puits bouillante par décantation, jusqu'à neutralité au papier de tournesol. A ce moment, on jette sur toile. Les premières portions du filtrat passent troubles, mais elles ne tardent pas à se clarifier. On laisse égoutter pendant une nuit, on met sur plateau et l'on sèche à l'étuve à 100° la masse qui contient encore une forte quantité d'eau. 350g d'or donnent environ 1250g de pourpre (1).

Moissan a préparé par voie sèche des « pourpres » colorés par l'or avec de la chaux, de l'alumine, de la silice, etc., en se basant sur les principes suivants :

1° L'étain, qui a un point de fusion très bas, a un point d'ébullition très élevé, quoique légèrement inférieur à celui de l'or;

2° L'or, très difficile à volatiliser, entre cependant rapidement en ébullition au four électrique.

Un alliage étain + or à 40 pour 100 de métal précieux fut chauffé au four électrique, les vapeurs abondantes se dégageant étant recueillies sur une paroi froide : la poudre condensée, de couleur pourpre, se révéla formée de chaux (provenant du four) colorée par l'or.

Lorsque le mélange de vapeurs d'or et d'étain sort à l'état gazeux du couvercle du four électrique, l'étain brûle au contact de l'air et donne de l'oxyde d'étain intimement lié à la vapeur d'or sur laquelle l'air atmosphérique n'a pas d'action. La substance recueillie se compose de :

SnO <sub>2</sub> .....	49,15
CaO.....	36,93
Au.....	9,90

Cette composition, variable avec chaque expérience, dépend de la quantité de chaux et de métaux volatilisés dans le four.

---

(1) La toile et les divers objets employés pour la préparation retenant du pourpre que l'on ne peut enlever par lavage, il est bon de toujours opérer avec eux et de les réserver à cet emploi.

La substance ainsi obtenue est traitée par l'acide chlorhydrique étendu pour enlever la chaux, puis séchée; on obtient une poudre possédant les propriétés du pourpre de Cassius et donnant sur porcelaine la coloration bien connue.

Ce nouveau mode de préparation permet d'obtenir des pourpres variés en volatilissant de l'or en présence de différents oxydes.

L'alumine fondue au four électrique avec de l'or se colore en rose pâle et par distillation du mélange, puis condensation des vapeurs, on obtient un pourpre plus ou moins foncé.

La magnésie, dans les mêmes conditions, se colore en violet et la condensation des vapeurs donne un pourpre foncé d'une teinte orangée.

La zircone se colore en rose ou en violet et par distillation donne d'abord de la zircone blanche, puis un pourpre lilas.

La silice fond avant le point d'ébullition de l'or, de sorte que l'or liquide tombe dans la silice fondue. Quand le métal entre en ébullition, toute la masse se boursoufle. Certaines parties internes de la silice sont devenues violettes, tandis que la partie supérieure est colorée en jaune pâle et contient de petits globules d'or. Quant à la vapeur condensée, elle fournit un pourpre très fin et de même couleur.

Le pourpre de Cassius retient de l'eau à 100° et est, de plus, très hygrométrique, ce qui permet de lui ajouter 10 pour 100 d'eau sans produire d'humidité apparente. Calciné, il perd son eau, mais pas d'oxygène, et devient rouge brique; il constitue alors un mélange d'or et de bioxyde d'étain. Les acides nitrique et sulfurique avivent la couleur du pourpre de Cassius et lui enlèvent de l'or et de l'étain. La soude et la potasse sont sans action sur le pourpre. L'ammoniaque le dissout, puis la solution se décompose à la lumière, devenant bleue, puis incolore, tandis que l'or métallique se dépose. Quant aux réducteurs, ils le noircissent.

Le pourpre de Cassius est employé comme colorant dans la peinture des émaux, pour obtenir soit une teinte violette, soit une teinte pourpre, et pour rendre une teinte rouge un peu plus foncée lorsque cette teinte est obtenue avec un

carmin trop clair. Pour l'emploi, le pourpre est broyé en présence d'essence de térébenthine ordinaire, à laquelle on ajoute une ou deux gouttes d'essence de térébenthine grasse. On peint, puis on porte au four.

Enfin, introduit dans du verre fondu, il le colore en rose ou en rouge rubis.

VIOLETS AU FER. — *Les violets indiens* sont des violets rougeâtres dont les teintes manquent de pureté. D'après Jameson, on les obtient en calcinant des mélanges à base de pyrites grillées dont voici un choix de formules :

	Sulfate ferreux.	Pyrites grillées.	Blanc crayeux.	Magnésie.
	kg	kg	kg	kg
Oxyde pourpre I . . . . .	100	100	50	12
» II . . . . .	88	100	50	12
» III . . . . .	100	100	75	12
» IV . . . . .	100	100	88	12
Rouge indien pâle . . . . .	100	0,7	25	—
» moyen . . . . .	100	12	25	—
» profond . . . . .	100	50	37	0,2
» extra . . . . .	100	62	37	0,7

*Les violets Van Dyck*, employés en peinture d'art, sont des variétés violacées de brun Van Dyck (voir p. 87).

---

## CHAPITRE VI.

### COULEURS VERTES.

---

Bien qu'on puisse facilement en principe obtenir des peintures vertes en employant des mélanges de bleus et de jaunes, la fabrication des couleurs vertes est de grande importance industrielle. Non seulement en effet on produit des pigments possédant naturellement des nuances vertes, mais on prépare par très grosses quantités des verts résultant de l'intime union d'un pigment bleu et d'un pigment jaune : ce sont les « verts par mélange », tels que vert anglais et similaires pour nuances vives, verts artillerie et verts à wagons pour nuances foncées. Quant aux verts cupriques, jadis très en vogue, surtout pour la fabrication des papiers peints, on en fabrique de moins en moins en raison de leurs prix assez élevés et de leur toxicité, réellement dangereuse dans les pigments à base de cuivre et d'arsenic : on leur substitue en impression des verts laqués, surtout des variétés à base de terre verte, dont le prix est minime et qui, préparés avec certains colorants, ont une assez bonne solidité.

#### Verts au cuivre.

VERTS AU CARBONATE DE CUIVRE. — Le *vert malachite* naturel, qu'il ne faut pas confondre avec la matière colorante synthétique portant le même nom, est un carbonate hydraté du type  $\text{CO}_3(\text{Cu OH})_2$ , extrait surtout de certains gisements sibériens. Les débris de taille de cette pierre semi-précieuse donnent par broyage un vert clair très solide servant en peinture artistique.

On a préparé du *vert malachite artificiel* en précipitant une solution de sulfate cuprique exempt de fer par une solution de carbonate alcalin. En opérant à chaud, on obtient une nuance différente, la couleur étant dite alors *vert de Hongrie* ou *vert de montagne*.

Lorsqu'on se sert, pour la précipitation, d'un mélange de carbonate de soude et de carbonate de potasse, on a le *vert de Brême*, mais ce nom, comme nous l'allons voir, est aussi donné à un autre pigment à base de cuivre.

Pour préparer la *cuprolithone*, dont la fabrication est maintenant abandonnée, on porte à l'ébullition une solution de sulfate cuivrique et l'on ajoute une quantité de carbonate de calcium pur et impalpable variant avec la concentration de la solution de sulfate de cuivre et la nuance que l'on désire obtenir. Le précipité formé contient du carbonate et du sulfate basique de cuivre avec du sulfate de calcium; il est lavé, séché et broyé.

VERTS A L'OXYDE DE CUIVRE. — Le *vert de Brême* est un oxyde de cuivre hydraté. On le prépare en brassant un mélange de :

Cuivre en tournures.....	100 <sup>kg</sup>
Sel commun.....	60
Eau acidulée par 25 % d'acide sulfurique.....	30

La masse homogène est séchée, puis on la délaie dans une lessive de soude caustique à 20° B. en n'ajoutant le produit pulvérisé que petit à petit; on lave et l'on sèche. Le produit est maintenant délaissé.

Le *vert de Brunswick* est à base d'oxychlorure obtenu en attaquant à l'air le cuivre par l'acide chlorhydrique contenant un peu d'acide nitrique. On remue fréquemment la masse, puis on traite par l'eau et l'on recueille par décantation. Le vert bleuâtre de nuance terne que l'on recueille est peu employé.

Le *vert minéral* est un mélange d'oxyde et d'arsénite cuprique résultant de la précipitation par une lessive de

soude caustique d'une solution d'acide arsénieux mélangé à 15 pour 100 de sulfate cuprique. En remplaçant la lessive sodique par un lait de chaux, on a le *vert de Newwied*.

ARSÉNITES ET ARSÉNIATES CUPRIQUES. — Le *vert de Scheele*, auquel on substitue maintenant en peinture le vert de Schweinfurth, est un mélange de deux arsénites  $\text{As O}^3 \text{Cu H}$  et  $(\text{As O}^3)^2 \text{Cu}^3$ . On le prépare par mélange à chaud des solutions :

(a)	{	Carbonate de potassium.....	200 <sup>g</sup>
		Acide arsénieux.....	63
		Eau.....	1200
(b)	{	Sulfate cuprique.....	200
		Eau.....	4000

Après lavage et séchage, on obtient un vert toxique et de médiocre solidité.

On peut également opérer par électrolyse. Lorsqu'une solution de sulfate de sodium de concentration comprise entre 5 et 10 pour 100 et saturée de trioxyde d'arsenic est électrolysée en employant une anode de cuivre, on obtient un composé qui, par sa coloration verte et par sa composition, se rapproche très nettement du vert de Scheele. Le produit le meilleur est celui qui est obtenu lorsque l'électrolyse est faite à la température de 80°. L'expérience montre également que la densité du courant a une influence considérable sur le rendement de la réaction.

Les *verts verditer* sont produits industriellement par grosses quantités, mais une très faible proportion de la production sert pour la peinture. Pour les préparer, on verse dans la solution froide très diluée de sulfate cuprique une liqueur préparée en faisant dissoudre par un jet de vapeur la soude caustique dans l'eau, ajoutant l'arsenic, faisant bouillir, laissant refroidir et éteignant la chaux, puis tamisant. Nous donnons ci-après, d'après Jameson, les chiffres employés dans les usines anglaises :

	Sulfate cuprique.	Soude caustique.	Acide arsénieux.	Chaux vive.	Gypse.
Vert bleuâtre I...	123,3	17,5	5,4	25	—
Vert bleuâtre II...	123,3	12,5	5,4	25	100
Vert jaunâtre I...	100	12,5	8,1	25	—
Vert jaunâtre II...	100	12,5	8,1	25	100

Le *vert mitis* (ou *mélis*) ou *vert Kirchenberger* est à base d'arsénite cuprique préparé en ajoutant une solution d'arséniate de potasse dans un bain bouillant de sulfate cuprique. Ce vert clair, qui fut aussi préparé par électrolyse, est maintenant remplacé par le vert de Schweinfurth.

Le *vert Véronèse*, au joli ton très frais, ne servant qu'en peinture artistique, paraît n'être qu'une variété du vert de Scheele.

Dinet recommande de ne jamais mélanger le vert Véronèse avec le jaune de cadmium, le vermillon, l'outremer, même à l'état de traces.

**VERTS AUX ACÉTATES.** — Le *vert-de-gris* ou *verdet de Montpellier*, qu'il ne faut pas confondre avec le *verdet raffiné*, ou *cristallisé*, est un sous-acétate du type  $(\text{CH}_3\text{CO}^2)^2\text{Cu}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})^2$ ,  $5\text{H}^2\text{O}$  (tandis que le verdet cristallisé est un acétate neutre). On prépare le vert-de-gris en faisant agir sur des lames de cuivre le marc résiduel du pressage des raisins. Couleur verte vénéneuse, de solidité médiocre, très peu employée (1).

Les *verts de Schweinfurth* sont à base d'acéto-arséniate  $(\text{CH}_3\text{CO}^2)^2\text{Cu}(\text{CuOAs}^1\text{O}^3)^2$ . On les fabrique en très grosses quantités, malgré leur toxicité, pour la préparation des peintures sous-marines et des badigeons protégeant le bois de

(1) Des pigments verts constitués par des acétates de cuivre sont assez souvent formés à la surface des bronzes d'art pour l'obtention de patines. Mais il s'agit là d'un genre de pigments tout à fait spécial dont nous ne pouvons nous occuper ici. Nous avons d'ailleurs étudié assez complètement la question en une monographie publiée jadis dans une revue de chimie et reproduite par M. Michel dans son ouvrage *La Coloration des Métaux* (in-12, Paris, 3<sup>e</sup> édit., 1930).

l'attaque des termites. : pour ces applications le pouvoir toxique devient en effet une indispensable qualité. Ils sont vendus parfois sous les noms de *vert émeraude*, *vert de Bâle*, *vert perroquet*, *vert impérial*, *vert de Paris*, *vert de Wurtemberg*, *vert de Zwickau*.

Les verts de Schweinfurth sont préparés par double décomposition, en faisant souvent intervenir des charges pour abaisser le prix de revient. D'après Jameson, on peut précipiter ces verts de plusieurs façons. Par exemple verser peu à peu en remuant, dans la solution cuprique froide, la solution bouillante arsenicale préparée en ajoutant la soude à l'eau bouillante, dissolvant peu à peu l'acide arsénieux, ajoutant finalement l'arséniate. On peut verser très vite la solution cuprique chaude dans le bain arsénié. Dans le cas où l'on emploie l'acide acétique (pour aviver les nuances), opérer comme dans le second cas, en ajoutant l'acide au bain cuprique avec la moitié de la soude.

Nous donnons en tableau (*voir* p. 117) les proportions à employer pour l'obtention des diverses qualités courantes. On notera que les chiffres indiquent des litres pour les liquides, des kilogrammes pour les matières solides.

*Fabrication des verts de Schweinfurth.*

	Sulfate cuprique.	Soude caustique en plaques.	Lessive caus- tique (1).	Carbonate sodique cristal- lisé.	Acide arsénieux.	Acétate sodique.	Acide acétique.	Baryte.	Gypse.
Vert émeraude pur .....	75	25	—	—	93,8	78,6	—	—	—
» n°1.....	75	25	—	—	93,8	78,6	—	25	—
» n°2.....	75	25	—	—	93,8	78,6	—	50	—
» pur .....	75	—	—	29,5	62,7	53,2	—	—	—
» n°1.....	75	—	—	29,5	62,7	53,2	—	25	—
» n°2.....	75	—	—	29,5	62,7	53,2	—	50	—
» pur .....	112,5	—	6,3	56,3	93,8	79,5	—	—	—
» n°1.....	112,5	—	6,3	56,3	93,8	79,5	—	25	—
» n°2.....	112,5	—	6,3	56,3	93,8	79,5	—	37,5	—
» n°3.....	112,5	—	6,3	56,3	93,8	79,5	—	37,5	50
Vert émeraude vif pur ...	200	—	—	200	129,5	—	54	—	—
» n°1....	200	—	—	200	129,5	—	54	37,5	37,5
» n°2....	200	—	—	200	129,5	—	54	50	50
» n°3....	200	—	—	200	129,5	—	54	62,5	62,5
» pur ....	100	—	—	16	54,5	—	54	—	—
» n°1....	100	—	—	16	54,5	—	54	25	—
» n°2....	100	—	—	16	54,5	—	54	50	—
» n°3....	100	—	—	16	54,5	—	54	100	—

(1) A 80° Twaddell.

On peut également préparer le vert de Schweinfurth, comme le vert de Scheele, par électrolyse. Dans ce but, B. et P. Bruns se sont adressés à l'acide arsénieux qu'ils électrolysent en présence d'une solution de sulfate de soude, les solutions d'acide arsénieux, même saturées, étant mauvaises conductrices de l'électricité. A 20° C., ils ont obtenu un dépôt bleuâtre et non vert, probablement parce qu'il y eut formation de sulfate au lieu d'arsénite. Mais la solubilité de l'anhydride arsénieux augmentant avec la température, les auteurs refirent les mêmes essais à des températures toujours plus élevées et l'expérience leur a montré qu'à 80° C. on obtient du vert de Scheele correspondant sensiblement à la formule théorique : 52,8 pour 100  $\text{As}_2\text{O}_3$  et 42,8 pour 100  $\text{CuO}$ .

VERTS CUPRIQUES DIVERS. — Mentionnons pour mémoire le vert de Casselmann, sulfate basique du type  $\text{SO} \cdot \text{Cu}$ ,  $3 \text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}^2\text{O}$  préparé en versant une solution bouillante d'acétate sodique dans une solution bouillante également de sulfate cuprique.

Le vert Kuhlmann est un chlorure basique ou oxychlorure de composition  $\text{Cu Cl}_2$ ,  $3 \text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}^2\text{O}$  se rapprochant comme composition du vert Brunswick; on a proposé sans succès de l'employer en peinture.

Le vert Gentèle fut autrefois préparé en précipitant une solution de sulfate cuprique par une solution de stannate de soude : on obtient un stannate de cuivre d'une jolie nuance verte.

Le vert d'Erlaa fut jadis fabriqué en versant un lait de chaux dans une solution de sulfate cuprique.

Tous ces verts, et d'une façon générale tous les verts de cuivre qui furent employés en peinture artistique, sont abandonnés en raison de leur manque de solidité.

« Les verts de cuivre, écrit M. de Lapparent, dont les anciens faisaient grand usage, ont tellement altéré les teintes dans la composition desquelles ils entraient, que beaucoup de paysages, ceux de l'Albane par exemple, ne sont plus qu'un fond noirâtre sur lequel des nymphes se détachent en blanc. »

### Verts divers.

TERRES VERTES. — On nomme ainsi, écrit M. Charrin (*Peintures, pigments, vernis*, 1929), des terres de compositions chimiques notablement différentes, mais ayant même coloration. Les unes, connues sous le nom de baldogée en minéralogie, sont des silicates de fer; d'autres sont à base de glauconie (<sup>1</sup>). Les variétés les plus courantes sont celles issues de silicates magnésiens accompagnés d'oxyde de fer et de chaux, et parfois d'un peu de potasse et de soude et tendant au silicate hydraté de magnésie, qui n'est autre que la serpentine. La proportion d'eau de ces dernières varie de 12 à 13 pour 100.

Elles sont employées, dans les qualités extra, en peinture artistique sous les noms de *terre de Vérone*, *terre de Bohême*, *terre de Belgique*, *terre du Tyrol*, *terre de Hesse*, *terre de Saxe*, *vert Céladon*, *vert de sable*, *vert de pierre*; mais leur grand intérêt réside en ce qu'elles sont la base des verts à la chaux si couramment employés. On a utilisé la propriété qu'ont les silicates magnésiens, la serpentine en particulier, de fixer certaines matières colorantes, le vert acide par exemple pour produire une véritable laque. Ce sont les *verts à la chaux*. L'opération en est des plus simples : à une dissolution de vert dans l'eau, on ajoute graduellement en remuant la terre verte; toute la matière colorante est fixée et l'eau est devenue complètement claire. On obtient ainsi, comme nous le verrons (*voir* p. 126), toute une gamme de verts en opérant sur différentes serpentines et en faisant varier les proportions de matières colorantes.

Calcénées, les terres vertes perdent jusqu'à 12 pour 100. En les réduisant en poudre extrêmement fine, on n'obtient qu'une couleur terne pratiquement presque inutilisable; cela se conçoit car les cristaux de bien faibles dimensions qui

---

(<sup>1</sup>) On sait que la glauconie est un silicate hydraté de fer, d'aluminium et de potassium dont la structure chimique exacte n'est pas encore bien connue : on le trouve en petite quantité dans les craies vertes, les argiles vertes, où il joue le rôle de pigment.

amènent la coloration sont détruits aux dépens de la teinte d'ensemble.

OUTREMER VERT. — On le prépare comme le bleu d'outremer (*voir* p. 130), la durée de la calcination étant réduite : il fut autrefois employé dans la fabrication du papier peint, mais son manque d'éclat et de solidité le fit abandonner.

VERTS DE CHROME. — Ces verts sont à base d'un sesquioxide anhydre :  $\text{Cr}^2\text{O}^3$  ou hydraté. Anhydre, on l'obtient en calcinant du bichromate d'ammonium, ce qui donne le *vert d'oxyde de chrome*, dit encore *vert de chrome*, *vert de Naples*. Hydraté, c'est le *cinabre vert*; on l'a préparé en traitant par le carbonate de soude un sel de chrome qui est souvent un résidu d'oxydation par le bichromate.

Ces verts grisâtres, ternes et bon marché sont d'excellente solidité.

Associé au sulfure de cadmium, l'oxyde de chrome donne le *vert de cadmium*, pigment très solide servant en peinture d'art.

Le *vert Schmitzer* est un phosphate de chrome préparé avec :

Bichromate de potasse.....	15 <sup>kg</sup>
Phosphate de soude.....	36
Acide tartrique.....	6

On ajoute les autres constituants au phosphate fondu dans son eau de cristallisation, on ajoute de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis on lave à l'eau bouillante jusqu'à parfaite neutralité.

