

Rapport de recherche sur le titane

Le 14 mars 2003 :

Nous avons débuté la journée en ajustant le budget en fonction de la subvention reçue (3 000\$). Nous avons décidé de réduire nos achats car nous n'aurons pas assez de temps pour les expérimentations en atelier. Nous allons donc commencer par la partie de la coloration du titane car c'est cette partie qui est la moins dispendieuse à mener ! Suite à ce changement, nous savons que la recherche devra comporter deux phases.

Ensuite, nous sommes allées sur « internet » pour faire une recherche approfondie sur le sujet.

Nous avons créé une adresse email, pour recevoir des réponses aux questions que nous allons poser à certains sites pertinents.

Nous avons trouvé ces données :

- Un peu d'histoire : parmi les pigments blancs utilisés par les artistes, on retrouvait les blancs de plomb, de zinc et de titane. Celui-ci s'imposa vers 1920.
- Dioxyde de titane (tiO2) est synonyme de titane.
- Dans le saphir étoilé, l'étoile est causée par la présence de dioxyde de titane (TiO2).
- Le titane est le seul élément qui brûle dans l'azote.
- Le titane brûle aussi en présence d'oxygène.
- Le rutile est la forme la plus répandue du dioxyde de titane. C'est un minéral très commun mais que l'on trouve en quantités minimales. On le trouve notamment dans certains granites, et même dans certains cristaux de quartz. Il prend souvent la forme de longues aiguilles.
- Le titane métallique résiste à la corrosion de l'eau de mer.
- Le titane est le métal que l'on retrouve en plus grande quantité sur la terre. Son utilisation à titre industriel a fait ses débuts dans les années 50.
- La consommation annuelle mondiale est de 1000 tonnes environ.
- Le titane a une résistance mécanique supérieure à tous les autres métaux.
- C'est le métal qui résiste le mieux à la corrosion.
- Le titane de grade 52 est à la fois le plus dur et le plus « élastique » c'est-à-dire qu'il a une grande capacité d'étirement. C'est aussi le plus dispendieux de tous les grades, (de 2 à 3 fois plus).

Dans l'ordre : Le titane pur \$

Le titane bêta \$\$

Le titane alpha-bêta \$\$\$

Rapport de recherche sur le titane

Le 14 mars 2003 :

	Grade 1		
Titane pur	Grade 2		C'est le plus utilisé en joaillerie
	Grade 3		
	Grade 4		
	Grade 5	VT-6	
Titane bêta	Grade 6	VT 5-1	C'est le moins dense
	Grade 7		
Titane alpha	Grade 9	PT-3V	
	Grade 11		
Titane bêta-c	Grade 19		
Titane alpha-bêta	Grade 52		C'est le plus élastique et le plus dur

- Le symbole chimique du titanium est : **Ti** et porte le #22.
- La densité du titane est de 4.51.
- Son point de fusion est de 1668°C (+ -4).
- Son point d'ébullition est de 3300°C (+ -).
- Le titane est moins conducteur, plus dur et plus solide que l'aluminium.
- Le titane est 40% moins dense que l'acier au carbone.
- Les métaux utilisés en alliage avec le titane sont :
 - l'aluminium (Al)
 - le vanadium (V)
 - le ___(Mo)
 - l'étain (Sn)
 - le palladium (Pd)
 - le ___(Zr)
 - le fer (Fe)
- La dureté du titanium est de 750 Mpa.
- Son élasticité est de 109 000 Mpa.
- Le titane est plus léger que le fer et plus lourd que l'aluminium.
- Le titane est un métal « amagnétique ».

Rapport de recherche sur le titane

Le 21 mars 2003 :

Nous avons débuté par la lecture de notre courriel.

