

Émetteur : Mariline LAMOLIATTE, Alexandre FORNARA

Date : 28/11/2014

Direction /Service : DT/DRD

Réf. DRD.14-084

Date de la réunion : 06/11/2014

Participants : Yvon LE COLLEN, Laurent CLUZEL, Christian DUMONT, Alexandre FORNARA, Eric GEORGES, Philippe JACQUET, Jean-Baptiste MAILLET

Lieu : Les Ancizes

Destinataire(s) : Participants

Copie(s) : Benoit DELVIN COURT, Patrick DELABORDE

Objet : Point sur les actions R&D/UKAD

Les différentes actions R&D/ UKAD permettent d'améliorer notre compréhension des différentes opérations de la gamme de forgeage afin de les optimiser.

Comme les compte-rendu précédents (CR mail du 30 juillet et 4 septembre 2014 en annexe 1a et b), les points abordés lors de la réunion suivent la gamme type comme schématisées ci-contre et sont détaillés par la suite.

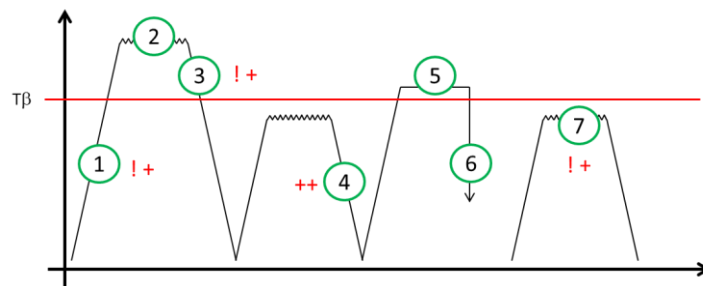


Figure 1 : Schéma d'une gamme de forgeage type du TA6V
! : Action prioritaire
+ : gain industriel

Afin d'être plus efficace, des pilotes vont être nommés pour chaque points afin de s'assurer de l'avancement de chacun d'entre eux.

1 Chauffage lingot à 1150°C (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)

Pilote : Yvon LE COLLEN

1.1 Enfournement four chaud

Des modélisations ont été réalisées afin de déterminer le temps de chauffage à 1150°C de 2 lingots dans un four « chaud » afin de comparer avec la pratique standard (enfournement de 2 lingots à T<800°C puis montée à 1150°C en 6h (+2/-0) maintien 10h (+6/-0)).

La modélisation montre que le gain de temps de montée en température n'est pas significatif lors de l'enfournement four « chaud » : 17h contre 18h avec la pratique standard (voir présentation du 1^{er} octobre en annexe 2, slide 2 et 3).

Néanmoins, le fait de ne pas abaisser la température du four à 800°C entre deux fournées apporte un gain sur le temps de cycle global.

Afin de valider la solution de l'enfournement four « chaud », il faut vérifier les résultats de la modélisation et également l'absence de tapure par des essais industriels. Ceux-ci vont être réalisés dans les conditions suivantes :

- en condition standard de chauffage (enfournement de 2 lingots à $T < 800^{\circ}\text{C}$ puis montée à 1150°C en 6h (+2/-0) maintien 10h (+6/-0))
- enfournement direct four chaud avec 2 lingots
- enfournement direct four chaud avec 4 lingots

Les fours utilisés pour l'essai seront le 102, 103 ou 104. Ces essais correspondent aux n°1, 2 et 3 décrits dans la note d'Yvon LE COLLEN du 20/10/2014 (voir en annexe 3).

2 Problème de retassure en bout de barre

Sur 90% des barres tête $\varnothing 240\text{mm}$ est observé un défaut mis sur le compte d'une retassure qui se serait bouché : une « tâche blanche » (voir photo en figure 2). Depuis la réunion, une étude a été menée par le LESM et elle montre qu'il s'agit en vérité d'une ségrégation enrichie en aluminium et appauvrie en fer (voir rapport LESM ET14_544).

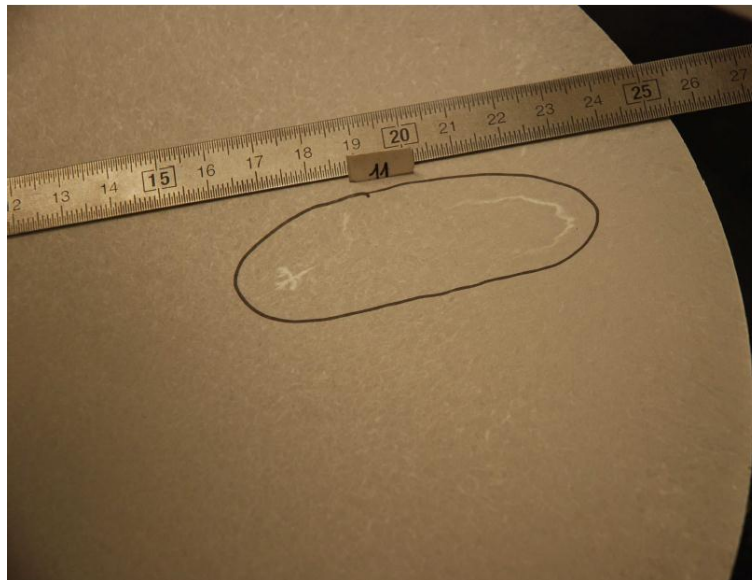


Figure 2 : Défaut analysé pour l'étude ET14_544, se relève être une ségrégation

Ce point n'est plus un point de R&D.

3 Passage de 1150°C à 940°C avec ou sans mise à terre (*action prioritaire et gain industriel potentiel*), (essai n°4 sur note en annexe 3)

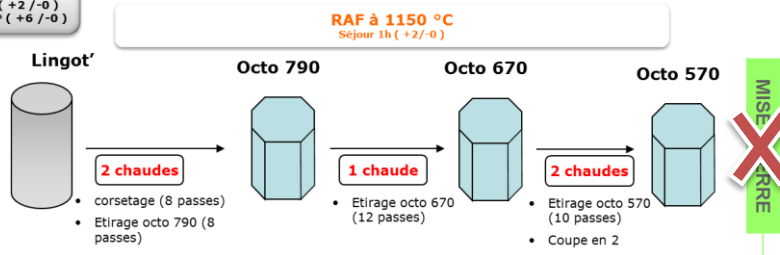
Pilote : Yvon LE COLLEN

Un essai a été réalisé à UKAD en S45 (ref : AAWV et AAWW). La gamme utilisée est la gamme Dynamet jusqu'au CAA400mm (voir rappel de la gamme figure 3). Au stade octo 570mm, le métal n'a pas été mis à terre mais mis directement dans un four à 1150°C qui a été baissé en température jusqu'à 940°C .



FORGEAGE β

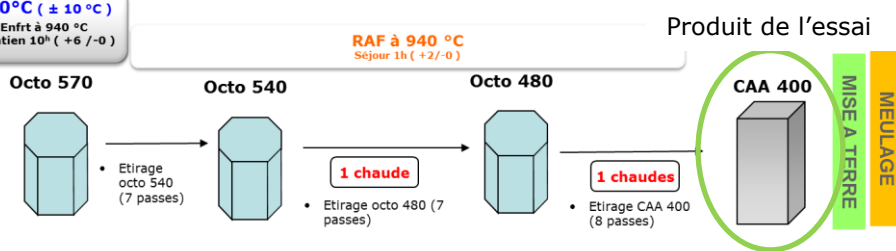
1150°C (± 20°C)
Enfrit à 800 °C
Montée 6h (+2/-0)
Maintien 10h (+6/-0)



Suppression de la mise à terre

FORGEAGE α-β

940°C (± 10°C)
Enfrit à 940 °C
Montée 4h
Maintien 10h (+6/-0)



1050°C (± 14°C)
Enfrit à 800 °C
Montée 4h
Maintien 4h (+2/-0)

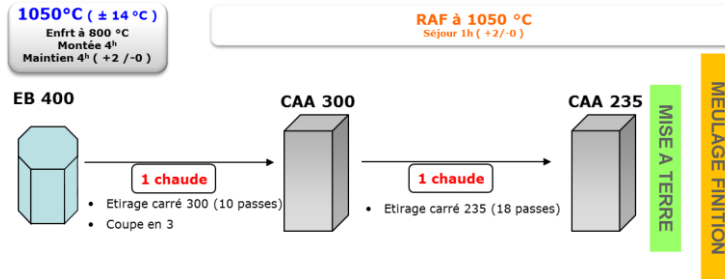


Figure 3 : Gamme Dynamet et indication des modifications réalisées pour l'essai

Les modélisations n'ayant pas été réalisées dans ces conditions et n'ayant pas pu instrumenter l'essai, nous ne savons pas du tout si le cœur du produit a eu le temps de passer en dessous du transus au moment de la 1^{ère} chaude. Une plaquette va être prélevée sur le CAA400mm pour s'en assurer.

L'essai instrumenté se révèle impossible à réaliser car il ne semble pas réaliste industriellement d'avoir 2 fours à disposition (un à 1150°C et 1 à 940°C). De plus, les relevés de température du mannequin en dehors des fours ne seront pas représentatifs du fait de sa massivité.

Avec la contrainte de ne disposer que d'un seul four à faire chuter de 1150°C à 940°C, il a été décidé :

- de récupérer au moins un enregistrement de TC four pour un four électrique vide diminuant de 1150°C à 940°C (pratique actuelle pour les carrés DYNAMET durant la mise à terre 1h30 des produits)
- de mettre à jour les calculs (mise à terre + RAF 940°C) en conditionnant les temps de séjour hors four des T570 d'une même fabrication au temps réel nécessaire au four pour chuter de 1150°C à 940°C.