Le *vert Arnaudon* est un phosphate basique résultant du chauffage d'un mélange de :

Bichromate de potasse.....	149 <sup>kg</sup>
Phosphate d'ammoniaque.....	148 <sup>kg</sup>

On reprend la masse refroidie à l'eau bouillante.

Le *vert Mathieu-Plessy* est également à base de phosphate de chrome : on le prépare en ajoutant à une solution de bichromate sodique une solution acide de phosphate bical-

cique mélangée de cassonade. Le *vert Dingler* est un mélange de phosphate de chrome et de phosphate de chaux.

Le *vert d'herbe* fut préparé par Salvétat en calcinant un mélange d'oxyde de chrome et d'alumine. Le *vert Cusselli* était préparé en traitant par l'acide chlorhydrique un mélange calcaire de bichromate de potassium avec trois fois son poids de plâtre. Ces verts sont colorés par l'oxyde de chrome : on ne les fabrique plus en pratique.

Le *vert Pannetier*, dit aussi *vert Guignet*, *vert émeraude*, est un oxyde hydraté  $\text{Cr}^2\text{O}^3, 2\text{H}^2\text{O}$ . On peut l'obtenir en soumettant à l'hydrolyse un sel de chrome d'un acide faible; on utilise le borate double de chrome et de potassium, que l'on obtient par fusion d'un mélange de bichromate de potassium et d'acide borique. Pendant la réaction, il y a départ d'oxygène :  $\text{Cr}^2\text{O}^7\text{K}^2 = \text{Cr}^2\text{O}^3, \text{K}^2\text{O} + 3\text{O}$ ; le borate double formé  $(\text{B}^1\text{O}^7)^3\text{Cr}^2, \text{B}^1\text{O}^7\text{K}^2$ , hydrolysé à l'ébullition, donne  $\text{Cr}^2\text{O}^2, 2\text{H}^2\text{O}$ .

Ce pigment très solide, peu couvrant, sert en peinture artistique.

VERTS DE FER. — Ces verts sont complètement abandonnés maintenant. Mais on a fabriqué du *vert de Pelouze* ou *vert de Berlin* en faisant barboter un courant de chlore dans une solution de ferrocyanure de potassium : et recueillant pour le laver, puis le sécher, le précipité vert de cyanure de fer qui se forme.

VERT DE TITANE. — En précipitant à l'ébullition une solution d'acide titanique dans l'acide chlorhydrique par une solution de ferrocyanure alcalin, on obtient un précipité de ferrocyanure de titane qui, lavé à l'acide chlorhydrique et séché au-dessous de  $100^\circ$ , donne un pigment vert sans éclat et de médiocre solidité. La couleur n'est pas pratiquement employée.

VERTS DE COBALT. — Dans la fabrication du bleu Thénard (voir p. 143), en substituant l'oxyde de zinc à l'alumine, on obtient le *vert de cobalt* ou *vert de Rinmann*, solution solide

d'oxyde de cobalt dans l'oxyde de zinc. Les céramistes le préparent comme le bleu à l'alumine, par broyage des oxydes de zinc et de cobalt; le mélange séché est cuit à 1050°. Introduit dans un fondant ou une glaçure, il passe, bien entendu, au bleu.

Les fabricants de peinture préparent ce vert soit en formant une pâte avec de l'oxyde de zinc et une solution concentrée d'un sel de cobalt, soit en précipitant par le carbonate de soude un mélange fait des deux solutions, d'un sel de zinc et d'un sel de cobalt. Dans les deux cas, on sèche et l'on cuit vers 800°. La teneur moyenne en oxyde de cobalt est de 12 pour 100.

Le *vert turquoise* résulte du chauffage d'un mélange parfaitement broyé de :

Alumine hydratée.....	6 kg
Oxyde de chrome hydraté.....	3
Carbonate de cobalt.....	3

Après chauffage au rouge blanc, on laisse refroidir et l'on procède au broyage à l'eau.

Le *vert Gellert* est préparé en chauffant le mélange :

Cobalt.....	1 kg
Nitrate de soude.....	4 à 5 kg
Oxyde de zinc.....	8 à 10 kg

On classe par lévigation et décantation après broyage.

VERT DE MANGANÈSE. — Dit encore *vert de Cassel*, *vert Rosenstiehl*, ce pigment est constitué par un manganate de baryum. On le prépare en chauffant des mélanges du genre :

Bioxyde de manganèse.....	7	—
Nitrate de manganèse.....	—	12
Nitrate de baryum.....	40	23
Sulfate de baryum.....	3	15

On chauffe jusqu'à coloration verte et l'on broie après addition d'eau.

### Verts par mélange.

VERTS ANGLAIS. — On désigne dans la fabrication des couleurs sous le nom « verts par mélange » des produits préparés avec des bleus ou des pigments bleutés et des jaunes. Dans ces conditions, on conçoit qu'il puisse exister en principe une infinité de ces verts, mais pratiquement on s'en tient à un petit nombre de produits parmi lesquels les *verts anglais*, dits encore *verts Milori*, *verts de Naples* (ou, selon les variétés de teintes, *vert de mousse*, *vert myrte*, *vert olive*, *vert bronze*, *vert soie*), sont de beaucoup les plus importants. Ce sont des mélanges de bleu de Prusse et de jaune de chrome, préparés au moment de la précipitation, avec addition d'une forte proportion de sulfate de baryum. On les prépare en ajoutant à une solution de bichromate alcalin, une solution de bleu de Prusse et en mélangeant avec une solution de bichromate.

Voici les doses de constituants indiquées par divers auteurs :

	Auteurs.			
	Vogel.	Coffignier.	Vogel.	Halphen.
Bleu .....	20	12	12	50
Acide oxalique.....	2	—	—	7
Oxalate d'ammoniaque...	—	3	—	—
Ferrocyanure de potassium	—	—	2	10
Bichromate de potasse....	40	18	18	50
Acétate de plomb.....	100	50	50	100
Litharge moulue à l'eau...	—	—	—	50

En incorporant du kaolin, on obtient le *vert en grains*,  
 En incorporant du kaolin, du sulfate de baryum (jusque 95 pour 100), on obtient toute une gamme de qualités diverses,  
 En substituant à ces charges de la silice, on a les *verts légers*.  
 Dans tous les cas, la solidité est médiocre. En incorporant des noirs, des bruns, on obtient le *vert russe*, le *vert impérial*, le *vert à voitures*, le *vert à wagons*, dont les compositions se rapprochent des proportions suivantes indiquées par Coffignier :

	Vert impé- rial.	Vert à wagons.	Verts à voitures lourds			Verts à voitures légers	
			mi-fin.	fin.	surfin.	mi-fin.	surfin.
Bleu de Prusse . . . .	10	154	10	10	10	1	30
Jaune de chrome . . .	4	198	4	4	4	1	24
Sulfate de baryum . .	62		120	62	40	-	-
Blanc de silice . . . .	-	1700	-	-	-	19	195
Terre de Cologne . .	-	23	17	17	17	-	-
Terre de Cassel . . .	17	-	-	-	-	5	96
Noir de charbon . . .	7	30	7	7	7	-	36

Le pouvoir couvrant de tous ces produits est relativement bon, mais la solidité lumière est médiocre.

**VERTS DE ZINC.** — Ils sont préparés en mélangeant le chromate de zinc avec le bleu de Prusse. Le jaune de zinc ayant un moins bon pouvoir couvrant que le jaune de chrome, on en met plus :

Bleu . . . . .	1 kg
Jaune . . . . .	10
Charge . . . . .	90

Plus solides et plus frais que les verts anglais, les verts de zinc sont employés en particulier pour les peintures exposées à l'action des embruns marins.

**VERTS MÉLANGÉS DIVERS.** — Les *verts au cadmium* sont des mélanges de sulfure de cadmium et de bleu d'outremer. On ne les emploie qu'en peinture artistique.

Le *vert artillerie* est à base d'ocre jaune à laquelle on incorpore une petite proportion de noir de fumée : on obtient des nuances neutres de bonne solidité, de visibilité médiocre et de prix très bas.

Le *vert Victoria*, dit encore *vert solide*, *vert permanent*, est un mélange de vert Pannetier et de jaune de chrome, le plus souvent additionné de charge.

**Verts laqués et laques vertes.**

**VERT VIF POUR PAPIER PEINT.** — On commence par du sulfate de baryum avec :

Sulfate d'alumine (18%).....	3 <sup>kg</sup>
Carbonate de soude calciné.....	1,500
Chlorure de baryum.....	3

Précipiter à 50°, laver deux fois, fixer sur ce support à 50° 300<sup>g</sup> de vert brillant cristallisé à l'aide de :

Tannin à l'eau.....	450 <sup>g</sup>
Phosphate de soude.....	200 <sup>g</sup>

Rendement : 15<sup>kg</sup> de pâte. Le phosphate de soude n'est pas indispensable, mais il favorise l'action du tannin.

**VERT VIF CORSÉ.** — A 100<sup>kg</sup> de sulfate de baryum délayé dans l'eau, ajouter successivement en remuant les produits suivants, dissous chacun dans dix fois leur poids d'eau :

Vert brillant cristallisé.....	2 <sup>kg</sup>
Tannin.....	2
Tartre émétique.....	1

Laisser décanter, sécher à température peu élevée.

**LAQUE VERT FONCÉ.** — Assez solide à la lumière et résistant à l'action de la chaux, ce pigment est préparé avec :

Sulfate d'alumine (en solution).....	60 <sup>kg</sup>
Précipité en ajoutant une solution de carbonate sodique.....	30
Après quoi on malaxe avec baryte.....	100

Après trois lavages à l'eau, on ajoute :

Acétate de plomb à 52° Tw.....	36
Vert naphthol β.....	30

Le vert est naturellement dissous dans suffisant d'eau. En teignant par un procédé analogue de l'alumine avec

un colorant oxyazoïque, on obtient le *vert de Chine*, assez solide à la lumière, servant en peinture d'art.

VERTS LAQUÉS A LA CHAUX. — Nous reproduisons les chiffres qui suivent d'après la notice publiée par les établissements Geigy; les matières colorantes spécifiées sont donc des types produits par ce fabricant.

	Nuances bleuâtres.			Nuances jaunâtres.	
	100	100	100	100	200
Terre blanche ou verte...	100	100	100	100	200
Sétoglauçine .....	2	—	—	—	—
Vert brillant cristallisé...	—	2	—	1	1
Vert malachite cristallisé.	—	—	—	2	—
Auramine O.....	—	—	—	1	3

En employant la terre verte, on a des nuances plus corsées, mais moins pures qu'avec la terre blanche. Dans tous les cas, le colorant est dissous dans l'eau de condensation et l'on ajoute peu à peu en remuant à la terre mise préalablement en bouillie avec de l'eau. On laisse décanter et l'on sèche à température modérée.

VERTS FONCÉS A LA CHAUX. — Ces couleurs bon marché mais de médiocre solidité à la lumière sont faites en teignant des mélanges de terre verte et de sulfate de baryum mis en bouillie avec de l'eau, puis additionnés en malaxant des produits suivants, dans l'ordre d'énumération, qu'on a séparément fait dissoudre dans l'eau :

	Vert bronze.	Vert franc.
Vert ferro pour impression.....	12	7,5
Vert brillant cristallisé.....	—	3,75
Auramine.....	—	0,60
Soude Solvay.....	12	7,5
Sulfate ferreux.....	24	7,5
Chlorure de baryum.....	12	—

Ces doses conviennent pour 100<sup>kg</sup> de terre. On lave deux ou

trois fois à l'eau par décantation et l'on fait sécher à température modérée.

LAQUES DE COLORANTS VÉGÉTAUX. — Le *vert de vessie* est un extrait aqueux concentré de bois du nerprun, auquel on incorpore de l'alun au cours de la concentration. C'est une couleur peu solide qui servait autrefois pour l'aquarelle.

Le *vert de Chine* ou *lokao* est un vert bleuâtre, couleur lumière assez solide, préparé de même façon avec les fruits d'une variété chinoise de nerprun.



---

## CHAPITRE VII.

### COULEURS BLEUES.

---

La fabrication des pigments bleus s'est considérablement développée non seulement pour satisfaire aux besoins de la peinture, mais parce que les bleus servent souvent à la décoloration ! Cet usage un peu paradoxal provient de ce que le bleu était complémentaire du jaune, il suffit de bleuter très légèrement des matières imparfaitement blanches — en fait teintées par un soupçon de jaune — pour neutraliser cette nuance : c'est l'azurage, pour les besoins duquel on fabrique un très fort tonnage de bleu d'outremer, pigment qui est disséminé en traces infimes dans notre faux-col et dans le sucre que nous mettons dans notre café !

Avec l'outremer, c'est le bleu de Prusse, en dépit de sa médiocre solidité, qui est de beaucoup le plus employé des pigments bleus : son pouvoir colorant est en effet tel qu'on peut y adjoindre de très fortes proportions de charges, avec éventuelle addition d'un peu de jaune pour produire des verts. On obtient de la sorte des couleurs très bon marché dont le débit est énorme.

#### Bleus d'outremer.

OUTREMER NATUREL. — L'outremer naturel est la poudre d'un minéral connu sous le nom de *lapis-lazuli* ou *lazulite* importé de diverses régions orientales. Pour l'obtenir, on chauffe la pierre au rouge et on la plonge dans le vinaigre ou l'alcool, pour l'étonner, puis on la pulvérise. La poudre est pétrie à

chaud sous l'eau tiède avec un mastic de poix, de cire et d'huile de lin. L'eau ne tarde pas à se colorer en bleu; on décante et, par le dépôt, on obtient l'outremer de première qualité. En continuant, on obtient une poudre gris de lin, la *cen dre d'outremer* ou *cen dre de lapis*. Cette couleur est employée parfois dans la peinture artistique,

L'outremer naturel est dit parfois *bleu de lapis*; on l'emploie encore en peinture artistique.

La constitution de l'outremer ou plutôt des outremer, dont il existe de nombreuses variétés, est encore mal connue; on jugera de la divergence de vue, entre chimistes ayant étudié la question, d'après les symboles proposés par chacun d'eux pour le seul outremer bleu :

$\text{Si}^2 \text{Al}^2 \text{Na}^2 \text{SO}^9$	(Glukelberger),
$\text{Si}^6 \text{Al}^4 \text{S}^4 \text{O}^{21}$	(Wiender),
$\text{Si}^3 \text{Al}^3 \text{Na}^5 \text{S}^3 \text{O}^{12}$	(Puchner),
$\text{Si}^3 \text{Al}^6 \text{Na}^8 \text{S}^4 \text{O}^{18}$	(Bock),
$(\text{Si}^2 \text{Al}^2 \text{Na}^2 \text{O}^8)^4 \text{Na}^2 \text{S}^4$	(Hoffmann).

Outre les outremer de fabrication courante, il existe des outremer au sélénium (bruns, pourpres, roses, blancs) et des outremer au tellure (jaunes, verts, gris, blancs) que l'on a préparé au laboratoire en substituant au soufre soit le sélénium, soit le tellure.

En 1814, Tassaert observa la formation d'une matière bleue dans les fours à soude de Saint-Gobain; Kuhlmann fit la même remarque dans les fours à calcination du sulfate de sodium. D'après les analyses de Vauquelin, les produits artificiels offraient la composition de l'outremer naturel.

Sur ces données, la Société d'encouragement pour l'industrie fonda un prix en vue de provoquer des recherches sur la production industrielle et artificielle de l'outremer (1824). La question fut résolue presque simultanément (1827) par Guimet, qui garda son procédé secret, et par Gmelin, qui publia ses expériences. Depuis cette époque, la fabrication de l'outremer se développa et se perfectionna au

point que la seule fabrication française annuelle dépasse 2000 tonnes.

PRÉPARATION DES OUTREMERS ARTIFICIELS. — Voici comment Salet fait la description du procédé primitif d'après les publications de Gmelin.

On se procure de la silice et de l'alumine hydratées, précipitées en gelée de leurs solutions et bien lavées. On détermine par calcination la quantité de terre sèche correspondant à 100 parties de ces précipités. L'hydrate de silice employé par Gmelin contenait 66 pour 100 de silice anhydre, l'hydrate d'alumine renfermait 32 pour 100 d'alumine.

On dissout à chaud dans une lessive de soude autant de silice qu'elle peut en dissoudre; pour 72<sup>kg</sup> de silice (anhydre) dissoute, on prend un poids d'hydrate d'alumine correspondant à 70<sup>kg</sup> d'alumine anhydre que l'on ajoute à la lessive silicique, on évapore en remuant jusqu'à consistance de poudre humide. Dans un creuset de grès bien clos, on place un mélange de soufre avec la moitié de son poids de carbonate de sodium sec; on chauffe au rouge moyen jusqu'à fusion de la masse, puis on projette peu à peu dans le creuset le silicate aluminico-sodique, par petites portions. Aussitôt que l'effervescence due aux vapeurs d'eau a cessé, on y projette une nouvelle portion. On maintient le creuset pendant une heure au rouge, puis on laisse refroidir. La masse est traitée par l'eau, qui enlève du sulfure de sodium et laisse l'outremer.

On peut aussi mélanger parties égales de silice et d'alumine précipitées et supposées sèches, de carbonate de sodium et de soufre avec une quantité de lessive de soude caustique suffisante pour dissoudre la silice; le mélange introduit dans un creuset est séché et porté à un rouge vif que l'on maintient pendant une heure. La masse, d'abord d'un gris bleuâtre clair, devient d'un beau bleu par le grillage.

Après avoir employé des procédés de fabrication comportant une première calcination suivie d'une seconde pour transformer l'outremer vert d'abord obtenu, on n'emploie plus que des méthodes à unique calcination, la teneur des

mélanges variant selon qu'il s'agit d'obtenir des outremer ordinaires, des outremer avec sulfate (que l'on ne produit plus dans les usines françaises) ou des outremer siliceux, qui possèdent moins d'éclat, mais un peu plus de solidité aux alcalis. Voici quelques dosages :

Auteurs.....	Outremer ordinaires.		Outremer au sulfate.		Outremer siliceux.
	Dubosc.	Notelle.	Coffignier.	Dubosc.	Coffignier.
Kaolin.....	100	35	37	100	245
Carbonate sodique...	90	—	22	—	300
Silice.....	—	—	—	—	85
Sulfate de soude....	—	—	15	90	—
Soufre.....	100	7	18	—	33
Charbon.....	6	10	8	17	—
Colophane.....	6	8	—	—	4
Alun.....	—	40	—	—	—

Les poids de carbonate se rapportent au sel anhydre.

On mélange dans des broyeurs, ou dans certaines usines modernes, au malaxeur à l'état de pâtes humides, ensuite séchées; puis on remplit les creusets, relativement petits, qui sont placés en assez grand nombre dans des fours. On chauffe de façon à parvenir en une dizaine d'heures à la température du rouge sombre, qui est maintenue pendant environ 24 heures, puis on passe au rouge clair. Ces températures sont contrôlées par des pyromètres à visée. La cuisson terminée, les portes du four sont lutées, on laisse refroidir, on vide les creusets, on lave à l'eau et l'on procède au premier broyage suivi de lavage à l'eau chaude. Un broyage beaucoup plus poussé a lieu ensuite pour l'obtention d'une suspension dans l'eau qui séjourne dans un récipient pendant environ 4 heures : le dépôt recueilli là est rebroyé, et le liquide dirigé dans des cuves de décanation où l'on recueille les outremer, d'autant plus appréciés qu'ils sont plus fins. Il suffit alors de procéder au séchage et au tamisage.

Le bleu d'outremer est parfois vendu sous forme de mélanges. Dans son ouvrage *Pour le blanchisseur*, M. Chaplet

donne les formules suivantes de mixtures propres à la confection de *bleu pour azurage du linge* en boules ou tablettes :

Bicarbonate de soude.	20	30	80	45
Outremer .....	30	20	30	18
Kaolin .....	—	—	15	15
Terre à foulon.....	—	—	—	20
Sirop de glucose.....	6	6	12	10

D'après Jameson, pour préparer les *bleus orientaux*, on emploie des mélanges composés de :

	I.	II.	III.	IV.
Outremer .....	125	125	125	125
Kaolin .....	32	50	32	63
Soude cristallisée....	65	65	63	63
Alun .....	65	65	63	63
Fécule .....	—	—	45	32

On malaxe l'outremer, l'amidon et le kaolin dans l'eau froide, on ajoute une solution tiède de la soude et de l'alun, on lave dix fois par décantation, on presse.

PROPRIÉTÉS DES OUTREMERS. — L'outremer naturel est un produit constant par sa couleur et sa composition. Il offre toujours une nuance d'un bleu pur et résiste toujours également bien à l'action de l'alun en solution et de l'acide acétique. Il n'en est pas de même des outremer artificiels provenant de diverses fabriques. On observe entre eux des différences notables au point de vue de la couleur et de la résistance aux acides.

Au point de vue couleur, on distingue :

1<sup>o</sup> Les outremer d'un bleu pur et foncé comme celui du lapis-lazuli;

2<sup>o</sup> Les outremer d'un bleu plus pâle et même légèrement teintés de vert avec un éclat remarquable;

3<sup>o</sup> Les outremer à reflets violacés ou rosés;

4<sup>o</sup> L'outremer vert qui n'a pas d'éclat.

