

Anodisation du titane



Projet de diplôme FGA

Fabienne Matur

N° d'étudiant 806338

Laboratoire de gemmologie de Marseille

25 Juin 2013

Introduction

Le choix du titane comme matière première a été une évidence pour moi, en tant que plasticienne et créatrice de bijoux contemporains. Ce métal offre en effet beaucoup de possibilités du point de vue de sa coloration obtenue par anodisation.

Le titane est un métal à mémoire de forme très difficile à emboutir (déformer), à souder et même à scier vu sa dureté suivant les différents alliages. La mise en œuvre de ce métal est donc grandement limitée sauf en matière de coloration. C'est ce que vont vous démontrer les expériences suivantes réalisées en atelier au cours de ces 15 dernières années de recherche.

Définition de l'anodisation

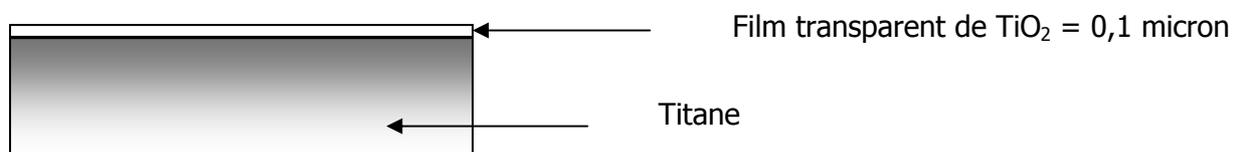
L'anodisation est un traitement de surface, un procédé électrochimique (électrolytique) qui permet de révéler les couleurs du spectre de la lumière visible à la surface du titane en fonction d'une certaine tension électrique donnée pendant un temps donné.

Le titane (Ti) va s'oxyder naturellement à l'air (O_2), cette couche de TiO_2 va servir de film de protection qui se régénèrera instantanément si elle venait à être endommagée (abrasion, rayures).

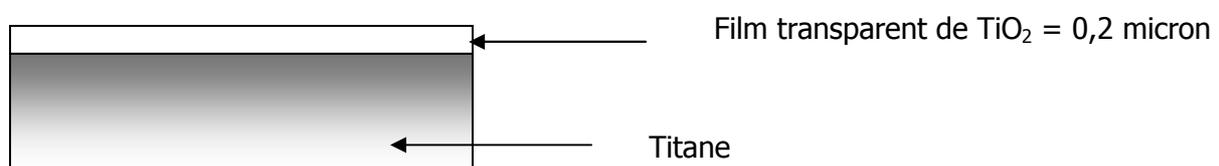
Ce film est transparent et son épaisseur peut varier de 80 à 1000 Angström soit jusqu'à 0,1 micron.

En provoquant une oxydation anodique par un procédé électrochimique, on obtiendra non seulement de la couleur par phénomène d'interférence lumineuse mais en plus on augmentera l'épaisseur de la couche de TiO_2 qui ne dépassera pas les 2000 Angström soit 0,2 micron.