5 Recristallisation

5.1 Intérêt du corroyage pendant la recristallisation

Pilote : Philippe JACQUET

Le corroyage pendant la recristallisation a déjà été supprimé pour un certain nombre de client : Auto Fucks, Forge de Bologne etc... Nous sommes plutôt confiant des résultats de la qualification de la suppression du forgeage pendant la recristallisation pour les produits Pamiers. [Plus d'action R&D sur le sujet pour le moment.](#)

5.2 Effet d'une double recristallisation (panne chargeuse)

Pilote : Laurent CLUZEL

Lors de la recristallisation, il arrive que la chargeuse tombe en panne. Le produit est alors mis à terre après une recristallisation incomplète et remis au feu plus tard. Il subit une « double recristallisation ». Nous avons voulu nous assurer que ce double traitement n'avait pas d'impact sur la croissance de taille de grain après un TTH β final. Une analyse réalisée au LMET nous montre qu'un produit ayant subi une « double recristallisation » (AANQ), sur lequel un TTH $T\beta+25^{\circ}\text{C}$ est appliqué, le grain β est plus gros qu'à l'ordinaire (3/4mm au lieu de 2mm).

5.3 Thermique des fours (four chaud, nombre de demi-produit, dimension, emplacement)

Pilote : Yvon LE COLLEN

UKAD a demandé une modélisation des aspects thermiques pendant la recristallisation dans le cas où l'on souhaiterait traiter différents diamètres à la fois dans un four chaud. Peut-on choisir un temps unique ?

Les différentes dimensions atteintes à ce stade de la gamme sont :

- CAA 550mm
- CAA 620mm
- CAA 750mm

Une note de synthèse de cette modélisation sortira sous peu.

UKAD a d'ores et déjà décidé d'enfourner dans un four chaud et d'appliquer les temps donnés par la modélisation pour des fournées de carrés d'une seule dimension. Un essai industriel doit être mis en place pour vérifier les résultats de la modélisation.

6 Intérêt d'une trempe eau après recristallisation

Pilote : Laurent CLUZEL

De nouvelles fabrications pour stubs vont devoir être réalisées prochainement. Nous avons défini que cela sera l'occasion de réaliser un essai de recristallisation sans trempe à l'eau ultérieur.

Le métal ayant subi un aléa de production (« à moitié trempé » suite à une panne) ne sera pas étudié plus en détail.

7 Forgeage final alpha/béta (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)

7.1 Forgeage à l'angle

Pilote : Aurélien PETITJEAN

Essai AAFV : Les résultats du contrôle US sur ce métal ont montré que la suppression du forgeage à l'angle n'a pas dégradé la détectabilité US des pièces de structures actuellement produites.

7.2 Perspectives : les pièces moteur

Pilote : Patrick Delaborde

Le forgeage à l'angle n'est pas nécessaire pour application structure. UKAD envisage de se tourner à plus long terme vers les pièces moteur, donc les exigences en termes de structure et de contrôlabilité US sont bien plus sévères.

Si cette stratégie se maintient, il faut envisager un essai de capabilité de contrôlabilité US selon la norme pour ce type de produit.

8 Autres points abordés:

8.1 Problèmes bruits de fond US à Pamiers sur Ø430mm

Pilote : Philippe JACQUET

La billette de Ø430mm forgée à UKAD (AAJA) présentait un bruit de fond important aux US qui rendait le contrôle non conforme. Un TTH (palier à T°transus – 20°C pdt 2h-2h30 puis refroidissement lent (Même TTH réalisé par Pamiers sur ses plats)), a permis de diminuer le bruit de fond, mais le contrôle était tout juste conforme.

D'anciennes fabrications, de ce même diamètre, ont été réalisées aux Ancizes en 2011 et contrôlées à Imphy. Les contrôles étaient conformes. En comparant les gammes, la gamme UKAD est bien plus favorable en terme de bruit de fond que celle qui était réalisée aux Ancizes à l'époque : plus de corroyage β et α/β (voir annexe 4).

Afin de comparer les contrôles, la billette de fabrication UKAD traitée a été contrôlée à Imphy dans les mêmes conditions que les fabrications de 2011. Le contrôle se révèle conforme.

La billette non traitée doit être également contrôlée à Imphy.

Les installations US d'UKAD et d'Imphy n'ont pas la même technologie, ni les mêmes étalons. L'installation d'UKAD doit continuer à être investiguée afin d'améliorer les réglages et la contrôlabilité.

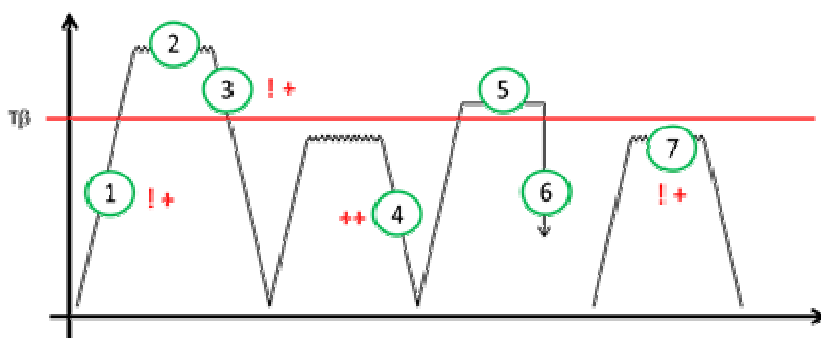
Mariline Lamoliatte

De: Mariline Lamoliatte
Envoyé: mercredi 30 juillet 2014 18:27
À: Christian Dumont Ancizes; Yvon Le Collen; Philippe Jacquet; Benoit Delvincourt
Cc: Aurelien Petitjean; Laurent Cluzel
Objet: Point Actions UKAD/R&D - 16 juillet

Bonjour,

Suite à notre point du 16 juillet, voici un petit compte rendu qui reprend la plupart des points évoqués le 2 juillet (voir CR du 2 juillet pour rappel en bas de mail).

Pour illustrer, voici une gamme type. Les différents points sont repris ci-dessous.





! : action prioritaire

+ : gain industriel

- 1) Chauffage lingot (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)
 - a. Faut-il enfourner dans four chaud ? risque de tapure. → Modélisation à faire pour déterminer temps de chauffage
 - b. Peut-on enfourner plus de lopins ? Essais sur lopin instrumenté : chauffage avec 2 ou 4 lingots
- 2) Problème de retassure en bout de barre
 - a. Base de données sur les retassures à analyser
 - b. Aujourd'hui, il y a moins de problèmes de retassure, moins de chutages. UKTMP n'a à priori pas modifié ces paramètres de masselotage.
- 3) Passage de 1150°C à 940°C avec ou sans mise à terre (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)
 - a. Sans la mise à terre, risque que le cœur n'ait pas le temps de refroidir et que la température soit supérieure à 940°C. → Point vérifiable par simulation
- 4) Passage de 940°C à 1050°C sans meulage (*action en cours et gain industriel potentiel important*)
 - a. Essai terminé (AAFV). Caractérisation au LESM en cours
 - b. A vérifier sur une autre production (de stub ?)
 - c. Se renseigner sur le temps qu'a pris le meulage après recristallisation sur l'essai AAFV1 après trempe (lopin n'ayant pas subi le premier meulage). Ce meulage a peut-être été aussi long que les 2 meulage habituels. Peu de gain de temps dans ce cas.
- 5) Suppression du corroyage pendant la recristallisation
 - a. Comparaison à effectuer entre les résultats sur produits BOMBARDIER (pas de déformation) et d'autres produits avec recristallisation dynamique.
 - b. A priori, il n'y a aucun risque à ne pas déformer pendant la recristallisation.

Annexe 1a - CR du 30 juillet 2014 (réunion R&D/UKAD du 16 juillet)

- c. Pourquoi cette recristallisation dynamique a été mise en place ?
 - i. Pour éviter d'avoir des liserés continus.
 - ii. Parce que TIMET le fait
 - d. Le forgeage non réalisé à 1050°C serait réalisé par la suite à 940°C, ce qui va dans le bon sens en terme de résultat (favoriser la déformation alpha/béta)
- 6) Intérêt d'une trempe eau après recristallisation
- a. Une hypothèse dit que plus les lattes sont fines, plus elles sont faciles à globulariser. Une trempe eau permettrait de réduire de 30% l'épaisseur des lattes (calcul R&D)
 - b. La trempe eau ne forme des aiguilles que sur 20mm de profondeur, mais elle a tout de même un impact sur les épaisseurs des lattes plus en profondeur.
- 7) Forgeage final alpha/béta (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)
- a. Passer d'un forgeage de 940°C à 950°C ? c'est ce qui est choisi pour tous les nouveaux clients
 - b. Influence du forgeage à l'angle
 - i. 1 essai terminé (AAFV), caractérisation en cours
 - ii. Essai en cours sur une autre production (AAOI : R220 qui n'a que 1 FA au lieu de 3 et AAOY : R200 pour lequel ni forgeage avant trempe et ni FA)
 - c. Balance « temps de forgeage/temps de chauffage ». Est-ce qu'il vaut mieux
 - i.  : Déformer beaucoup à chaque chauffe pour faire le moins de chauffe possible ? (risque de chaufes longues, le produit refroidit et a du mal à remonter à température dans le four)
 - ii.  : Remettre plus souvent au feu et déformer peu à chaque chauffe (« petits pas/petites passes »)
- 8) Aspects hydrogène : Se renseigner sur la précision de la mesure aux Ancizes. Etre vigilant quant à la zone de prélèvement. Est-ce toujours la même ?

N'hésitez pas à compléter s'il y a des oublis.

Si je ne vous revoie pas d'ici là, je vous souhaite de bonne vacances.



Mariline LAMOLIATTE
Département Recherche & Développement
Unité Transformation
BP1 63770 Les Ancizes
Tel. : +33 4 73 67 38 16

[e-mail : mariline.lamoliatte@eramet-aubertduval.com](mailto:mariline.lamoliatte@eramet-aubertduval.com)

Mariline Lamoliatte

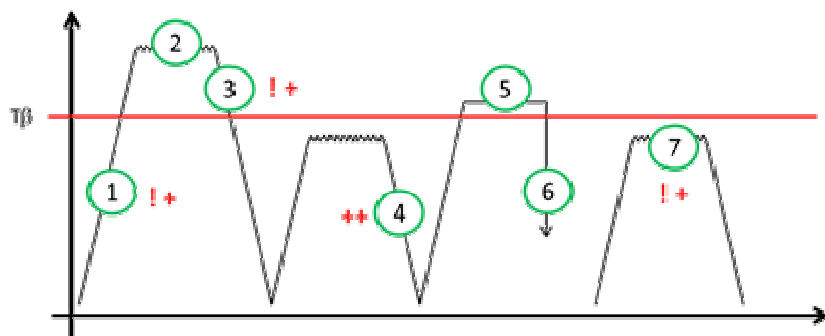
De: Mariline Lamoliatte
Envoyé: jeudi 4 septembre 2014 18:41
À: Christian Dumont Ancizes; Yvon Le Collen; Philippe Jacquet; Benoit Delvincourt; Aurelien Petitjean; Laurent Cluzel; Mohammed El Hardi
Cc: Jean-Baptiste Maillet; Alexandre Fornara
Objet: Point Actions UKAD/R&D - 4 septembre 2014

Bonjour,

Suite à notre point de ce matin, voici un CR rapide des actions à lancer. Je vous laisse compléter si besoin.

