



Émetteur : A.P. MOIROUX

Date : 19/11/10

Direction / service Technique – Dept. Métallurgique

Réf. SM/10-116

Date de la visite : 16 et 17 Octobre 2010

Participants :

**Timet henderson** : Yvon Millet : directeur recherche et développement Europe  
Jeff Burger : responsable qualité du site d'Henderson  
Mike Thomson : retraité, ancien responsable technique

**Groupe Safran : Messier Dowty**

Sandra Andrieu : expert titane, laboratoire matériaux Bidos  
Pascal Heulard : qualité fournisseurs

**Snecma**

Pascal Poulain : expert matériau, bureau d'ingénierie  
Mathieu Durouchoux : ingénieur assurance qualité matière.

**Turboméca**

Jean-Manuel Ruppert : responsable matériaux

**Techspace**

Gauthier Lacroix : qualité fournisseurs

**Aubert et Duval** : A.P. MOIROUX

Lieu : Henderson, Nevada, USA

Destinataire(s) : Louis Marie Rabbe - Philippe Petit - Philippe Heritier - Patrick Delaborde -  
Marc Dauzat.

Copie(s) :

**Objet** : CR de visite TIMET HENDERSON

La visite du site de Timet à Henderson s'inscrivait dans le programme de qualification d'une voie EBCHR (Timet Morgantown) + triple VAR (Timet Henderson) pour les lingots en Ti1023 à finalité Messier Dowty (tiges et balancier de l'A350).

Principales activités de Timet Henderson : fabrication d'éponges de titane + refusion VAR. Cette visite a été l'occasion d'un audit sommaire de la fabrication des lingots en Ti1023 avec quelques sociétés du groupe SAFRAN (Messier Dowty, Turboméca, Snecma et Techspace aero).

Elle fait suite à une visite à Timet Morgantown, les 11 et 12 Octobre 2010, pour un audit des installations de l'EBCHR.

## Présentation du site

L'usine emploie 450 personnes, dans 2 fabrications distinctes :

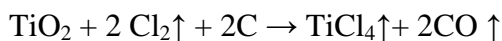
- ✓ Fabrication d'éponges à partir du procédé Kroll (capacité de 12000 tonnes par an)
- ✓ Atelier de refusion des lingots (capacité de 15000 tonnes par an)

## Fabrication d'éponges

### Carbochloration

Atelier non visité. Présentation générale faite en salle.

Principe : le minerai utilisé, le rutile, réagit avec du chlore gazeux et du coke pour donner du  $TiCl_4$  suivant la réaction ci-dessous :

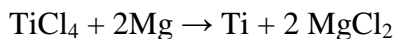


L'opération est conduite à 800°C, sur un lit fluidisé.

Le  $TiCl_4$  est ensuite récupéré par condensation, et purifié.

### Réduction / distillation

Le  $TiCl_4$  est ensuite réduit par du magnésium dans un réacteur Kroll :