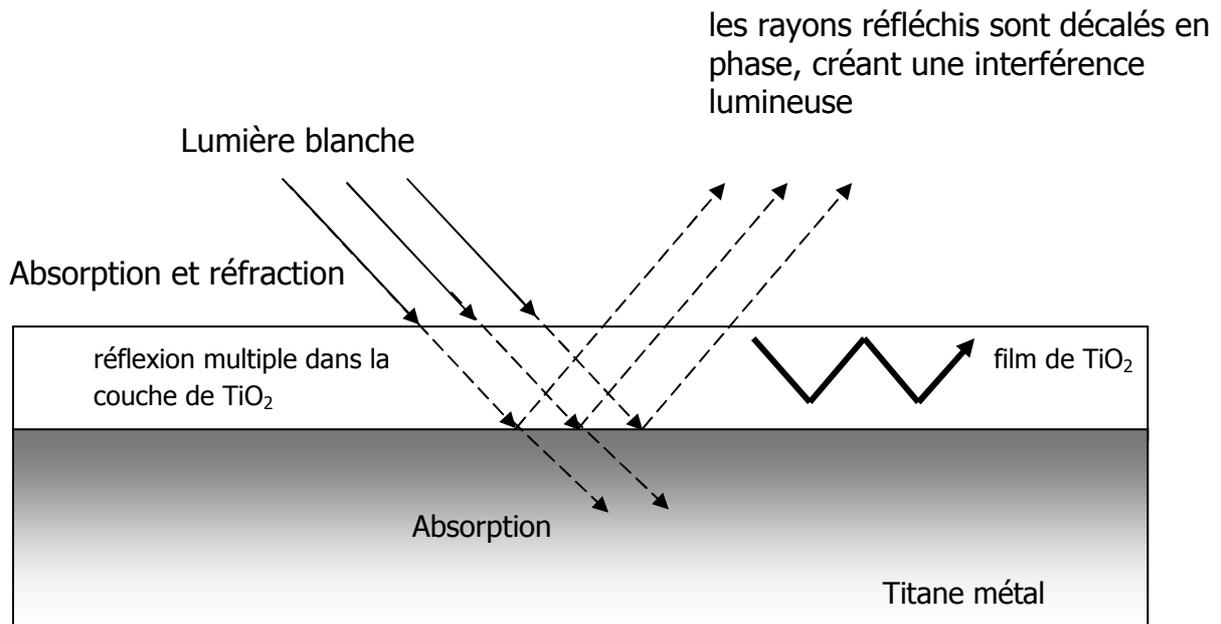
Oxydation du titane à l'air



Oxydation du titane par anodisation :
La couche de TiO_2 passe de 0,1 à 0,2 micron.



Couleurs générées par phénomène d'interférence lumineuse



La couche de TiO₂ obtenue par l'anodisation ne sera pas régulière sur toute la surface du métal. Ce point ne doit pas être négligé lorsque l'on doit obtenir une couleur uniforme, sans manque, sur une pièce. En fonction du voltage et de la surface à traiter, le temps passer dans un bain d'anodisation peut considérablement varier.

Procédure d'anodisation

La pièce en titane servant d'anode (d'où le terme anodisation) est plongée dans un bain composé d'eau et d'acides. En ajoutant une tension électrique donnée, il se produit une effervescence comparable à de l'aspirine plongée dans un verre d'eau. Il faut attendre que l'effervescence ait considérablement diminué ou disparu pour que l'on puisse considérer que l'anodisation est terminée et sortir la pièce du bain.



Titane avant anodisation

Titane en immersion dans le bain d'anodisation



Début d'effervescence à gauche. A droite, la multitude de bulles accumulées sur le Titane, indique la fin de l'anodisation.



Résultat de couleur obtenue.

Echantillonnage de couleurs sur fil en titane



Après observation à la loupe, on aperçoit par transparence la couleur grise du métal d'origine. Notre œil percevra donc ces deux informations à savoir la couleur naturelle du métal ainsi que la longueur d'onde de la couleur correspondant à l'épaisseur de TiO_2 .

C'est la faible épaisseur de la couche de TiO_2 qui définira la couleur par phénomène de diffraction.

Avant de recourir à l'anodisation, les couleurs étaient réalisées en traitant le Titane à la flamme d'un chalumeau de bijoutier.

Expérience d'oxydation du Titane à la flamme

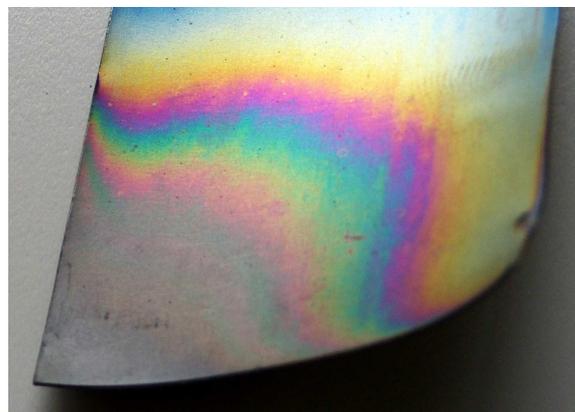


Position de la flamme du chalumeau presque perpendiculaire à la surface.