Dans le site : titaniumcommitment.com, que Jacques Blais, joaillier, nous a suggéré, nous avons trouvé :

- Que le titane se nommait « Menachite » et qu'il a été rebaptisé titane il y a 200 ans.
- C'est un métal neutre et c'est pourquoi il est utilisé en chirurgie. Il n'irrite pas et ne décolore pas la peau (anti-allergène), c'est pourquoi il est exceptionnel. Il est aussi excellent pour la joaillerie.
- Le titane est utilisé dans divers champs : l'aérospatial, la course automobile (F1), le sport, la lunetterie, la dentisterie, l'horlogerie et la joaillerie.
- Pour ce qui est des sertissages en titane, les pierres sont tenues sous tension. Il faut donc éviter certaines pierres : émeraude, améthyste, les diamants de qualité inférieure à si2, et plusieurs autres...Mais toutes les pierres synthétiques et recrées en laboratoire sont appropriées.
- Le titane est dans la catégorie des métaux blancs mais avec une coloration naturelle gris-charcoal. Sa coloration (obtenue par la chaleur ou par anodisation) n'est pas permanente et, comme pour le niobium, il est facile de l'altérer.

Titane 3al/2.5v Produit tube	94.5% titane	3% aluminium	3.5% vanadium	Appeler aussi half 6/4	Grade 9(à vérifier)
Titane 6al/4v Aérospatial, sport, joaillerie	90%	6%	4%		Grade 5 (à vérifier)
Titane pur lunetterie, joaillerie, dentisterie, architecture	98- 99.9%				Grade 2
Titane 6al/6v/2Sn Plus dure de tous aérospatial, joaillerie	86%	6%	6%	2% tin	Grade 6 (à vérifier) Although it is much harder to work whit than other titaniums, a fiew of us propose it as high standard jewelry, because of its greater resistance to abrasion and wear.

- Le titane est 3 fois plus robuste que l'acier. Il est plus durable que le platine.

En après-midi nous avons finalisé notre recherche sur le net et établi la liste d'outils, qui seront utilisés lors de la recherche, ainsi que la liste de matériel requis. Nous avons élaboré la commande chez Rio Grande.

Rapport de recherche sur le titane

Le 28 mars 2003 :

Nous avons effectué un appel auprès de la compagnie « SIA, J.J.S. inc. », située au 900, chemin Olivier à St-Nicolas (1-418-836-0557), pour avoir quelques informations au sujet des papiers sablés pour la finition du titane.

Nous allons faire différentes finitions et voir laquelle est la plus efficace pour la coloration. J'ai parlé à M. Thibeault (représentant). M. Thibeault nous a référées à Sylvain (technicien à l'entrepôt).

C'est le même papier que nous utilisons pour travailler des bijoux, sauf qu'il a un support de toile (série #2915) au lieu de papier (série #1600), donc plus résistant. Il est recommandé pour l'acier et le titane. Nous irons prochainement en chercher quelques feuilles de différents grains (de 40 à 400).

Nous sommes allées à la cie « Nordic », située sur la 1^{re} Avenue, pour se procurer du sable pour le jet de sable et on en a rapporté une petite quantité.

Michel-Alain Forgues (joaillier) en a déjà utilisé et dit que ce n'est pas assez régulier comme grain pour avoir une belle finition.

Nous avons effectué quelques achats au Canadian tire (flux à étain et étain).

Rapport de recherche sur le titane

Le 11 avril 2003 :

Nous avons détaillé <u>les coûts</u> jusqu'à maintenant :	Heures Renée : 19 ½ h (20\$/h) :	390,00 \$
	Heures Marie : 17 ½ h (20\$/h) :	350,00 \$
	Achats : étain et flux :	9,18 \$
	Titane :	<u>50,00 \$</u>
TOTAL :		799,18 \$

À noter que nous avons obtenu des échantillons pour les papiers sablés.

Nous avons débuté la coupe de la plaque de titane et le travail est très ardu. Nous éprouvons de la difficulté à garder la lame de scie dans sa trajectoire ; si nous voulons ramener le trait dans la direction voulue, la lame reste dans la direction où elle est déjà engagée (mission impossible). La lame de scie, lorsqu'on veut la ramener, tord et se brise...Donc, nous allons opter pour aller faire tailler dans un centre d'usinage. Par défaut, le coût de production s'en trouve donc affecté.

Nous avons fait des appels téléphoniques pour trouver des endroits où nous pourrions faire faire les découpes voulues.

- Atelier d'usinage La Capitale (coupe au « shire »)
465, des Méandres
Québec, Qc. Tel : 418-872-5796

Ne fait pas la coupe de titane.

- Atelier de mécanique Boivin (coupe par plasma)
2200, rue Lavoisier
Ste-Foy, Qc. Tel : 418-527-1350

Essai. Nous ne sommes pas allées.