Ce dernier étant, dans certains procédés de fabrication, un terme de passage avant d'arriver au bleu, il est évident qu'en ménageant les actions qui transforment l'outremer vert en bleu, on peut obtenir toutes les nuances intermédiaires entre le vert et le bleu.

Les outremer bleu pur ou bleu verdâtre mélangés à l'oxyde de zinc s'affaiblissent proportionnellement à la quantité de blanc ajouté, tandis que les violets et les violets rosés perdent presque entièrement leur teinte, même avec des quantités relativement restreintes de blanc de zinc. Ce phénomène singulier ne s'observe pas si l'on remplace le blanc de zinc par d'autres poudres blanches, telles que sulfates de baryte ou de chaux, blanc crayeux, talc, etc. Ces dernières substances, incorporées à l'outremer, lui conservent sa teinte propre.

Les outremer sont attaqués et décolorés par les acides et les sels acides, les alcalis, l'alun; mais on produit pour l'azurage des apprêts textiles des outremer très siliceux résistant à l'alun, voire aux acides faibles. Les gaz sulfureux et sulfhydrique décoloraient les outremer: on sait que l'atmosphère des villes où l'on brûle de la houille contient de tels produits.

Les outremer portés à la température du rouge fondent et se décolorent, ils ne peuvent donc servir en céramique.

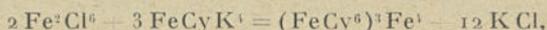
Les outremer ne sont pas des couleurs « lumière »: avec la plupart des éclairages artificiels, ils deviennent bleu noirâtre.

On emploie le bleu d'outremer pour l'azurage des textiles, pour la coloration des badigeons, pour la préparation des encres d'impression.

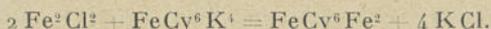
### Bleus de Prusse.

PRINCIPE DE FABRICATION. — Les bleus de Prusse sont à base de ferrocyanure ferrique  $(\text{Fe Cy}^{\text{v}})_3 \text{Fe}^{\text{i}}$  contenant une proportion d'eau combinée variable, selon condition de préparation, de  $4 \text{H}^2 \text{O}$  à  $9 \text{H}^2 \text{O}$ . On prépare ces produits

en précipitant par le ferrocyanure de potassium, soit un persel de fer :



soit un protosel de fer



Mais on obtient dans ce dernier cas un précipité blanc qui ne bleuit qu'après traitement par un agent oxydant; pratiquement, le chlorure de chaux est surtout employé.

Outre le ferrocyanure de potassium, on emploie le ferrocyanure de calcium, produit intermédiaire de la fabrication des ferrocyanures alcalins avec les matières épurantes épuisées d'usines à gaz : traité par le chlorure ferreux, ce ferrocyanure donne une variété de bleu de Berlin. Le même traitement appliqué au ferrocyanure double de calcium et de potassium, sous-produit de la fabrication des ferrocyanures, donne des variétés de bleu de Paris et de bleu d'acier. On obtient enfin des bleus de Prusse rougeâtres en employant le ferrocyanure double de calcium et d'ammonium.

Un des facteurs des plus importants dans la fabrication du bleu de Prusse est la nature des eaux employées. Il est évident que l'on ne doit se servir que d'eau douce, contenant très peu de chaux. Mais ces eaux doivent aussi être tout à fait exemptes de fer. Le fer se trouve en solution dans l'eau à l'état d'oxyde ferreux. Lorsqu'on lave avec de l'eau pareille, le bleu de Prusse produit, celui-ci est peu à peu réduit par l'oxyde ferreux; il diminue d'intensité de couleur et perd ses autres qualités : la teinte rougeâtre, la vivacité de la teinte, l'éclat bronzé.

Une forte teneur en chaux est surtout nuisible dans la fabrication de certains bleus spéciaux.

Il peut aussi arriver que l'eau, tout en étant de composition normale, renferme des traces de matières organiques. Celles-ci exercent sur le bleu de Prusse, au cours du lavage, une action réductrice très énergique (1).

---

(1) Nous empruntons ces dernières indications ainsi que les descriptions qui suivent au D<sup>r</sup> Bak (*Farben Zeitung* et *Revue des Produits chimiques*, 1925).

PRATIQUE DE FABRICATION. — Le bleu de Berlin ou *bleu de Paris* <sup>(1)</sup> est préparé avec de vieilles matières épurantes d'usines à gaz, qu'on lave à l'eau, puis qu'on mélange à de la chaux : un épuisement à l'eau donne une solution de ferrocyanure calcique. On ajoute au liquide du chlorure de potassium : il se dépose un ferrocyanure potasso-calcique, insoluble, qui, traité par le carbonate de potassium, donne du ferrocyanure alcalin dont la solution aqueuse est mélangée à une solution de chlorure ferreux. On obtient un précipité blanc de ferrocyanure ferreux qui est oxydé.

Si l'oxydation est opérée au moyen de chlorate de potassium (méthode presque exclusivement en usage), on obtient le *bleu de Berlin* ordinaire qui contient toujours du potassium et aussi de l'eau. Cette dernière est probablement en partie de l'eau d'adsorption, en partie de l'eau de constitution. Plus la teneur en potassium est forte, plus est faible la teneur en eau.

Le chlorure ferreux nécessaire est avantageusement préparé à l'usine même par dissolution de vieille ferraille dans l'acide chlorhydrique. On en fait une solution saturée de chlorure ferreux, pouvant directement entrer dans la fabrication. On peut s'en servir sans inconvénient, même dans le cas où l'on travaille avec du ferrocyanure calcique.

Pour préparer le *bleu d'acier*, on fait longuement bouillir la pâte de ferrocyanure ferreux en faisant passer de la vapeur d'eau. Au cours de ce traitement, la teneur en potassium augmente, tandis que celle en fer diminue. Mais, à côté de ces phénomènes chimiques, il se produit aussi un phénomène physique. La pâte gonfle et épaisse toujours davantage. Cet état de gonflement colloïdal exerce un effet très considérable sur la nature du bleu de Prusse final : oxydée et séchée, la pâte ainsi traitée donne un pigment clair, tendre et léger. La différence entre le bleu de Berlin et le bleu d'acier est donc à la fois de nature chimique et physique. Le bleu

---

(1) Notons qu'on désigne souvent aussi sous le nom « bleu de Paris » des mélanges de bleu de Prusse et d'alumine précitée en même temps que ce dernier.

de Berlin est d'une couleur plus profonde et il est en même temps plus lourd et plus dur que le bleu d'acier. Si l'on prépare avec les deux pigments des couleurs de même consistance pour papiers peints ou papiers de tenture, on trouve que celle au bleu de Berlin est à 30 pour 100, tandis que celle au bleu d'acier est à 25 pour 100.

On a donné jadis au bleu de Berlin les noms fantaisistes de *bleu de Saxe*, *bleu d'huile*, *bleu de Louise*, *bleu de mer*, *bleu d'Hortense*, mais tous ces noms sont maintenant pratiquement inusités.

Les qualités bon marché de bleu de Berlin ou bleu de Paris, portant le nom de *bleus de gaz*, ne sont jamais produites en grand avec des sels purs, que ce soit des ferrocyanures calciques ou sodiques. La fabrication des ferrocyanures avec la masse d'épuration du gaz d'éclairage fournit toujours des liquides résiduaires pauvres que l'on précipite directement au moyen de sel ferreux et, lorsque le dépôt s'est suffisamment accumulé, on procède à son oxydation.

Souvent les bleus ainsi obtenus sont foncés et noirâtres. Les sels calciques seuls foncissent déjà le bleu. Mais ces lessives résiduaires sont en outre chargées de matières colloïdales goudronneuses et sulfureuses dont il est difficile de se débarrasser et qui se précipitent avec le pigment.

Toutefois, ces bleus bon marché peuvent toujours encore servir à la fabrication avec du jaune de chrome, des verts de chrome foncés. On évite ainsi le foncissement ultérieur avec du noir de fumée, du noir d'os, etc.

On emploie volontiers ces espèces de bleu de Prusse dans la fabrication des encres d'imprimerie. Elles servent, surtout si elles sont chargées de pigments violâtres, à nuancer les encres d'imprimerie noires.

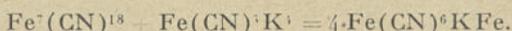
Quant aux *bleus précipités* de fabrication anglaise, dont certaines variétés sont dites *bleu bronze*, *bleu chinois*, ce sont des bleus aux ferrocyanures préparés selon divers modes opératoires avec les proportions convenables de matières premières : nous groupons en un tableau spécial (*voir* p. 137) les chiffres donnés à ce propos par Jameson.

*Fabrication des bleus précipités anglais.*

(JAMESON, *Manufacturer's Practical Recipes.*)

	Kaolin.	Sulfate ferreux.	Prussiate jaune.	Acide sulfurique.	Bichromate de		Acide chlorhydrique.	Chlorate de potasse.	Carbonate sodique cristallisé.	Ahn.
					soude.	potasse.				
Bleu bronze I.....	—	53,6	50	26,8	—	—	21,5	—	—	—
» II.....	—	58,1	75	75	8,1	—	53,6	—	—	—
Bleu chinois I.....	—	28,7	25	13,4	—	3,6	—	—	—	—
Bleu pur chinois I...	—	62,2	62,2	62,2	6,3	—	—	—	—	—
» II..	—	62,2	62,2	—	6,3	—	93,8	—	—	—
Bleu chinois II.....	—	50,9	50	37,5	—	8,1	—	—	—	—
» III.....	—	50,9	50	37,5	—	—	—	4,5	—	—
Bleu de Prusse I.....	—	51,3	50	37,5	—	8,1	—	—	12,5	12,5
» II.....	50	51,3	50	37,5	—	8,1	—	—	25	25
» III.....	100	51,3	50	37,5	—	8,1	—	—	25	25
» extra.	—	51,3	50	37,5	—	—	—	4,5	12,5	12,5
» bon marché..	—	51,3	50	37,5	—	—	—	4,5	25	25
» très bon marc.	—	51,3	50	37,5	—	—	—	4,5	37,5	37,5

Le bleu de Berlin traité par une solution de ferrocyanure de potassium se convertit en *bleu de Prusse soluble* suivant l'équation



Le bleu destiné à la solubilisation sera lavé jusqu'à ce qu'il soit complètement exempt de sels. Le lavage doit être effectué avec de l'eau douce ne contenant pas de chaux.

La formule ancienne, consistant à opérer la précipitation en présence de ferrocyanure de potassium en excès, est abandonnée actuellement pour des raisons pratiques. On part toujours du bleu de Prusse fabriqué ou pour simplifier l'ouvrage de la pâte bleue (c'est-à-dire blanche oxydée). En outre du ferrocyanure de potassium, on ajoute aussi au bleu de Berlin 1 à 2 pour 100 d'acide oxalique.

La solubilisation du bleu de Berlin peut être aussi opérée avec l'acide oxalique seul : on ne connaît pas le mécanisme chimique de ce phénomène. L'acide tartrique, l'oxalate d'ammonium, le tartrate d'ammonium peuvent également servir à la colloïdisation du bleu de Prusse.

Les bleus de Prusse solubles donnent avec l'eau des solutions typiquement colloïdales; ils sont précipités dans celles-ci lorsqu'on y ajoute des sels. On utilise le bleu de Prusse soluble, dans l'industrie papetière, pour la coloration du papier en pâte, les bleus de Prusse insolubles servent à colorer superficiellement la feuille dans la fabrication des papiers peints. Les bleus de Prusse solubles sont encore en usage pour faire du vert de chrome et du vert de zinc par voie humide. Si l'on ajoute au précipité lavé de jaune de chrome ou de jaune de zinc une solution de bleu de Prusse soluble, les petits restes de sels retenus par ces pigments suffisant à flocculer le bleu de Prusse qui donne alors, avec le pigment jaune, un vert très homogène. Les verts ainsi préparés sont excellents pour les peintures à l'huile et les peintures laquées et aussi pour faire des couleurs en pâte, des encres d'imprimerie, etc.

Pour faire le bleu de Prusse soluble, on n'est pas forcé d'avoir recours au bleu préparé avec du ferrocyanure de potassium. Les bleus obtenus avec le ferrocyanure de calcium

ou le ferrocyanure de sodium, partiellement remplacés par le ferrocyanure d'ammonium, donnent également avec le ferrocyanure de potassium et avec l'acide oxalique de beaux bleus solubles.

Le ferrocyanure de sodium, seul employé à la place du ferrocyanure de potassium, donne un bleu d'une teinte vert noirâtre.

Le *bleu de Turnbull* ou *bleu de France*, analogue au bleu de Prusse, résulte du traitement d'une solution de sel ferreux par une solution de ferrocyanure de potassium :



Cette couleur n'est plus employée maintenant. Il en est de même du *bleu de Monthiers* ou *bleu de Prusse ammoniacal* préparé en ajoutant à une solution de ferrocyanure de potassium une solution ammoniacale de protochlorure de fer.

**BLEUS CHARRONS.** — On produit sous ce nom des quantités très importantes de couleur très employée dans la peinture industrielle. Ce sont de simples mélanges de bleus de Prusse avec une forte proportion de charge, le tout avivé par un peu de laque. On peut opérer soit à sec, en broyant le mélange dans un broyeur à boulets, soit en malaxant le bleu de Prusse à l'état de boue, aussitôt après précipitation et lavage, avec une proportion convenable de charge. Voici les chiffres de dosage donnés par Coffignier :

	Surfin.	Fin.	Mi-fin.	Ordinaire.
Bleu de Prusse.....	60	50	35	18
Laque bleue.....	35	15	6	4
Sulfate de baryte....	910	940	960	980

Lorsqu'on opère par malaxage de pâte, on supprime l'addition de laque, et les proportions de bleu sont un peu réduites. Ces pigments n'ont naturellement qu'une très médiocre solidité lumière, mais ils convrent bien.

On peut rapprocher des bleus charrons le *bleu minéral* et

le *bleu de Brunswick*, à base de kaolin, alumine, ou autres charges, et de bleu de Prusse; le *bleu d'amidon*, mélangé de bleu de Prusse et de fécula.

### Bleus au cuivre.

**BLEU DE MONTAGNE.** — Préparé par broyage d'azurite ou cheyssilite de mines hongroises ou sibériennes, ce pigment est formé par un carbonate de formule  $2 \text{Cu CO}_3 \text{Cu (OH)}_2$ . C'est un bleu solide ne servant qu'en peinture artistique : il est dit parfois aussi *bleu de cuivre*.

**CENDRES BLEUES.** — Ce sont des mélanges de carbonates cupriques basiques avec du sulfate et du carbonate calciques.

Pour les préparer, faire dissoudre à l'eau du sulfate de cuivre d'une part, et de l'autre du carbonate de soude du commerce. Chaque dissolution étant faite, précipiter à chaud le sulfate de cuivre en introduisant petit à petit le carbonate de soude jusqu'à ce que la précipitation soit complète et que l'on trouve au fond du récipient une épaisse masse verte.

Filter ensuite à travers du papier ou une poche de feutre et recueillir la masse verte restée sur le feutre. La faire sécher totalement à l'air pour obtenir une poudre d'un bleu verdâtre. Ce pigment sert dans la peinture à l'eau, l'impression des papiers peints, le patinage des métaux.

**BLEU VESTORIEN.** — Dit encore *bleu égyptien*, ce pigment, qu'employaient les peintres de l'antiquité, peut être préparé en chauffant au creuset pendant 24 heures, de manière à obtenir une « fritte » sans fusion :

Quartz pulvérisé.....	30
Carbonate de chaux.....	14
Sulfate de potasse.....	5
Oxyde de cuivre.....	20

On épuise à l'acide chlorhydrique étendu et l'on broie les paillettes de verre coloré par le cuivre. Pigment très solide maintenant abandonné.

**BLEU DE BRÊME.** — Pigment, dit encore *bleu Péligot*, constitué par un oxyde de cuivre hydraté précipité d'une solution ammoniacale d'un sel cuprique par une lessive de potasse. Couleur lumière assez solide qui n'est plus fabriquée pratiquement.

**BLEU CÉLESTE.** — On nomme ainsi l'arséniate basique de précipité par mélange des solutions :

(a) {	Arséniate de potassium.....	5 <sup>kg</sup>
	Eau.....	32
(b) {	Sulfate de cuivre.....	3
	Eau.....	20

Après lavage, on fait sécher à l'ombre. Le pigment, de jolie nuance bleu clair, est très toxique : on ne l'emploie plus.

#### Bleus de cobalt.

**SAFRE.** — Le safre ou saffre, employé dès le xvi<sup>e</sup> siècle comme couleur céramique, provenait de la simple calcination de minerais à base d'arséniure de cobalt : après plusieurs calcinations suivies de broyage, on mélangeait à du sable quartzeux broyé. On lui substitue maintenant des oxydes de cobalt.

**SMALT.** — La fusion d'un mélange de safre, de sable quartzeux et de carbonate alcalin donne un verre bleu, véritable « fritte » de céramiste qui, broyée, donne une poudre d'un beau bleu. Certaines variétés sont dites *bleus anglais*.

**AZUR.** — En broyant finement le smalt dans l'eau et en opérant une décantation fractionnée, on obtient plusieurs poudres de plus en plus fines. Ces produits, autrefois employés en céramique, étaient désignés sous les noms :

Azur de premier feu,  
 » deuxième feu,  
 » troisième feu,  
 » quatrième feu.

Le safre, le smalt et l'azur se trouvent encore dans le commerce et sont utilisés par quelques industriels restés fidèles aux antiques procédés; la marque OS désigne le safre ordinaire; la marque MS, le safre moyen, et les marques FS et FFS, les safres fins.

OXYDES DE COBALT. — La presque totalité des couleurs au cobalt employées actuellement en céramique, reporte M. Franchet (*Revue Scientifique*, 1912), sont vendues à l'état d'oxydes, plus ou moins riches en cobalt, et de sels. Les composés du cobalt sont désignés dans les répertoires commerciaux sous le nom général d'oxydes, qui portent des marques spéciales :

	Cobalt métal.
FFKO, oxyde gris supérieur.....	78 %
GKO, oxyde gris.....	76 %
FKO, oxyde gris.....	75 %
RKO, oxyde noir.....	70 %
SKO, oxyde noir.....	—
SKO, oxyde noir.....	—
AKO, arséniate.....	—
KOH, carbonate.....	—
PKO, phosphate.....	—

La teneur en nickel et autres matières étrangères est presque nulle dans ces différents produits, dont les plus estimés sont ceux provenant directement de Saxe et livrés aux consommateurs en cartouches de 500 et 1000<sup>g</sup>.

La marque FFKO est la moins employée, en raison de son prix élevé. La marque FKO, qui coûte moitié prix environ, est utilisée pour les couleurs fines, mais celle qui est le plus couramment adoptée pour tous les emplois est la RKO.

La céramique et la verrerie ont fait de tout temps un usage considérable des bleus de cobalt, mais les couleurs que nous voyons, aussi bien sur les anciennes porcelaines de Chine que sur les vieilles faïences de Nevers, de Rouen ou de Delft, sont complètement différentes de celles dont nous nous servons actuellement. Cela ne tient nullement à la perte de prétendus secrets, mais seulement à la nature des

composés de cobalt dont nous faisons usage, composés presque purs, alors que ceux des anciens renfermaient ordinairement des oxydes de nickel, de fer, de manganèse, quelquefois de cuivre et toujours un peu de soufre. Par conséquent, les bleus, obtenus avec le safre, le smalt et l'azur préparés par l'ancien procédé de simple grillage du minerai, possédaient nécessairement des tons éteints dus au mélange de ces différents oxydes, qui, en outre, étaient combinés avec le soufre : les bleus tiraient alors sur le noir et le brun, et n'offraient pas l'éclat si vif de ceux qui résultent de l'unique présence du cobalt.

Les couleurs de cobalt ont pris, depuis une quarantaine d'années, dans les arts du feu, une extension considérable, en raison des variations que l'on peut faire subir aux tons par l'adjonction des oxydes de zinc, de plomb, d'étain, de chrome, de cuivre, de l'alumine, de l'acide titanique, de l'acide borique, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de la soude. Elles sont par contre très peu employées en peinture à l'huile, malgré leur excellente solidité, parce que le pouvoir couvrant est très médiocre.

BLEU THÉNARD. — La combinaison du cobalt et de l'alumine donne un bleu clair très employé en céramique ainsi que dans la peinture artistique à l'huile. Il est connu sous le nom de *bleu Leithener* ou, du nom de l'inventeur, *bleu Thénard*. Ce chimiste obtenait la couleur en mélangeant, séchant et calcinant au rouge cerise 8 parties d'alumine en gelée à 30 pour 100 d'eau et une partie de phosphate de cobalt en pâte. Aujourd'hui, on emploie également l'arséniaté de cobalt. On prépare aussi la couleur en chauffant en moufle, vers 800°, le précipité obtenu en mélangeant un aluminat alcalin avec un sel soluble de cobalt.

