

JOURNÉES TECHNOLOGIQUES TITANE 2023

ECONOMIE DU TITANE : UN ENJEU STRATÉGIQUE

Du 10 au 11 Octobre 2023

Hôtel de Région - Auvergne Rhône-Alpes | Lyon



PROGRAMME ET GUIDE DES CONFÉRENCES

Président : Yvon MILLET

Vice-Président : François ORY

www.francetitane.fr

Contact Journées Technologiques

Tugdual BASSI

t.bassi@francetitane.fr

Avec le soutien de :



La Région

Auvergne-Rhône-Alpes

Avec le sponsor de :



SAFRAN

MOT D'ACCUEIL

Chers participants,

Nous sommes ravis de vous accueillir à l'Hôtel de Région de Lyon pour cette **19^{ème} édition des Journées Technologiques Titane**. Ces deux jours, sous le thème "**Économie du Titane : Un enjeu Stratégique**", promettent d'être riches en découvertes, en échanges et en perspectives d'avenir.

Depuis sa première édition, cet événement est devenu un rendez-vous incontournable pour les professionnels et les passionnés du titane

Pour cette édition, nous avons sélectionné une **vingtaine de conférences**, animées par des spécialistes du domaine, qui partageront leurs insights, leurs expériences et leurs visions futures. Ces moments seront l'occasion idéale pour approfondir vos connaissances, échanger avec vos pairs et renforcer votre réseau professionnel.

Nous espérons que ces journées enrichiront votre compréhension de l'économie du titane et répondront à toutes vos attentes.

Bonne découverte et excellente participation à tous !

PARTENARIATS

Nous tenons à remercier la Région Auvergne Rhône Alpes pour son soutien à France Titane, précédemment connue sous le nom de l'Association Française du Titane. Fondée en 1994, notre association se consacre à la diffusion du savoir sur le titane et à la fédération du monde industriel et académique. Ce soutien permet de poursuivre les efforts pour promouvoir le titane, échanger et faire évoluer les connaissances sur cet alliage qui allie légèreté exceptionnelle et résistance à la corrosion. Le soutien de la Région Auvergne Rhône Alpes est essentiel à nos activités et nous sommes reconnaissants de leur engagement.



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

Un grand merci à nos sponsors pour leur soutien envers France Titane. Cet engagement illustre la vision commune partagée pour l'avenir du titane dans l'industrie. Grâce à leur expertise et leur engagement, nos sponsors apportent une valeur ajoutée à nos efforts. Avec leur aide, France Titane peut continuer sa mission de diffusion du savoir sur le titane et de renforcer les liens entre le monde industriel et académique.



PROGRAMME MARDI 10 OCTOBRE 2023

09h00 : Accueil – Enregistrement

09h30 : Introduction aux journées

09h40 : L'offre et la demande sur le marché mondial du titane

Raphaël DANINO-PERRAUD

10h25 : Circularité du titane en Europe : Statu quo et potentiel

Alejandro BUESA | EC EUROPA

10h55 : Impact des crises économiques sur la Supply Chain Titane

Patrick DELABORDE | FRANCE TITANE

11h25 : 🗣️ Table ronde sur la supply chain du titane en France

FRANCE TITANE

12h10 : Déjeuner

14h00 : 🏆 Remise du prix de thèse et présentation

« Etude multi-échelle des évolutions microstructurales dans les alliages de titane biphasés déformés à chaud »

Matheus BROZOVIC GARIGLIO | Lauréat du Prix de thèse 2023

14h30 : Evolution des normes titane pour permettre le recyclage de pièces d'avion

Yvon MILLET | FRANCE TITANE

15h00 : Maitrise et Souveraineté des Alliages de Titane

Anne BARUSSAUD | SAFRAN

15h30 : Réduction du poids de titane mis en œuvre à la fabrication de pièces de structure aéronautique par matriçage à haute température dans le domaine β

Arnaud HACQUIN | IRT ST EXUPERY

16h00 : Pause

16h40 : Wire DED métal, des technologies additives pour de la fabrication rapide de pièces simples

Arnaud GIRAUDET | MECACHROME

17h10 : Effet du traitement par plasma induit sur une poudre TA6V

Elodie CABROL | ENISE

17h40 : Keynote Ti2023 : Research, Development and Application of Titanium in France

Yvon MILLET & Benoit APPOLAIRE | FRANCE TITANE

18h10 : Projet Altitude - Conception d'alliages haute température

Edern MENUU | SAFRAN

18h40 : Apéritif

20h30 : Diner

PROGRAMME MERCREDI 11 OCTOBRE 2023

08h45 : Accueil

09h00 : Réunion des adhérents France Titane

10h00 : Pause

10h30 : L'évolution des travaux de recherche sur l'usinage des alliages de titane

Vincent WAGNER | ENI TARBES

11h00 : Ti-based intermetallics alloys for aeronautical applications: status, development opportunities and challenges

