

Relevé des décisions et actions du 22/09/2021

Prochain COPIL le 01/12/21

Elaboration

Sujet	Action réalisée ou décision prise	Pilote	Délai
Optimisation masselottage VAR	Attente résultat métallurgique 2 nd lingot avant proposition évolution process auprès de SAE	J. Escaffre	30/12
Ressources R&D	Finaliser recrutement Ingénieur R&D pour accompagner qualification PQ et suivi problématiques R&D élaboration	S. Hans	30/10
Briquetage éponges	Réaliser Brainstorming pour valider la bonne fragmentation des particules d'éponge nitrurée lors du briquetage	R. Allier	30/10

Conversion / US

Sujet	Action réalisée ou décision prise	Pilote	Délai
Contrôle US suivant spec SAFRAN	Lister questions pour bâtir un cahier des charges permettant de contrôler chez MISTRAS des billettes suivant spec SAE	C. Trin	S40
Disponibilité Niv3	Point dur sur ressources CND (NIV3) pour projet PQ à remonter	Ax. Devaux J. Banchet	S42
Billettes à contrôler en US	Fournir le listing des produits / gammes sélectionnées pour le contrôle US chez Mistras	P. Jacquet	soldé
Variantes gamme aval	Définir les 4 variantes de gamme aval envisagées et lancer les essais avec le lingot disponible mis de côté	E. Archaud P. Jacquet	S45
Variante gamme amont	Mettre en standby à ce stade des essais <u>industriels</u> sur des variantes de la gamme amont Chiffrer la méthode de caractérisation de texture après trempe et avant gamme aval (avec LEM3) pour soumettre à décision	C. Dumont E. Archaud	S45
Forgeabilité	Continuer les investigations pour comprendre l'origine des problèmes de forgeabilité sur la couléeensemencée (Essais forgeabilité, endommagement, chimie)	E. Archaud	S42



Inter Copil Technique Elaboration Titane No 3

15/09/2021



Compte Rendu du 15/09/21: Relevé de décisions

Participants : MM. Escaffre – Ducreux – Allier – Cluzel - Jacquet - Devaux - Hans

Optimisation Masselottage VAR (cible réduction de 250 kg chutage actuel à 150 kg) :

Premier Essai masselottage optimisé (+ 20 min de refusion): US RAS (pas de retassure), Al légère évaporation, analyse macro complémentaire pour vérifier absence LDI Type II (RAS) – pas d'analyse betafleck réalisée (à prévoir sur nouvel essai : demande Safran) - en résumé :

- 0/15 kg : éboutage
- 15/100 kg – pas d'indication US
- 100/110 kg : expertise absence HAD
- **110/250 kg : pas d'expertises réalisées**
- 250 / 260 kg : expertise absence HAD

Action : préciser les expertises à faire réaliser sur le 2ème lingot avec masselottage optimisé (Pilote L. Cluzel). Suivi de la transformation du lingot d'essai (Pilote P. Jacquet).

Coulée ensemencée HDI pour Airbus :

Pas d'indication UF tfp > 0,6 imputable à HDI (1 indication barre T liée à retassure). Recherche et vérification origine 2 indications US reportées tfp < 0,6 (présence porosité pour l'une et artefact de mesure pour l'autre).

Résultats présentés à Airbus. **Qualification générique élaboration matière validée par Airbus (août 2021).** Finalisation qualifications par dissection sur produits (rond de 125 à 330 mm).

Qualification PQ

Action : Recrutement en cours ingénieur R&D pour compléter l'équipe projet (Pilote S. Hans – octobre 2021).

Mesure de la vitesse de coulée PAM

Analyser les réalisés actuels pour préciser la variabilité attendue sur coulée ensemencée (Fait).

Proposer une alternative basée sur la surveillance opérateur : principe défini – **Action** : à mettre en pratique sur prochaine coulée STD (Pilote C. Ducreux)

Mettre en place le système de mesure corrigé de vitesse de fusion sur le four par analyse torche **T5** :

Action : Relancer le sujet avec N. Dachicourt et P Guitton (S2-2021)

Compte Rendu du 15/09/21: Relevé de décisions

➤ **Mesure de la température du bain d'affinage PAM**

Test hublot pinhole avec diffusion He réalisé : efficace / peu de dépôts. Mesure température avec pyromètre bichromatique (résultats encourageants). Nouveau test prévu avec caméra thermique et hublot pinhole. Appro en cours hublot avec diffuseur He permettant mesure simultanée pyromètre + caméra. Point prévu avec fournisseur de la caméra octobre 2021.