Les céramistes font usage d'un procédé beaucoup plus simple, plus économique et donnant des résultats excellents. On broie à l'eau, au moulin, le mélange d'oxyde de cobalt et d'alumine, on sèche la masse, dans des cuvettes en plâtre, et l'on cuit à 1200°; on obtient ainsi un bleu très éclatant, qui est encore plus beau s'il est cuit à 1400°.

**BLEU CÉLESTE.** — Le bleu céleste, encore appelé *bleu cœruleum*, est constitué par une combinaison d'acide stannique, de chaux et d'oxyde de cobalt; il n'est usité que dans la peinture à l'huile et à l'aquarelle, pour laquelle il est très apprécié, car le ton bleu n'est pas altéré à la lumière artificielle. On le prépare en précipitant par une solution de sel de cobalt une solution de stannate sodique, le précipité, lavé et séché, étant ensuite calciné à la température du rouge blanc.

#### Laques bleues et pigments teints.

**BLEUS A LA CHAUX.** — On les prépare en teignant du kaolin ou de la terre verte. On ajoute, par quintal de support, délayé dans l'eau à consistance de bouillie, environ 2<sup>kg</sup> de bleu synthétique (bleu Victoria B, ou R, bleu méthyle D, sétocyanine) en solution dans suffisamment d'eau de condensation. On fait ensuite sécher à température peu élevée.

**LAQUES BLEUES.** — D'après Coffignier, on prépare la *laque bleue* en opérant la précipitation de la façon habituelle (voir p. 15) avec :

Sulfate de soude.....	6 <sup>kg</sup>
Chlorure de baryum.....	8
Bleu Nicholson 4 B.....	2

Ce pigment, d'un bleu intense et de médiocre solidité, est employé dans la fabrication de certains bleus charrons.

Le *bleu indien* est une laque à base de sulfate de baryum teint par un dérivé de l'antraquinone; la solidité lumière est bonne et le pigment sert en peinture artistique.

Le *bleu saphir*, servant également en peinture artistique, est une laque assez solide à la lumière, formée d'alumine et de silice teintées par un bleu sulfuré.

**BLEU DE SAXE.** — Dit aussi *bleu chimique*, *bleu de composition*, *carmin d'indigo*, ce produit est préparé en précipitant par un carbonate alcalin de l'indigo dissous dans l'acide sulfurique fumant.

Légèrement soluble dans l'eau, le pigment sert pour la peinture à l'aquarelle, et parfois pour l'azurage du linge.

BLEUS DE DOLE. — On les prépare par broyage dans des appareils à trois cylindres de granit, de mélanges préparés en ajoutant suffisamment d'eau aux doses suivantes des divers constituants que nous reproduisons d'après un travail de Sauvageot :

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Indigotine.....	6,5	3,75	4,50	3,9	2,3	1,3	1
Bleu soluble pur...	2,5	1,20	1	0,8	0,7	0,5	0,4
Bleu soluble B.....	1	0,80	0,60	0,5	0,5	0,5	0,5
Bleu de Prusse....	3	2	2	1,5	3	2	2,5
Gomme arabique...	4	3	3	3	3,5	3,5	3
Dextrine.....	6	4,50	5,50	5	5,5	5,5	5
Blanc d'albâtre....	30	20	28	30	40	40	40

Outre ces qualités fines de valeur décroissantes en passant de A à G, on produit aussi des qualités communes avec :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
	kg	kg	kg
Indigotine.....	0,7	0,4	»
Bleu soluble B.....	0,5	0,3	0,4
Bleu de Prusse en poudre...	1,5	1,5	1,5
Gomme arabique.....	3	3	3
Dextrine.....	5	5	5
Albâtre.....	40	40	40

Tous ces produits en poudre étant bien mélangés, on en prépare une pâte avec de l'eau suffisamment épaisse pour pouvoir être broyée sur la machine à cylindrer; lorsque le broyage est parfait, on façonne en tablettes et l'on fait sécher.

Très employés jadis pour l'azurage, les bleus de Dôle ne sont plus guère produits, en assez petite quantité, que pour l'exportation.

OUTREMER FACTICE. — Cette laque est préparée avec un bain contenant :

Baryte .....	100 <sup>kg</sup>
Carbonate sodique.....	3 à 6
Bleu J. B. P.....	2 à 5
Eau.....	q. s.

On ajoute successivement une solution contenant de 10 à 20<sup>kg</sup> de chlorure de baryum, et une solution contenant 6 à 12<sup>kg</sup> de sulfate d'alumine.

---

## CHAPITRE VIII.

### PIGMENTS A ÉCLAT MÉTALLIQUE.

---

Naguère produits en quantités très peu importantes pour les seuls besoins de la décoration, ces pigments, ou plutôt l'un d'eux, la poudre d'aluminium, sont maintenant produits en grand. Dans certains pays, leur emploi s'est généralisé dans des proportions extraordinaires : en peinture industrielle américaine par exemple, les extérieurs sont maintenant très souvent peints ainsi. Cela provient des propriétés très spéciales du pigment qui, formant une sorte de cuirasse à la surface du film d'huile résinifiée, s'oppose mieux que tout autre à la pénétration de l'humidité. Et protégé de la sorte, le bois résiste beaucoup mieux aux intempéries que couvert d'une peinture colorée par des couleurs non métalliques.

Quant aux bronzes en poudre, bien que de solidité médiocre, ils sont employés en assez grande quantité pour les imitations de dorure, en peinture et en impression : il y a même depuis quelques années une augmentation sensible de la consommation, les tons ors étant très à la mode en décoration moderne.

#### Métaux en poudre.

POUDRES DE BRONZE. — Ces pigments, dits encore *bronzes couleurs* ou *bronzines*, sont à base d'alliages dont la composition dépend de la teinte à obtenir. Voici des chiffres correspondant aux fabrications allemandes normales :

	Cuivre.	Zinc.	Étain.
Jaune d'or.....	845	153	0,7
Jaune laiton.....	900	96	2
Orangé .....	989	7	0,8
Rouge cuivre.....	999	—	—
Violet pourpre.....	982	5	3
Vert clair.....	843	150	0,3
Jaune pâle .....	823	166	1,6
Jaune d'or.....	845	155	—
Or rouge.....	900	96	4
Rouge orangé.....	989	10	1
Rouge cuivre.....	999	1	—
Rouge pourpre.....	993	0,5	2
Jaune pâle.....	828	170	2

Les désignations commerciales sont les suivantes : or pâle, or rouge, or riche vert, or vert anglais, cuivre naturel.

Comme on voit, il s'agit, en réalité, moins de bronzes que de laitons. Les lingots sont laminés en superposant les tôles qui résultent du laminage, en nombre de plus en plus grand : on arrive à laminer ainsi des « paquets » de plus de 3000 feuilles. On découpe ensuite en petits morceaux qui sont pilonnés après addition d'eau gommée.

On part de barres mesurant environ 12<sup>cm</sup> de diamètre sur 90<sup>cm</sup> de longueur. Ces barres sont laminées jusqu'à ce qu'elles atteignent 5<sup>cm</sup> de largeur, puis coupées par longueurs convenables pour la manipulation. Ces sections sont alors elles-mêmes fortement amincies au marteau puis trempées et lavées dans un bain d'acide sulfurique afin de les débarrasser de l'oxyde, de la crasse et de toutes les impuretés en général. Les feuilles complètement sèches sont de nouveau martelées et réduites à l'extrême limite que l'on peut atteindre avec les marteaux mécaniques. Jusqu'à ce point le métal destiné à être mis en poudre et celui qui doit être laissé en feuilles sont traités de la même façon; mais alors le métal qui doit être laissé en feuilles est achevé par un battage à la main, tandis que les feuilles qui sont destinées à fournir la poudre de bronze sont découpées en petites parcelles connues sous le nom de « clippings » ou copeaux, puis

broyées par des pilons qui fonctionnent par batteries, ce qui permet à un seul homme d'en manœuvrer ou d'en alimenter une cinquantaine. Quand on a obtenu une poudre suffisamment fine, on la crible dans un appareil spécial qui envoie les qualités supérieures, c'est-à-dire les plus lourdes d'un côté, et les qualités inférieures d'un autre : ces dernières sont mélangées avec de la poudre de mica, ce qui permet de les vendre à plus bas prix.

POUDRE D'ALUMINIUM. — Ce produit a presque complètement supplanté les variétés dites argentées des poudres de bronze. On le prépare en soumettant des rognures d'aluminium aux chocs d'une batterie de bocards <sup>(1)</sup>. Soumis à ce pilonnage continu, le métal, en s'amincissant, perd sa ductilité et devient de plus en plus cassant; il se sépare finalement en grains ayant la forme de paillettes.

En fait, les difficultés qui se rencontrent dans la fabrication de la poudre d'aluminium sont nombreuses; c'est ainsi que deux surfaces d'aluminium pur se trouvant en présence, à l'abri de toute oxydation possible, peuvent se coller ou se souder lorsqu'elles sont pressées l'une sur l'autre par un moyen mécanique, particulièrement dans le cas où le travail de désagrégation de rognures du métal dégage

---

(1) Employé dans les usines métallurgiques pour la pulvérisation de minerais, le bocard sert au broyage de produits très durs. L'appareil se compose d'un certain nombre d'éléments, comprenant chacun trois tiges verticales métalliques munies à leur partie inférieure d'une masse pesante et frappant dans un même bassin ou auge. Des guides verticaux assurent la montée et la descente régulière de chacune des tiges. Le bocard est souvent actionné par une roue hydraulique portant un arbre à cames.

On distingue les bocards à eau et les bocards à sec. Le bocardage s'exécute en effet soit à l'eau soit à sec, selon qu'il est nécessaire, ou non, de faire entraîner par un courant d'eau les produits pulvérisés.

Pour obtenir une poudre brillante et bien feuilletée, il faut partir d'un métal de ductilité convenable; si cette ductilité s'écarte trop d'une valeur optimum, le martelage prolongé ne donne qu'une poudre d'aspect grossier et grisâtre.

une chaleur suffisante. Par ailleurs, la poudre d'aluminium est susceptible, dans certaines conditions, de former avec l'air des mélanges détonants et spontanément inflammables, comme c'est le cas pour le charbon pulvérisé.

La première opération, la plus délicate de toutes, consiste à amener les morceaux de feuilles venant du coupage, et dont l'épaisseur est de l'ordre du  $1/100^{\text{e}}$  de millimètre, sous forme de paillettes dont la plus forte dimension linéaire n'exécède pas  $2^{\text{mm}}$ . Le moindre échauffement donnerait naissance à des paillettes plus épaisses que les déchets de feuilles utilisés, alors que le but poursuivi est, au contraire, un amincissement et une désagrégation de ces derniers.

Le métal étant réduit sous forme de fines paillettes, il importe d'empêcher que celles-ci se soudent les unes aux autres sous l'action mécanique des pilons : pour contrarier cette soudure, on ajoute environ 2 pour 100 de stéarine (1), qui est vite liquéfiée par la chaleur du pilonnage.

Le produit des derniers pilons donne lieu à un tamisage dans une bluterie et passe à l'intérieur de machines élévatrices, dans lesquelles les agrégats de paillettes sont généralement dissociés, et qui donnent un classement de diverses catégories de grains par ordre de dimensions.

La poudre finalement recueillie est ensuite polie par le secours de machines spéciales dénommées *brillanteuses*. Ces machines se composent de cylindres horizontaux en tôle striée, portant les reliefs à l'intérieur, et comprenant chacun un axe horizontal sur lequel sont fixées à  $120^{\circ}$  trois brosses qui appuient sur la surface du cylindre dans toute leur lon-

---

(1) Les corps gras à faire intervenir dans la fabrication de la poudre d'aluminium et des « bronzes-couleurs » doivent être pratiquement insolubles dans les diluants habituels des vernis et des peintures : essence de térébenthine, white-spirit. En fait, la stéarine et le saindoux sont solubles dans le white-spirit, diluant aujourd'hui très largement utilisé, mais il est à noter que le white-spirit s'évapore assez rapidement, ce qui amène à conclure que les corps gras en question peuvent encore jouer partiellement leur rôle, même lorsque les paillettes d'aluminium qu'ils enrobent sont mises en suspension dans un milieu liquide renfermant du white-spirit.

gueur. Le frottement de ces brosses sur le relief des tôles amène le polissage des paillettes d'aluminium; l'opération ayant été poursuivie pendant une dizaine d'heures, la poudre obtenue est prête à être livrée.

Nous précisons qu'il est essentiel, pour obtenir une poudre d'aluminium offrant des qualités pigmentaires certaines, de partir d'aluminium pur (industriellement pur), ne renfermant, en particulier, que des traces de cuivre. La présence dans la poudre de métaux autres que l'aluminium, de cuivre, par exemple, peut, en effet, donner naissance ultérieurement, après utilisation sur les fers d'une peinture, à des courants galvaniques.

C'est par l'opération finale du polissage que les paillettes d'aluminium prennent un brillant et un lustré caractéristiques, donnant à la couche de peinture un aspect d'enduit métallique continu à haut pouvoir réfléchissant.

On pourrait obtenir de l'aluminium en poudre par d'autres procédés que celui que nous venons de décrire; c'est ainsi que le tour, la scie et la lime pourraient être utilisés; d'autre part, en agitant très vivement le métal fondu dans des tambours spécialement appropriés, on peut obtenir le métal sous forme de grains sphériques grossiers, mais il ne s'agit là que de grenaille, uniquement employée en aluminothermie. Le procédé Goldschmidt consiste à obtenir de la poudre d'aluminium en agitant fortement de l'aluminium fondu dans un récipient métallique, en présence d'une petite quantité d'un corps organique, comme la farine, qui empêche les particules métalliques de se réunir.

Il est essentiel d'insister sur le fait que la poudre obtenue par le martelage prolongé (bocardage) est d'aspect pailleté, feuilleté; ses éléments sont lamelleux, esquilleux, sous forme d'écaillés, et non pas sphéroïdaux, comme c'est le cas pour le plus grand nombre des pigments usuels : blanc de zinc, lithopone, etc. Cette particularité de la forme des grains fournit à la peinture à base de poudre d'aluminium des propriétés spéciales, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Insistons pourtant, dès maintenant, sur le phénomène assez curieux qu'il est possible de constater lorsqu'on met

en suspension, dans un liant ou un diluant pour peinture, par exemple, de l'aluminium en poudre à paillettes lustrées, phénomène que les techniciens américains appellent « leafing » : bien que l'aluminium soit de densité nettement supérieure à celle des constituants liquides habituels des peintures (huiles ou vernis), si l'on agite de la poudre du métal dans ces liquides, la poudre étant à paillettes brillantes, on constate que le plus grand nombre de ses éléments se maintient à la surface du milieu de suspension en donnant naissance à une pellicule parfaitement continue (1).

Il est facile de mettre le fait en évidence de la manière suivante : on ajoute de la poudre d'aluminium à du coaltar : on agite et l'on fait couler une petite quantité du mélange sur une plaque de verre. Examinée par en haut, la vitre donne l'impression d'être recouverte d'une feuille d'aluminium; examinée par en dessous, elle ne laisse apercevoir que la couche noire du coaltar (2).

BRONZES TEINTÉS. — On prépare ces produits, aux très jolis coloris vifs de toutes nuances, mais dont la solidité laisse malheureusement beaucoup à désirer en partant

---

(1) Si nous examinons au microscope la poudre d'aluminium, nous nous rendons compte qu'elle se compose d'une infinité de paillettes dont l'épaisseur n'est que de quelques millièmes de millimètre, mais dont les autres dimensions sont sensiblement appréciables par rapport à l'épaisseur. Nous pourrions, en somme, les comparer à des écailles de poissons, et c'est grâce à cette forme que les fabricants de peinture à base d'aluminium sont arrivés à en obtenir un rendement qui est inconnu avec les peintures à base d'oxydes broyés. Dans la préparation de cette poudre, en effet, elle se trouve mélangée avec des quantités infinitésimales de stéarine, dont chaque paillette se trouve recouverte et, la stéarine étant insoluble dans l'essence de térébenthine qui forme la base du véhicule liquide servant à l'application, la poudre remonte à la surface de la couche de peinture par capillarité; il se produit alors entre les diverses molécules qui constituent la nappe métallique surnageant à la surface du vernis, des phénomènes d'attraction qui font que ces molécules s'enchevêtrent les unes dans les autres, ce qui produit au séchage un véritable enduit métallique d'aluminium sans solution de continuité.

(2) D'après M. RABATÉ, *Moniteur de la Peinture*, 1927.

de poudre d'aluminium colorée à l'aide de colorants organiques (couleurs dites d'aniline). Les poudres d'aluminium ainsi traitées ont la composition suivante :

Aluminium .....	85 à 88 %
Matière grasse.....	1 %
Colorants organiques.....	11 à 14 %

La fixation d'un colorant organique sur les paillettes minces d'aluminium est un problème difficile. Ces paillettes étant dégraissées sont agitées avec une solution de tannin à 10 pour 100 et d'acétate de soude à 5 pour 100 dans l'eau ou dans l'alcool méthylique, puis on passe dans la solution aqueuse de matière tinctoriale. On filtre et l'on sèche. La poudre est enfin polie comme d'habitude.

Les colorants utilisés doivent être basiques et solubles dans l'alcool; c'est ainsi qu'on a recours le plus souvent à la fuchsine, au bleu Victoria B, à l'auramine O mélangée à de la safranine.

Avec certains colorants, on doit opérer à l'ébullition. On obtient une poudre jaune au moyen d'une solution de chrysoïdine. La coloration or est obtenue avec un bain de chrysoïdine suivi d'un bain d'auramine O.

### Composés divers.

OR MUSSIF. — On désigne ainsi le bisulfure d'étain, dit encore *or mosaïque*, *or de Judée*. On le prépare en partant des matières premières suivantes : soufre, étain, chlorure d'ammonium et mercure. Les proportions dans lesquelles on mélange ces ingrédients varient, mais généralement on mélange 14<sup>kg</sup> de copeaux d'étain avec 6<sup>kg</sup>, 5 de mercure et l'on chauffe le tout sur bain de sable, dans un pot émaillé et en agitant vigoureusement. On obtient un amalgame qu'on laisse se solidifier par refroidissement et que l'on réduit en une poudre fine. On prépare d'autre part un mélange de 8<sup>kg</sup> de soufre en poudre et 6<sup>kg</sup>, 8 de chlorure d'ammonium, on ajoute l'amalgame en poudre et l'on chauffe dans des

tubes réfractaires plantés dans un bain de sable et recouverts légèrement d'un couvercle en porcelaine (1).

On chauffe graduellement et lorsque, après 4 heures de chauffe, les gaz ont cessé de se dégager, on porte rapidement la température au rouge, puis on coupe de suite le chauffage et on laisse refroidir.

Comme on le voit, il faut disposer d'un bain de sable dont on doit pouvoir régler soigneusement la température. Une bonne ventilation est également nécessaire pour éloigner les gaz qui se dégagent au cours de l'opération.

L'or mussif formé est plus beau dans la partie supérieure du tube, aussi recueille-t-on à part cette fraction.

L'or mussif est plus stable à l'air que d'autres bronzes. On le lave à l'eau, on le sèche et on le mélange à quatre fois son poids de carbonate de calcium très ténu. C'est cette poudre que l'on emploie pour bronzer par frottement les pièces de bois et les objets métalliques. S'ils sont en fer, il est préférable de les recouvrir d'abord de cuivre, par voie galvanique. On frotte ensuite les objets en question avec de l'or mussif et l'on applique un vernis clair.

MICA. — La matière minérale de ce nom, dont les fines particules sont un des constituants du granit et de nombreuses autres roches d'origine ignée, se trouve en blocs d'où le clivage permet de tirer des minces feuilles flexibles dans un certain nombre de gisements canadiens, sibériens, brésiliens, hindous, etc. C'est un silicate d'aluminium et de potassium qui, réduit en poudre, est employé parfois en peinture à cause de l'éclat brillant des particules.

En particulier, écrit M. Rabaté (*Moniteur de la Peinture*,

---

(1) On obtient un beau jaune clair avec 48<sup>kg</sup> de sel d'étain et 26<sup>kg</sup> de soufre très finement pulvérisé. Un ton plus rougeâtre se produit par réaction entre 48<sup>kg</sup> d'amalgame d'étain (24<sup>kg</sup> d'étain, 24<sup>kg</sup> de mercure), 26<sup>kg</sup> de sel d'étain, 35<sup>kg</sup> de soufre en poudre très fine et 34<sup>kg</sup> de chlorure d'ammonium chimiquement pur. Nous reproduisons ces renseignements d'après l'étude publiée par M. Madert dans *Chemiker Zeitung* en 1926.

1926), le mica est utilisé dans la préparation de certaines peintures à base de poudre d'aluminium. Sous forme de poudre, il se mélange si intimement à la poudre d'aluminium qu'il est pratiquement impossible, à l'œil, de différencier les deux éléments.

