



Site : Ancizes

Direction /Service : Technique / R&D

Date : 2/05/2016

Émetteur : S. Hans – J. Lecadet

Réf. DPE-16-2707

---

**Destinataire(s)** : MM. Allier – Escaffre – Dauzat - Delaborde

**Copie(s)** : MM. Lecadet – Héritier - Doridot

**Objet** : **Revue de programme R&D « Recyclage Ti »**

---

Cette revue de programme fait suite à plusieurs réunions :

- Réunions « feuille de route R&D 2016 » Projet EcoTi (14/12/2015 et 18/01/2016)
- Réunion « Kick-off » MetaFensch (24/02/2016)

et précise les objectifs 2016 et la structuration des projets / jalons et les actions R&D qui en découlent. Ces objectifs sont cohérents avec les « Risques / opportunités » précisés dans la fiche programme mise à jour le 12/2/2016 (voir fiche complète en annexe) :

Risques / opportunités :

Le principal risque porte sur le délai de mise au point et de qualification compte tenu des processus d'homologation qui nécessitent un procédé stabilisé et dont les paramètres clés sont figés. Le choix de ces paramètres en l'absence d'une première expérience et de références industrielle comporte des incertitudes qu'il s'agit de minimiser par des études en amont du processus de qualification. L'ensemble des étapes du process sont concernées par ces incertitudes:

- procédés de préparation et de contrôle des chutes
- maîtrise de la mise en forme des chutes
- maîtrise de la fusion Plasma
- conditions de refusion VAR

Parmi les opportunités on peut citer le développement du recyclage d'autres alliages que le TA6V (1er objectif du Business plan d'EcoTitanium), ou l'élaboration d'autres matériaux possibles avec cette technologie.

**Structuration des projets / jalons**

La structuration des projets / jalons du programme est précisée ci-dessous, avec un bilan synthétique des jalons actifs et des nouveaux projets / jalons à ouvrir en 2016. Pour plus de précision par projet / jalon (objectif / livrable / planning/ réalisé), se reporter à Teexma.

**BA006 – Projet EcoTi** (Chef de projet : J. Escaffre)

J1 : Caractérisation des chutes massives en TA6V (actif)

J2 : Bilan et cartographie des chutes et copeaux UKAD (actif)

J3 : Synthèse bibliographique du procédé PAM (actif)

J4 : Projet MetaFensch (clos)

J5 : TiAl (clos)

J6 : Modélisation du lingot PAM (nouveau jalon)



J7 : Qualité de peau lingot PAM (nouveau jalon)

Les jalons J1 et J2 initiés en 2014 sont destinés à évaluer la qualité des chutes et copeaux destinés à être enfournés au four PAM afin de maîtriser la gestion de la charge (éléments d'alliage, en particulier oxygène et azote, risque de défauts de type LDI, stabilité de fusion). L'étude intègre des essais sur four PAM pilote (Retech). Ces jalons devront être soldés pour 2017, les livrables (définition des typologies de chutes et teneurs en oxygène associées, bonne pratique de calcul de charges et points de vigilance sur conduite de fusion PAM) étant nécessaires pour le démarrage du four industriel. A noter que ce type d'étude pourra être poursuivi dans le cadre du four pilote projet MetaFensch (voir BA015).

Le jalon 3 également initié en 2014 est toujours actif et devra faire l'objet d'un document de synthèse.

Le jalon 4 et 5 ont été initiés dans le cadre des actions préalables au montage du projet MetaFensch Recytial TA6V et TiAl. Ils sont clos. Le suivi des projets MetaFensch fait l'objet de nouveaux projets distincts (BA015 – TA6V et BA016 : TiAl).

Le jalon 6 ouvert en 2016 est destiné à modéliser la solidification du lingot PAM (adaptation du modèle de refusion VAR SOLAR). En particulier cet outil devra permettre d'étudier l'influence de dispersions en éléments d'alliage ou de vitesse de fusion sur la composition du lingot PAM.

Le jalon 7 ouvert en 2016 est destiné à étudier l'influence des paramètres opératoires (gestion de la descente du lingot PAM, pattern des torches) sur la qualité de peau du lingot PAM.

## **BA017 - Développement de la modélisation VAR d'alliages de Ti** (chef de projet : S. Hans)

J1 : Mise en place du modèle

J2 : Validation du modèle

Ce projet ouvert en 2016 est destiné à mettre au point la modélisation de la refusion VAR d'alliages de Ti. Elle sera tout d'abord basée sur la prédiction des compositions chimiques des lingots UKAD puis adaptée à l'étude des gammes possibles EcoTitanium.