Action : préciser besoin de changement de plage de mesure caméra thermique (C. Ducreux – oct 2021). Poursuite des tests et dépouillements des mesures (C. Ducreux S2-2021).

➤ **Etude des patterns PQ**

Nombreux essais réalisés. Augmentation des puissances possible (test sur durées encore limitées). Gestion possible T3 statique et T5 gérant le sweep. Amélioration encore nécessaire gestion T5 pour maîtriser la qualité de peau.

Action : poursuite des essais pour finaliser le scénario optimisé de conduite des torches – test sur fusions complètes terme (risque échauffement – prise en main des nouvelles conditions par les opérateurs (reproductibilité) (Pilote C. Ducreux)

➤ **Mise en place suivi SPC clés process**

Plan de surveillance établi. Paramètres intégrés dans braincube.

Action : analyser les données sous forme SPC pour déterminer les limites de surveillance / capacité (Pilote J. Escaffre – S2-2021)

➤ **Mesure du temps de résidence**

Action : présenter le sujet mesure et modélisation à GE (visite 27/09) (Pilote S. Hans)

Compte Rendu du 15/09/21: Relevé de décisions

Appui modélisation

Post-doc en cours. Modélisation des tps de résidence pour 500 et 750 kg/h et patterns mobiles (voir annexe). Mise en évidence absence de variation volume skull liquide avec v_{fus}. Tps de passage moyen proportionnel à v_{fus} (vol skull liquide / v_{fus}). Par contre distribution de tps de résidence très peu sensible à v_{fus}. Effet principal lié à écoulements en surface du fait des torches et du jet d'hélium.

Action : faire compléter étude avec T3 statique (Pilote S. Hans – octobre 2021)

Thèse IRT-Safran-A&D : thésarde recrutée. Nouveau KOM prévu octobre 2021

Fournitures éponges

La qualification du fournisseur AMIC (12-25 mm) est lancée en concertation avec Airbus (premières analyses chimiques lancées). Trois prochains lots seront réceptionnés et testés – 15T pour 5 coulées – **Action** : vérification conformités analyses éponges / lingot et DP (J. Escaffre – S2-2021).

Le producteur TOHO a également été sollicité pour fournir les éponges PQ (2-12 mm) compatibles avec les sources qualifiées GE et Safran (J. Escaffre) – **Action** : réceptionner et analyser le premier lot (Pilote J. Escaffre – S2-2021)

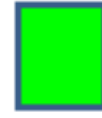
Briquettes et LDI

Les conditions de compression éponge / tournures sont primordiales pour fragmenter des LDI éventuels. La taille de nos briquettes (~1 kg) est assez standard. – **Action** : Préciser si une action complémentaire doit être lancée sur ce sujet (poids réduit briquette / forme des briquettes) (R. Allier – octobre 2021).

Résultat 1^{er} lingot masselottage optimisé EcoTi



Eboutage mini



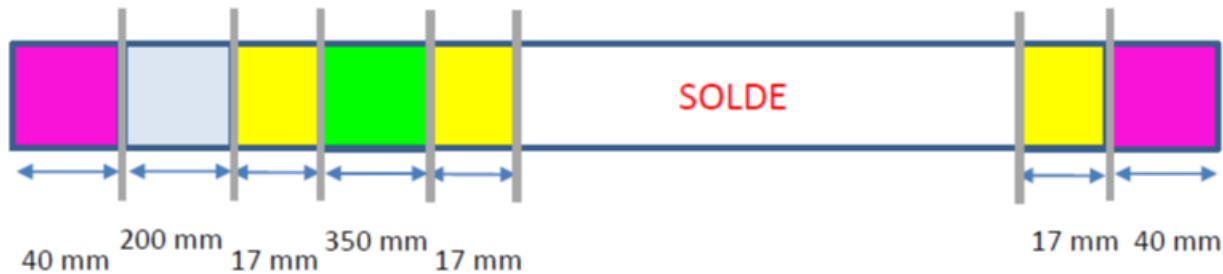
Chutage Métallurgique



Chutage US



Prélèvement Labo (longueur indiquée en dessous)