On introduit aussi du mica dans certains types de peintures vernissées à base, soit de vernis gras, soit de vernis à l'alcool, soit de vernis aux éthers cellulosiques. Avec des vernis gras et des vernis à l'alcool, on obtient des peintures mates; avec des solutions de pyroxylines, on obtient, au contraire, des peintures à aspect brillant et métallique, à condition toutefois d'employer du mica réduit en poudre très fine. Voici, d'après Tiller (*B. F.*, 1907), une formule de ce dernier type d'enduit :

Mica.....	20 à 40
Collodion à 4%.....	300 à 400
Éther.....	200 à 300

Rappelons enfin l'utilisation du mica dans la préparation des papiers peints des genres dits « satinés » : le mica est alors utilisé sous forme de poudre fine, celle-ci étant obtenue, non pas par broyage proprement dit, mais par arrachage. Le brillant des paillettes de mica ne saurait être, en effet, intégralement conservé qu'à la condition de séparer les paillettes les unes des autres par arrachage : le broyage donne une poudre blanche sans éclat.

---

## CHAPITRE IX.

### APPRÊT DES COULEURS.

---

Un grand nombre de couleurs ne sont pas livrées telles que à la consommation, au moins lorsqu'il s'agit de produits destinés à la peinture : on les transforme en pâtes par broyage avec un liquide approprié. L'imprégnation est ainsi facilitée par les liquides employés ensuite pour le délayage, et l'on évite la production de poussières parfois nocives. Enfin ce dernier broyage permet de parfaire la division des pigments en particules extrêmement fines.

C'est avec de l'huile siccative que l'on broie surtout les couleurs, mais certains produits pour la peinture en carrosserie sont broyés à l'essence de térébenthine, fabrication qui tend d'ailleurs à disparaître depuis l'emploi des enduits cellulosiques. Certaines couleurs pour le décor et la peinture artistique sont broyées à l'eau, soit pour l'emploi direct sous forme de pâtes, soit pour le moulage en tablettes, en crayons, qui sont ensuite séchés.

#### **Broyage des couleurs à l'huile et à l'essence.**

APPAREILLAGE. — On peut procéder au broyage des couleurs additionnées d'huile, mais on obtient de meilleurs résultats, tout en diminuant un peu la quantité nécessaire d'huile, en procédant d'abord à un malaxage. On emploie pour cela des sortes de pétrins dont il existe plusieurs systèmes; le plus employé est assurément celui composé d'une auge dans le bas de laquelle tournent en sens contraire deux arbres

munis de pales hélicoïdales ou déformés de manière appropriée (fig. 20).

Quant au broyage, qui pour certaines couleurs est toujours fait directement, il est opéré dans des broyeuses à cylindres horizontaux en granit (fig. 21). Les appareils ont généralement trois cylindres : la masse broyée entre les deux premiers

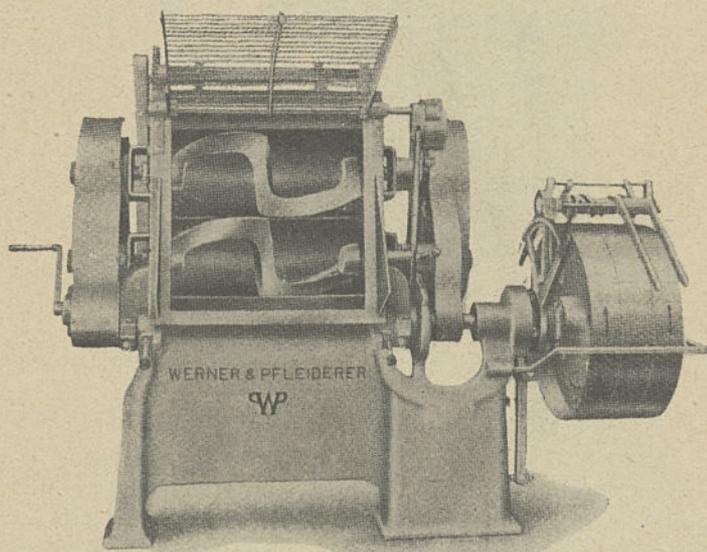


Fig. 20. — Malaxeur pour mise en pâtes des couleurs.

cylindres étant broyée à nouveau entre le second et le troisième. On fait alors repasser la couleur broyée dans l'appareil, manipulation qui est évitée dans les broyeuses à forte production, comportant six cylindres montés de façon à produire sans interruption les deux broyages indispensables (fig. 17).

Pour les couleurs fines destinées à la peinture artistique, on opère avec des petites broyeuses à cylindre, ou même assez souvent par l'ancien procédé de la molette : le broyeur manœuvre à la main une lourde masse de granit ou de porcelaine dont la partie inférieure, aplatie, pose sur une table

de verre dépoli ou de granit. Cela nécessite naturellement une forte dépense de main-d'œuvre.

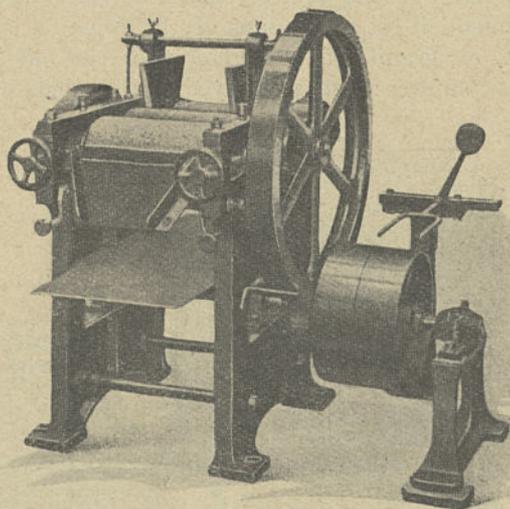


Fig. 21. — Broyeuse à cylindres de granit.

**HUILES DE BROUAGE.** — On se sert presque exclusivement d'huile de lin, en particulier d'huile Bombay <sup>(1)</sup>. Toutefois l'emploi d'autres huiles siccatives moins chères tend à prendre de l'extension : certains fabricants étrangers emploient autant de wood oil que d'huile de lin.

Les proportions d'huile à incorporer à une couleur varient selon nature de la couleur, selon qualité de l'huile et selon qu'il y eût ou non malaxage avant broyage. On ne peut dans ces conditions donner que des chiffres très approximatifs. Voici ceux relevés en pratique par Coffignier pour les couleurs produites en plus grosses quantités :

---

<sup>(1)</sup> Notons que certains blancs extra sont broyés à l'huile de pavot et que les couleurs pour artistes sont généralement broyées à l'huile d'œillette.

	Broyage direct.	Broyage après malaxage.
Ocre jaune supérieure.....	50 à 60	37 à 40
» fine .....	50 à 54	42 à 48
Ocre rouge supérieure.....	45 à 60	35 à 41
» fine .....	46 à 50	38 à 43
Ocre noire supérieure.....	64 à 72	63
» fine .....	56 à 67	50
Brun Van Dyck OR.....	25 à 30	—
Jaune Mexico.....	45 à 50	—
Bleu charron fin.....	15 à 17	15 à 16
Vert anglais mi-fin.....	14 à 18	14
Bleu d'outremer.....	36	—

Voici, d'autre part, les chiffres donnés par divers auteurs

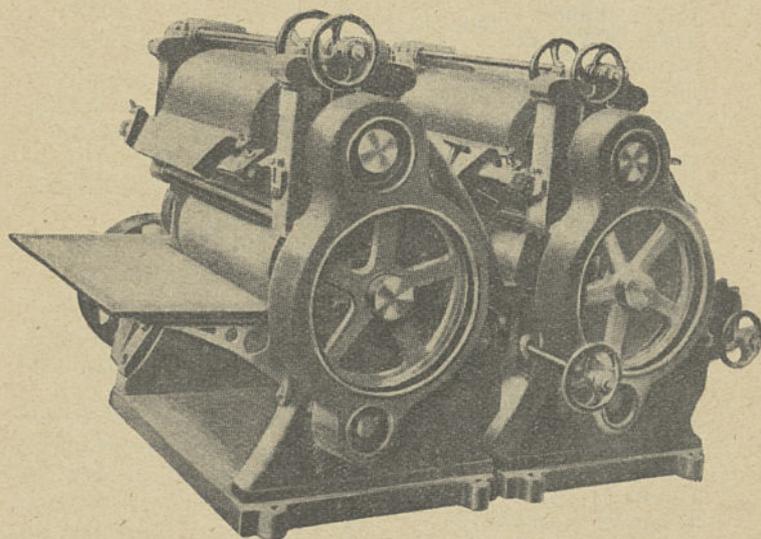


Fig. 22. — Broyeuse à gros rendement, à deux éléments de trois cylindres chacun.

pour un plus grand nombre de couleurs. Ces chiffres expriment, comme ceux qui précèdent, le nombre de kilogrammes d'huile

devant être incorporée au quintal de couleur sèche pour avoir une pâte de consistance convenable.

	Auteurs.		
	SCOTT.	JAMESON.	HURST.
	Couleurs pour bâtiments.	Couleurs pour artistes.	Couleurs indus- trielles.
Noir de lampe.....	72	—	—
Noir d'ivoire.....	60	110	—
Laque rouge.....	55	—	—
Sienna non brûlée.....	52	180	—
Brun Van Dyck.....	50	—	40
Bleu de Prusse.....	50	75	—
Noir animal.....	50	—	—
Ombre non brûlée.....	48	100	—
Ombre brûlée.....	47	90	29
Sienna brûlée.....	45	195	38
Graphite.....	40	—	—
Laque jaune.....	38	—	—
Terre de Véronne.....	32	—	—
Amiante.....	32	—	—
Jaune de chrome.....	30	—	—
Sulfate de baryte.....	30	—	—
Kaolin.....	28	—	—
Rouge toscan.....	27	—	17
Ocre jaune.....	28	75	—
Outremer.....	27	37	—
Silice lavée.....	26	—	—
Ocre américaine.....	26	—	—
Laque de quercitron.....	25	—	—
Sanguine.....	25	—	—
Vert de chrome foncé.....	25	—	—
Rouge vénitien.....	23	—	10
Vert de chrome pâle.....	21	—	—
Orangé de chrome.....	20	32	—
Blanc crayeux.....	20	—	18
Vert Brunswick.....	17	—	11
Oxyde de zinc.....	17	—	—
Rouge de chrome.....	16	—	—
Jaune de zinc.....	15	—	—
Vermillon.....	14	20	—
Jaune de Naples.....	13	—	—
Blanc de zinc.....	12	17	22
Minium.....	12	—	—
Céruse.....	10	15	8

Pour la peinture artistique, les pigments sont d'abord broyés à l'eau pendant longtemps : selon nature des couleurs, le broyage dure d'une vingtaine d'heures à une soixantaine. Ce traitement n'est d'ailleurs pas nécessaire pour les couleurs précipitées; il est suivi de lavages à l'eau, filtration, dessiccation à température modérée, après quoi on procède au broyage à l'huile avec de petits appareils à trois cylindres de granit ou de porcelaine analogues, aux dimensions près, aux machines servant dans la fabrication en grand.

MÉLANGES DE BROYAGE. — Outre l'huile et la couleur, on mélange souvent, lors du broyage, des constituants secondaires, des charges par exemple.

La céruse, par exemple, est livrée couramment, par les fabricants français, en trois qualités :

Composition.	Qualité.		
	Extra.	N° 1.	N° 2.
Huile .....	11	11	11
Céruse .....	100	75	50
Baryte .....		25	50

Les fabricants anglais font généralement quatre qualités :

	Qualités.			
	Première.	Deuxième.	Troisième.	Quatrième.
Baryte .....	1000	500	750	1000
Céruse .....	—	1000	750	500
Huile de lin .....	81	125	108	108

Les mélanges passent trois fois entre les rouleaux broyeurs pour la première qualité, deux fois pour la seconde, une fois pour les qualités inférieures.

Voici, d'après Jameson, les formules courantes de préparation des lithopones broyés à l'huile :

	Qualités.		
	A.	B.	C.
Lithopone .....	175	150	125
Sulfate de baryte naturel.....	325	350	375
Huile de lin raffinée.....	40,8	34,5	39,3

Dans le broyage des couleurs pour peinture artistique, on incorpore très souvent une petite proportion de cire d'abeille blanchie, incorporée, fondue à de l'huile dans la proportion de 15<sup>kg</sup> de cire par 50<sup>kg</sup> d'huile d'oeillette. Ce mélange cire-huile est ajouté dans des proportions telles que la couleur broyée à l'huile contient de 1 à 2 pour 100 de cire.

BROYAGE A L'ESSENCE. — Le broyage à l'essence est effectué sur les proportions relativement petites de couleurs employées dans la peinture en carrosserie, dans le vernissage du meuble et des bronzes. On ajoute presque toujours, outre l'essence de térébenthine, un peu de vernis du genre dit « colle d'or » pour faciliter le broyage. Voici les chiffres donnés par Coffignier pour le broyage des pigments le plus souvent préparés ainsi :

	Poids de couleur,	Poids d'essence.	Poids de vernis.
Céruse .....	100	12 à 19	—
Noir d'ivoire I .....	100	122 à 134	—
» II.....	100	95 à 105	—
Rouge sans plomb.....	170	40	2,0
Rouge auto.....	170	40	2,5
Vert à filets surfin I .....	100	75	—
» II.....	100	48	—
» III.....	100	36	—
» IV.....	100	32	—
Vert de plomb pur.....	160	40	2,0
Vert à voitures foncé.....	150	70	2,5
Vert à filet fin I .....	100	31	—
» II.....	100	25	—
» III.....	100	20	—
» IV.....	100	19	—
Bleu d'outremer.....	135	60	2,0
Bleu de Prusse.....	100	100 à 125	—
Terre d'ombre brûlée.....	100	50 à 70	—
Mexico.....	100	52 à 70	—
Brun laqué.....	160	50	2,0

Il faut partir de poudres très fines de manière à réduire le nombre des passages, car on perd d'autant plus d'essence

que le broyage dure plus longtemps. En forçant la dose de vernis, ce qui se fait surtout pour certains noirs destinés à la carrosserie, on obtient les couleurs du genre dit *noirs d'ivoire colle d'or*.

### Couleurs broyées à l'eau.

COULEURS POUR AQUARELLE. — Les *couleurs moites* sont préparées en broyant des mélanges de pigments, de glycérine, d'eau et d'eau gommée par dissolution d'environ 20 pour 100 de gomme du Sénégal, en proportions dont voici quelques exemples :

	Blanc d'argent.	Jaune de Naples.	Bleu de cobalt.	Laque carminée.
Pigment . . . . .	20	20	12	20
Glycérine . . . . .	3	3	5	5
Eau gommée . . . . .	3	3	5	5
Eau . . . . .	2	2	8	5

On met ensuite en petits tubes d'étain comme pour les couleurs broyées à l'huile.

Les *couleurs sèches* servant pour le lavis et du reste aussi pour l'aquarelle sont préparées en agglomérant les poudres de pigments avec de l'eau gommée très concentrée (1 partie de gomme pour 2 parties d'eau), la pâte très ferme obtenue était moulée à la presse : on fait ensuite sécher à l'étuve.

COULEURS POUR LA GOUACHE. — On prépare ces couleurs en broyant le pigment avec de l'eau, de l'eau gommée (dans laquelle on fait dissoudre environ 10 pour 100 de gomme du Sénégal) et parfois un peu de sirop sucré (50<sup>g</sup> de sucre dissous dans 1 litre d'eau).

Voici quelques formules pour fabrication courante :

	Blanc d'argent.	Jaune de chrome.	Rouge de Venise.	Bleu d'outremer.
Pigment . . . . .	25	50	30	25
Eau gommée . . . . .	25	20	7	10
Eau sucrée . . . . .	2	2	4	2
Eau . . . . .	2	—	8	2

La proportion de gomme doit être assez faible pour qu'après dessiccation la couleur ne devienne pas brillante.

Les couleurs dites *a tempera*, *a putrido*, *synthones*, sont des mélanges de pigments avec de l'eau gommée, du jaune d'œuf, de l'huile siccatrice : elles sont employées en peinture artistique pour avoir des coloris mats, analogues à ceux des tableaux de certains primitifs.

PASTELS ET CRAYONS. — C'est avec une pâte de couleur broyée à l'eau que sont préparés les pastels. On incorpore aux pigments des quantités régulièrement variées de charges généralement à base de kaolin et de blanc crayeux, pour avoir toute une gamme de tons d'une même couleur. C'est ainsi que l'on aura par exemple avec :

	1 <sup>er</sup> ton.	2 <sup>e</sup> ton.	3 <sup>e</sup> ton.	4 <sup>e</sup> ton.	5 <sup>e</sup> ton.	6 <sup>e</sup> ton.	7 <sup>e</sup> ton.
Pigment ..	100	80	40	20	10	4	1
Charge ...	22	52	70	80	80	100	100

L'eau de broyage doit contenir une petite proportion d'un agglomérant qui donne du « corps » aux bâtonnets séchés. On employait jadis l'eau de savon, une décoction d'orge; on emploie souvent maintenant l'eau gommée (gomme du Sénégal ou dextrine) contenant d'autant plus de matière gommeuse que l'on veut avoir des pastels plus durs.

Les mines des crayons de couleur sont préparées comme les pastels durs ou mi-durs.

---

## CHAPITRE X.

### PROPRIÉTÉS DES COULEURS.

---

Qu'il s'agisse de leur emploi dans la préparation des peintures, dans la confection des encres d'impression ou dans la fabrication des papiers peints, les couleurs devront posséder un suffisant pouvoir couvrant, une convenable solidité à la lumière et à l'air. Le pouvoir couvrant, qui dépend de l'opacité des particules de couleur (et de leur état de division) donne à la peinture la propriété de cacher la teinte des surfaces peintes; la solidité lumière et la solidité à l'air (air qui, souvent souillé par des produits sulfureux provenant de la combustion des houilles, est à craindre en particulier pour toutes les couleurs au plomb) permettent d'obtenir des peintures conservant indéfiniment leurs nuances.

Pour les couleurs destinées à la peinture industrielle, c'est surtout le pouvoir couvrant qui importe, puisqu'un bon pouvoir couvrant permet d'employer peu de pigment cher auquel on ajoute une forte proportion de « charges » économiques.

Pour les couleurs destinées à la peinture artistique, la solidité lumière a la plus grande importance : certains des chefs-d'œuvre de nos plus grands peintres ne sont-ils pas maintenant presque irrémédiablement perdus par suite du noircissement des blancs au plomb ayant servi pour éclaircir toutes les teintes ?

#### Pouvoir couvrant des couleurs.

PRINCIPE DES ESSAIS. — On ne peut déterminer le pouvoir

couvrant d'un pigment qu'en se plaçant dans les conditions de son emploi sous forme d'enduit. On commence donc par préparer avec la couleur à essayer une peinture parfaitement homogène dont on détermine ensuite le degré d'opacité en employant un appareil *ad hoc*.

C'est presque toujours une peinture à l'huile qui est ainsi préparée, et les chiffres cités ci-après concernent toujours le pouvoir couvrant de peintures à l'huile. Dans le cas de pigments pour peinture à l'eau, il est indispensable de procéder à des essais spéciaux, car le pouvoir couvrant de certaines couleurs varie du simple au double selon qu'il est effectué sur des enduits à base d'eau ou à base d'huile.

Les mesures du pouvoir couvrant des pigments transformés en enduit sont effectuées à l'aide de plusieurs appareils dont nous reproduisons la description d'après une étude publiée dans la *Revue de Chimie industrielle* (1924).

Aux méthodes avec emploi d'appareils, on peut préférer la méthode dite de mélange, qui consiste à mélanger une certaine quantité de pigment à étudier avec une quantité connue d'un pigment d'une couleur très différente, broyé avec une quantité d'huile pesée. Le pouvoir couvrant est obtenu par comparaison avec celui d'une couleur choisie comme étalon. Mais nous ne conseillons pas ce procédé (1).

CRYPTOMÈTRE PFUND. — On a baptisé de la sorte un appareil formé d'une règle épaisse en verre à surface parfaitement plate portant une entaille transversale (*fig. 23*). Sur cette règle, où est gravée d'un côté de l'entaille une échelle graduée, glisse une règlette dont un côté touche directement la règle, et dont l'autre côté ne la touche que par l'intermédiaire d'une sorte de cale métallique (à droite sur la figure). L'espace ménagé entre les deux plans de verre forme ainsi comme une sorte de coin très mince qu'il est facile de remplir avec de la couleur à essayer.

---

(1) Sur lequel on pourra d'ailleurs se documenter, si besoin, d'après une excellente étude de Sacher publiée en 1924 dans la *Zeitschrift für angewandte Chemie*.