## **BA015 : MetaFensch : Recytial 1 TA6V** (chef de projet : S. Hans)

J1 : Pilotage du projet et veille technologique

J2 : Modélisation

J3 : Validation des conditions de fonctionnement (TA6V)

J4 : Optimisation de la préparation des chutes et procédé TA6V

J5 : Recyclage poudre TA6V

Ce projet ouvert en 2016 porte sur la mise en place et utilisation du four PAM MetaFensch pour l'élaboration du TA6V.

## **BA016 : MetaFensch : Recytial 1 TiAl** (chef de projet : J. Lecadet)

J1 : Pilotage du projet et veille technologique

J2 : Validation des conditions de fonctionnement (TiAl)

J3 : Optimisation procédé TiAl

J4 : Recyclage poudre TiAl

Ce projet ouvert en 2016 porte sur la mise en place et utilisation du four PAM MetaFensch pour l'élaboration du TiAl.

## Fiche programme « Recyclage Titane » (Mise à jour fiche programme Teexma : JL 12/02/2016)

Manager du programme : R. Allier

### Contexte et objectifs du programme

L'objectif de ce programme est d'accompagner le développement d'Aubert & Duval dans le recyclage et l'élaboration des métaux nobles, notamment en réalisant les investigations et analyses techniques requises par le projet ECOTITANIUM.

### Enjeux économiques :

L'enjeu principal de ce programme est porté par la rentabilité du projet ECOTITANIUM de recyclage du titane. Toutefois face au développement chez nos clients de matériaux élaborés par des voies non conventionnelles, de nouveaux enjeux pourraient apparaître, avec d'autres alliages de titane ou des matériaux tels que TiAl.

### Structuration du programme :

Le contexte de ce programme est le développement du titane et de ses alliages sur les marchés des produits aéronautiques.

La production de quantités de chutes importantes tout au long de la chaîne de production, associée à la valeur élevée du titane, nécessite de développer des filières de recyclage et d'élaboration spécifiques. Les technologies Skull, EBCHR puis Plasma se sont successivement développées pour cette application. La maturité encore faible de ces procédés, associée à un contexte de forte concurrence entre un petit nombre d'acteurs industriels, ne permettent pas de disposer d'un procédé "clé en main" robuste industriellement et de nombreuses incertitudes doivent être levées pour rentrer dans cette activité.

Au delà du procédé de fusion des chutes en four Plasma, c'est également l'ensemble du procédé d'élaboration permettant d'aboutir à des lingots répondant aux normes aéronautiques qui doit être maîtrisé. Ceci suppose en particulier de mettre en place une filière en amont pour nettoyer et rendre les chutes ou copeaux d'usinage aptes à l'enfournement; en aval de la fusion il faut également définir les conditions de fonctionnement du procédé de refusion VAR adaptées à la qualité du lingot/électrode issu du four Plasma (notamment en caractérisant et en prenant en compte son hétérogénéité).

Par ailleurs il est nécessaire de prendre en compte les exigences des clients à tous les stades d'un projet tel qu'EcoTitanium:

- cahiers des charges et exigences sur la matière fournie, dès la conception des installations et pour définir ensuite les paramètres de fonctionnement.
- analyse des risques intervenant sur la maîtrise de la qualité des produits, pour valider les choix de conception et de fonctionnement des procédés et définir les contre-mesures en cas de dysfonctionnement
- caractérisation poussée de la qualité des premiers produits fabriqués

### Risques / opportunités :

Le principal risque porte sur le délai de mise au point et de qualification compte tenu des processus d'homologation qui nécessitent un procédé stabilisé et dont les paramètres clés sont figés. Le choix de ces paramètres en l'absence d'une première expérience et de références industrielle comporte des incertitudes qu'il s'agit de minimiser par des études en amont du processus de qualification. L'ensemble des étapes du process sont concernées par ces incertitudes:

- procédés de préparation et de contrôle des chutes
- maîtrise de la mise en forme des chutes
- maîtrise de la fusion Plasma
- conditions de refusion VAR

Parmi les opportunités on peut citer le développement du recyclage d'autres alliages que le TA6V (1er objectif du Business plan d'EcoTitanium), ou l'élaboration d'autres matériaux possibles avec cette technologie.

Acquis du programme : Le choix de la technologie Plasma / VAR