Chutage 1 : 40 mm

0 Kg/15 kg

éboutage

Chutage 2 : 40 + 200 mm

15/100 kg

expertise US : RAS

Chutage 3 : 40 + 200 + 17 mm

100/110 kg

expertise HAD RAS

Chutage 4 : 40 + 200 + 17 + 350 mm

110/250 kg

pas d'expertise

Chutage 5 : 40 + 200 + 17 + 350 + 17 mm

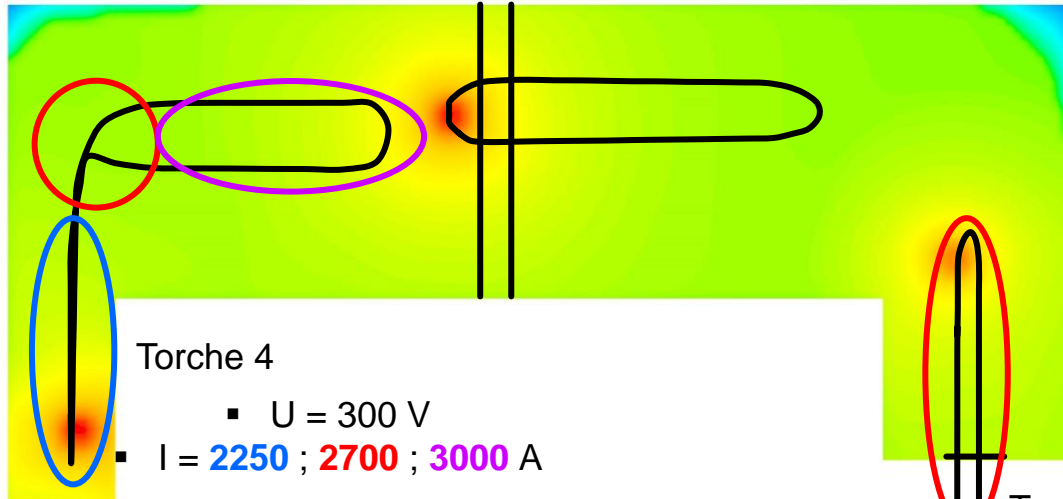
250/ 260 kg

expertise HAD RAS

Modélisations PAMCHR

Essai 1 : $v_{\text{coulée}} = 500$ et 750 kg/h

▪ $U = 300$ V
Torche 3 ▪ $I = 3000$ A



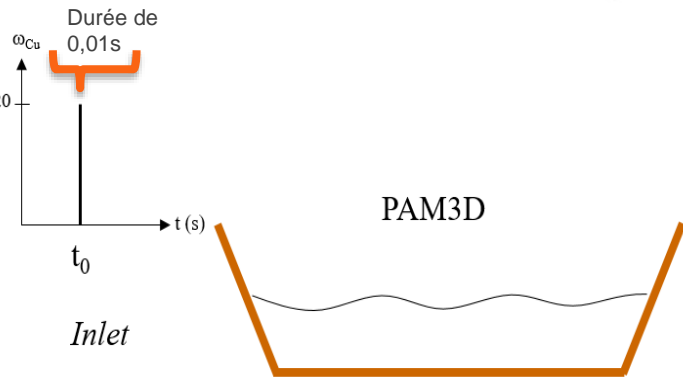
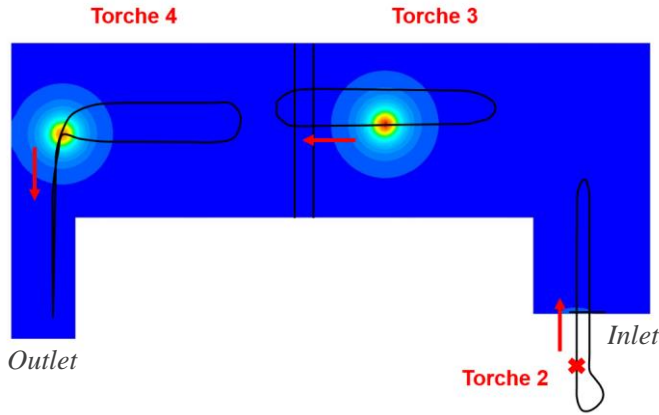
Torche 4