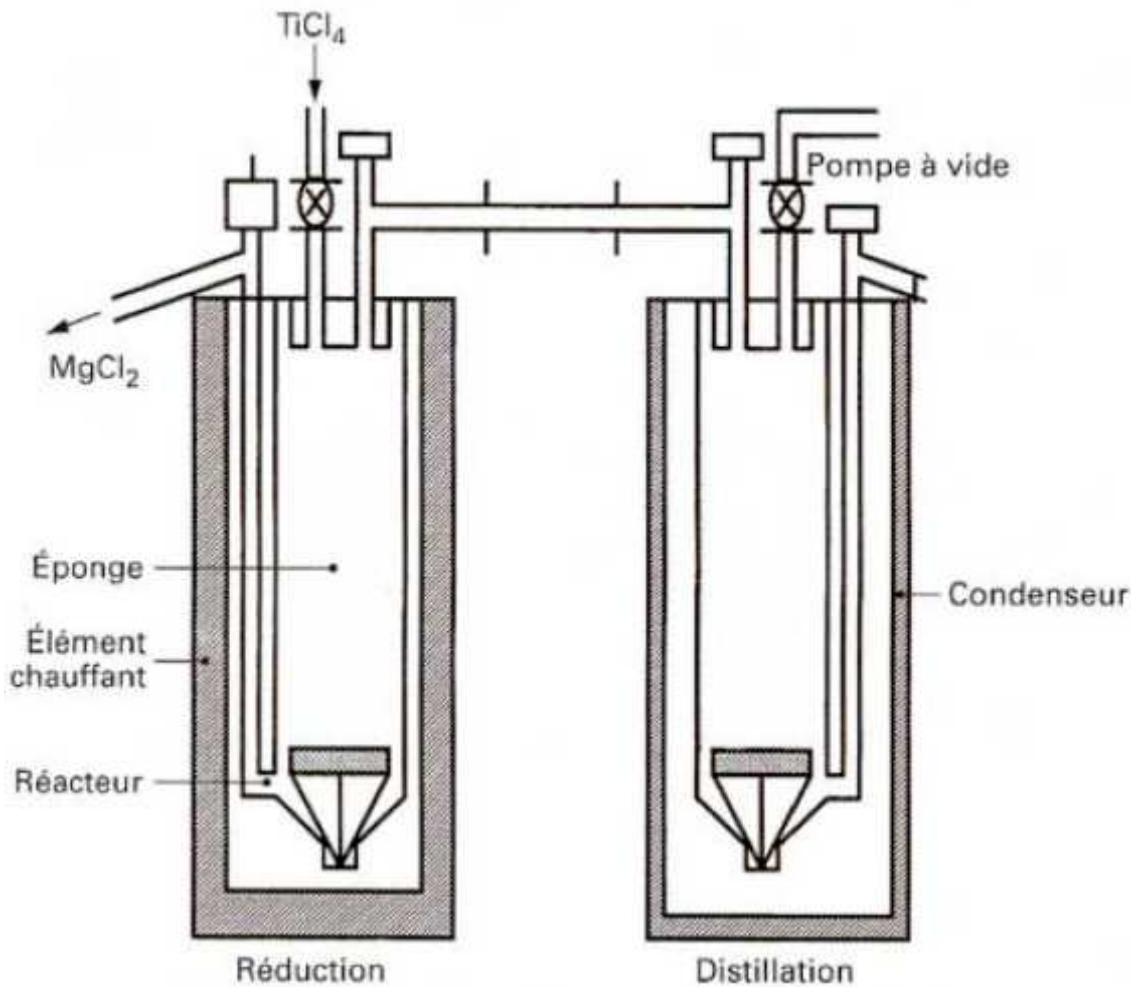


Il y a 2 étapes dans le process :

- ✓ La réduction, dans laquelle le  $TiCl_4$  est réduit en Ti par du Mg.
- ✓ La distillation, où l'on débarrasse le Ti du  $MgCl_2$  sous vide à 1000°C.

Les 2 étapes sont connectées, comme le montre le schéma suivant :

## Compte-rendu de visite



Le vide est maintenu dans les 2 enceintes, de façon à éviter la réoxydation du titane.

Le  $MgCl_2$  est séparé du titane dans un premier temps par décantation (dans le réacteur de réduction, il est ensuite évacué) puis par distillation.

A l'issue de la distillation, le réacteur ('vessel') est sorti du four (photo ci-dessous) :



Après refroidissement, on sépare les extrémités du cylindre, et on extrait la ‘masse’ d’éponge du réacteur grâce à une presse.

La peau de cette masse est ensuite enlevée grâce à une sorte de marteau piqueur. En effet, il y a diffusion de la virole en acier du réacteur pendant la distillation et la peau est polluée en fer.

Le reste de la ‘masse’ est ensuite déchiqueté par une cisaille, puis un concasseur à palette. Des cribles sélectionnent les morceaux de 2 à 12 mm.

Des standards visuels permettent de juger de la qualité de l’éponge. En cas de décoloration ou d’aspect brûlé par exemple, l’éponge est déclassée de la qualité aéro à la qualité standard.

Il faut 18 jours pour fabriquer un lot d’éponge d’environ 8 tonnes.

Chaque réacteur est utilisé 70 fois avant d’être réformé.

### Tri de l'éponge

Chaque lot d'éponge est ensuite trié manuellement sur des petits convoyeurs. Un opérateur est posté devant chaque convoyeur. Il dispose de standards visuels et relève les morceaux suspects dans la charge.

Un détecteur magnétique est également placé sur la fin de la ligne.

Si des défauts mineurs sont rencontrés dans la charge, on la contrôle une seconde fois. Si par contre, des nitrures sont trouvés, la charge est rejetée.

Chaque lot est échantillonné, et une analyse est attribuée à chacun des lots.

Le débit de contrôle est d'environ 600 kg/h.

L'éponge de Henderson est uniquement consommée par Timet (principalement pour Henderson, mais aussi pour Morgantown et Savoie)

### Atelier de refusion

#### Préparation des compacts

Chaque lot est ensuite réparti en fûts d'environ 150 kg grâce à un distributeur.

Les fûts d'éponges de titane sont complétés par des matières d'addition (TiO<sub>2</sub>, alliage mère, aluminium), mélangés puis compactés.

Chaque fût donne un compact, qui a une forme de demi-cercle avec un trou pour le passage du tirant pour le maintien de l'électrode avant soudure.

La puissance de la presse de compaction est de 7500 tonnes.