Pour Jean-Baptiste et Alexandre : il faudra que l'on fasse un point pour caller les paramètres des différentes simulations demandées (pas d'inquiétude sur le peu de détails donnés ici).

Le CR de la réunion de juillet sert de support :





! : action prioritaire
+ : gain industriel

- 1) Chauffage lingot (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)
 - a. Faut-il enfourner dans four chaud ? risque de tapure. → Modélisation à faire pour déterminer temps de chauffage
 - i. **Action Jean-Baptiste et Alexandre** : lancement d'un calcul
 - b. Peut-on enfourner plus de lopins ? Essais sur lopin instrumenté : chauffage avec 2 ou 4 lingots
 - i. 2 lingots non utilisables pour application aéro sont à disposition pour réaliser un essais avec lopin instrumenté (1 lingot \approx 7200kg)
 - ii. **Action Jean-Baptiste et Alexandre** : prendre date avec UKAD pour réaliser cet essai
- 2) Problème de retassure en bout de barre (point non prioritaire)
 - a. Base de données sur les retassures à analyser
 - b. Aujourd'hui, il y a moins de problèmes de retassure, moins de chutages. UKTMP n'a à priori pas modifié ces paramètres de masselotage.
- 3) Passage de 1150°C à 940°C avec ou sans mise à terre (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)(carrés DYNAMET)
 - a. Rappel pratique actuelle : Le produit est mis à terre 1h30 après forgeage à 1050°C pour le refroidir un peu avant de l'enfourner à 940°C. Il ne passe pas par l'ambiante.
 - b. Sans la mise à terre, risque que le cœur n'ait pas le temps de refroidir et que la température soit supérieure à 940°C. → Point vérifiable par simulation
 - i. **Action Jean-Baptiste et Alexandre** : lancement d'un calcul pour comparer les 2 cas suivants en terme de température produit (à cœur notamment), temps de chauffage nécessaire pour arriver à température (1ers éléments pour le 1^{er} octobre):

Annexe 1b - CR de la réunion R&D/UKAD du 4 septembre

1. Chauffage à 1150°C → forgeage → mise à terre 1h30 → enfournement à 940°C
 2. Chauffage à 1150°C → forgeage → enfournement direct à 940°C
 - c. Relevés de température en peau réalisés par Mohammed (stagiaire)
 - i. Données à disposition pour recalculer les simulations
 - ii. Des relevés de températures du produit pendant la mise à terre et juste avant enfournement seraient intéressants.
 - d. Essai grandeur nature à lancer pour vérification (après la simulation)
- 4) Passage de 940°C à 1050°C sans meulage (*action en cours et gain industriel potentiel important*)
- a. Essai terminé (AAFV).
 - i. AAFV1 a été meulé avant recristallisation et après.
 - ii. AAFV2 n'a été meulé qu'après recristallisation
→ gamme des 2 demi-produits à écrire dans le détail pour le 1^{er} octobre et rapport complet à écrire (*Action Mariline et Aurélien*)
 - iii. Les 2 demi-produit n'ont pas subi de forgeage à l'angle
 - iv. Aléas technique : Une panne four a obligé à réaliser 2 recristallisation sur le AAFV2 *
 - v. Résultats US : Pas de différences entre les 2 demi-produits ni avec fabrication habituelle
 - vi. Résultats micros : biaisés par le fait que les produit n'est pas été éboutés. L'étude LESM montre que AAFV1 paraît moins bon qu'AAFV2 mais ce résultat n'est pas à prendre en compte. Il n'y a pas de raison pour que les 2 produits donnent des micrographies différentes. Laurent Cluzel fait prélever d'autres plaquettes pour refaire des micros sur AAFV1 (11 et 11X).**
 - b. ~~A vérifier sur une autre production (de stub ?)~~
 - c. Autre piste au niveau du meulage : Supprimer le 2^{ème} meulage au lieu du 1^{er} (présence d'un 3^{ème} meulage après finition α/β) → Essai à réaliser sur 3 lingot pour résultats significatifs
 - d. Se renseigner sur le temps qu'a pris le meulage après recristallisation sur l'essai AAFV1 après trempe (lopin n'ayant pas subi le premier meulage).
 - i. Pas de gain de temps entre 1 seul meulage après recristallisation et 1 meulage avant et après
 - ii. Leger gain matière de 40kg
 - iii. Gain en temps de manutention et temps de cycle (disponibilité machine)
 - e. * du fait que AAFV2 est subit 2 recristallisations, vérifier que le grain β n'a pas tendance à croître s'il avait été transformé par la suite à Pamiers (information intéressante pour d'autre fabrication qui ont eu le même aléas, notamment un autre essai AAOY, évoqué au point 7). Pour ce faire : traiter des micros en β et observer la croissance du grain β (*Action Mariline*)
 - f. ** Y-a-t-il une différence au niveau micro entre les zones correspondantes aux anciens angles du carré et le reste ? (*Action Mariline*)
- 5) Suppression du corroyage pendant la recristallisation
- a. Comparaison à effectuer entre les résultats sur produits BOMBARDIER (pas de déformation) et d'autres produits avec recristallisation dynamique.
 - b. A priori, il n'y a aucun risque à ne pas déformer pendant la recristallisation.
 - c. Pourquoi cette recristallisation dynamique a été mise en place ?
 - i. Pour éviter d'avoir des liserés continus.
 - ii. Parce que TIMET le fait
 - d. Le forgeage non réalisé à 1050°C serait réalisé par la suite à 940°C, ce qui va dans le bon sens en terme de résultat (favoriser la déformation alpha/béta)
- 6) Intérêt d'une trempe eau après recristallisation
- a. Une hypothèse dit que plus les lattes sont fines, plus elles sont faciles à globulariser. Une trempe eau permettrait de réduire de 30% l'épaisseur des lattes (calcul R&D)
 - b. La trempe eau ne forme des aiguilles que sur 20mm de profondeur, mais elle a tout de même un impact sur les épaisseurs des lattes plus en profondeur.
 - c. Une commande a subit un aléas de production : le métal a été « à moitié trempé » : effectuer une étude sur ce métal ?

Annexe 1b - CR de la réunion R&D/UKAD du 4 septembre

- 7) Forgeage final alpha/béta (*action prioritaire et gain industriel potentiel*)
- Passer d'un forgeage de 940°C à 950°C ? c'est ce qui est choisi pour tous les nouveaux clients
 - Influence du forgeage à l'angle
 - 1 essai terminé (AAFV), caractérisation en cours
 - Essai en cours sur une autre production (AAOI : R220 qui n'a que 1 FA au lieu de 3 et AAOY : R200 pour lequel ni forgeage avant trempe et ni FA)
 - Balance « temps de forgeage/temps de chauffage ». Est-ce qu'il vaut mieux
 -  : Déformer beaucoup à chaque chaude pour faire le moins de chaude possible ? (risque de chaudes longues, le produit refroidit et a du mal à remonter à température dans le four)
 -  : Remettre plus souvent au feu et déformer peu à chaque chaude (« petits pas/petites passes »)
- 8) Aspects hydrogène : Se renseigner sur la précision de la mesure aux Ancizes. Etre vigilant quant à la zone de prélèvement. Est-ce toujours la même ?
- 9) Problème des chaudes trop longues
- UKAD préfère travailler sur le nombre de passe que sur des remises au feu supplémentaires en réalisant des passes plus profondes lorsque celles-ci sont trop petites (« chasse au skinpass »)
 - Réduire le nombre de passes permettra de réduire le temps de la chaude
- 10) Problème bruit de fond US à Pamiers sur Ø430mm
- Le TTH appliqué à PAM a permis de réduire le bruit de fond, mais il est tout de même « limite »
 - Récupérer les plaquettes avant et après TTH et réaliser des micros.
 - Conduite de l'étude :
 - La R&D s'occupe des aspects métallurgique
 - UKAD s'occupe des aspects process
- 11) Thermique liée à la recristallisation. Dans un soucis d'améliorer la productivité, il est envisagé de traiter tous les diamètres en même temps. Entre les différents diamètres sur lesquels la recristallisation est appliquée :
- peut-on envisager d'appliquer un temps de traitement unique (en fonction du diamètre maxi ? cela éviterait d'ouvrir trop souvent la porte du four
 - Si ce n'est pas envisageable, quelle est l'incidence des ouvertures de porte ?
 - Rappel des diamètres impactés :
 - CAA550mm : aujourd'hui 6h montée, 8h(-0 ;+2) maintien
 - CAA620mm : aujourd'hui 6h montée, 8h(-0 ;+2) maintien
 - CAA750mm : aujourd'hui 6h montée, 6h(-0 ;+2) maintien
 - Action Jean-Baptiste et Alexandre** : Lancer un calcul sur ces aspects thermiques.

Cordialement.