▪ $U = 300$ V
▪ $I = 2250 ; 2700 ; 3000$ A

Torche 2

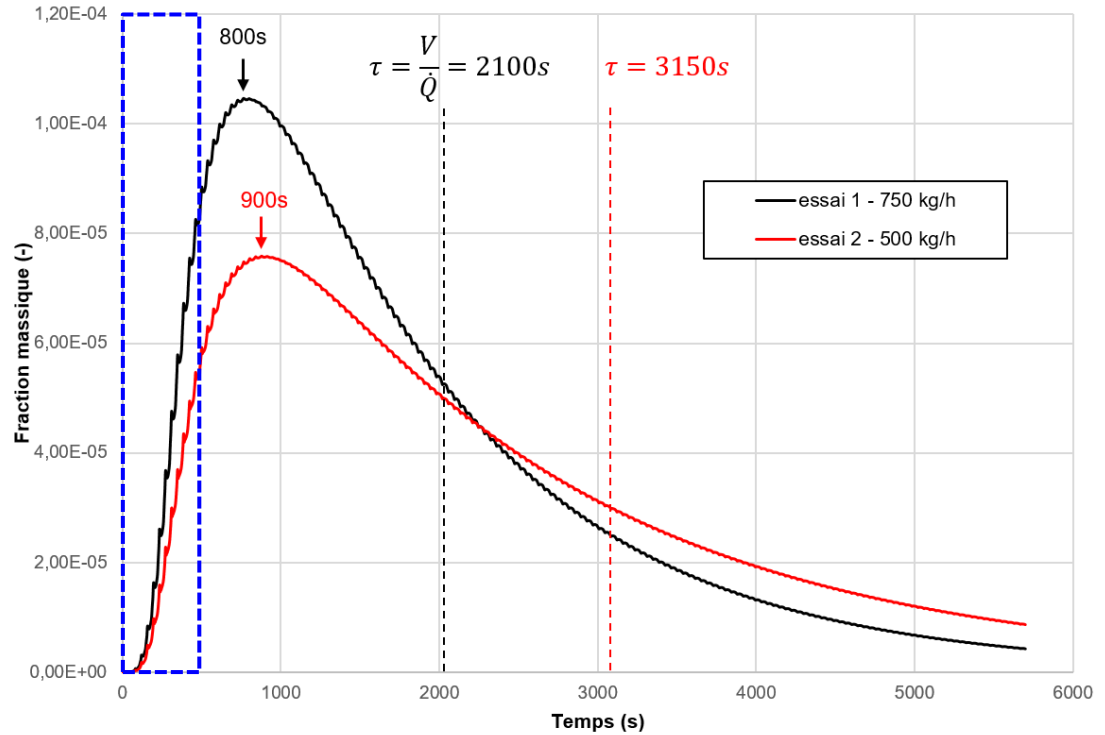
▪ $U = 300$ V
▪ $I = 3000$ A (non simulé);
▪ $I = 3000$ A