Dans ces conditions, la masse « couvrante » remplissant le coin, supposons que les deux arêtes limitant l'entaille soient invisibles : en faisant glisser la règlette vers la droite, on amincit de plus en plus le « coin » de couleur couvrant la partie graduée de la règle, et il arrive un instant où l'arête gauche de l'entaille devient visible. En glissant la règlette en sens inverse, il est facile de rendre à nouveau cette arête

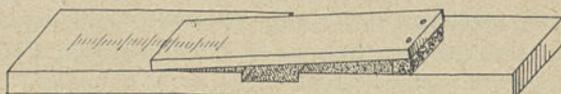


Fig. 23. — Schéma du cryptomètre Pfund.

invisible. Lorsque la règlette est juste dans cette position, il suffit de voir avec quelle graduation coïncide son extrémité gauche pour obtenir le « chiffre » indiquant le pouvoir couvrant. L'approximation obtenue de la sorte est d'environ 5 pour 100, c'est-à-dire qu'en faisant plusieurs lectures, l'écart entre les divers chiffres ne dépasse pas  $1/20^e$ . Mais on peut augmenter la précision en faisant plusieurs lectures et en prenant une moyenne. Quant à la graduation du cryptomètre, elle est arrangée de sorte que le chiffre indique combien de centimètres carrés peut « couvrir » 1<sup>g</sup> de pigment, mélangé à suffisamment d'huile de lin incolore, en sorte d'obtenir une masse de fluidité normale.

Des essais faits par Hallett avec le cryptomètre Pfund, il résulte que les blancs surtout employés en peinture industrielle ont les pouvoirs couvrants suivants :

Céruse .....	40
Sulfate basique de plomb.....	30
Titānox .....	80
Oxyde de zinc américain.....	46
Lithopone .....	50

OPACIMÈTRE THOMSON. — L'appareil imaginé par Thomson se compose d'un photomètre, c'est-à-dire d'un dispositif permettant de comparer les luminosités respectives de deux

surfaces. Ces surfaces sont les intérieurs de deux tubes parallèles portant prismes et lentilles entre lesquels on peut interposer les pellicules à comparer. On interpose dans un des tubes une pellicule type ou une feuille de papier dont on a mesuré le degré de translucidité, et de l'autre une pellicule de peinture. L'application d'une formule mathématique assez compliquée permet de calculer le *coefficient d'opacité* que l'auteur définit ainsi « proportion de lumière » exprimée en fraction décimale de l'unité, absorbée pendant la transmission à travers une couche de peinture dont l'épaisseur est de  $1/10^e$  de millimètre.

Voici les coefficients donnés par les divers pigments blancs employés en mélange avec l'huile de lin en raison de 3 volumes de liquide pour 1 volume de couleur :

Céruse (procédé hollandais) . . . . .	0,0671
Blanc de zinc (procédé américain) . .	0,0794
» (procédé français) . . . . .	0,0645
Lithopone . . . . .	0,0578
Carbonate de chaux . . . . .	0,0136
Sulfate basique de plomb . . . . .	0,0813
Kaolin . . . . .	0,0190
Amiante . . . . .	0,0090
Sulfate de chaux . . . . .	0,0030
Silice . . . . .	0,0102
Baryte . . . . .	0,0114

RÈGLES-COINS DE HERÇAY. — C'est évidemment le plus simple de tous les appareils permettant d'apprécier le pouvoir



Fig. 24. — Schéma des règles-coins Herçay.

couvrant, et chaque personne ayant un peu l'habitude de travailler le verre pourra facilement se confectionner de ces

règles avec les chutes de glaces pour devantures ou tablettes pour salles de bains. Deux règles de glace parfaitement polies et dressées sont assemblées en coin; elles se touchent d'un côté, de l'autre elles sont séparées par une cale, réglette transversale dont l'épaisseur est de 5<sup>mm</sup>, et à laquelle il est bon de donner une section conique, la règle supérieure touchant l'arête en une ligne distante du bout opposé d'exactlyment 10<sup>cm</sup> (*fig. 24*).

Dans ces conditions, le coin évidé que forme l'espace entre les deux règles étant plein de la mixture dont on veut mesurer l'opacité, et les règles étant réunies l'une à l'autre par deux élastiques minces placés aux extrémités, on place l'appareil sur une tablette bien plane, bien éclairée, transversalement à une bande noire tracée sur la surface. Puis on fait mouvoir les règles-coins vers la droite ou vers la gauche, de manière que l'un des bords de la bande devienne « juste » invisible, point qui permet de mieux apprécier le bord voisin qui lui est un peu visible. Il suffit de voir à quel point de la graduation que porte le bord de la règle inférieure coïncide le bord invisible : cette graduation étant faite en millimètres, chaque degré correspond à une épaisseur de 15/100<sup>e</sup> de millimètre. Comme il est facile de lire les demi-millimètres, bien qu'ils ne soient pas tracés, on peut apprécier des variations d'épaisseur extrêmement réduites, et la précision des lectures dépasse de beaucoup celle des observations optiques.

HIDIMÈTRE HALLETT. — L'appareil a la propriété de se prêter aux essais sur pellicules de peintures solidifiées, ce qui permet de faire des essais se rapprochant mieux des conditions pratiques. Sur un statif de microscope est monté un long tube ayant comme objectif une lame de verre plane, dépolie, et comme oculaire une petite ouverture.

On applique la couleur à essayer sur un panneau blanc portant une bande noire, et, une fois la couleur sèche, on examine à l'hidimètre à l'endroit où il y a contraste entre deux teintes, c'est-à-dire sur l'un des bords de la bande plus ou moins bien cachée par une couche de la peinture essayée.

Dans ces conditions, plus le contraste est marqué (c'est-à-dire plus est inférieur le pouvoir couvrant) et plus il faut éloigner le verre dépoli de la surface examinée pour qu'elle se présente sous forme d'une « plage » de teinte bien régulière. Or, une graduation du tube permet de mesurer le plus ou moins d'éloignement, partant, d'obtenir un chiffre exprimant le pouvoir couvrant. En prenant la céruse comme type, et lui attribuant l'indice 100, Hallett a trouvé pour les principaux pigments blancs :

Titanox .....	167
Oxyde de zinc.....	103
Céruse .....	100
Lithopone .....	85
Sulfate basique de plomb.....	82
Blanc de Paris.....	5
Kaolin .....	4
Amiante pulvérisée.....	2
Plâtre, sulfate de baryte.....	1

Notons pour terminer que l'appareil Hallett fut baptisé *hidimètre* parce que, en anglais, l'expression « pouvoir couvrant » se dit *hiding power*, du verbe *to hide* qui signifie « cacher ».

MESUREUR MARGIVAL. — L'appareil se compose d'une sorte d'étroit pupitre terminé à sa partie la plus haute par une glace parfaitement plane, au-dessous de laquelle un miroir oblique reflète la lumière (*fig. 25*).

Sous la glace et à son contact tourne un disque composé de secteurs noirs séparés par des secteurs évidés. On dépose sur la glace une couche épaisse de la peinture à examiner, puis on l'écrase en appliquant un petit disque de glace bien dressée, fixé à l'extrémité d'une barrette-glissière s'engageant sous les glissières *ad hoc* ménagées à la partie inclinée du pupitre. Le centre de la glissière est taillé en lime et touche un rouleau caoutchouté qu'on peut faire tourner en manœuvrant des boutons molettés placés de chaque côté du pupitre.

Ceci fait, tandis que d'une main on fait tourner le disque à

secteurs ajourés, et que de l'autre on fait monter ou descendre avec une très grande lenteur le disque appuyant sur la peinture examinée, on observe la pellicule, et on l'amène à épaisseur suffisamment juste pour que devienne invisible la rotation du secteur. On peut alors lire sur la graduation latérale de

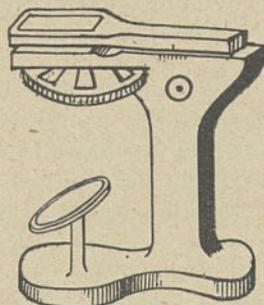


Fig. 25. — Mesureur Margival.

l'appareil l'épaisseur en centièmes de millimètre de la couche opaque.

Mais on a de la sorte le pouvoir couvrant relatif à l'éclairage par transparence, et il importe assez peu au point de vue peinture. C'est pourquoi les essais industriels de pigments sont faits en substituant au miroir inférieur un réflecteur qui produit l'éclairage par le haut, toutes autres circonstances restant les mêmes. Il est facile de passer par le calcul de l'épaisseur des pellicules couvrantes aux données par les indices de l'appareil Pfund, par exemple.

**TURBIDIMÈTRE SHEPPARD.** — L'appareil se compose d'une lunette horizontale dont l'objectif est placé près d'une lampe : la lumière venant de cette lampe doit traverser deux « grilles » formées par des plaques de verre portant des bandes parallèles alternativement opaques et blanches. L'un de ces écrans tourne et, par sa rotation, il est possible de faire varier le degré de visibilité de l'écran interposé sur le rayon lumineux. Or, dans ces conditions, on conçoit que si la pellicule dont on veut mesurer le degré d'opacité est interposé

dans la lunette, pour que le grillage cesse d'être visible, il faudra d'autant plus diminuer sa visibilité que la pellicule sera moins opaque.

L'appareil convient d'ailleurs plutôt à l'examen des vernis qu'à celui des peintures, et l'auteur paraît avoir eu surtout en vue les essais de limpidité plutôt que ceux de pouvoir couvrant.

EMPLOI DES APPAREILS. — On peut faire sur le pouvoir couvrant des pigments et des peintures un grand nombre d'essais de genre varié : divers savants en effectuèrent déjà qui leur permirent d'établir des lois très intéressantes, aussi bien sous le rapport théorique qu'au point de vue pratique.

Ainsi, par exemple, le pouvoir couvrant d'un pigment très brillant, comme l'oxyde de zinc par exemple (par « brillant » on entend la propriété de très bien réfléchir la lumière diffuse), n'est pas fixe : quand on « teinte » avec une autre couleur, le pouvoir couvrant est très notablement amélioré; c'est là un phénomène dont le peintre doit évidemment faire son profit.

Pratiquement, les appareils serviront surtout soit à évaluer les pouvoirs couvrants de diverses couleurs employées dans les mêmes conditions, soit à faire varier ces conditions en employant un seul pigment, afin de voir quelles sont les plus avantageuses.

Dans ce genre d'idées, nous reproduisons les résultats obtenus avec divers genres de blancs mélangés chacun à un poids égal d'huile de lin : les pouvoirs couvrants sont exprimés en pieds carrés du subjectile par gallon de peinture :

Genre de pigments.	Pouvoir couvrant.
	°/°.
Titanox (absorbant très bien l'huile).....	290
Titanox (second choix; absorbant moins bien l'huile).....	243
Oxyde de zinc (procédé américain) .....	224
» (procédé français).....	215
Lithopone (procédé moderne).....	200
Oxyde d'antimoine.....	193
Lithopone (procédé ancien).....	145
Céruse .....	145
Sulfate de plomb.....	116

Comme en pratique le pourcentage de pigment en mélange à l'huile n'est pas fixe, les chiffres ci-dessus ont une valeur plus théorique que pratique. C'est pourquoi nous reproduisons, toujours d'après Gardner, les chiffres suivants, déterminés avec l'appareil Pfund, sur des mixtures de pigment et d'huile à pourcentages variables :

Couleurs.	Proportion millésimale.		Pouvoir couvrant en centimètres carrés par gramme.
	Pigment.	Huile.	
Sulfate basique de plomb.....	697	303	25
Céruse électrolytique.....	713	287	32
Céruse ordinaire.....	704	296	36
Oxyde d'antimoine.....	645	355	44
Oxyde de zinc (procédé français)...	502	498	44
Oxyde de zinc (avec 35% de sulfate de plomb).....	636	364	49
Lithopone (procédé moderne).....	591	409	54
Oxyde de zinc (procédé américain).	464	536	55
Titanox (absorbant peu l'huile)....	663	337	57
Lithopone G. S.....	616	384	57
Lithopone K. L.....	584	416	58

On notera, en comparant les chiffres des divers tableaux ci-dessus, qu'il importe de ne pas confondre le pouvoir couvrant d'un pigment avec celui d'une peinture à base de ce pigment : l'un n'est pas nécessairement proportionnel à l'autre.

Hallett fit d'intéressants essais dans le but de constater si le pouvoir couvrant des peintures était bien, comme on pouvait le croire *a priori*, proportionnel à l'épaisseur de la couche couvrante. Voici les chiffres résultant de ces essais :

Épaisseur de la couche de peinture.	Pouvoir couvrant.	Augmentation du pouvoir couvrant.	Augmentation
			exprimée en % de l'augmentation nécessaire pour donner le pouvoir couvrant total.
	%	%	%
1.....	18	18	18
2.....	33	15	18,3
3.....	45	12	17,9
4.....	56	11	20
5.....	65	9	20,4

Bien que les chiffres de la dernière colonne diffèrent un peu les uns les autres, ils peuvent en pratique être considérés comme égaux, et l'on peut conclure *que le pouvoir couvrant d'une pellicule de peinture est proportionnel à son épaisseur.*

### Solidité à la lumière.

ACTION DE LA LUMIÈRE SUR LES COULEURS. — C'est un fait bien connu que la plupart des couleurs « passent » à la lumière : le « vieux » rose n'a pas la pureté de ton du rose ordinaire, et tous les esthètes déplorent que certaines véritables féeries de couleurs des maîtres de l'école romantique ne soient presque plus maintenant que des grisailles.

Le mécanisme de cette action du temps n'est pas toujours imputable à la lumière : on sait que si les couleurs au plomb noircissent à la longue par exemple, cela provient d'une sulfuration provoquée par les composés du soufre que contient l'air des villes où l'on brûle du charbon. Même lorsqu'il y a simplement décoloration, la lumière paraît seulement avoir favorisé l'action décolorante de l'oxygène aérien.

En 1888, M. Russell et sir W. Abney placèrent des aquarelles dans des tubes ouverts qui les défendaient de la poussière, mais non du contact de l'air libre : le carmin, la garance, le jaune, l'indigo passèrent en moins de deux ans; la sépia, le bleu de Prusse, le cobalt, l'outremer se montrèrent plus stables, bien que l'humidité les fit pâlir. Enfermées dans d'autres tubes où l'on avait fait le vide, d'autres aquarelles ne subirent qu'une décoloration imperceptible. C'est donc l'oxygène qui détruit les matières colorantes : et il est absolument impossible de préserver de son contact les peintures à conserver.

MM. Church et Mitchell, sur l'invitation de l'Académie royale de Londres, ont repris ces expériences et prouvé que la peinture à l'huile n'est guère moins en péril que la peinture à l'eau. Le vernis qui la couvre n'oppose à la lumière, à l'air et à l'humidité qu'une faible résistance.

Cette décoloration des pigments n'est pas toujours défi-

nitive. Ainsi le bleu de Paris ayant perdu sa couleur par suite d'une longue exposition à la lumière, reprend peu à peu sa coloration primitive dans l'obscurité. D'autre part, certains restaurateurs de tableaux parviennent à revivifier des couleurs dont la teinte est changée.

La décoloration à la lumière des pigments varie selon qu'intervient divers facteurs. Erbner (*Chemister Zeitung*, 1911) a montré que le blanc de zinc hâtait la décoloration sous l'action de la lumière de nombreux pigments : jaunes de chrome et de zinc, bleus de Paris et d'outremer, nombreuses laques.

Dans ces conditions, pour déterminer la solidité à la lumière d'une couleur, il faut la soumettre, dans les circonstances de l'emploi (c'est-à-dire, selon les cas, sous forme d'encre, de pastel, de peinture), à la lumière du jour pendant un temps très prolongé. Depuis quelques années, on est d'ailleurs parvenu à faciliter de beaucoup les essais de ce genre en substituant aux rayons solaires, dont l'action est nécessairement lente et irrégulière, la lumière de lampes électriques spéciales qui produisent des radiations ultraviolettes, les seules dans la lumière du jour qui paraissent jouer un rôle actif dans les phénomènes de décoloration. Les essais demandant naguère des années peuvent de la sorte être effectués en quelques jours.

Nous reproduisons ci-après le résultat des essais de divers techniciens qui déterminent la solidité des couleurs sous forme de peinture à l'huile : on ne s'étonnera pas, après ce que nous avons dit du complexe de la question, des petites différences existant souvent entre résultats des différents expérimentateurs.

COULEURS SOLIDES POUR PEINTURE ARTISTIQUE. — Voici, d'après les indications des établissements Lefranc, la liste des couleurs de suffisante solidité pour l'emploi en peinture d'art :

*Solidité excellente.*

Blanc de zinc.	Rouges anglais, indien.
Bleus cœruleum, de cobalt.	Rouge de cadmium.
Bleu indien.	Rouge de Mars.
Bruns de fer, de Mars.	Rouges Van Dyck, de Venise.
Brun de Prusse.	Terra rosa.
Carmin de garance.	Terre d'Italie, de Sienne, d'Ombre.
Jaune de cadmium.	Terre verte
Jaune indien simili.	Vert de cadmium.
Jaune de Mars.	Vert de Chine.
Laque de fer.	Verts de chrome.
Laque fine.	Vert de cobalt.
Noirs de fumée.	Violet de cobalt.
Noirs d'ivoire, d'os.	Violet de Mars.
Noirs de pêche, de vigne.	Violet minéral.
Ocres.	
Orangé de Mars.	

*Solidité assez bonne.*

Blanc d'argent.	Jaune de Naples.
Blanc de titane.	Jaune de strontiane.
Bleu minéral.	Laques de garance.
Bleu de Prusse.	Outremers.
Bleu saphir	Rouge rubis.
Brun de Florence.	Vermillon.
Brun Van Dyck.	Vert anglais.
Cinabre.	Vert malachite.
Jaune d'outremer.	Vert de Scheele.
Jaune brillant.	Vert Véronèse.
Jaune de zinc.	Violet Van Dyck.
Jaune minéral.	

M. P. de Lapparent, à qui l'on doit les plus complets essais sur la solidité des pigments <sup>(1)</sup>, affirme que la plus vive lumière n'a aucune action sur les couleurs suivantes :

---

(1) *Étude sur les altérations des couleurs dans la peinture artistique* (in-8°, Paris, 1901).

Auréoline.

Blancs d'argent, de zinc.

Bleus cœruleum de cobalt, de lapis, minéral, d'outremer, de Prusse.

Cendres de lapis.

Jaunes aurore, de cadmium, de Mars.

Noir d'ivoire, de vigne.

Ocre brune, ocre jaune, ocre de ru, ocre rouge.

Orangé de Mars.

Rouge indien, de Saturne, de Venise.

Terres de Sienne (naturelle ou brûlée), d'Italie.

Vert émeraude.

Violet de cobalt, minéral.

Toutefois certaines de ces couleurs s'altèrent à la lumière lorsqu'elles sont mélangées; un ingénieux graphique (*fig. 26*) renseignant sur ces incompatibilités. Lorsque le filet partant d'un nom de pigment croise un autre filet sans que rien ne signale le point de croisement, les mélanges peuvent être effectués sans danger de compromettre la solidité lumière : ils doivent être prohibés dans le cas d'un croisement marqué d'astérisque.

Dans un petit opuscule <sup>(1)</sup> un fabricant de couleurs pour la peinture artistique nous donne une liste un peu différente des couleurs solides. La voici, modifiée par l'addition d'astérisques pour les pigments dont la solidité paraît douteuse au fabricant, puisqu'il conseille de les employer le moins possible :

*Bleus* de cobalt, de cœruleum, d'azur.

*Bruns* de Mars, laque de garance brune, ocre, terres de Sienne et d'ombre brûlées.

*Jaunes* de cadmium\*, de Mars, indien. Ocre. Terre de Sienne.

*Noirs* de bougie, d'ivoire, de pêche, de vigne.

*Rouges* de Mars, de cadmium, de Venise, anglais, indien. Carmin de garance. Laques de garance et d'alizarine\*.

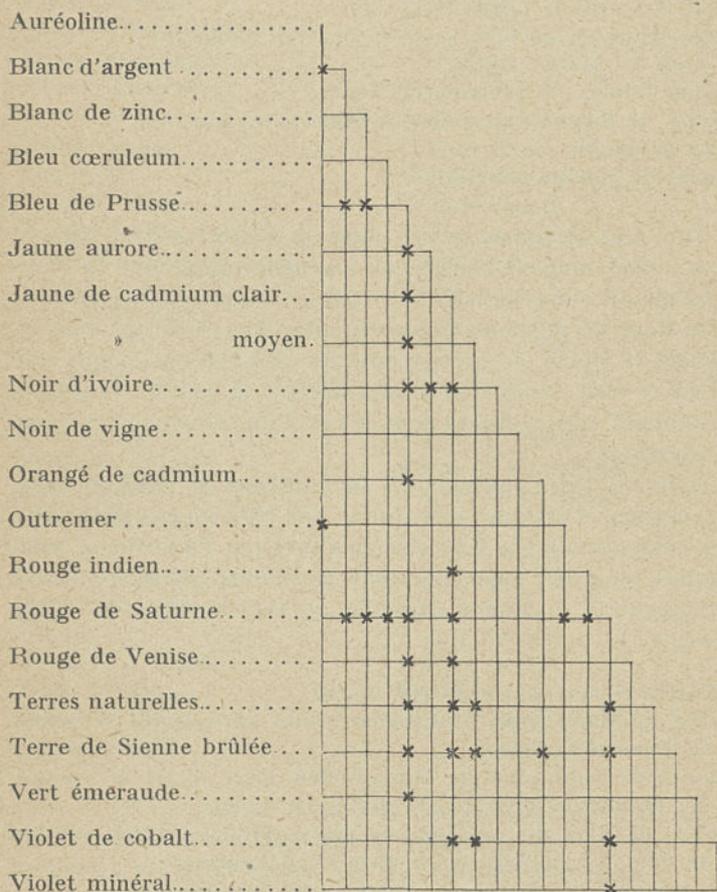
*Verts* émeraude, de cobalt. Terre verte. Véronèse\*.

