



ETUDES METALLURGIQUES ET DE TRAITEMENT THERMIQUE



Qualifié OPQCM, domaine Technologie

PROJET RFT

1° - PRÉAMBULE

Aujourd'hui, deux grandes familles de matériaux métalliques se partagent le marché des alliages métalliques résistants mécaniquement à des températures d'emploi supérieures à 800°C :

- les superalliages base Nickel
- les superalliages base Cobalt

Ils présentent des difficultés de mise en forme à chaud.
L'Europe ne maîtrise pas ce marché.

On constate cependant que des alliages à base de Fer sont utilisés pour les résistances électriques. Ils ont un bon comportement en fluage, mais peu de résistance à chaud.

L'originalité du projet réside dans la conception d'une nouvelle famille de **superalliage**, base fer, à faible teneur en nickel, sans cobalt, mais avec ajout d'éléments d'addition choisis qui ne sont pas uniquement des terres rares.

Les performances en matière de résistance à la corrosion sont obtenues par la mise au point d'un traitement thermique d'emploi agissant sur la concentration de certains éléments d'alliages vers la surface, formant une couche passive en surface, agissant comme barrière aux agents corrosifs.

.../...

Le nouveau matériau RFT est prévu pour des emplois allant jusqu'à 1.200°C.
 Les limites élastiques **visées**, comparées avec quelques nuances typiques, sont données dans le tableau ci-dessous.

Famille	nuance	Rp0.2 (MPa)		
		800°C	1000°C	1100°C
Aciers réfractaires	X12CrCoNi 21-20	150	-	-
Super alliage base nickel	UDIMET R41	840	230	-
	NIMOMIC 115	720	200	-
	WASPALOY	640	140	-
	INCONEL MA 754	300	180	100
	INCONEL 617	250	80	40
	INCOLOY MA 956	120	80	70
	INCOLOY 800HT	120	50	20
Superalliage base fer	RFT	250	130	80

2° - ÉTAT D'AVANCEMENT DU PROJET

▪ Composition chimique :

- Des petits échantillons ont été élaborés à partir de mélanges de poudres fondues dans une enceinte « sous vide » utilisant un procédé type arc électrique
- Elle a fait l'objet d'un dépôt de brevet européen le 21/10/11, référence 11186244.7-2122.

▪ Traitement thermique d'emploi :

- Il a été mis au point par EMTT pour associer la régénération de la structure massive et la formation en surface d'un revêtement.
- A l'issue de ce traitement, il apparaît en surface une couche passive épaisseur = 4 µm, composition : très adhérente et compacte.

▪ Tenue en corrosion :

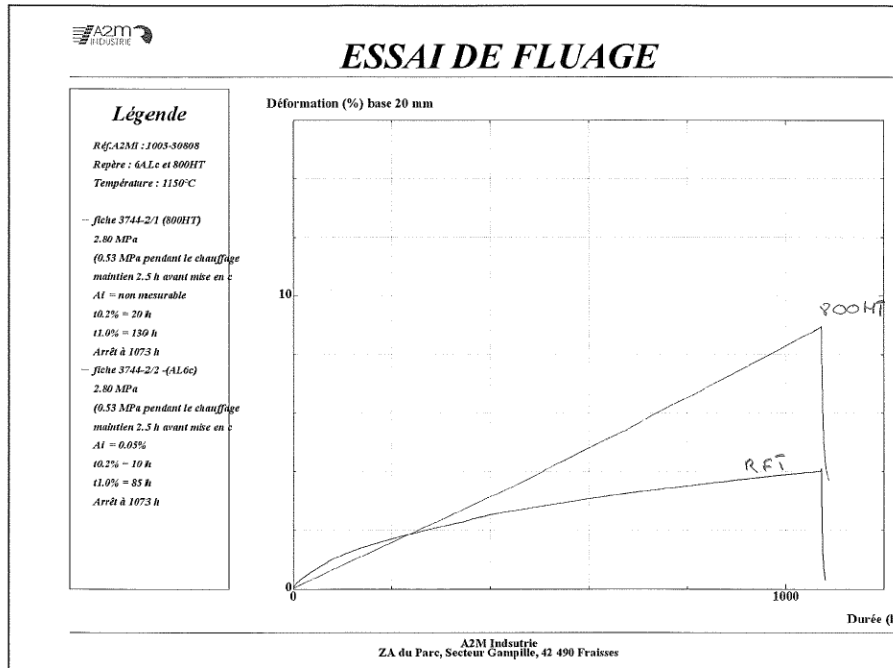
- Les essais de corrosion ont été réalisés sur des échantillons avec traitement thermique EMTT.

Résultats :

- . atmosphère oxydante de gaz brûlés : 100 h à 1050°C = satisfaisant
- . air 1150°C pendant 1000 h = satisfaisant
- . atmosphère carburante = satisfaisant
- . atmosphère nitrurante : quelques zones laissent passer l'ion N
- . atmosphère sulfurante = à tester

■ Caractérisation mécanique :

- Les essais de traction à chaud sont en cours.
- Essai de fluage : ont été comparées une éprouvette en alliage 800HT et une éprouvette RFT avec traitement thermique EMTT.



L'alliage 800 HT connaît une déformation un peu plus faible lors des 200 premières heures. L'évolution de la déformation est linéaire au cours du temps.

Par contre, pour l'alliage RFT, la déformation devient nettement moins importante au-delà de ces 200 heures. La courbe de déformation s'amortit pour tendre vers une valeur à 4% au-delà de 1000 heures d'essais.

Le niveau de déformation final est au moins 2 fois plus faible pour cet alliage RFT au bout de 1070 heures.

3° - LE PROJET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

- Elaboration de lingot de 1 à 10 kg. Cette élaboration se fera avec la technique de refusion avec chauffage par induction sous vide :
diamètre du lingot = 100 mm.
- Mise au point des paramètres de corroyage.
- Essais mécaniques de résistance à chaud et tests de fluage : de 800 à 1150°C.
- Etablissement du diagramme TTT pour connaître les différentes phases apparaissant en refroidissement isotherme. Recherche des phases fragiles si elles existent.
- Usinage de pièces prototypes dans le domaine de :
 - . énergie, électricité et pétrole : turbine à gaz
 - . industrie chimique : tubes vaporiseurs et tubes de craquage
 - . transport et industries mécaniques : moteurs d'avions, moteurs diesel, outils pour travail à chaud
 - . construction / bâtiment : cimenteries
 - . fibres céramiques
- Mise en exploitation réelle des pièces prototypes, avec dépouillement des résultats - comparaison de durée de vie avec les solutions actuelles

ASPECT COMMERCIAL

Le retour sur investissement se fera essentiellement par :

- la vente de licences d'exploitation du brevet
- les royalties perçus sur les produits vendus

Aujourd'hui, le marché est :

- superalliage base NI = 45.000 tonnes/an
- superalliage base Co = 20.000 tonnes/an
- aciers réfractaires = 25.000 tonnes/an

On peut s'attendre à un coût du nouvel alliage 40 % plus faible que celui d'un superalliage base Nickel.