DTS dans le creuset d'affinage du four EcoTitanium



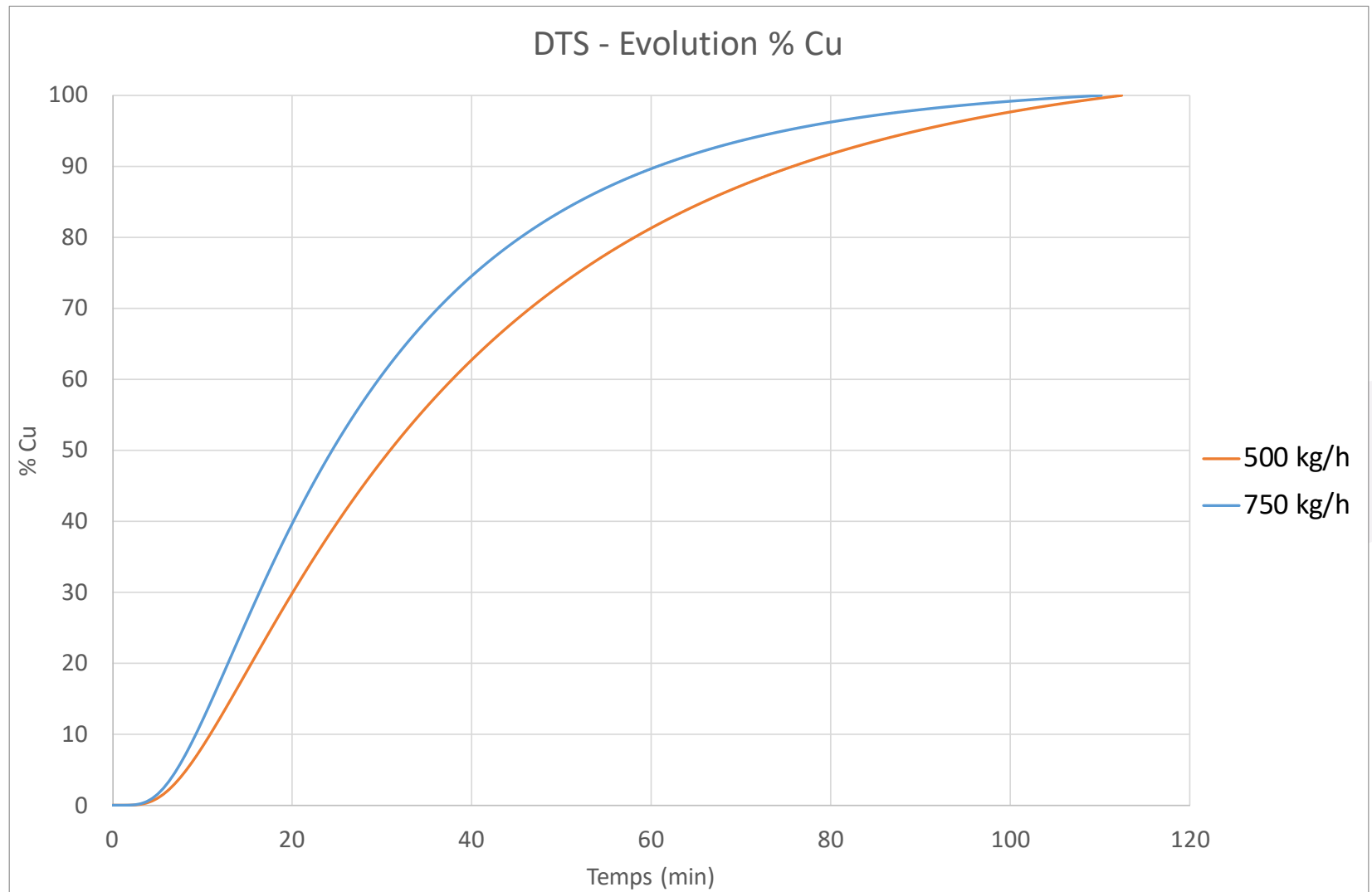
Creuset d'affinage
 Transport réel d'un soluté métallique
 avec diffusion (moléculaire et
 turbulente)