Nous avons constaté que nous avons éprouvé certaines difficultés à obtenir des informations ou de la coopération des commerçants du fait que nous faisons partie de la gent féminine !... Nous avons fait appeler un homme à notre place et il a eu de meilleurs résultats !!! Nous constatons que nous sommes en 2003 et que les esprits sont encore en développement ! Nous avons de meilleurs résultats si nous nous rendons sur place. L'obstacle que nous avons observé, c'est surtout quand nous mentionnions le mot : titane. Les commerçants ne sont pas familiers avec ce métal. Nous constatons que le titane est méconnu.

Finalement, nous nous sommes retrouvées au CEGEP Limoilou, où nous avons été accueillies gentiment au département de génie mécanique. Les personnes ressources nous ont donné des informations sur les méthodes de coupe pour le métal les moins dispendieuses : scie à ruban (testé sur place avec la plaque de titane) avec lame pour métaux. La personne ressource nous a dit que ça se faisait avec un « shire » mais qu'il fallait qu'il soit hydraulique. Les courbes sont possibles avec la scie à ruban ou avec le « milling ». Nous allons donc procéder avec une scie sauteuse munie d'une lame pour métaux. Nos recherches pour trouver une lame de scie s'ajustant sur la scie sauteuse à notre disposition ont été infructueuses. Les essais se feront à la prochaine séance de recherche.

Rapport de recherche sur le titane

Le 18 avril 2003 :

Nous avons expérimenté la scie sauteuse avec des lames de scie pour métaux. Nous constatons que la lame « sabre de scie au carbure de tungsten » n'est pas efficace ; le métal s'empâte sur la lame.

Nous avons utilisé une lame conventionnelle pour le métal et nous avons obtenu des résultats très intéressants avec celle qui avait de petites dents. Celle qui avait de grosses dents donnait l'impression au début d'être plus performante, mais elle s'est vite émoussée.

Nous avons utilisé un bâton de lubrifiant pour les lames de bocfil et cela donne de bon résultat. Malgré le fait que le titane est très peu conducteur, il faut quand même laisser refroidir la lame de la scie sauteuse de temps à autre.

Nous avons également essayé l'huile 3 dans 1 pour lubrifier pendant la coupe, mais sans bon résultat : l'huile fuit la chaleur dégagée par la lame de scie. Nous prévoyons essayer l'huile de coupe qu'utilisent les machinistes...

Nous avons essayé de couper en courbe avec la scie sauteuse et nous constatons qu'il faut couper deux fois plus large car la lame de scie est large, donc il lui faut plus d'espace pour tourner. Le résultat est très satisfaisant. Après avoir découpé quatre bandes de 100mm x 15mm nous pouvions seulement découper une petite plaquette, dans chacune des bandes découpées car le serre-joint nous encombrait, donc on a du utiliser le bocfil pour terminer. Nous avons essayé la lame #5 : pas idéale, dents trop grosses, trop large. La lame #3/0 : trop petite, perte de contrôle pour ramener vers la trajectoire.

La lame #3 : nous a semblée idéale.

À noter que nous expérimentons sur une plaque de 3.2mm d'épaisseur. Nous en déduisons que la grosseur de la lame à utiliser est proportionnelle à l'épaisseur de la plaque.

Nous avons limé les plaquettes avec une lime pilier 00, ensuite avec une 2 et puis au papier sablé sur fond de toile. Nous n'avons pas constaté une usure prématurée des limes en un après-midi (4h de travail).

Les cabrons sont plus difficiles à faire à cause de la toile derrière le papier ; on en met moins sur le cabron.

Rapport de recherche sur le titane

Le 9 mai 2003 :

Nous avons débuté la journée par le limage et le sablage de nos plaquettes de titane pour nos tests de coloration.

On a testé si c'était important de faire une finition « spécifique » avant d'aller au jet de sable : NON, même brut sur le métal le jet de sable fait un très beau fini. Nous nous sommes donc installées pour finir un seul côté de plaquette pour la finition polie et l'autre côté sera fini jet de sable.