Pierre SALLOT | SAFRAN

11h30 : Nouveaux résultats sur le rôle de l'oxygène dans les alliages de titane alpha

Frédéric PRIMA | CHIMIE PARISTECH

12h00 : Déjeuner

13h30 : Développement de la maîtrise du procédé de fabrication additive LBM grâce au projet Aéroprint

Victor CHASTAND | DASSAULT AVIATION

14h00 : Mise en œuvre du Ti6Al4V par le procédé MELD

Arnold MAUDUIT | CETIM

14h30 : Le titane dans les applications navales et militaires

Jean-Loup HEUZE | DGA

15h00 : Historique du titane en France

Yvon MILLET | FRANCE TITANE

15h30 : Conclusion

15h45 : Fin des journées

LES STRUCTURES INTERVENANTES



FRANCE TITANE
The French Titanium Association



DGA



cetim



ParisTech



DASSAULT AVIATION



SAFRAN



European
Commission



CENTRALE LYON
ENISE



**SAINTE
EXUPÉRY**



MECACHROME



ÉCOLE
NATIONALE

D'INGÉNIEURS
DE TARBES

Projet Altitude - Conception d'alliages haute température

Ederne MENOU | SAFRAN

La réduction des émissions polluantes constitue un enjeu stratégique majeur pour l'industrie aéronautique. Les matériaux contribuent grandement au développement de solutions innovantes pour une aviation plus « verte ».



Les besoins actuels clairement identifiés sont l'augmentation des propriétés en température des matériaux et la réduction de la masse totale de l'aéronef. Dans le domaine des matériaux métalliques, les alliages de titane présentent une excellente résistance mécanique spécifique et une bonne résistance à la corrosion qui les rendent particulièrement compétitifs face aux aciers et aux superalliages base nickel jusqu'à des températures de l'ordre de 550 °C. Ils sont ainsi employés dans les turbines à gaz notamment pour la fabrication d'aubes et de disques de compresseurs. Les nouvelles architectures moteurs impliquent cependant une augmentation de leurs températures de fonctionnement. Un des axes de recherche actuels du groupe SAFRAN concerne donc l'amélioration de la tenue en température des alliages de titane.

Les alliages de titane traditionnellement utilisés à haute température sont des alliages de la catégorie « quasi- α » tels que l'alliage Ti-6242. Ceux-ci sont cependant sensibles à la fatigue dwell (fatigue-fluage), de sorte que le développement d'un nouvel alliage doit non seulement prendre en compte les impératifs de températures croissantes, mais également la réduction de la sensibilité à ce mode de ruine.

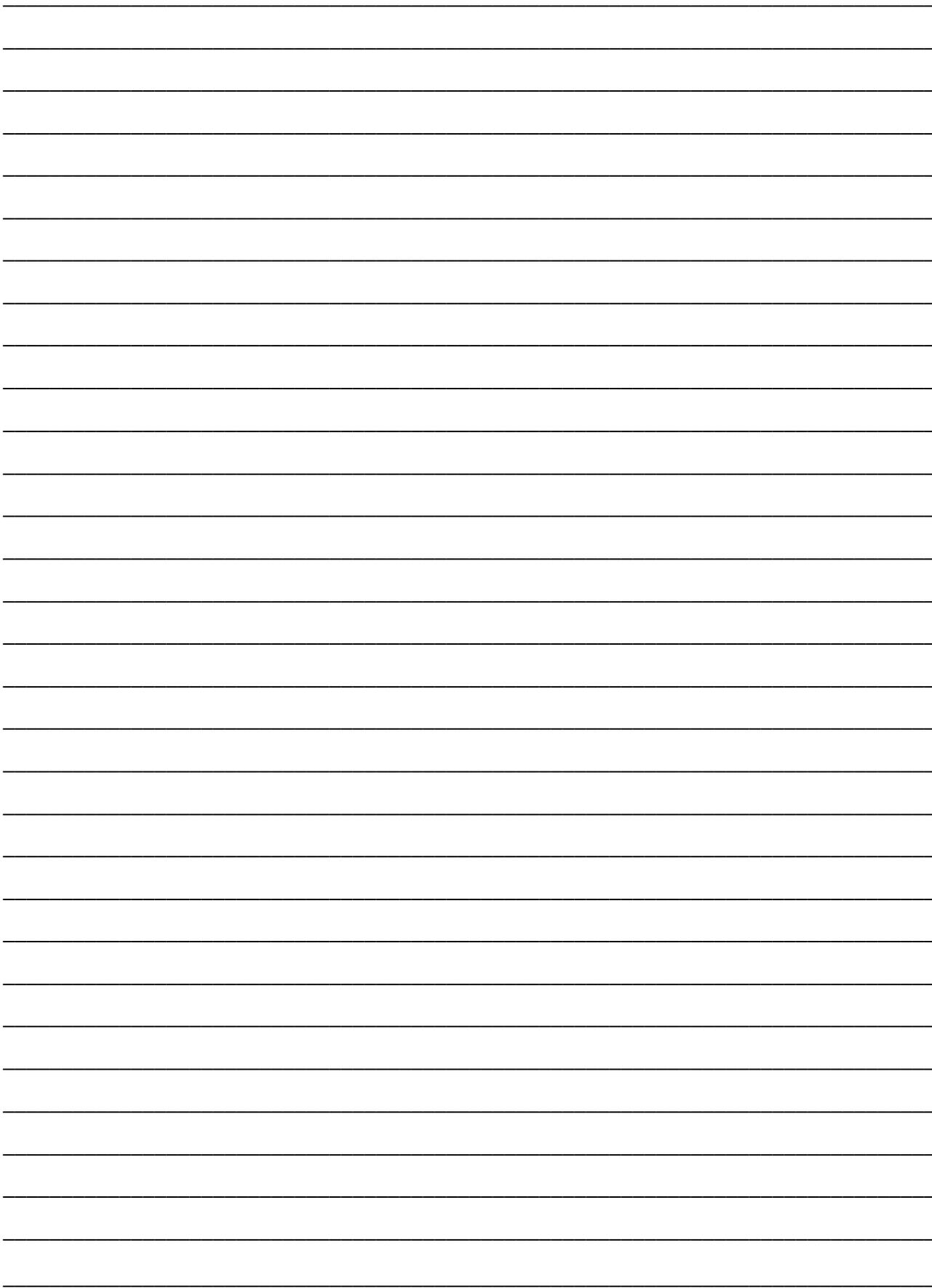
Le projet ANR ALTITUDE porte le développement d'un alliage sur la base de la composition du Ti-6242, présentant à la fois une bonne résistance face aux sollicitations de type fatigue-fluage, de bonnes propriétés mécaniques et une bonne résistance à l'oxydation à haute température, jusqu'au moins 650 °C. Le projet a vu deux phases successives.