*Violet*s de cobalt, de Mars, minéral.

(1) J.-M. PAILLARD, *La couleur à l'huile* (in-12, Paris, 1925).

## Incompatibilité des couleurs pour peinture d'art

(P. DE LAPPARENT).



Nota. — Les signes ★ correspondent aux mélanges altérables de couleurs solides.

Le peintre Dinet a consacré une intéressante étude aux causes de détérioration dont tant de tableaux modernes eurent à souffrir (1). Voici les indications qu'il donne sur le choix des couleurs au point de vue solidité.

*Couleurs  
permanentes.*

Blanc d'argent.  
Bleu cœruleum.  
Bleu de cobalt.  
Brun de Mars.  
Brun transparent.  
Brun Vibert.  
Jaune de Mars.  
Noir de vigne.  
Noir d'or.  
Ocre rouge.  
Orangé de Mars.  
Rouge indien.  
Rouge de Mars.  
Rouge de Pouzzoles.  
Rouge de Venise.  
Violet de Mars.  
Violet minéral.

*Couleurs  
à prohiber de la palette.*

Bitume.  
Bleu minéral.  
Bleu de Prusse.  
Carmin de cochenille.  
Cinabre.  
Jaune brillant.  
Jaune de chrome.  
Jaune de Naples.  
Jaune d'outremer.  
Jaune de zinc.  
Laque carminée.  
Laques aux couleurs d'aniline.  
Laques de garance.  
Laque jaune.  
Momie.  
Terre verte.  
Vermillon.

**Hygia.**

COULEURS TOXIQUES. — Les hygiénistes se sont maintes fois préoccupés des dangers que présentaient d'une part les manipulations de fabrication et d'application des couleurs toxiques, d'autre part l'emploi d'objets peints avec des produits toxiques, voire l'ingestion de certaines denrées contenant des traces minimales de pigments toxiques. La cêruse en particulier, justement bannie maintenant légalement de plusieurs pays, provoqua chez les peintres et les

(1) DINET, *Les fléaux de la peinture* (in-12, Paris, 1905).

ouvriers de fabrication, les graves désordres du saturnisme <sup>(1)</sup>. Les couleurs arsenicales, jadis beaucoup employées à la fabrication des papiers peints, furent également causes de divers accidents parfois assez graves : ces pigments ayant été remplacées par des couleurs laquées, rien n'est plus maintenant à craindre.

On a craint que l'emploi des quelques couleurs toxiques employées encore en peinture, lorsque les peintures sont appliquées au pulvérisateur : on a même proposé de munir les ouvriers de masques. Mais, en fait, aucun cas sérieux d'intoxication ne fut encore signalé résultant de l'absorption des gouttelettes de couleurs formant léger brouillard quand on peint au pistolet.

Il y a, pour certaines couleurs, des emplois légalement prohibés. Quelques ordonnances de police réglementent l'emploi des couleurs pour les applications où des matières toxiques auraient de graves inconvénients. Pour la *coloration des matières alimentaires*, ainsi que des papiers d'emballage destinés à ces produits, on ne doit pas employer, d'après la circulaire de décembre 1890 :

Bleus cupriques : cendres bleues, bleus de montagne ;  
Couleurs au plomb (blanc de céruse, jaunes de chrome, etc. ;  
Couleurs arsenicales ;  
Chromate de baryum ;  
Vermillon.

Pour la *coloration des jouets d'enfants*, sont prohibées les couleurs suivantes :

Verts arsenicaux : vert métis, vert de Schweinfurth ;

---

(1) De très nombreuses publications peuvent être consultées sur les dangers de l'emploi de la céruse. Les ouvrages les plus complets sont celui de Cantineau : *Une grave question d'hygiène professionnelle et sociale, la céruse* (in-8°, Paris, 1921) et celui de P. Fleury : *Blanc de zinc et blanc de céruse* (in-12, Paris, 1905). Au point de vue législation dans les divers pays, voir la brochure *Interdiction de l'emploi de la céruse en peinture* (in-8°, Genève, 1920) publiée lors de la troisième session de la Conférence internationale du travail.

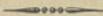
Couleurs au plomb : céruse, jaune de chrome, etc. ;  
Vermillon, jaune de chrome, à moins d'être incorporés à des  
verniss gras ou à l'alcool.

Ces très justes prohibitions ne sauraient gêner en aucune  
façon les industriels intéressés, à qui l'on permet l'emploi  
mesuré de divers colorants synthétiques absolument inof-  
fensifs.

COULEURS COMBUSTIBLES. — Certains pigments, écrit  
M. Chaplet dans le *Moniteur de la Peinture* (1929), non seu-  
lement peuvent brûler, mais peuvent s'enflammer sponta-  
nément : c'est le cas pour le *noir de lampe*, surtout s'il est  
de préparation récente et s'il n'est pas parfaitement sec.  
Mêlé avec un peu de siccatif, le noir de lampe s'enflamme  
presque sûrement. Le *bleu de Prusse*, qui contient  $\frac{2}{4}$  pour 100  
de carbone, est également sujet à la combustion spontanée  
et ses poussières peuvent provoquer des explosions; mais  
quand ce produit est mélangé à du blanc de baryte, le danger  
est moindre.

Le *jaune de chrome*, lorsqu'on le broie avec du noir de  
lampe ou du bleu de Prusse, peut provoquer une combustion  
du mélange : mais en broyant avec de l'huile, le danger est  
conjuré.

En fait, très rares sont les incendies provoqués par la  
combustion des couleurs : il est facile de prévenir tout accident,  
sachant dans quelles conditions il pourrait se produire.





## INDEX ALPHABÉTIQUE.

*Les noms d'auteurs sont en capitales.*

*Les noms particuliers de pigments sont en italiques.*

Nous n'avons pas répertorié les noms d'auteurs ne servant qu'au baptême de couleurs.

Il est bon, quand un même nom de couleur correspond à plusieurs renvois, de se reporter à toutes les pages indiquées, car il s'agit parfois de pigments très différents qu'une regrettable synonymie pourrait porter à confondre.

	Pages.		Pages.
ABNEY.....	174	<i>Blanc d'antimoine.....</i>	46
<i>Aluminate de plomb.....</i>	42	<i>Blanc d'argent.....</i>	41
<i>Aluminium en poudre... </i>	149	<i>Blanc de baryte.....</i>	29
Appareillage de fabrica- tion .....	3	<i>Blanc de Bougival.....</i>	23
APPELLE.....	86	<i>Blanc brossé.....</i>	25
Apprêt des couleurs...	156	<i>Blanc Carlton.....</i>	33
Aquarelle (coulr <sup>rs</sup> pour).	163	<i>Blanc de céruse.....</i>	39
<i>Ardoise .....</i>	63	<i>Blanc crayeux .....</i>	23
<i>Argile chinoise.....</i>	28	<i>Blanc d'Espagne.....</i>	23
Arséniates cupriques ...	114	<i>Blanc de jard.....</i>	47
Arsénites cupriques ...	114	<i>Blanc fin.....</i>	47
<i>Aurocoline.....</i>	82	<i>Blanc fixe.....</i>	3
<i>Azur.....</i>	141	<i>Blanc de Krems.....</i>	39
<i>Baryte .....</i>	29	<i>Blanc Kronos.....</i>	45
<i>Barytine .....</i>	29	<i>Blanc lavé.....</i>	24
<i>Bistre .....</i>	89	<i>Blanc léger.....</i>	41
<i>Bitume.....</i>	89	<i>Blanc de manganèse....</i>	47
<i>Blanc américain.....</i>	31	<i>Blanc de marbre.....</i>	23
<i>Blanc anglais.....</i>	33	<i>Blanc mêlé.....</i>	32
		<i>Blanc de Meudon.....</i>	23
		<i>Blanc minéral .....</i>	26, 29

	Pages.		Pages.
Blancs naturels.....	23	<i>Bleu égyptien</i> .....	140
<i>Blanc de neige</i> .....	31	<i>Bleu de France</i> .....	139
<i>Blanc de perle</i> .....	47	<i>Bleu de gaz</i> .....	136
<i>Blanc permanent</i> .....	47	<i>Bleu d'Hortense</i> .....	136
<i>Blanc pierreux</i> .....	31	<i>Bleu d'huile</i> .....	136
<i>Blanc de plomb</i> .....	39	<i>Bleu indien</i> .....	144
<i>Blanc de plomb sublimé</i> ..	41	<i>Bleu de lapis</i> .....	129
<i>Blanc de plomb supersu-</i>		<i>Bleu Leithener</i> .....	143
<i>blimé</i> .....	41	<i>Bleu de Louise</i> .....	136
<i>Blanc sanitaire</i> .....	33	<i>Bleu de mer</i> .....	136
<i>Blanc satin</i> .....	47	<i>Bleu de montagne</i> .....	140
<i>Blanc de silice</i> .....	46	<i>Bleu de Monthiers</i> .....	139
<i>Blanc sulfite</i> .....	33	<i>Bleu de Paris</i> .....	135
<i>Blanc de Thann</i> .....	45	<i>Bleu Péligot</i> .....	141
<i>Blanc de titane</i> .....	43	<i>Bleu précipité</i> .....	136
<i>Blanc de trémie</i> .....	31	<i>Bleu de Prusse</i> .....	3, 133
<i>Blanc de Troyes</i> .....	23	<i>Bleu de Prusse amonia-</i>	
<i>Blanc de tungstène</i> .....	46	<i>cal</i> .....	139
<i>Blanc de Venise</i> .....	41	<i>Bleu de Prusse : combus-</i>	
<i>Blanc de zinc</i> .....	31	<i>tibilité</i> .....	181
<i>Blanc de zinc hydraté</i> ...	31	<i>Bleu de Prusse soluble</i> ...	138
<i>Blanc de zinc précipité</i> ..	31	<i>Bleu saphir</i> .....	144
<i>Blanc au zinc et au plomb</i>	31	<i>Bleu de Saxe</i> .....	136, 144
<i>Bleu d'acier</i> .....	135	<i>Bleu Thénard</i> .....	143
<i>Bleu d'amidon</i> .....	140	<i>Bleu de Turnbull</i> .....	139
<i>Bleu anglais</i> .....	141	<i>Bleu vestorien</i> .....	140
<i>Bleu de Berlin</i> .....	135	<i>Bluterie à tambour hexa-</i>	
<i>Bleu de Brême</i> .....	141	<i>gonal</i> .....	11
<i>Bleu bronze</i> .....	136	<i>Bol d'Arménie</i> .....	95
<i>Bleu de Brunswick</i> .....	140	<i>Bol blanc</i> .....	28
<i>Bleu céleste</i> .....	141, 144	<i>Bol oriental</i> .....	95
<i>Bleu cœruleum</i> .....	144	<i>Bol rouge</i> .....	95
<i>Bleu charron</i> .....	139	<i>Brillanteuses</i> .....	150
<i>Bleu à la chaux</i> .....	144	<i>Bronzes couleurs</i> .....	147
<i>Bleu chimique</i> .....	144	<i>Bronzes teintés</i> .....	152
<i>Bleu chinois</i> .....	136	<i>Bronzines</i> .....	147
<i>Bleus de cobalt</i> .....	141	<i>Broyage</i> .....	8
<i>Bleu de composition</i> ....	144	<i>Broyage des couleurs</i> ...	156
<i>Bleus au cuivre</i> .....	140	<i>Broyage à l'eau</i> .....	163
<i>Bleu de cuivre</i> .....	140	<i>Broyage à l'essence</i> ....	162
<i>Bleu de Dôle</i> .....	145	<i>Broyeur à boulets</i> .....	10

	Pages.		Pages.
Broyeuses .....	157 à 159	<i>Céruse de Mulhouse</i> .....	42
Bruns.....	87	<i>Céruse Pattinson</i> .....	41
<i>Brun d'alumine</i> .....	89	<i>Céruse : pouvoir cou-</i>	
<i>Brun d'amarante</i> .....	90	<i>vrant</i> .....	172, 173
<i>Brun de Breslau</i> .....	88	CHAPLET.....	131
<i>Brun de Bruxelles</i> .....	89	<i>Charbon animal</i> .....	60
Bruns pour carrosserie..	89	<i>Charbon d'os</i> .....	60
<i>Brun de cérasine</i> .....	90	<i>Charbon de sang</i> .....	61
<i>Brun chimique</i> .....	88	CHARRIN.....	119
<i>Brun doré</i> .....	88	<i>Chaux métallique</i> .....	100
<i>Brun de fer</i> .....	70	CHURCH.....	174
<i>Brun de Florence</i> .....	87	<i>Cinabre</i> .....	98
<i>Brun de Hatchett</i> .....	88	<i>Cinabre d'antimoine</i> ....	100
<i>Brun d'Islande</i> .....	89	<i>Cinabre vert</i> .....	120
Bruns laqués.....	89	Coefficients d'opacité... 168	
<i>Brun de manganèse</i> .....	88	COFFIGNIER 74, 79, 89,	
<i>Brun de Mars</i> .....	70	103, 123,	158
<i>Brun de momie</i> .....	89	<i>Colcoltar</i> .....	91
<i>Brun de Norvège</i> .....	89	<i>Colcoltar superdispersé</i> ..	92
<i>Brun de Prusse</i> .....	88	Colorants pour laques... 13	
<i>Brun de Russie</i> .....	89	Concasseur à mâchoires.. 8	
<i>Brun de Suède</i> .....	89	Couleurs <i>a putrido</i> ..... 164	
<i>Brun Van Dyck</i> .....	87	Couleurs pour aquarelle. 163	
<i>Brun Victoria</i> .....	89	Couleurs <i>a tempera</i> ..... 164	
BUGDEN.....	77	Couleurs blanches..... 23	
		Couleurs broyées à l'eau. 163	
<i>Cadmopones</i> .....	77	Couleurs combustibles.. 181	
<i>Carbon black</i> .....	58	Couleur pour gouache... 163	
Carbonates de plomb... 39		Couleurs laquées..... 12	
<i>Carmin</i> .....	101	Couleurs moites..... 163	
<i>Carmin d'alizarine</i> .....	103	Couleurs sèches..... 163	
<i>Carmin de garonce</i> .....	103	Couleurs synthones..... 164	
<i>Carmin d'indigo</i> .....	144	Couleurs toxiques..... 179	
<i>Carmin liquide</i> .....	102	<i>Craie de Briançon</i> ..... 29	
<i>Carmin de vermillon</i> ....	100	<i>Craie brune</i> .....	88
CARRÉ.....	15, 83, 86	<i>Craie grise</i> .....	63
<i>Cendres bleues</i> .....	140	<i>Craie noire</i> .....	52
<i>Cendres de lapis</i> .....	129	<i>Craie rouge</i> .....	95
<i>Cendre d'outremer</i> .....	129	Crayons de couleur..... 164	
<i>Céruse</i> .....	39	Cryptomètre..... 166	
		<i>Cuprotithone</i> .....	113

	Pages.		Pages.
<i>Diatomite</i> .....	30	HALPHEN .....	123
DINET .....	179	HERCAY.....	168
DUBOSC .....	48	Hidimètre Hallett.....	169
DURAND..... 65,	99	Huiles de broyage.....	158
ERBNER.....	175	HUTIN .....	42
Étuve à tiroirs.....	7	Hygia .....	179
Fabrication par voie humide .....	2	Incompatibilités des cou- leurs.....	178
Fabrication par voie sèche .....	2	JAMESON 95, 97, 102, 111,114, 116, 132, 137,	161
<i>Farine d'ardoise</i> .....	63	Jaunes .....	64
<i>Ferrubron</i> .....	63	<i>Jaune acide</i> .....	79
FIGUIER.....	107	<i>Jaune Aladin</i> .....	71
Filtres-presses.....	4	<i>Jaune anglais</i> .....	74, 81
Filtre rotatif.....	6	<i>Jaune d'antimoine</i> .....	80
Fixateurs pour laques... 15		<i>Jaune aurore</i> .....	79
Fours .....	2	<i>Jaune de baryte</i> .....	80
Fours à lithopone.....	34	<i>Jaune basique</i> .....	79
Four à noir de fumée... 56		<i>Jaune brillant</i> ..... 75,	79
FRANCHET..... 82,	142	<i>Jaune de cadmium</i> ... 3,	75
FRÈRE .....	55	<i>Jaune à la chaux</i> .....	83
FRYDLANDER.....	97	<i>Jaune chimique</i> .....	81
GAMET .....	107	<i>Jaune de Chine</i> .....	69
GARRE .....	43	<i>Jaune de chrome</i> .....	3, 70
GEMELIN .....	129	Jaune de chrome : com- bustibilité .....	181
<i>Gomme-gutte</i> .....	85	<i>Jaune de chrome imita- tion</i> .....	83
Gouache (couleurs pour). 163		<i>Jaune de chrome pur</i> ....	72
<i>Graphite</i> .....	48	<i>Jaune de chrome pour lithographie</i> .....	73
Gris .....	62	<i>Jaune citron</i> .....	71
<i>Gris ardoise</i> .....	63	<i>Jaune de cobalt</i> .....	82
<i>Gris argen'</i> .....	63	<i>Jaune de Cologne</i> .....	75
<i>Gris minéral</i> .....	63	<i>Jaune Fischer</i> .....	82
<i>Gris de pierre</i> ..... 62,	63	<i>Jaune indien</i> .....	84
<i>Gris de zinc</i> .....	62	<i>Jaune jonquille</i> .....	74
GUIMET .....	129	<i>Jaune Kessler</i> .....	81
<i>Gypse</i> .....	25	<i>Jaune de Mars</i> .....	70
HALLETT... 167, 169,	173		

	Pages.		Pages.
<i>Jaune Mérimée</i> .....	80	<i>Laques jaunes</i> .....	83
<i>Jaune Mexico</i> .....	69	<i>Laque de nitraniline</i> .....	20
<i>Jaune minéral</i> . 70, 81,	82	<i>Laques noires</i> .....	62
<i>Jaune de montagne</i> .....	69	<i>Laque orangée</i> .....	86
<i>Jaune de Montpellier</i> ....	81	<i>Laques de résine</i> .....	21
<i>Jaune de Naples</i> ... 79,	81	<i>Laques roses à l'éosine</i> ...	16
<i>Jaune de Paris</i> .....	81	<i>Laque tango</i> .....	86
<i>Jaune péruvien</i> .....	84	<i>Laque vermillon</i> .....	104
<i>Jaune primrose</i> .....	72	<i>Laques vertes</i> ..... 18,	125
<i>Jaune pur</i> .....	74	<i>Laque vert foncé</i> .....	125
<i>Jaune romain</i> .....	80	<i>Lead zinc, leaded zinc</i> ...	31
<i>Jaune sidérin</i> .....	82	<i>Lithopone</i> ..... 3,	33
<i>Jaune soufre</i> .....	71	<i>Lithopone : broyage</i> ....	161
<i>Jaune Spooner</i> .....	73	<i>Lithopone de mélange</i> ...	37
<i>Jaune de Steinbull</i> .....	82	<i>Lithopone moléculaire</i> ...	37
<i>Jaune de strontiane</i> . 75,	80	<i>Lithopone : pouvoir cou-</i>	
<i>Jaune Turner</i> .....	81	<i>vrant</i> ..... 172,	173
<i>Jaune de Véroné</i> .....	81	<i>Lokao</i> .....	127
<i>Jaune de zinc</i> .....	79		
 		<i>Malaxeur</i> .....	157
<i>Kaolin</i> .....	28	<i>MARGIVAL : son mesu-</i>	
<i>KEGHEL</i> ..... 52,	62	<i>reur</i> .....	170
<i>Kieselguhr</i> .....	30	<i>Matières colorantes pour</i>	
<i>KOK</i> .....	71	<i>laques</i> .....	13
<i>KUHLMANN</i> .....	129	<i>Mélanges de broyage</i> ....	161
 		<i>Mesureur</i> .....	171
<i>LANORVILLE</i> ..... 64,	67	<i>Métaux en poudre</i> .....	147
<i>LAPPARENT</i> .....	176	<i>Méthodes générales de</i>	
<i>Laques</i> .....	12	<i>préparation</i> .....	1
<i>Laque d'alizarine</i> .....	103	<i>Mica</i> .....	154
<i>Laque anglaise</i> .....	102	<i>MICHEL</i> .....	115
<i>Laques bleues</i> .....	144	<i>Mine orange</i> .....	96
<i>Laque brûlée</i> .....	88	<i>Mine de plomb</i> .....	49
<i>Laque carminée solide</i> ...	103	<i>Minium</i> .....	96
<i>Laque carminée</i> .....	102	<i>Minium d'alumine</i> .....	95
<i>Laque de gaude</i> .....	84	<i>Minium d'aluminium</i> ...	94
<i>Laque de fer</i> .....	88	<i>Minium de fer</i> .....	92
<i>Laque fine</i> .....	103	<i>Minium au nitrite</i> .....	97
<i>Laque de garance</i> .....	103	<i>Minium noir</i> .....	53
		<i>Minium de plomb</i> .....	96