Nous avons testé la finition sur une plaquette. Après avoir bien exécuté tout le processus de finition (c'est-à-dire limage à la lime #00, #0 et #2, sablage aux papiers d'émeri sur fond de toile #220, #280, #400 suivi du #2/0 de papier sur fond de papier), nous avons testé le tripoli (beige pour les égratignures profondes comparativement à celui qu'on utilise d'habitude qui est de couleur brune pour les égratignures moyennes) avec une roue de coton à polir. Nous avons obtenu un bon résultat, sans surprise ! Il est étonnant d'obtenir des résultats aussi concluants car, si on s'était fiées à ce que les gens en disent, nous n'aurions pas fait la recherche pour finalement trouver un potentiel très excitant !

Ça confirme ce que nous avons constaté en tout début de recherche : le titane est méconnu...

En après-midi, pour varier, nous avons fait quelques téléphones afin d'avoir un bâton de fibres optiques (info donné par la Bijouterie Suisse de Québec) pour la finition à effet brossé.

La compagnie « Fibre optique du Québec inc. » nous a référée à leur maison mère (Martin Cannuel) qui nous a dit n'avoir jamais entendu parler de cela et n'avoir aucune idée de l'endroit où nous pouvions en trouver.

Suite à cet appel, nous avons réalisé, par la description que Renée en faisait, qu'il s'agissait de **fibre de verre** et non de fibre optique !

Donc, nous commanderons un crayon de fibres de verre chez un fournisseur d'outils d'horloger : Perrin. Probablement dans la phase 2 de la recherche.

Rapport de recherche sur le titane

Le 16 mai 2003 :

Nous avons débuté la journée par la finition de nos plaquettes. OUI, nous sommes encore sur nos plaquettes !

Finalement nous dirions que le sablage du titane est assez ardu. C'est-à-dire qu'il faut s'appliquer particulièrement pour ne pas laisser de marques du papier précédent. On le voit immédiatement à l'étape du polissage si le travail de sablage a été bien exécuté.

Le papier émeri sur fond de toile est très résistant. Nous avons changé de bande seulement après avoir sablé + - 10 plaquettes ! (nous en avons 12 au total).

Nous sommes certaines de ne pas obtenir d'aussi bons résultats avec le papier émeri sur fond de papier.

Nous avons constaté que la lime la plus grosse utilisée : 00, se remplissait plus de métal que la 2 ! On peut en conclure que le titane est plus « gras » que l'acier inoxydable.

Nous procéderons à la coloration en après-midi...

Nous avons débuté la coloration dans un local où le circuit électrique faisait défaut, donc nous avons transféré toutes nos installations dans un autre local.

La puissance et la constance de la source électrique est un facteur très important. Nous avons pris une seule plaquette pour faire le tour du cadran du régulateur de volts. Nous avons pris en note toutes les couleurs obtenues à tous les 5 volts. Nous procéderons à colorer chaque plaquette à chaque 5 volts la semaine prochaine.

Rapport de recherche sur le titane

Le 23 mai 2003 :

Nous avons débuté la journée avec des tests de coloration...

Nous avons essayé le 7up comme solution électrolytique, mais sans succès... Nous sommes donc retournées à l'acide sulfurique. Nous sommes un peu découragées car la semaine dernière nous avons obtenu plusieurs variétés de couleur. Nous nous posons donc plusieurs questions :

1. La concentration de sparex
2. L'intensité du courant
3. La température de l'eau
4. Le temps de trempage

Nous sommes allées sur le net pour voir si nous avons des réponses à nos questions... Aucune réponse. Il faut souvent s'abonner à des clubs pour avoir accès à de l'information plus poussée. Vu notre limite de financement... Nous avons donc procédé à de nouveaux tests sans succès. Nous allons encore chercher...

J'ai rencontré un docteur en métallurgie. Je lui ai posé mes questions :

Q : Est-ce que la force de la solution a un effet sur la coloration ?

R : **OUI**, mais plutôt sur le temps que prend la coloration à ce faire.

Q : La chaleur de la solution a-t-elle une importance ?

R : **OUI**, si la solution est chauffée, la coloration prendra moins de temps à se faire.

Q : La pièce, une fois colorée, perd-elle de ses propriétés ? Comme avoir de la difficulté à se « recolorer » par la suite d'un autre traitement de surface ex : jet de sable qui a enlevé la première couleur ?

R : **NON**, (Il en serait bien étonné, car c'est comme un plaquage !)