Usine des Ancizes

Mariline LAMOLIATTE

Département Recherche & Développement
Unité Transformation

BP1 63770 Les Ancizes
Tel. : +33 4 73 67 38 16

[e-mail : mariline.lamoliatte@eramet-aubertduval.com](mailto:mariline.lamoliatte@eramet-aubertduval.com)

CONFIDENTIALITE

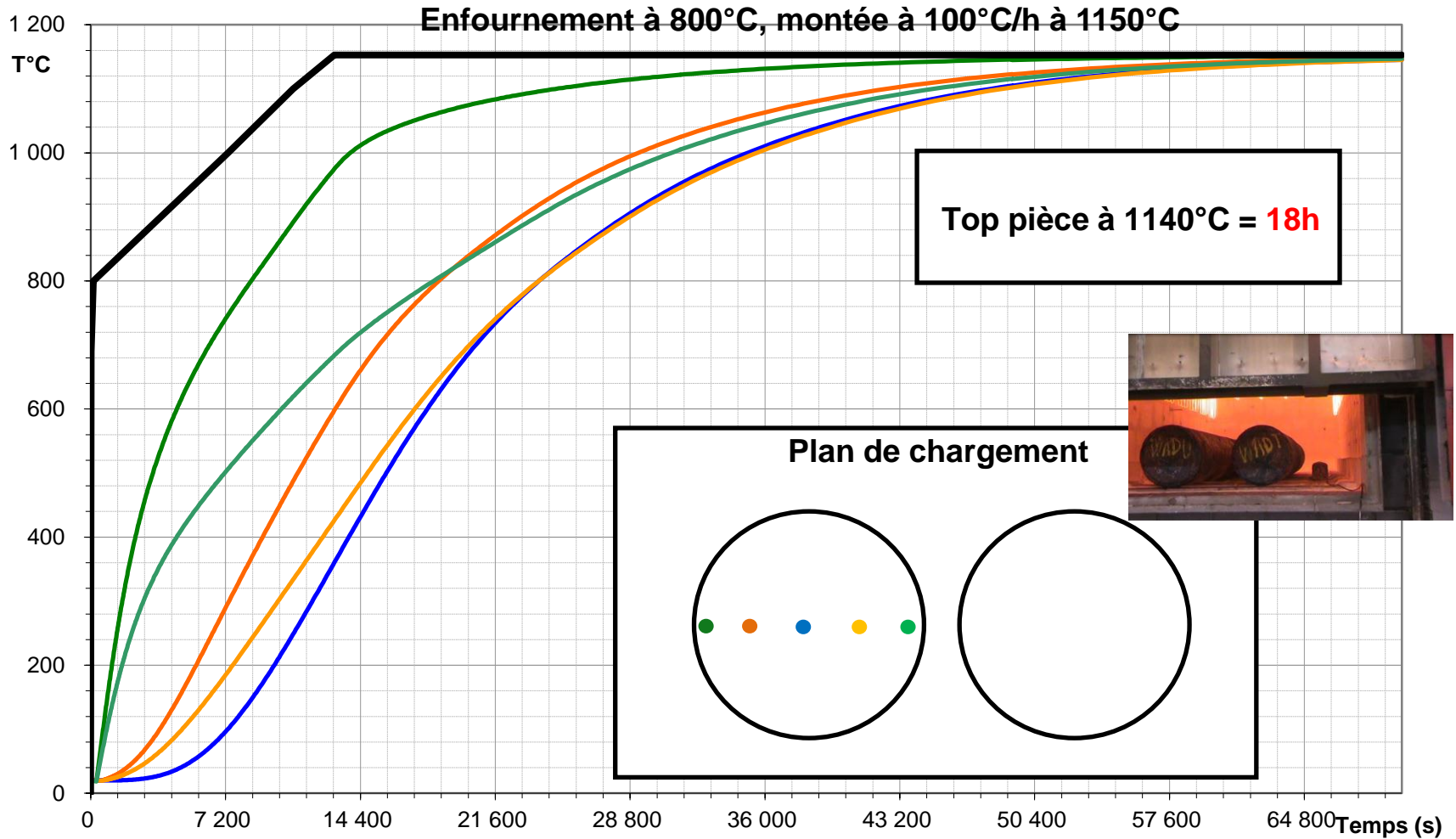
L'information contenue dans ce courrier électronique et ses pièces jointes est confidentielle, et est établie à l'intention exclusive de ses destinataires. Dans le cas où ce message ne vous serait pas destiné, nous vous remercions de bien vouloir en aviser immédiatement l'émetteur et de procéder à sa suppression. Toutes copies, diffusions ou accès non autorisés à ce message sont interdits à toutes personnes, autre que le(s) destinataire(s). Un courrier électronique est susceptible d'altération ou de falsification et peut entraîner des pertes et/ou la destruction de données. Le Groupe ERAMET et/ou ses filiales déclinent toute responsabilité en la matière. En conséquence ce courrier électronique ainsi que ses pièces jointes sont utilisés à votre propre risque.



COPIL R&D UKAD
Problématiques thermiques
Octobre 2014

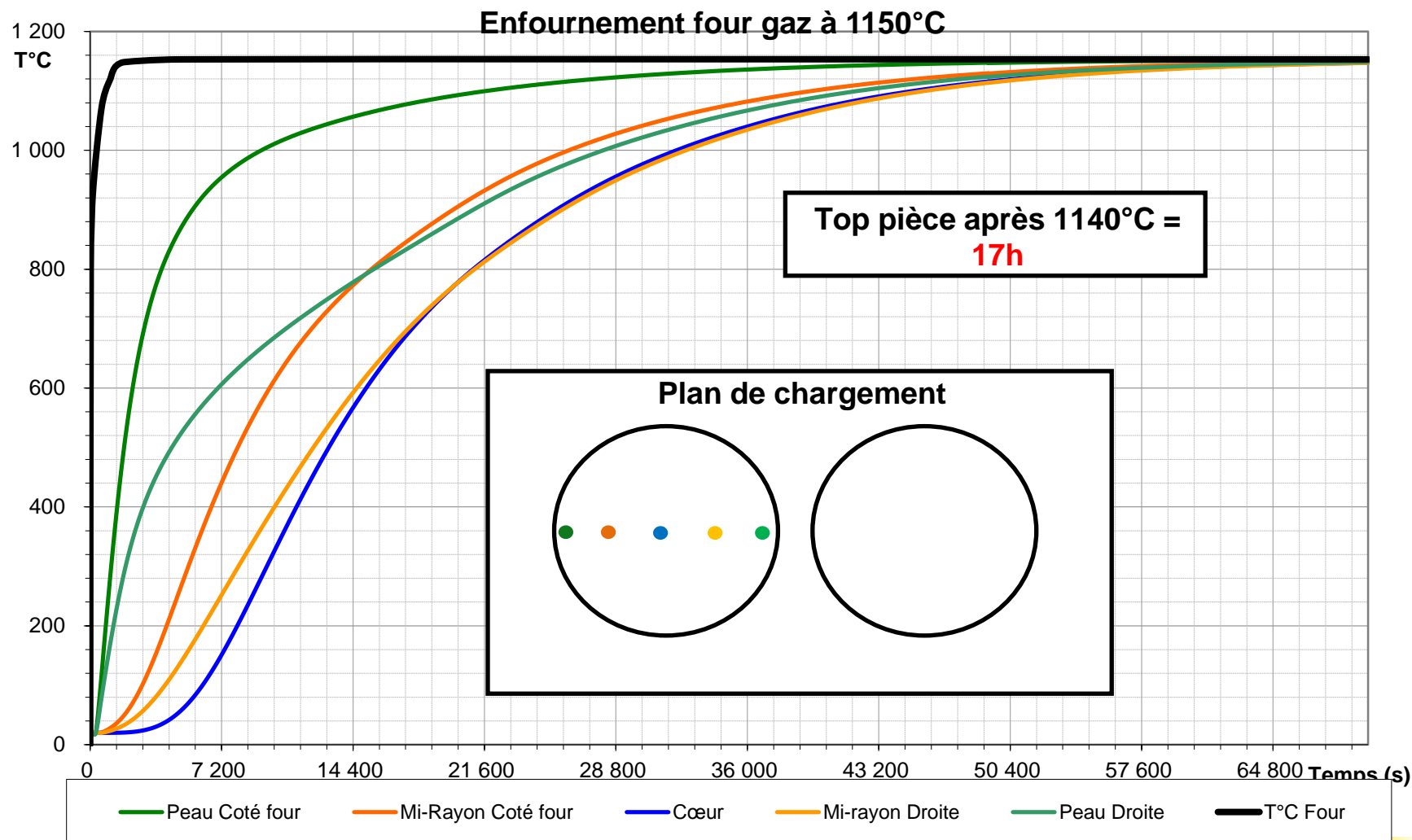
TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

1ers calculs – Chauffage initial des lingots



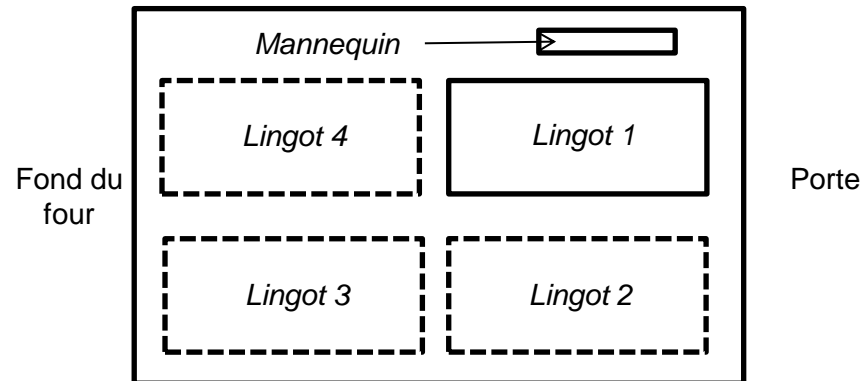
TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

1ers calculs – Chauffage initial des lingots



TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE**Essais à lancer – Chauffage initial des lingots**

- Mannequin RetD en TA6V (CAA270mm)
- Essai 1 : enfournement avec 2 lingots en conditions standard (*)
- Essai 2 : idem essai 1 avec 4 lingots
- Essai 3 : enfournement avec 1 lingot rebut four chaud 1150°C
- Four gaz à privilégier ?