Les couleurs se révèlent en cercles concentriques en fonction de la propagation de la chaleur. Au début de l'expérience le centre devient rapidement jaune puis orangé, rose, violet, bleu, bleu vert, vert et de nouveau jaune, orangé, rose comme indiqué sur la photo.

Ces couleurs sont difficilement maîtrisables et continueront d'évoluer tant que la pièce sera suffisamment chaude. C'est ce qui explique l'apparition du rose au centre, à la place du jaune du début de l'expérience.

Si on continue de chauffer la pièce jusqu' au rouge, on obtien un gris foncé opaque. La pièce devrait être découpée avant d'être chauffée de nouveau. Les couleurs ainsi obtenues seront beaucoup plus ternes et encore plus difficile à maîtriser.



La surface du titane non chauffé reste brillante (photo de gauche)
La partie de titane chauffée au rouge restera gris foncé et opaque (photo de droite)

Expérience réalisée en atelier avec une oxydation à la flamme et une oxydation anodique

Ces 2 traitements de surface semblent démontrer qu'après décapage des pièces de titane pour retrouver la couleur initiale du métal, il faut plus de temps et d'énergie pour la pièce chauffée que la pièce anodisée. On peut donc en déduire que la couche d'oxydation avec la flamme est plus résistante, voire plus épaisse, que celle produite par anodisation. Ce phénomène serait intéressant si la maîtrise de la coloration avec le chalumeau était possible. Mais on est dans l'incapacité de maîtriser les couleurs, de les arrêter ou de les reproduire, contrairement à l'anodisation.



La variété de couleur obtenue par anodisation est plus vaste.



Champ de couleurs obtenu à la flamme plus restreint (du jaune au vert).

Expérience réalisée en atelier, portant sur le phénomène de réflexion de la lumière

La réflexion de la lumière est renforcée par un effet de matière réalisé sur les pièces en titane suivit par un emboutissage afin de leur donner une forme incurvée qui accentuera ce phénomène de réflexion. Suivant l'orientation de la pièce, l'effet de matière et le sens de la rayure, on observe des nuances de couleurs différentes ainsi qu'un graphisme différent.