#### Soudure de l'électrode

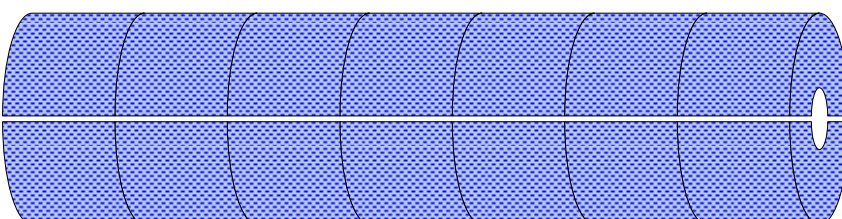
Il faut entre 10 et 14 compacts pour faire une électrode.

Ces compacts sont maintenus par des tirants ('rods') et des tampons ('bumpers')

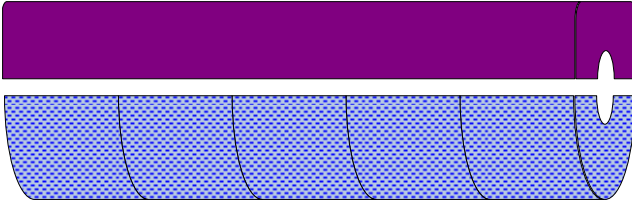
La soudure est réalisée grâce à une torche à plasma.

Dans le cas du Ti1023 'seeded', le lingot a été fabriqué à partir de 3 électrodes :

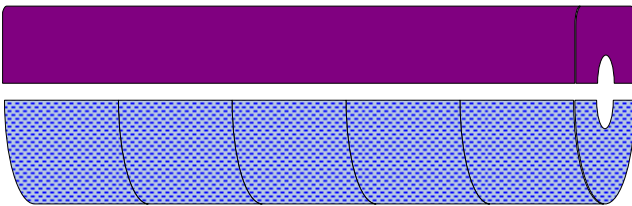
- ✓ Electrode A : 14 compacts



- ✓ Electrode B : 1 planche 'seeded' + 5 compacts



- ✓ Electrode C : 1 planche 'seeded' + 5 compacts



Il est également envisagé, à l'avenir, de faire des lingots à partir de 3 planches EBCHR + compléments en compact.

A noter que chaque compact est préparé de façon à ce que l'analyse compense l'analyse chimique de la planche (analyse EBCHR tous les 10 inches) pour obtenir l'analyse désirée de Ti1023.

A noter également que c'était la 1<sup>ère</sup> fois, à l'occasion du programme EBCHR + VAR en Ti1023 pour Messier, qu'Henderson soudait des planches EBCHR et des compacts. Il faudra, de l'avis d'Henderson, un peu de temps pour mettre à jour les procédures de soudure pour prendre en compte ce cas particulier.

### 1<sup>ère</sup> Refusion

La première refusion est destinée à donner une compacité à l'électrode.

L'électrode de compacts soudés fait 18 pouces, et à l'issue de la 1<sup>ère</sup> refusion, l'électrode fera 22 pouces.

8 fours VAR sont dédiés à la 1<sup>ère</sup> refusion. Un seul générateur alimentant 2 fours VAR, il est possible au maximum d'avoir 4 refusions en même temps.

Il n'y a pas de mesure de poids de l'électrode dans cet atelier, la vitesse de refusion est mesurée en déplacement du stub, elle est d'environ 0.5 inch/minute. Les paramètres de refusion suivis sont l'intensité (environ 12 000 A), la tension (environ 35 volts).

Le réglage du vide dans le four VAR de 1<sup>ère</sup> refusion est relativement léger (de 400 à 1200 micromètres de mercure). L'expérience de Timet a montré en effet que pour ces types de four et la 1<sup>ère</sup> refusion, un vide trop élevé perturbait la stabilité de l'arc.

Cette refusion prend environ 3h pour refondre une électrode standard.

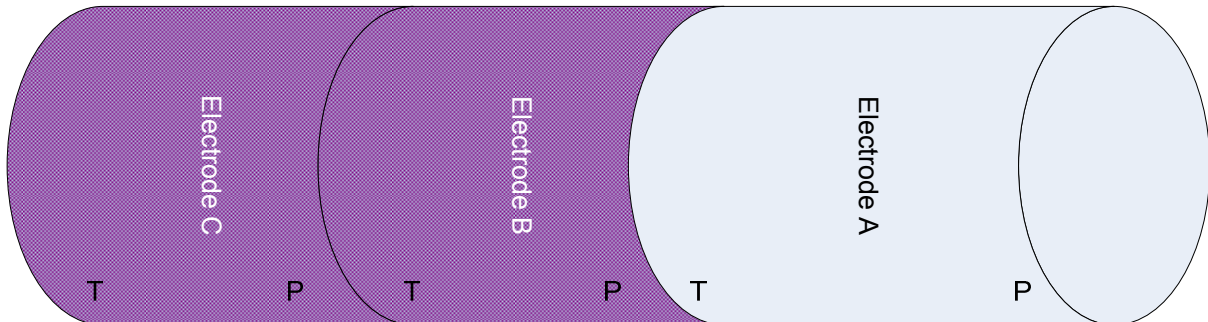
### Soudure des électrodes.

