

Émetteur : J.ESCAFFRE

Date : 25/11/2014

Direction / service : Technique / DPE

Réf. DPE-14-2646

---

Date de la réunion : 24/11/2014

Participants : AD : R.ALLIER, T.BARRE, D.CAILLOT, J.ESCAFFRE, S.HANS, C.DUCREUX, H.POISSON.  
Pr. Alec MITCHELL (par téléphone)

---

Lieu : Les Ancizes

Destinataire(s) : Les participants, P.HERITIER, P.DELABORDE, J.LECADET.

Copie(s) :

Objet : Réunion téléphonique avec Alec Mitchell - Discussions sur le procédé PAM et le traitement des chutes

---

## 1 – Liste des essais PAM

La liste des essais PAM définie par l'équipe EcoTitanium semble pertinente à A.Mitchell. Les essais peuvent être effectués sur une grande période de temps. Il est cependant important d'avoir réalisé au préalable tous les essais nécessaires à la discussion avec les futurs clients. Ainsi, il est conseillé de réaliser des essais pour connaître et stabiliser le process, puis de travailler aux développements et à l'optimisation en parallèle de la production.

A.Mitchell a également rappelé que les essais d'ensemencement doivent être réalisés uniquement lorsque les paramètres process seront stabilisés.

Le marquage du puits liquide est réalisé en utilisant des particules de Cu dans des teneurs de 0.5% pour être visible sur attaques macrographiques. De plus, à ces teneurs, on n'observe pas de modification du liquidus du métal et donc de sa solidification. Du Fe-Ti peut également être utilisé dans les mêmes teneurs (0.5%), ce qui permet, en plus, de pouvoir recycler facilement le lingot PAM après dilution du Fe. Des particules de W ou Ta peuvent aussi être utilisées puis détectées par contrôle US.

D'après A.Mitchell, il est important de mesurer la teneur en hydrogène dans le gaz plasmagène et dans les lingots d'essais. Il existe en effet une corrélation entre cette teneur dans le gaz et celle dans le lingot qu'il est important de déterminer sur notre four PAM.

Une étude mettant en évidence la relation entre le pattern de la torche et le profil de température sur le skull doit être mise en place. Un pyromètre IR permet pour cela de mesurer précisément la température, à condition de travailler dans un domaine de longueurs d'onde adéquat.

A.Mitchell nous a également indiqué que les spécifications pour pièces tournantes exigent une analyse de gaz RGA (Residual Gas Analysis) pour le PAM (pour H, N, O) et que cette demande devient de plus en plus présente pour le VAR.

## 2 – Spécification éponges Titane

La spécification établie avec UKTMP semble correcte à A.Mitchell. Le point à surveiller reste la teneur en Cl (0.1% max sur la spécification) qui se situe entre 600 et 800 ppm chez les autres fournisseurs. En effet, une teneur trop importante en Cl entraîne des problèmes de visibilité dans le PAM rendant impossible les mesures de température. Il serait donc intéressant pour EcoTitanium d'obtenir les compositions moyennes obtenues pour les éponges UKTMP afin de s'assurer qu'on se situe dans cet intervalle.

A&D n'est pas équipé pour contrôler la teneur en Cl. Cependant, la teneur en Mg semble un bon indicateur de la niveau de Cl dans l'éponge (une augmentation de la teneur en Mg correspond à une augmentation de la teneur en Cl).

### 3 – Nettoyage des chutes massives

Un état des lieux des essais de nettoyage caractérisés par EcoTitanium a été présenté à A.Mitchell. Le décapage chimique est une bonne technique de nettoyage, mais entraîne des déchets à traiter. Une société américaine SELMET (Albany - Oregon) possède une ligne de décapage chimique. Il pourrait être intéressant de la contacter.

### 4 – Alimentation du four PAM

L'introduction des briquettes de copeaux via les caisses en TiCP est la meilleure solution pour contrôler la vitesse d'alimentation, mais elle reste chère (prix des caisses).

Cette solution pourrait s'imposer si les briquettes se délitent de façon trop importante dans les drum feeder ou à leur arrivée dans la sole de fusion, les copeaux libres pouvant être entraînés par l'hélium et « voler » dans le four. La tenue mécanique des briquettes va dépendre de la pression de compactage (pression utilisée pour EB = 20 t/inch<sup>2</sup>, soit 3 t/cm<sup>2</sup>).

L'introduction des chutes massives via les drum feeder suite à leur découpe en petits morceaux peut également être une solution pour éviter l'utilisation de caisses. Des essais de fragmentation de pièces ont été réalisés par utilisation d'azote liquide pour refroidir les pièces et pouvoir les briser plus facilement.

Les caisses en TiCP peuvent constituer un problème pour les clients, en particulier les soudures par point réalisées à l'air. Ne faut-il pas, pour convaincre les clients, réfléchir à les effectuer sous Ar ?

Selon A.Mitchell, l'utilisation des caisses TiCP constitue un risque faible de contamination. Il est pourtant important d'acquérir des données statistiques sur les caractérisations des soudures, afin de prouver la robustesse du process pour la qualification chez les clients.

L'utilisation d'une tôle en TiCP de qualité aéronautique ne semble pas nécessaire pour A.Mitchell qui précise en outre ne pas connaître de telles applications pour le TiCP. De plus, l'utilisation de tôle très fine empêche la présence de défauts type hard-alpha qui serait rapidement détectée au cours de la transformation.

### 5 – Spécifications clients

- Snecma interdit l'utilisation de chutes supérieures à 500 g pour les billettes, mais pas pour les barres : les raisons de cette interdiction pourraient être l'inspectabilité plus facile pour les barres que pour les billettes, mais également le phénomène de « tsunami » provoqué par la chute de trop grosses pièces entraînant l'apparition possible de défauts.
- Airbus interdit l'utilisation de chutes écartées sur présence de défauts US : cette exigence implique le rejet de chutes ne présentant pas de défauts notoires pour le procédé (taille de grains...). Après discussion avec Airbus, il pourrait être convenu l'utilisation de chutes avec des indications US faibles permettant de récupérer les chutes avec défauts peu importants.
- Traitement des copeaux – 100% inspection RX exigé par les clients (pas spécifié dans la FAA) : selon A.Mitchell, cette inspection est une perte de temps, puisque le principe du « cold hearth » est d'éliminer les HDI. Il est donc nécessaire de convaincre les clients de l'inutilité de cette pratique pour traiter les copeaux.

Prochaine réunion téléphonique : lundi 15 décembre à 17h.