Pièce ayant subit consécutivement une rotation à 90°

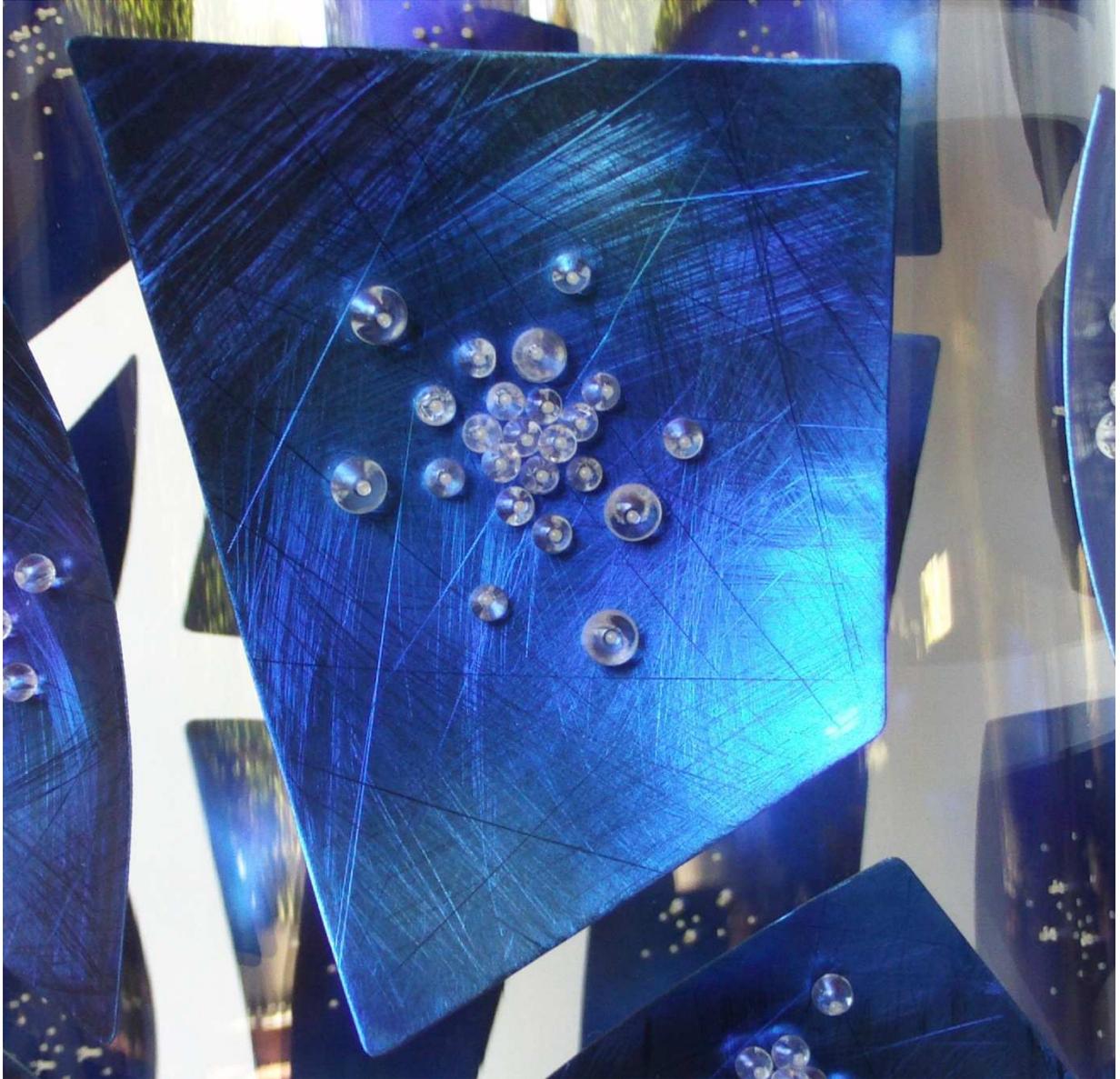
Nuancier titane et matière



Photo de pièce réalisée avec effet de matière et couleur

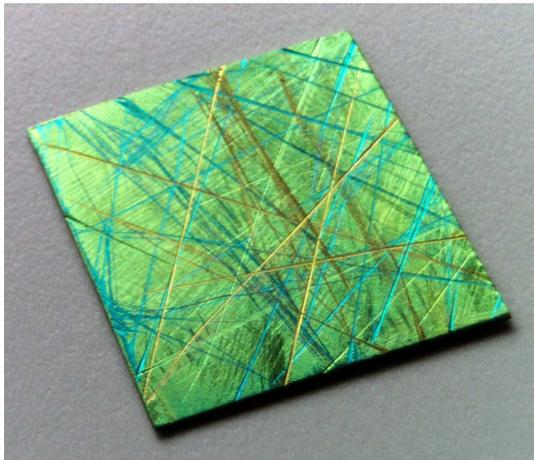


Cylindre en plexi hauteur : 80 cm et 22 cm de diamètre avec titane anodisé et cristal de roche.



Détail matière et couleur

Expérience sur la superposition de couleur par anodisation



Au fur et à mesure des bains successifs, la couleur de base a tendance à ternir et changer de nuance ce qui est sans doute dû à l'accumulation de temps passé dans le bain ainsi qu' à l'attaque progressive des acides combiné avec l'intensité du courant.

Photos de bijoux réalisés avec superposition de couleurs.



Après toutes ces recherches menées au cours de ces dernières années le titane a devenu ma matière de prédilection.

D'autres expériences sur ce traitement de surface sont en cours actuellement.

L'anodisation n' a pas fini de révéler tous ses secrets.

Bibliographie :

Schéma de la société TIMET Titane pour le phénomène d'interférence lumineuse.

Homage à Monsieur Georges CHECCON pour l'approche de la technique d'anodisation.

Expériences personnelles réalisées en atelier.

Photos de travaux réalisés avec l'anodisation du titane.