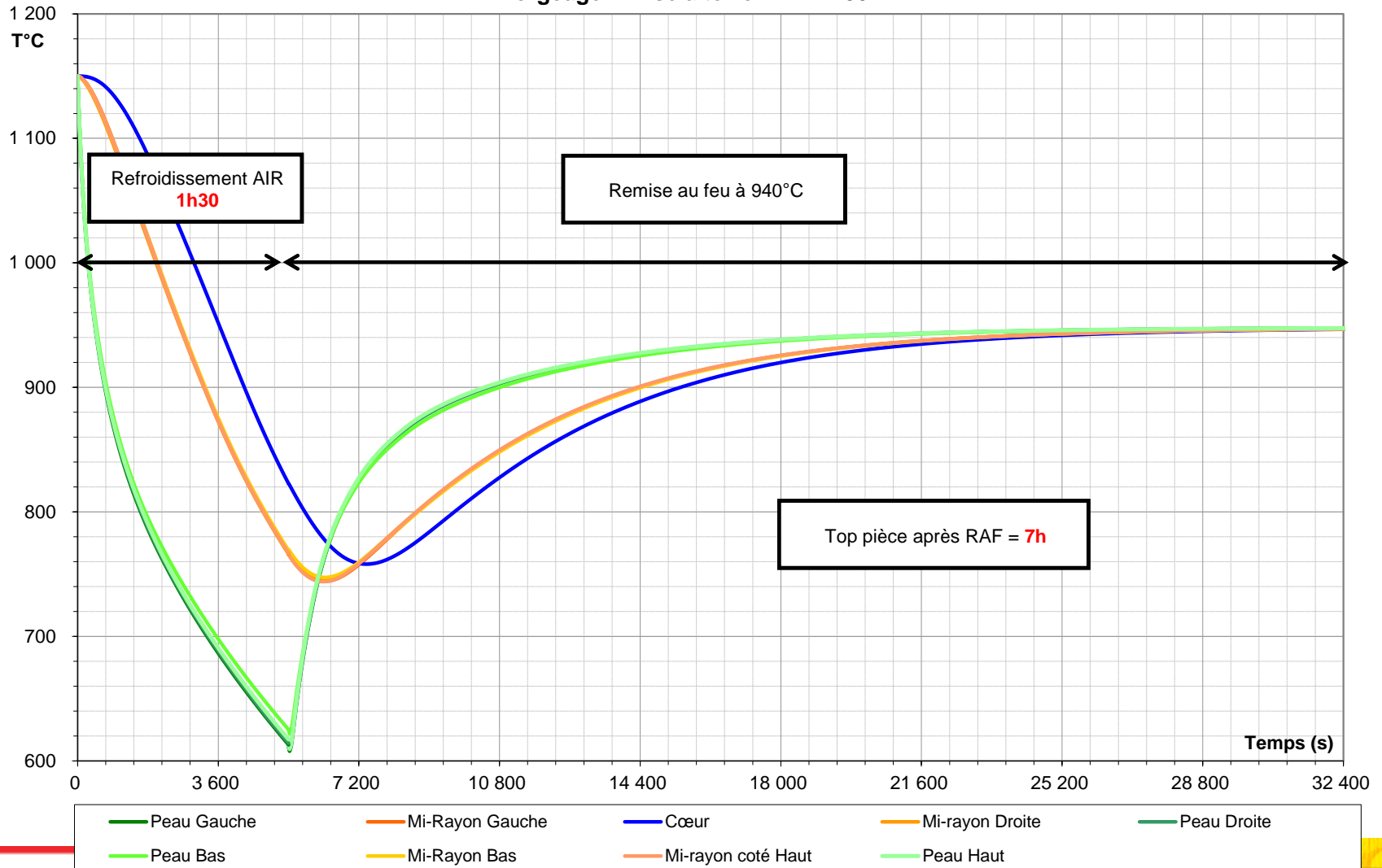


(*) : enfournement à $T < 800^{\circ}\text{C}$ puis montée à 1150°C en $6\text{h}(+2/-0)$ maintien 10h $(+6/-0)$

TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

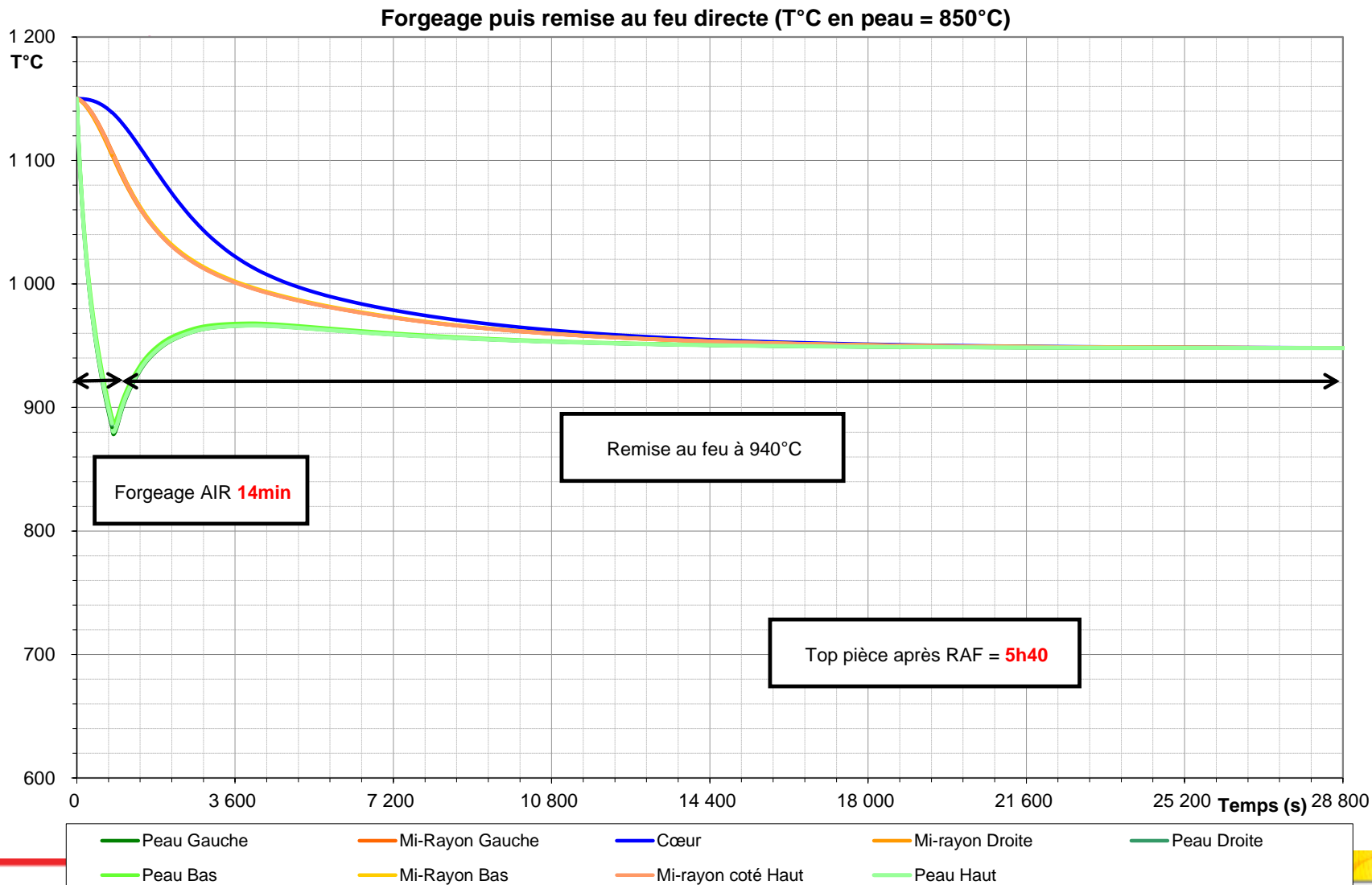
1ers calculs – Passage de 1150°C à 940°C pour carrés DYNAMET

Forgeage + Mise à terre Air : 1h30



TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

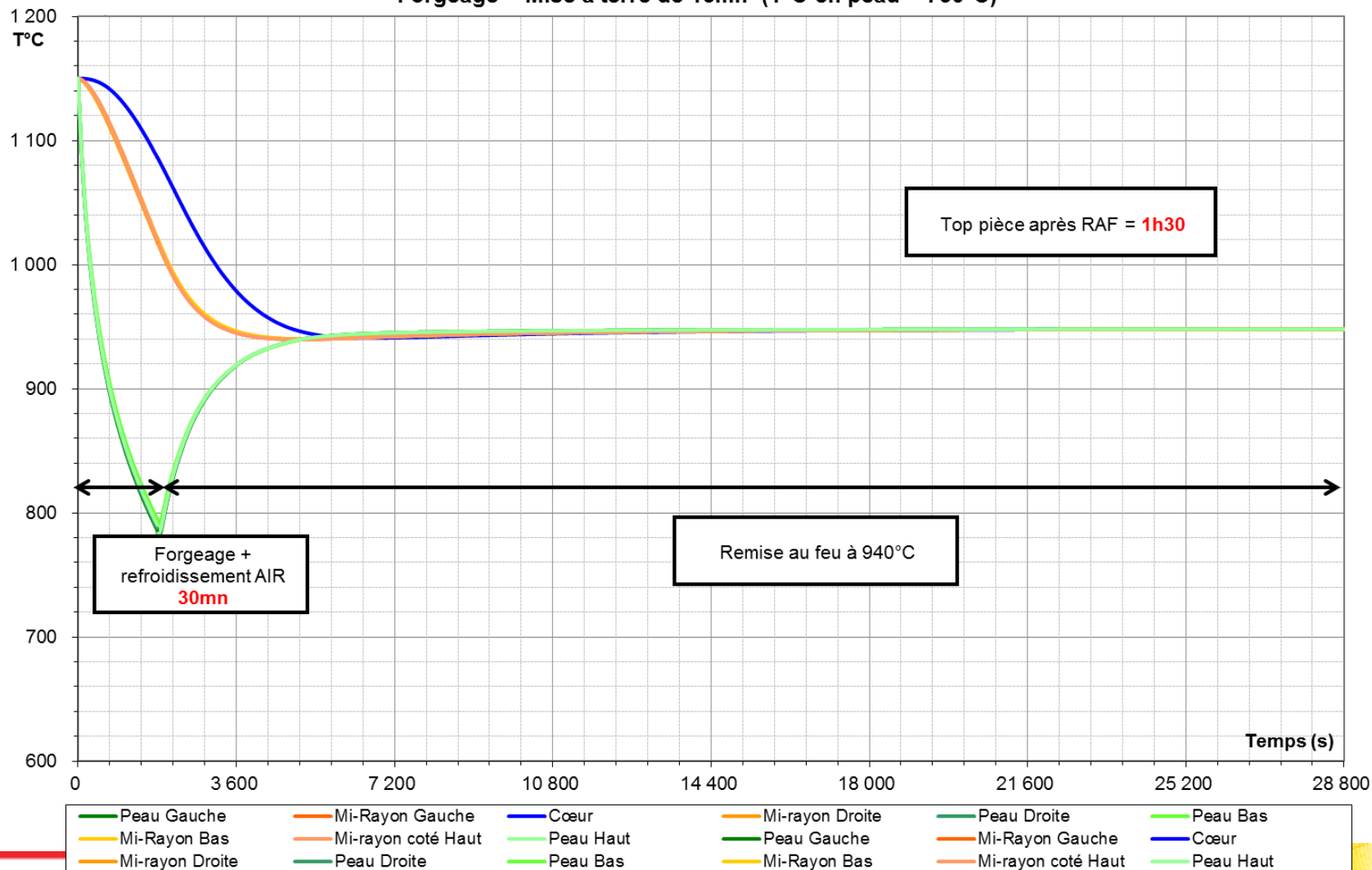
1ers calculs – Passage de 1150°C à 940°C pour carrés DYNAMET



TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

1ers calculs – Passage de 1150°C à 940°C pour carrés DYNAMET

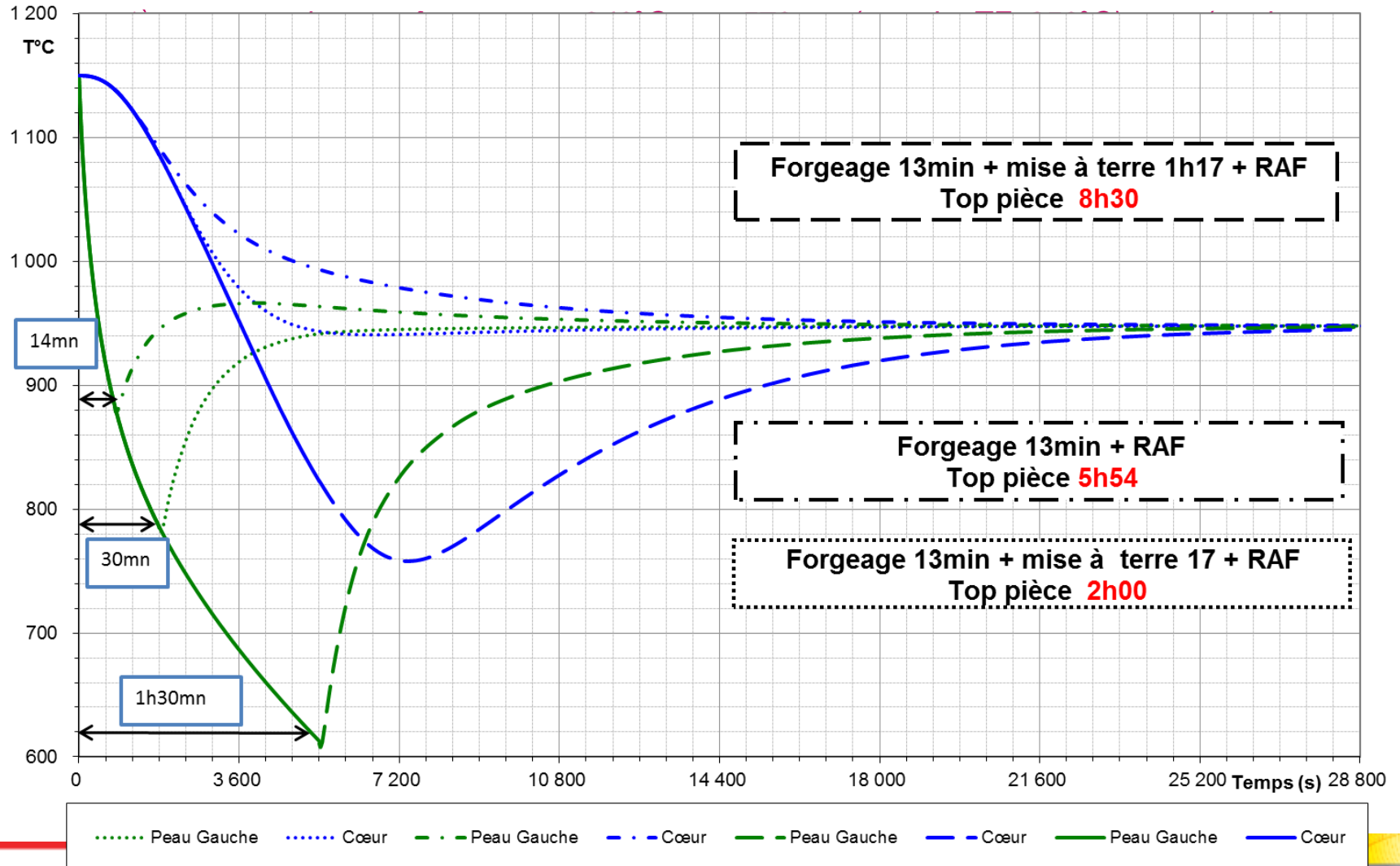
Forgeage + Mise à terre de 15mn (T°C en peau = 750°C)



TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

1ers calculs – Passage de 1150°C à 940°C pour carrés DYNAMET

Remise au feu en fonction de la durée de mise à terre



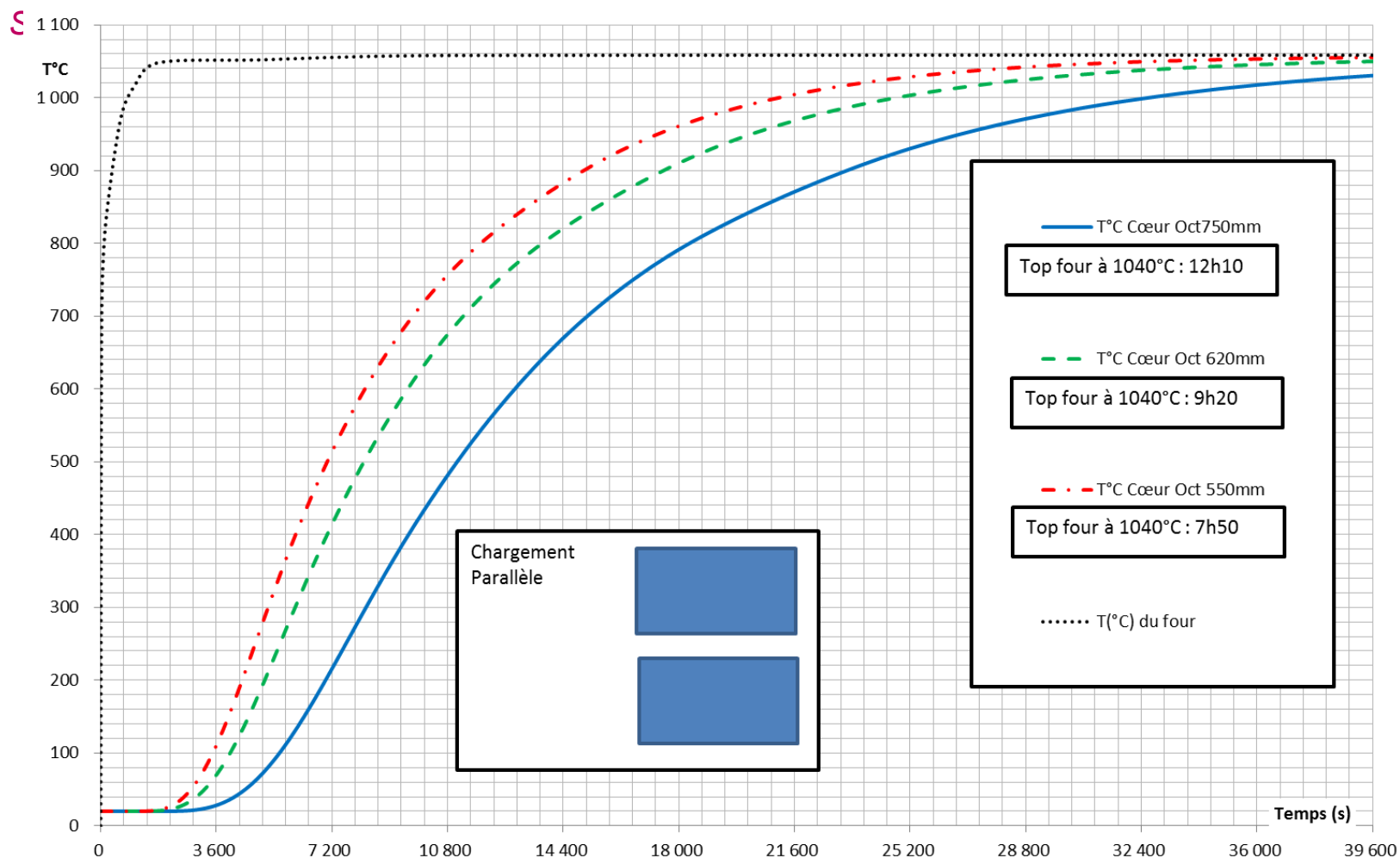
TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

Essais à lancer – Passage de 1150°C à 940°C pour carrés DYNAMET

- Mannequin RetD en TA6V (CAA270mm) ou étalon UKAD T370 (?)
- Essai 1 :
mannequin à T=1150°C homogène → défournement pour Tpeau représent. m. à t. 1h30 → RAF à 940°C 2nd four
- Essai 2 :
mannequin à T=1150°C homogène → défournement pour Tpeau =850°C → RAF à 940°C 2nd four