Q : Y a-t-il un gros pourcentage de variation de courant dans les prises électriques normales ?

R : **NON**, surtout si vous utilisez un variateur de courant, vous pouvez vous fier à ce dernier.

Q : Le temps d'exposition peut-il avoir une importance pour l'uniformité de la couleur ?

R : **OUI**.

Suggestions du docteur :

- Toujours faire la texture fraîche avant de procéder à la coloration.
- Nettoyer avec de l'hydrate de méthyle ou de l'alcool. Éviter l'eau car cela oxyde le titane.
- Toujours placer la cathode et l'anode au même endroit dans le bain électrolytique.
- Si possible, utiliser un agitateur pour s'assurer que le bain soit uniformément constitué chimiquement.
- L'idéal serait d'avoir des pièces circulaires car les pièces rectangles, comportant des coins, sont plus difficiles à colorer car le champ électrique n'est pas le même sur les arrêtes que sur les surfaces planes.
- Si nous faisons de la coloration au four, il serait important de trempier les pièces immédiatement à la sortie du four, car les côtés se refroidissent plus rapidement que le centre de la pièce ; cela pourrait donner l'effet de cerne au centre. Tremper dans un bain d'hydrate de méthyle serait idéal au lieu de l'eau, qui fait oxyder le titane.

J'ai demandé également à quelqu'un qui a une maîtrise dans le même domaine de me fournir quelques données supplémentaires. Il va me redonner des nouvelles aussitôt que possible.

Rapport de recherche sur le titane

Le 29 mai 2003 :

Nous avons débuté la journée par la lecture du Rapport 8. Nous sommes allées chercher de l'eau distillée (moins de 10ppm). Nous faisons aussi la lecture d'un document trouvé par Marie-Ève : « The complete plating manual », version 4 de Caswell. Nous y avons trouvé quelques informations venant appuyer les dires du docteur :

- l'intensité de la couleur obtenue dépend de la concentration de la solution électrolytique
- la différence de couleur obtenue peut être due au nettoyage des contacts (anode-cathode)
- pour les cernes il faut que la solution soit agitée pour avoir une température uniforme du liquide.

Nous commençons par faire la solution d'acide sulfurique. Il conseille de mettre 165 à 225g/l d'eau. Nous y allons donc avec 165g/l d'eau distillée. C'est quand même une grande proportion d'acide par rapport à la quantité d'eau. Nous déposons le bécher dans lequel est déposé le petit bâton agitateur. On remarque que l'acide se dissout assez rapidement, même si nous avons ajusté l'agitateur à la vitesse la plus basse. Nous décidons de chauffer la solution au minimum.

Voyant que la coloration tardait, nous avons essayé avec un jonc. Nous avons rapidement constaté que le jonc se colorait. Nous pouvons confirmer que les formes arrondies se colorent mieux à cause du champ électrique qui se forme autour de la pièce lors du processus. Nous avons donc amélioré la finition sur le jonc au jet de sable et nous procédons...

Le processus de coloration prend beaucoup de temps et la couleur n'est pas très prononcée et pas uniforme. Ça fait quelques essais (3) qu'on fait et ce n'est pas concluant ! On fait bien l'étape du jet de sable et on nettoie la pièce à l'hydrate de méthyle, on met l'agitateur au minimum et le liquide est assez chaud (nous n'avons pas de thermomètre pour l'exactitude de la température) ???

L'après-midi : nous obtenons des couleurs beaucoup plus soutenues. Nous croyons que cela est dû au temps donné au liquide électrolytique pour bien se mélanger chimiquement!

Le temps d'attente pour que la solution soit prête est d'une demi-journée minimum. Nous obtenons encore une gamme de bleu !!! Et ce, malgré le fait que nous ayons un agitateur, que la solution soit faite d'eau distillée, que la quantité recommandée de « sparex » soit correcte, et que nous nettoyons les pièces dans de l'hydrate de méthyle !

Conclusion de Marie-Ève : du bleu ce n'est pas difficile à obtenir.

À partir de 65 volts, la plaque faisait des petites flammèches sur l'anode !! Ainsi que sur la cathode ??? Ça donne l'effet d'un feu de Bengale !