Avec un $V_{\text{bain,actuel}} = 106,6 \text{ L}$

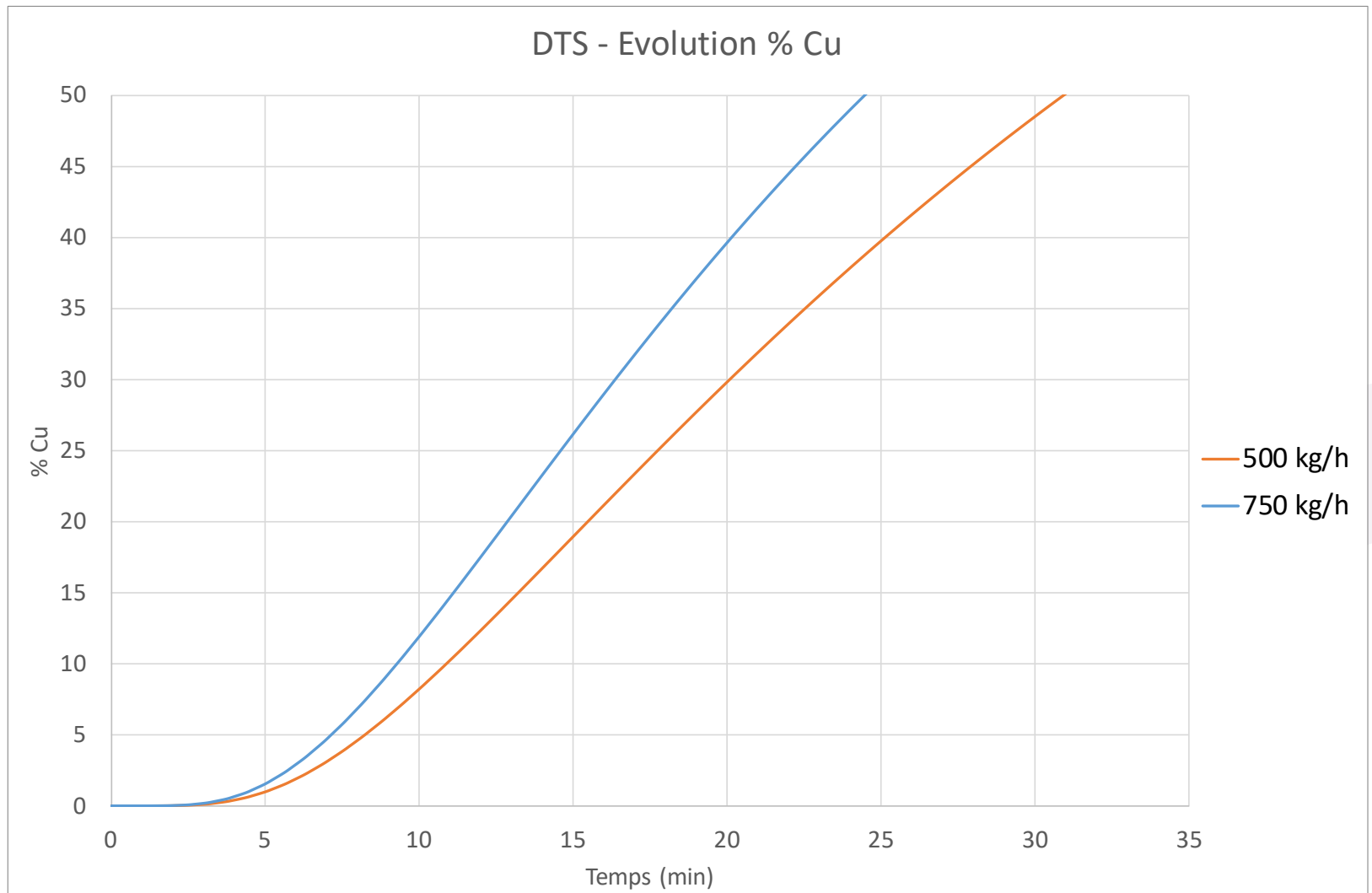


Outlet

DTS dans le creuset d'affinage du four EcoTitanium



DTS dans le creuset d'affinage du four EcoTitanium





COFIL TECHNIQUE UKAD POINT TRANSFORMATION

C. DUMONT / J. BANCHET / E. ARCHAUD

22/09/2021



POINTS DE DECISION ET STRATEGIE (voir CR DRD/21-141)

❑ SOUS-TRAITANCE CONTRÔLES US

- Sur le chemin critique de la qualification PQ
- Mise en place de la sous-traitance MISTRAS
- Choix des 1ères billettes \varnothing 250 mm à expédier
 - ✓ 1 barre gamme standard, 1 en rupture, 1 billette Pamiers ?
- **Avant** envoi billettes issues des 1^{ers} essais PQ

QUI ? QUOI ? QUEL DELAI ?

❑ STRATEGIE POUR DEVELOPPEMENT GAMME PQ

- Priorité mise sur gamme aval (après recristallisation)
- Action ① : nous restons sur gamme en rupture jusqu'au \varnothing 410 mm
 - Car proche gamme TIMET, aujourd'hui qualifiée
- 4 variantes à tester sur 4 gammes différentes
 - ✓ Répartition de la déformation : standard / plein tas / angles \Leftrightarrow faces
 - ✓ Equilibre déformation / RAF
 - ✓ Quid d'une finition SMX optimisée (1 ou 2 passes « straight 2+2) ?

**1 LINGOT
ASAP**

POINTS DE DECISION ET STRATEGIE (voir CR DRD/21-141)

❑ ACTION ② : EVOLUTION GAMME AMONT (avant recristallisation)

- 2 questions : Taille grains β ? Quelle texture à ce stade ?
- Taille grains β
 - ✓ Poursuite des expertises sur PQ concurrents / standard et rupture / lingot AFCS
 - ✓ Quelle morphologie sur PQ concurrents ? → infos sur gammes amont
 - ✓ Retour sur programme ETIR et suite à donner sur chute lingot disponible

LANCEMENT D'UN 2^{ème} LINGOT OU ATTENTE DES EXPERTISES COMPLEMENTAIRES ?

- Texture à ce stade ?
 - ✓ Information importante et non connue à ce jour car difficile à mesurer (taille de grain β !)
 - ✓ Action de R&D à conduire au long cours
 - ✓ En complément d'ETIR, avec LEM3 → **QUI FINANCE ? (≈ 10 k€)**

❑ FORGEABILITE LINGOT ENSEMENCE ? (brut de PAM)

- Le brut de PAM en est-il la cause ?
- Conditions de laminage non optimales
- Lingots ETIR transformés sans écueil → essais de forgeabilité en cours