TA6V – TEMPS DE CHAUFFAGE

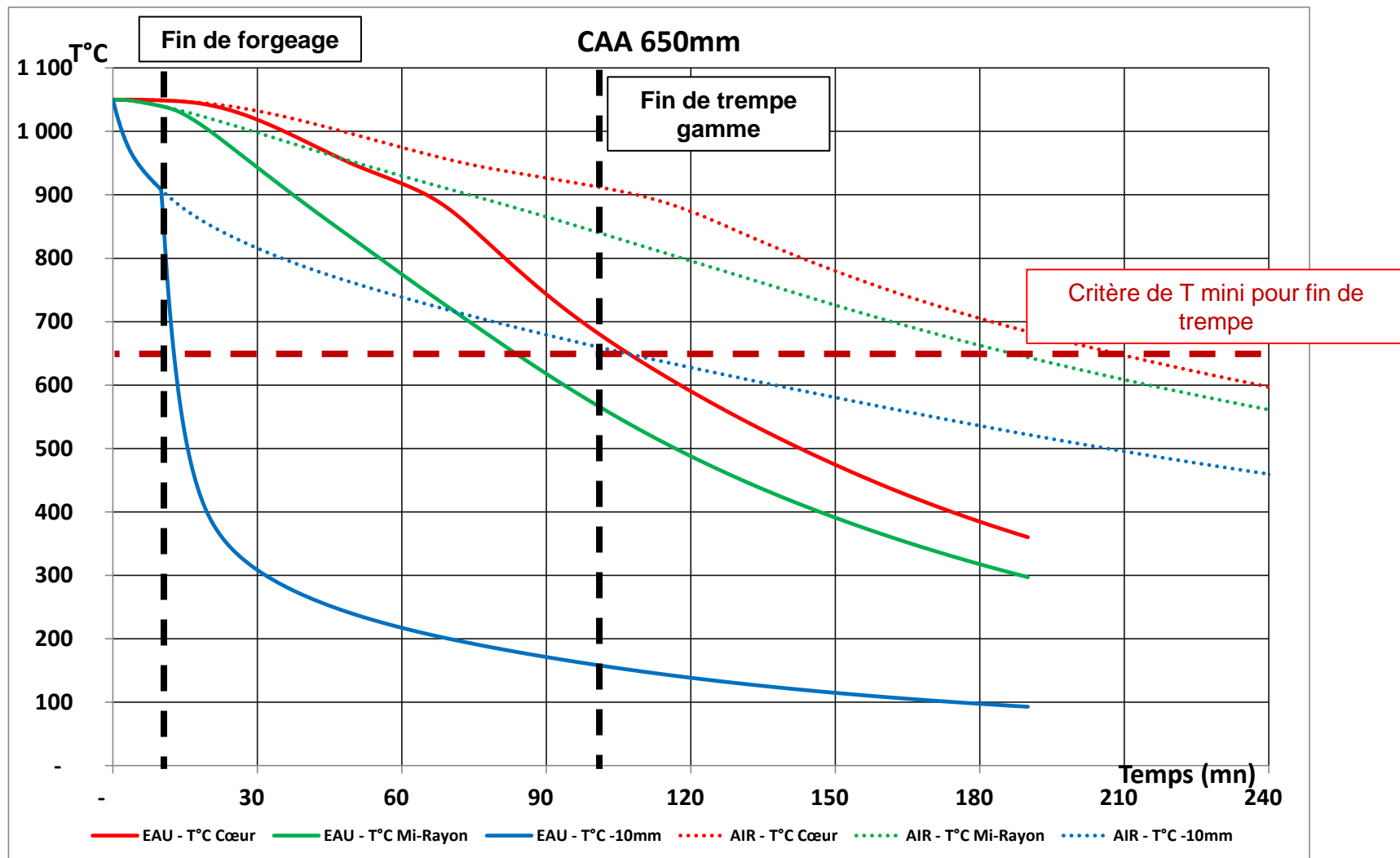
1ers calculs – Durées recristallisation pour différentes sections



ture

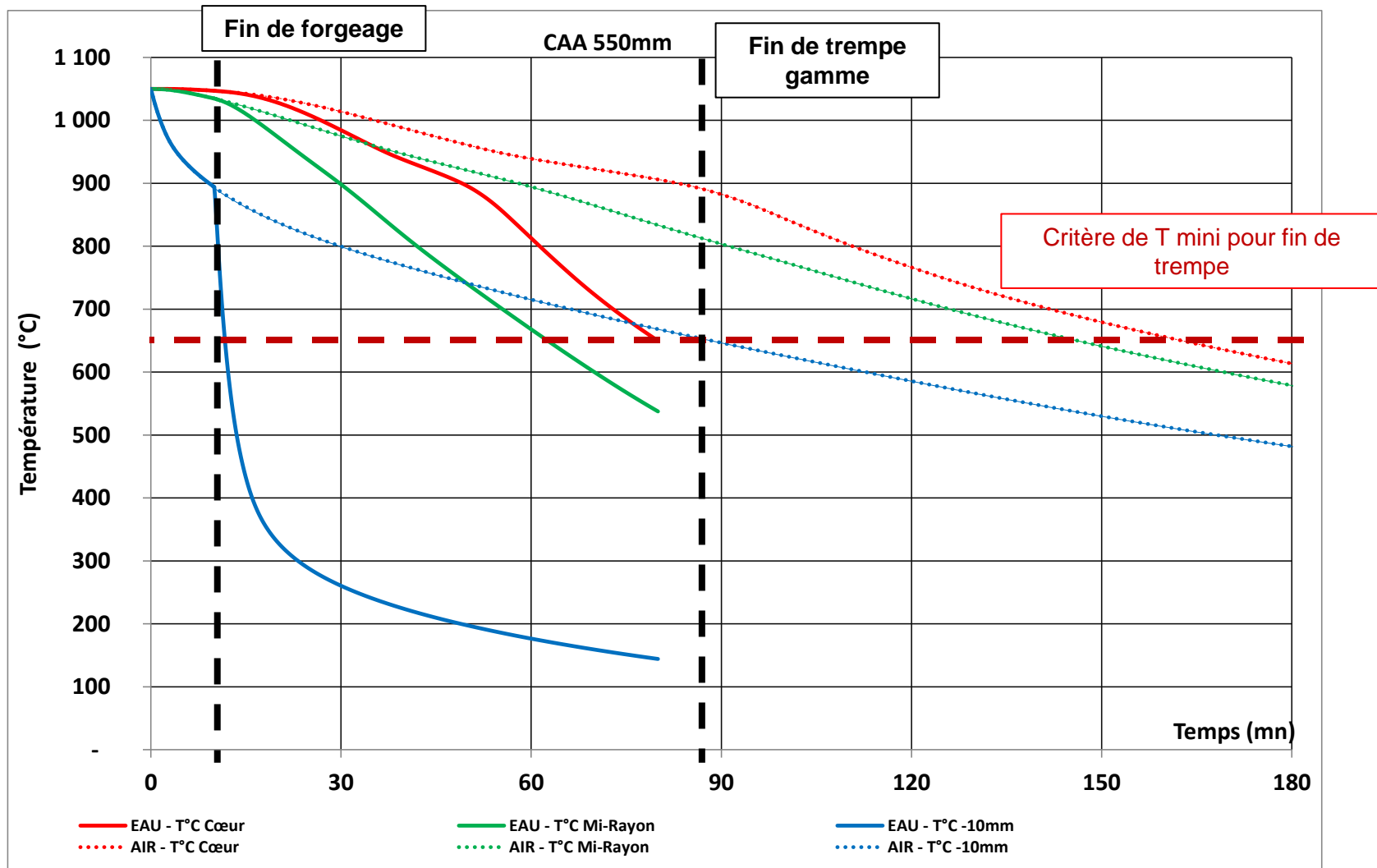
TA6V – REFROIDISSEMENT post-RECRISTALLISATION

Trempe eau VS air calme



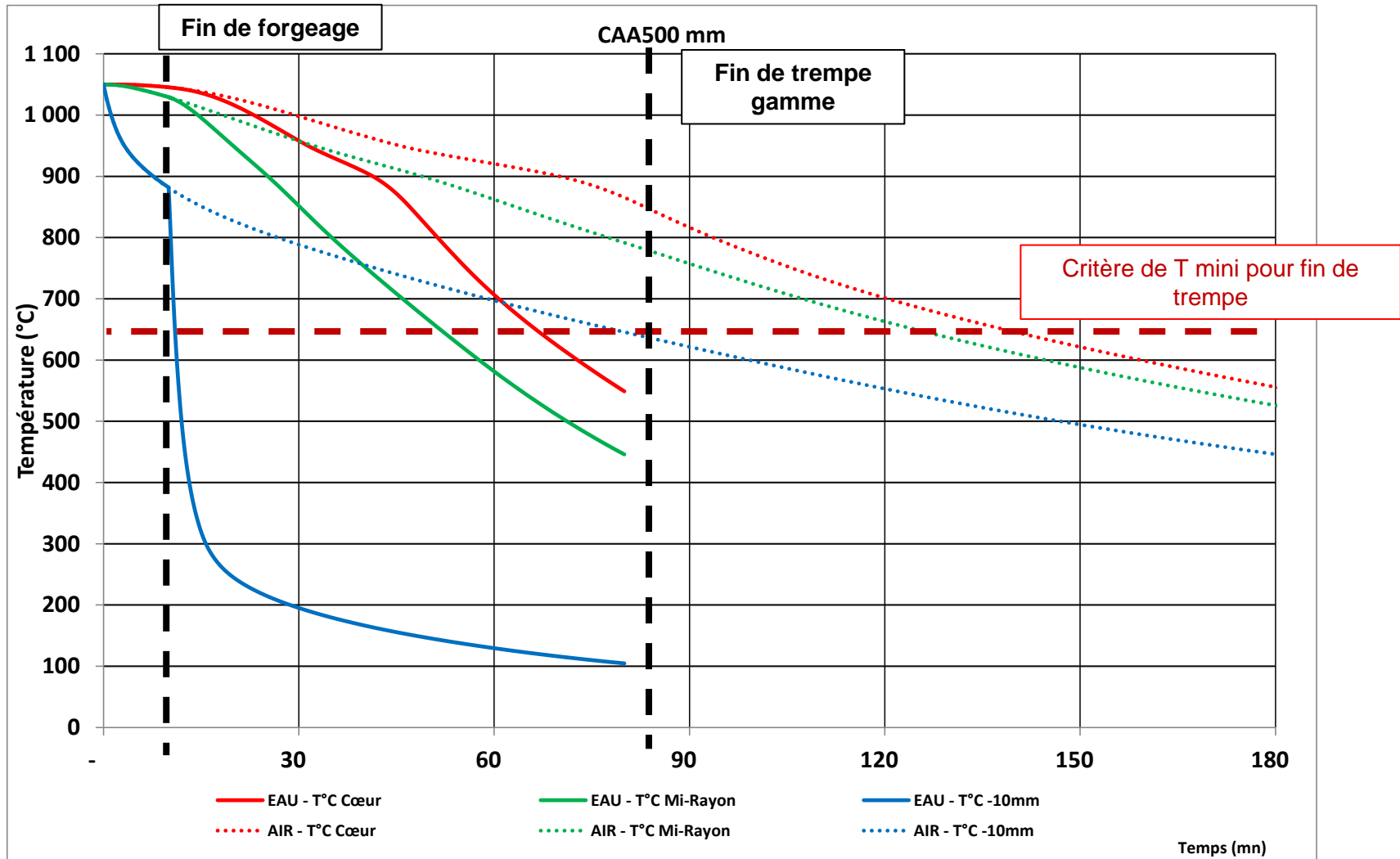
TA6V – REFROIDISSEMENT post-RECRISTALLISATION