3 électrodes de 1<sup>ères</sup> refusion sont ensuite soudées entre elles pour faire une électrode de pour la 2<sup>ème</sup> refusion.

Il y a une inversion de sens de refusion de chaque électrode.

## Compte-rendu de visite

Dans le cas de la refusion Ti1023 seeded (lingot H15528), le schéma de soudure des électrodes était le suivant :



Le stub est soudé sur l'électrode A.

La soudure des électrodes est réalisée dans une chambre, sous argon, avec une torche plasma.

Le stub est lui soudé par soudure MIG à l'extérieur de la chambre.

### 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> refusion

Dans l'atelier de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> refusion, 5 fours VAR sont capables de refondre les électrodes.

Entre chaque refusion, l'électrode est inversée et un stub est soudé par soudure MIG pour permettre la refusion suivante.

A l'issue de la 2<sup>ème</sup> refusion, le diamètre de l'électrode fait 26 pouces.

A l'issue de la 3<sup>ème</sup> refusion, le diamètre du lingot fait 32 pouces.

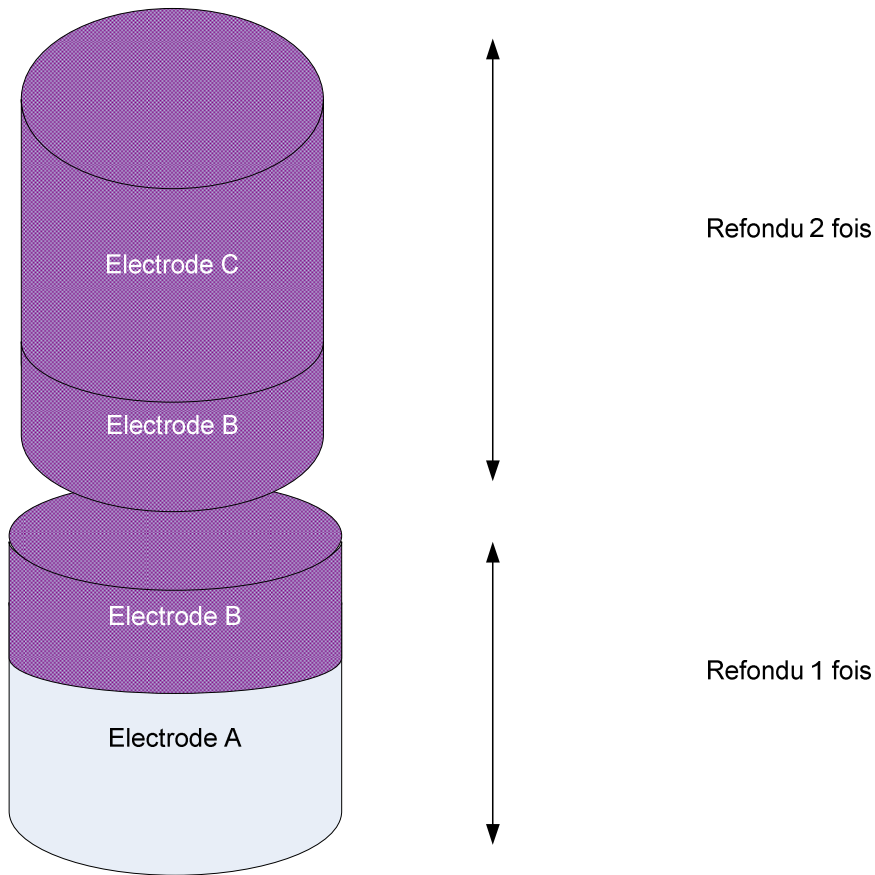
Le pilotage de ces dernières refusions se fait en intensité. Les pics ne doivent pas dépasser +/-20% pour la 2<sup>ème</sup> refusion et +/-10% pour la 3<sup>ème</sup> refusion.

Lors de la 3<sup>ème</sup> refusion, on échange la polarité de l'électrode pour limiter la vitesse de refusion (intensité : 16 000 A pour la 2<sup>ème</sup> refusion, 9600 A pour la 3<sup>ème</sup> refusion)

En ce qui concerne le lingot seeded (H15528) du programme Ti1023 depleted, un manque d'eau sur le refroidissement du lingot a entraîné un arrêt de refusion prématuré.



# Compte-rendu de visite



Le planning de qualification de la voie EBCHR + VAR a du être modifié suite à cet incident.

A.P. MOIROUX