

Les Oxydes de Titane

Jean-Marc Frigerio

Laboratoire d'Optique des Solides - UMR CNRS 7601
Université Pierre et Marie Curie
Jmf@ccr.jussieu.fr

Résumé

Le dioxyde de titane (TiO_2) existe pur dans la nature sous différentes formes minérales comme le rutile, l'anatase et la brookite ou mélangé à de l'oxyde de fer sous forme d'ilménite (FeTiO_3). Cependant ces cristaux présentent de nombreuses couleurs dues aux impuretés ce qui restreint leur usage au domaine des pierres semi-précieuses.

L'utilisation du dioxyde de titane pour des applications optiques commence après la mise au point vers 1920 d'un procédé de fabrication du TiO_2 à partir d'ilménite et d'un traitement à l'acide sulfurique. Après calcination à 1000°C on obtient du TiO_2 pur composé essentiellement d'anatase sous forme de grains de $0,2 \mu\text{m}$ de diamètre.

Dans les années 1960, la mise au point d'un procédé au chlore moins polluant a permis d'utiliser directement le rutile comme minerai et la dernière étape du traitement se déroulant à 1400°C d'obtenir du TiO_2 composé essentiellement de rutile. Les grains ainsi formés sont recouverts d'une couche de silice ou d'alumine pour leur utilisation comme pigments.

Le TiO_2 est actuellement le principal pigment blanc des peintures, plastiques et papiers mais il est aussi utilisé dans des domaines industriels aussi divers que les produits pharmaceutiques, les matériaux de construction ou les cosmétiques. La production annuelle de TiO_2 dépasse les 4 millions de tonnes par an.

Les propriétés optiques du dioxyde de titane sont dues d'une part à son indice optique extrêmement élevé ($n = 2,70$ à $\lambda = 590\text{nm}$ pour le rutile) et d'autre part à la mise en forme sous forme de grains dont la taille ($0,2\mu\text{m}$) permet de maximiser la diffusion dans le visible et d'obtenir par exemple, pour des peintures blanches contenant 20% en volume de TiO_2 , des luminosités atteignant 98 dans l'échelle $L_a^*.b^*$.

Sa transparence dans le visible, associée à un bord d'absorption vers $0,42\mu\text{m}$ conduisant à une forte absorption dans l'ultraviolet, lui confère d'excellentes propriétés de protection contre les UV A et UV B ce qui en fait le principal composant actif des crèmes solaires.

Sous forme de couches minces le TiO_2 est, en raison de son indice optique très élevé et de sa transparence dans le visible et le proche IR, présent dans la plupart des traitements

Ecole de printemps 2004
La couleur des matériaux :
Oxydes et composés métalliques

d u 2 2 M a r s a u 2 6 M a r s
R o u s s i l l o n - P r o v e n c e

optiques que ce soit des anti-reflets pour verres ophtalmiques ou des filtres interférentiels pour les applications de télécommunication optique.

Enfin la surface du TiO_2 présente des propriétés de photocatalyse en présence d'ultraviolets qui commencent à être étudiées au stade industriel pour des applications de piles solaires, de miroirs anti-buée autonettoyants, de purification de l'air ou pour des propriétés antibactériennes.