Pour conclure cette journée, nous sommes allées sur internet écrire à l'Université de Sherbrooke au département de chimie. Ils y ont fait une recherche sur le titane. Nous leurs avons demandé des renseignements au sujet de la coloration par anodisation du titane. Nous attendons leur réponse avec énormément d'impatience...

Rapport de recherche sur le titane

Le 25 novembre 2003 :

Nous avons débuté la journée en nous installant pour faire des comparaisons avec l'eau du robinet et l'eau distillée. Pour ce faire, nous avons pris deux béciers et mis la même quantité d'eau soit : 1000 ml.

Nous avons incorporé 2 cuillères à thé de sparex dans chacun des béciers. Nous voulions comparer, par le fait même, si la quantité de sparex avait une incidence sur les résultats, car nous trouvions que la quantité suggérée était, sans raison, trop importante.

Constat :

Nous avons constaté que, de bien nettoyer les contacts et de les positionner correctement sur les pièces, évitait les flammèches lors de l'arrivée du courant !

Nous avons constaté également que, même sans agitateur, les résultats étaient satisfaisants. La solution est devenue jaune pâle après plus ou moins une dizaine de tests.

Nous avons eu quand même quelques petits problèmes avec la couleur bleue !!! Nous pensons que le régulateur est peut-être défectueux.

Conclusions de la séance de recherche :

Nous concluons que l'eau du robinet fait très bien l'affaire. Nous avons obtenu du bleu royal à 39 volts, du jaune à 100 volts et du rose à 120 volts.

Dans l'eau distillée, ces mêmes couleurs étaient moins soutenues et on les obtenait à un plus bas voltage que dans l'eau du robinet !

Alors, à part d'abaisser le voltage, pour obtenir une couleur plus terne, nous ne voyons pas la justification d'utiliser de l'eau distillée pour ce procédé.

Vérification à la prochaine séance de recherche : le régulateur de voltage.

Rapport de recherche sur le titane

Le 2 décembre 2003 :

Nous débutons cette dernière journée par la préparation à la coloration des pièces (jet de sable). Nous allons expérimenter la coloration avec le régulateur de voltage de Marie-Ève, afin de vérifier si la machine de l'école est défectueuse...

Après avoir obtenu quelques bleus... nous constatons que ce n'est pas le régulateur de voltage de l'école qui faisait défaut. Nous constatons également que le voltage y est plus élevé que chez Marie-Ève. Marie-Ève a déjà procédé à quelques colorations, avec succès, chez elle.

Donc, si nous comparons les résultats :

Chez M-È.		EJQ	
40 volts	Bleu royal violacé	40 volts	Bleu royal violacé
45 volts	Bleu ciel (foncé)	45 volts	Bleu ciel (foncé)
50 volts	Bleu aqua	50 volts	Bleu
55 volts		55 volts	Bleu + pâle
60 volts		60 volts	Bleu
65 volts		65 volts	bleu
70 volts	Jaune	100 volts	Jaune
80 volts	Rose	110 volts	Rose

Constats :

1. Nous constatons que le temps de trempage dans la solution acide avec voltage a une incidence sur le résultat.
2. Nous constatons que nous réussissons à obtenir les mêmes couleurs mais à des voltages différents... nous sommes en réflexion sur la cause? Nous avons fait quelques téléphones afin d'essayer de répondre à nos questions. Nous avons eu une réponse très intéressante venant de monsieur Gilles Breton, électricien. Le courant qui arrive dans une résidence privée est différent (plus fort) que celui qui arrive dans une bâtisse commerciale ! Donc, c'est pour cela qu'il faut augmenter le voltage pour obtenir les mêmes couleurs que chez Marie-Ève !
3. Nous concluons que le problème du « bleu » vient de la source de courant ! Dans la phase II, nous n'aurons pas ce problème car la coloration au four est une question de degré de température et non de voltage !

Dans la phase II, nous ferons les tests de coloration par anodisation dans une résidence privée, car c'est là le principal endroit de travail des joailliers! Nous vous divulguerons la couleur associée à chaque voltage dans un tableau.

Rapport de recherche sur le titane

Matériaux utilisés pour la recherche sur le titane

Lames de scie : 2 douzaines de No 3/0
 1 douzaine de No 3

Cabrons : 3

Boîte de petite vache :

Alcool Méthylène : 1 gallon

Confirmés par Manon Morin et Mathieu Roy

Le 24 février 2004