Trempe eau VS air calme



TA6V – REFROIDISSEMENT post-RECRISTALLISATION

Trempe eau VS air calme

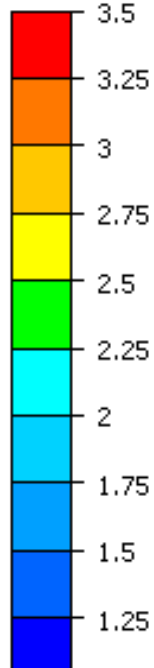


TA6V – REFROIDISSEMENT post-RECRISTALLISATION

Trempe eau VS air calme – épaisseur des lattes (coupes médianes long.)

(10-6m)

EPAISSEUR_LA
Frin, Cut



Formule :

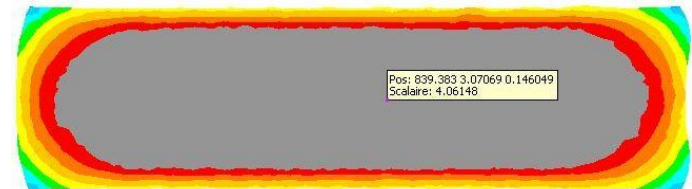
Epaisseur =

$$6,4x(V_{ref}^{1000^{\circ}C \rightarrow 800^{\circ}C})^{-0,4}$$

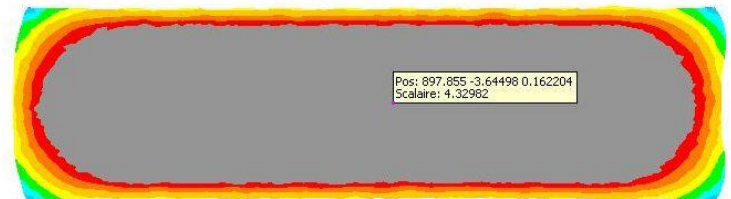
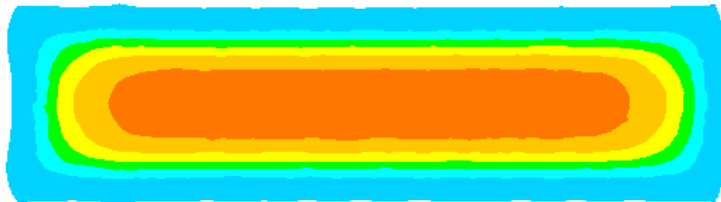
EAU

AIR CALME

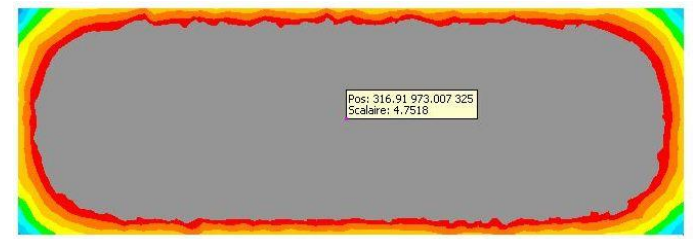
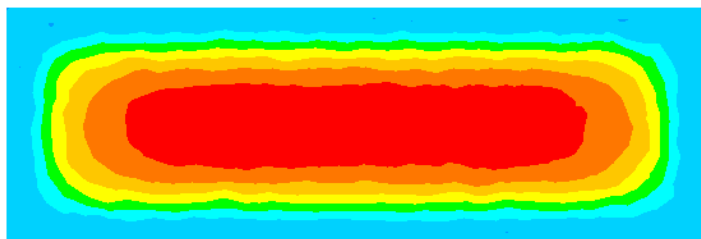
CAA 500mm



CAA 550mm



CAA 650mm



	<h1>NOTE INTERNE</h1>	De : Yvon Le COLLEN	page
		Date : 20 octobre 2014	1/2
		Réf :	

Destinataires : Christian DUMONT – Mariline LAMOLIATTE - Alexandre FORNARA – Jean-Baptiste MAILLET

Copie : Benoit DELVINCOURT-Philippe JACQUET -Laurent CLUZEL - Frédéric GRIMAL - Jean-Charles NIETO

Sujet : **ESSAIS DE CHAUFFAGE**

Suite au dernier COPIL R&D, voici les différents essais de chauffage à lancer chez UKAD :

ESSAI N°1 : TEMPS DE CHAUFFAGE A COEUR D'UNE FOURNEE DE 2 LINGOTS

1. Enfournement à 800°C + Montée à 1150°C
2. Produits : **2 lingots TAV6 Ø915 Poids 7250 Kg** (applications structure ou fasteners) + lopin instrumenté octogone 370 longueur 1500
3. Cycle : Montée 6H + Maintien 14H
4. But de l'essai :
 - S'assurer que le cycle actuel permet d'atteindre la température de 1150°C à cœur avant forgeage
 - Vérifier s'il est possible de réduire la durée du cycle de chauffage tout en garantissant sa qualité

Gain attendu : Augmentation de la capacité et réduction des coûts de chauffage

ESSAI N°2 : TEMPS DE CHAUFFAGE A COEUR D'UNE FOURNEE DE 4 LINGOTS

1. Enfournement à 800°C + Montée à 1150°C
2. Produits : **4 lingots TAV6 Ø915 Poids 7250 Kg** (applications structure ou fasteners) + lopin instrumenté octogone 370 longueur 1500
3. Cycle : Montée 6H + Maintien 14H
4. But de l'essai :
 - S'assurer que le cycle actuel permet d'atteindre la température de 1150°C à cœur avant forgeage
 - Vérifier s'il est possible de réduire la durée du cycle de chauffage tout en garantissant la qualité du chauffage
 - Réduire le temps de chauffage

Gain attendu : Augmentation de la capacité et réduction des coûts de chauffage

ESSAI N°3 : ENFOURNEMENT DIRECT DES LINGOTS DANS UN FOUR A 1150°C

1. Enfournement à 1150°C
2. Produits : **2 lingots TAV6 Ø915 Poids 7250 Kg** (chimie non conforme) + lopin instrumenté octogone 370 longueur 1500
3. Cycle : Montée libre + Maintien 14H
4. But de l'essai :
 - S'assurer que cette pratique n'engendre pas de défauts type tapures ou autres
 - Lever la contrainte de faire chuter le four à 800°C avant l'enfournement
 - Réduire le temps de chauffage

Gain attendu : Augmentation de la capacité et réduction des coûts de chauffage

	NOTE INTERNE	De : Yvon Le COLLEN	page
		Date : 20 octobre 2014	2/2
		Réf :	

ESSAI N°4 : SUPPRESSION DE LA MISE A TERRE METTALLURGIQUE DES CARRES DYNAMET

GAMME ACTUELLE :

1. Chauffage à 1150°C de l'octogone 670
2. Forgeage octogone 670 → octogone 570 + coupe en deux
3. Durée sous presse ≈ 20 min
4. Réglage du four à 940°C
5. Mise à terre métallurgique 1H30^(0,+30 min)
6. Enfournement dans le four à 940°C

GAMME PROPOSEE :

1. Chauffage à 1150°C de l'octogone 670
2. Forgeage octogone 670 → octogone 570 + coupe en deux
3. Durée sous presse ≈ 20 min
4. Réglage du four à 940°C
5. Enfournement dans le four à 940°C

But de l'essai :

- Tester incidence de la suppression de la mise à terre sur la structure obtenue en final
- Lever la contrainte de la baisse de température des produits avant d'enfourner
- Réduire le temps de chauffage

Gain attendu : Augmentation de la capacité et réduction des coûts de chauffage

Annexe 4 : Comparaison entre les gammes de forgeage Ø430mm (UKAD actuelle et Ancizes 2011)

Gamme UKAD prévue

Ø US 400 et 430

Lingot Ø 915 - 7.5t UKTMP (? ou 830 5.2 t VSMPO ?)

1150 °C C = 3,96 Corroyage MFP >3

Corsetage Ø890

Refoulement 1/3

Etirage Octo 930

Refoulement 1/3

Etirage Octo 930

Etirage Octo 800

950 °C C = 2,15 Corroyage MFP >1,5

Etirage Octo 730

Coupe en 2

Refoulement 1/3

Etirage CAA 680/850

1050 °C

Trempe

950 °C C = 2,7 ou 3,1 Corroyage MFP >2

Etirage Octo 680

Etirage Octo 600

Etirage Octo 500

Etirage Octo 450 ou Octo 430

Mise au rond

Gamme 4500 T Ancizes

Ø US 400

Lingot Ø 915 - 7.5t UKTMP

1120 °C

Refoulement 1/3 K = 1.23

octo 930 K = 1.38 3,13

Refoulement 1/3 K = 1.23

octo 930 K = 1.5

940 °C

CAA 750/950 K = 1.30 1,7

CAA 650/850 K = 1.30

coupe en 3 mx

1050 °C

Recristallisation

CAA 570/750 K = 1.30

Trempe

940 °C

CAA 500/640 K = 1.28

Octo 470 K = 1.33 2,12

Etampage R435 K = 1.25