	Pages.		Pages.
<i>Minium superdispersé</i> ..	97	Noirs minéraux.....	48
<i>Minium tégo</i> .....	97	<i>Noir d'os</i> .....	60
MITCHELL.....	174	<i>Noir de Paris</i> .....	51
MOISSAN .....	107, 109	<i>Noir de pêche</i> .....	52
Moulin pour broyage. 9,	10	<i>Noir de pétrole</i> .....	58
		<i>Noir de résine</i> .....	60
NIEDERLANDER .....	77	<i>Noir de Russie</i> .....	60
Noirs et gris.....	48	<i>Noir de schiste</i> .....	53
<i>Noir d'acétylène</i> .....	59	<i>Noir au tannin</i> .....	62
<i>Noir d'Allemagne</i> .....	52	<i>Noir de terre</i> .....	52
<i>Noir alu</i> .....	51	<i>Noir de tourbe</i> .....	51
<i>Noir américain</i> .....	58	<i>Noir végétal</i> .....	51
<i>Noir d'Angleterre</i> .....	53	Noirs végétaux.....	51
<i>Noir animal</i> .....	60	<i>Noir de velours</i> .....	61
<i>Noir de bougie</i> .....	60	<i>Noir de vigne</i> .....	51
<i>Noir de Cassel</i> .....	61		
<i>Noir de cerf</i> .....	61	Ocres .....	64
<i>Noir de charbon</i> .....	51	<i>Ocre brune</i> .....	70
<i>Noir de châtaignier</i> .....	51	<i>Ocre chrome</i> .....	69
<i>Noir de Cologne</i> .....	61	<i>Ocre de fer</i> .....	69
<i>Noir de colophane</i> .....	60	<i>Ocre jaune</i> .....	64
<i>Noir de lampe : combustibilité</i> .....	181	<i>Ocre noire</i> .....	68
<i>Noir de cornue</i> .....	49	<i>Ocre d'or</i> .....	69
<i>Noir d'ébène</i> .....	51	<i>Ocre rouge</i> .....	67
<i>Noir d'Espagne</i> .....	51	<i>Ocre de ru</i> .....	69
<i>Noirs de fer</i> ..... 50,	53	<i>Ocre de satin</i> .....	69
<i>Noir de Francfort</i> .....	52	Opacimètre .....	167
<i>Noir de jumée</i> .....	53	<i>Or de Judée</i> .....	153
<i>Noir de fusain</i> .....	51	<i>Or mosaïque</i> .....	153
<i>Noir de gaz</i> .....	58	<i>Or mussif</i> .....	153
<i>Noir de Grant</i> .....	53	Orangés .....	85
<i>Noir de hêtre</i> .....	51	<i>Orangé de chrome</i> .....	80
<i>Noir d'imprimeur en taille-douce</i> .....	52	<i>Orangé de Mars</i> .... 70,	87
<i>Noir d'ivoire</i> .....	61	<i>Orangé pour lithographie</i> .	87
<i>Noir d'ivoire colle d'or</i> ..	163	<i>Orangé minéral</i> .....	85
<i>Noir de lampe</i> .....	59	<i>Outremer</i> .....	128
<i>Noir de lie</i> .....	51	<i>Outremer factice</i> .....	146
<i>Noir de lignite</i> .....	52	<i>Outremer vert</i> .....	120
<i>Noir minéral</i> .....	53	<i>Outremer violet</i> .....	106
		<i>Oxychlorure d'antimoine</i> .	46
		<i>Oxyde d'antimoine</i> .....	46

	Pages.		Pages.
<i>Oxydes de cobalt</i> .....	142	<i>Rouge pâle</i> .....	98
<i>Oxyde de zinc : pouvoir couvrant</i> .....	172, 173	<i>Rouge Perkins</i> .....	96
PADOVANI .....	43	<i>Rouge persan</i> .....	97
PAILLARD .....	32, 177	<i>Rouges de plomb</i> ,.....	96
Pastels.....	164	<i>Rouge de pourpre</i> .....	100
PETIT.....	23	<i>Rouges de Pouzzoles</i> .....	95
Pfund : son cryptomètre.	167	<i>Rouge profond</i> .....	98
Pierre à savon.....	30	<i>Rouge de Prusse</i> .....	91
Pigments à éclat métal- lique.....	147	<i>Rouge rubis</i> .....	103
<i>Plombagine</i> .....	49	<i>Rouge de Saturne</i> .....	96
<i>Poudre d'aluminium</i> ....	149	<i>Rouge toréador</i> .....	105
<i>Poudre d'ardoise</i> .....	63	<i>Rouge de Venise</i> .....	91
<i>Poudres de bronze</i> .....	147	<i>Rouge vénitien</i> .....	95
<i>Pourpre de Cassius</i> ....	106	RUSSELL.....	174
Pouvoir couvrant.....	165	<i>Safré, saffre</i> .....	141
Préparation des laques..	15	<i>Sanguine</i> .....	95
Propriétés des couleurs..	165	Séchage dans le vide... ..	8
<i>Purrhe</i> .....	84	SHEPPARD : son turbidi- mètre .....	171
RABATÉ.....	23, 152, 154	<i>Sidérine</i> .....	82
<i>Randanite</i> .....	30	<i>Small</i> .....	141
Règle-coin Hercay.....	168	Solidité à la lumière... ..	174
Rouges .....	91	SOURIS.....	82, 101
<i>Rouge d'Andrinople</i> ....	98	STEINAN .....	38
<i>Rouge d'Angleterre</i> ....	91	<i>Stil de grain</i> .....	84
<i>Rouge d'antimoine</i> ....	100	<i>Suie de résine</i> .....	53
<i>Rouge d'Anvers</i> .....	95	<i>Sulfate de chaux précipité</i>	47
<i>Rouge chinois</i> .....	98	<i>Sulfate de plomb</i> .....	41
<i>Rouge de chrome</i> .....	101	<i>Sulfopone</i> .....	38
<i>Rouge de cobalt</i> .....	100	<i>Sulfure de zinc</i> .....	32
<i>Rouge Derby</i> .....	97	Supports pour laques... ..	12
<i>Rouges de fer</i> .....	91	<i>Talc</i> .....	29
<i>Rouge indien</i> .....	91	TASSAERT .....	129
<i>Rouge du Japon</i> .....	104	<i>Terra rosa</i> .....	95
<i>Rouge de Mars</i> .....	70, 96	<i>Terre de Belgique</i> .....	119
<i>Rouge de Nuremberg</i> ...	95	<i>Terre blanche</i> .....	28
<i>Rouge para</i> .....	105	<i>Terre de Bohême</i> .....	119
<i>Rouge paranitraniline</i> ...	105	<i>Terre de Hesse</i> .....	119
		<i>Terre d'infusoires</i> .....	30

	Pages.		Pages
<i>Terre d'Italie</i> .....	69	<i>Vert de Casselmann</i> .....	118
<i>Terre jaune</i> .....	96	<i>Vert à la chaux</i> ....	119, 126
<i>Terre de Lemnos</i> .....	95	<i>Vert de Chine</i> .....	126, 127
<i>Terre de Naples</i> .....	81	<i>Vert de chrome</i> .....	120
<i>Terre d'Ombre</i> .....	69, 88	<i>Vert de cobalt</i> .....	121
<i>Terre de Saxe</i> .....	119	<i>Verts au cuivre</i> .....	112
<i>Terre de Sienne</i> .....	69	<i>Vert Cusselli</i> .....	121
<i>Terre du Tyrol</i> .....	119	<i>Vert Dingler</i> .....	121
<i>Terre de Vérone</i> .....	119	<i>Vert émeraude</i> 115, 117,	121
<i>Terre verte</i> .....	119	<i>Vert d'Erlaa</i> .....	118
THOMSON : son opaci-		<i>Verts de fer</i> .....	121
mètre.....	167	<i>Verts foncés à la chaux</i> ..	126
<i>Titanox</i> .....	45	<i>Vert franc</i> .....	126
Titanox : pouvoir cou-		<i>Vert Gellert</i> .....	122
vrant.....	172	<i>Vert Gentèle</i> .....	118
Turbidimètre.....	171	<i>Vert en grains</i> .....	123
<i>Turbith minéral</i> .....	82	<i>Vert-de-gris</i> .....	115
VAUQUELIN.....	129	<i>Vert Guignet</i> .....	121
<i>Verdet cristallisé</i> .....	115	<i>Vert d'herbe</i> .....	121
<i>Verdet de Montpellier</i> ..	115	<i>Vert de Hongrie</i> .....	113
<i>Verdet raffiné</i> .....	115	<i>Vert impérial</i> ....	115, 123
<i>Vermillon</i> .....	98	<i>Vert jaunâtre</i> .....	115
<i>Vermillon américain</i> ....	100	<i>Vert Kirchenberger</i> ....	115
<i>Vermillon d'antimoine</i> ..	100	<i>Vert Kuhlmann</i> .....	118
<i>Vermillon chinois</i> .....	99	<i>Verts laqués</i> .....	125
<i>Vermillon factice</i> .....	104	<i>Verts laqués à la chaux</i> ..	126
<i>Vermillonnette</i> .....	104	<i>Verts légers</i> .....	123
<i>Verts</i> .....	112	<i>Vert malachite</i> .....	112
<i>Verts aux acétates</i> .....	115	<i>Verts malachite Artificiel</i> .	113
<i>Verts anglais</i> .....	123	<i>Vert de manganèse</i> .....	122
<i>Vert Arnaudon</i> .....	120	<i>Vert Mathieu-Plessy</i> ....	120
<i>Vert artillerie</i> .....	124	<i>Verts par mélange</i> .....	123
<i>Vert de Bâle</i> .....	115	<i>Verts mêlés</i> .....	115
<i>Vert de Berlin</i> .....	121	<i>Vert Milori</i> .....	123
<i>Vert plénatie</i> .....	115	<i>Vert minéral</i> .....	113
<i>Vert de Brême</i> .....	113	<i>Vert mitis</i> .....	115
<i>Vert bronze</i> .....	123, 126	<i>Vert de montagne</i> .....	113
<i>Vert de Brunswick</i> .....	113	<i>Vert de mousse</i> .....	123
<i>Vert de cadmium</i> ..	120, 124	<i>Vert myrte</i> .....	123
<i>Vert de Cassel</i> .....	122	<i>Vert de Naples</i> ....	120, 123
		<i>Vert de Neuwied</i> .....	114

	Pages.		Pages.
<i>Vert olive</i> .....	123	<i>Verts vifs</i> .....	125
<i>Vert d'outremer</i> .....	120	<i>Vert à voiture</i> .....	123
<i>Vert d'oxyde de chrome</i> ..	120	<i>Vert à wagon</i> .....	123
<i>Vert Pannetier</i> .....	121	<i>Vert de Wurtemberg</i> .....	115
<i>Vert de Paris</i> .....	115	<i>Vert de zinc</i> .....	124
<i>Vert de Pelouze</i> .....	121	<i>Vert de Zwickau</i> .....	115
<i>Vert permanent</i> .....	124	<i>Violets</i> .....	105
<i>Vert perroquet</i> .....	115	<i>Violet de Bourgogne</i> .....	105
<i>Vert de pierre</i> .....	119	<i>Violet de cobalt</i> .....	106
<i>Vert de Rinmann</i> .....	121	<i>Violets au fer</i> .....	111
<i>Vert Rosensthiel</i> .....	122	<i>Violet indien</i> .....	111
<i>Vert russe</i> .....	123	<i>Violet de manganèse</i> ....	105
<i>Vert de sable</i> .....	119	<i>Violet de Mars</i> .....	70, 106
<i>Vert de Scheele</i> .....	114	<i>Violet minéral</i> .....	105
<i>Vert Schnitzer</i> .....	120	<i>Violet de Nuremberg</i> ....	105
<i>Vert de Schweinfurth</i> ....	115	<i>Violet d'outremer</i> .....	106
<i>Vert soie</i> .....	123	<i>Violet Van Dyck</i> .....	111
<i>Vert solide</i> .....	124	<i>VOGEL</i> .....	123
<i>Vert de tilane</i> .....	121	<i>WARD</i> .....	77
<i>Vert turquoise</i> .....	122	<i>WEISS</i> .....	24
<i>Vert verditer</i> .....	114	<i>WINTERFELD</i> .....	74
<i>Vert Véronèse</i> .....	115	<i>Zinc</i> .....	31
<i>Vert de vessie</i> .....	127		
<i>Vert Victoria</i> .....	124		



---

## TABLE DES MATIÈRES.

---

	Pages.
<b>Préface</b> .....	v
<b>CHAPITRE I. — Méthodes générales de préparation.</b> — Fabrication par voie sèche et par voie humide : principe des procédés et appareillage. Préparation des laques et couleurs laquées .....	1
<b>CHAPITRE II. — Couleurs blanches.</b> — Blancs naturels. Blancs au zinc, au plomb. Blancs de titane. Blancs divers .....	23
<b>CHAPITRE III. — Noirs et gris.</b> — Noirs minéraux, végétaux. Noirs de fumée. Noir animal. Laques noires .....	48
<b>CHAPITRE IV. — Jaunes, orangés, bruns.</b> — Ogres et jaunes fer- rugineux. Jaunes de chrome, de cadmium. Jaunes divers. Orangés. Bruns .....	64
<b>CHAPITRE V. — Rouges et violets.</b> — Rouges de fer, de plomb. Rouges divers. Rouges à particules teintés. Violets .....	91
<b>CHAPITRE VI. — Couleurs vertes.</b> — Verts au cuivre. Verts divers. Verts par mélanges. Verts laqués et laques vertes .....	112
<b>CHAPITRE VII. — Couleurs bleues.</b> — Bleus d'outremer. Bleus de Prusse. Bleus de cuivre. Bleus au cobalt. Laques bleues .....	128
<b>CHAPITRE VIII. — Pigments à éclat métallique.</b> — Métaux en poudre. Composés divers .....	147
<b>CHAPITRE IX. — Apprêt des couleurs.</b> — Broyage à l'huile et à l'essence. Broyage à l'eau pour aquarelle, lavis, gouache, pastel ..	156
<b>CHAPITRE X. — Propriétés des couleurs.</b> — Pouvoir couvrant. Solidité. Toxicité. Combustibilité .....	165
<b>Index alphabétique</b> .....	183





GAUTHIER-VILLARS & C<sup>ie</sup>

Imprimeurs-Éditeurs

55, Quai des Grands-Augustins, PARIS (6<sup>e</sup>)

TÉL. DANTON 50-14 et 50-15.

R. C. Seine 22520.

---

Envoi dans toute la France et l'Union postale contre mandat-poste ou valeur sur Paris  
(Chèques postaux : Paris 29323.)

---

W. MAIN

Ingénieur Chimiste

# *Le Celluloïd*

## *et ses succédanés*

Un volume in-8 (19-12) de 163 pages, avec 15 figures ..... 7 fr.



# *Enduits cellulosiques*

PRÉPARATION ET APPLICATION  
DES PEINTURES, LAQUES, VERNIS ET APPRÊTS  
à BASE de NITROCELLULOSE et ACÉTOCELLULOSE

Un volume in-8 raisin (25-16) de 216 pages avec 28 figures ..... 25 fr.

MARQUIAL



GAUTHIER-VILLARS & C<sup>ie</sup>

Imprimeurs-Éditeurs

55, Quai des Grands-Augustins, PARIS (6<sup>e</sup>)

TÉL. DANTON 50-14 et 50-15.

R. C. Seine 22520.

---

Envoi dans toute la France et l'Union postale contre mandat-poste ou valeur sur Paris.  
Frais de port en sus. (Chèques postaux : Paris 29323.)

---

*La Revue*  
*de Chimie industrielle*  
et le  
*Moniteur scientifique Quesneville réunis*

Directeur-Rédacteur en Chef : E. GRANDMOUGIN

Docteur ès sciences

Ancien Professeur de l'École Polytechnique de Zurich et de l'École de Chimie industrielle  
de Mulhouse



ORGANE PARRAISANT TOUS LES MOIS :

Le Numéro . . . . .	5 fr.
Abonnement annuel : France et Colonies . . . . .	50 fr.
<i>Union postale</i> : Pays ayant adhéré (Accord de Stockholm). . . . .	60 fr.
Pays n'ayant pas adhéré . . . . .	65 fr.

---

GAUTHIER-VILLARS & C<sup>ie</sup>, Éditeurs, 55, quai des G<sup>ds</sup>-Augustins, Paris (6<sup>e</sup>)



GAUTHIER-VILLARS & C<sup>ie</sup>

Imprimeurs-Éditeurs

55, Quai des Grands-Augustins, PARIS (6<sup>e</sup>)

Tél. : DANTON 50-14 et 50-15.

R. C. Seine 22 520

Envoi dans toute la France et l'Union postale contre mandat-poste ou valeur sur Paris.  
Frais de port en sus. (Chèques postaux : Paris 29 323).

A. CHAPLET

Ingénieur Chimiste, ancien Directeur d'usine

# Blanchiment

*Traité général du Blanchiment des matières textiles  
en bourre, fils et tissus.*

*Décoloration des matériaux employés ou produits  
dans les arts et dans l'industrie.*

2<sup>e</sup> Édition entièrement refondue et considérablement augmentée

Un volume in-8 de 370 pages..... 45 fr.



## Où en est la Chimie industrielle

*(Collection des Mises au point)*

Un volume in-8 de 296 pages..... 25 fr.

**Tous les Travaux de Typographie**  
*scientifique et commerciale*

CATALOGUES INDUSTRIELS  
✠ ÉDITIONS D'ART ✠

**Gauthier-Villars et C<sup>ie</sup>**

55, Quai des Grands-Augustins — PARIS (6<sup>e</sup>)

Tél. Danton 50-14 et 50-15.

R. C. Seine 22 520

**IMPRIMEURS-ÉDITEURS**

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
DU BUREAU DES LONGITUDES  
DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

**Tous les Travaux de Photogravure**  
*trait, simili, couleur*

REPRODUCTION D'OUVRAGES ANCIENS  
✠ PAR PROCÉDÉ SPÉCIAL ✠

---

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET C<sup>o</sup>,  
87989 55, Quai des Grands-Augustins, 55

---

PPN 067 493 971



LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS et C<sup>ie</sup>

55, Quai des Grands-Augustins, 55, Paris (6<sup>e</sup>)

---

Envoi dans toute l'Union postale contre mandat-poste ou valeur sur Paris.  
Frais de port en sus (Chèques postaux : Paris 29323) R. C. Seine 22520.

---

**CHAPLET (A.)**, Ingénieur Chimiste, ancien Directeur d'usine. — **Les apprêts textiles**. In-8 (25-16) de 1v-360 pages, avec 68 figures. 25 fr.

**CHAPLET (A.)**, Ingénieur Chimiste. — **Tous les Alliages**. Environ 2500 formules de composition des alliages de toutes sortes. Volume in-8 (25-16) de 70 pages, avec 10 figures ..... 20 fr.

**CHAPLET (A.)**, Ingénieur Chimiste. — **Soies artificielles**. 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue et considérablement augmentée. Un volume in-8 (23-14) de 256 pages, avec 62 figures. Cartonné ..... 40 fr.

**GRANGER (Albert)**, Professeur de Chimie et de Technologie céramique à l'Ecole d'application de la Manufacture nationale de Sèvres. — **La Céramique industrielle**. *Chimie. Technologie*. Deux volumes (volume I, 398 pages, 165 figures. Volume II, 522 pages, 397 figures). In-8 (25-16) 150 fr.

**KEGHEL (Maurice de)**, Licencié ès sciences, Ingénieur chimiste I. P. B. Directeur des Laboratoires Guido à Vincennes. — **La fabrication des produits d'entretien et de brillantage pour métaux et cuirs**. *Cirages et cires à cacheter*. Un volume in-18 de 406 pages.... 20 fr.

**Le Blanchissage rationnel et automatique du linge**. *Procédés domestique et mercenaire*. In-8 (25-16) de 132 pages..... 18 fr.

**Traité général de la Fabrication des Colles**. Un volume in-8 (25-16) de 715 pages, avec 158 figures..... 125 fr.

**Les Produits de Blanchiment**, domestique, mercenaire et industriel (Chlore et chlorures décolorants, oxygène, peroxydes et persels, soufre et composés sulfureux, leur fabrication et leur emploi au blanchiment des fibres, cristaux de soude). Vol. in-8 écu de 234 pages avec 29 fig. 20 fr.

---

87989-90 Paris. — Imprimerie Gauthier-Villars et C<sup>ie</sup>, quai des Grands-Augustins.