La première a consisté à cribler un large espace de compositions candidates à l'aide (1) de modèles de croissance de la phase α approchant la sensibilité à l'effet dwell et (2) de la thermodynamique prédictive pour l'estimation des fractions de phase α et β en fonction de la composition nominale. Quatorze alliages ont été élaborés, transformés et leur microstructure, leur résistance mécanique et leur résistance environnementale caractérisées.

Les résultats de ces caractérisations ont été exploités dans la seconde phase. Des modèles d'apprentissage supervisé reliant compositions et propriétés en traction et en oxydation ont vu leurs réponses optimisées de manière à déterminer des compositions aux propriétés supérieures à celles des alliages de la première phase. Deux nouvelles compositions ont été conçues sur la base des prédictions, de nouveau vérifiées expérimentalement.

Cette présentation s'intéressera autant aux méthodes numériques ayant guidé le choix successif des compositions, qu'à la validation expérimentale des prédictions qui en sont issues.

Commentaires :



Le titane dans les applications navales et militaires

Jean-Loup HEUZE | DGA

De par son excellente tenue à toutes les formes de corrosion en milieu marin, et en particulier à la corrosion cavernueuse, le titane et ses alliages constituent le Matériau par excellence pour les systèmes véhiculant de l'eau de mer tels que les circuits, condenseurs, réfrigérants ainsi que les éléments sur parcours : pompes, sectionnements, clapets de non-retour,



Toutefois, à cause de ses coûts d'acquisition et de mise en œuvre, le titane reste, encore à l'heure actuelle pour le milieu naval, réservé à des matériels et des systèmes à haute valeur ajoutée. C'est pourquoi, il est essentiellement utilisé pour les navires à propulsion nucléaire, sous-marins et porte-avions, pour ce qui concerne les applications navales militaires Françaises.

Les applications navales du Titane ne se bornent pas uniquement aux circuits véhiculant de l'eau de mer puisque des marines étrangères, exploitant la résistance spécifique (R_m/d) élevée des alliages de titane, l'ont mis en œuvre pour la fabrication de coque de sous-marin permettant de plonger nettement plus profond qu'avec une coque de même taille en acier à haute résistance. Néanmoins, l'alliage de titane et les produits d'apport de soudage pour coque et structure de sous-marin nécessitent une ténacité élevée et une absence de sensibilité à la rupture différée. Au plan industriel, la maîtrise de la mise en forme et du soudage pour de telles épaisseurs, constituent des verrous technologiques majeurs à surmonter.

Le titane reste néanmoins la solution incontournable pour réaliser la sphère des bathyscaphes de grande profondeur, comme c'est le cas pour le Nautilus, bathyscaphe Français permettant de descendre à 6000 mètres, réalisé dans les années 80 sous la maîtrise d'ouvrage de la Direction des Constructions Navales (DCN), et actuellement exploité par IFREMER.

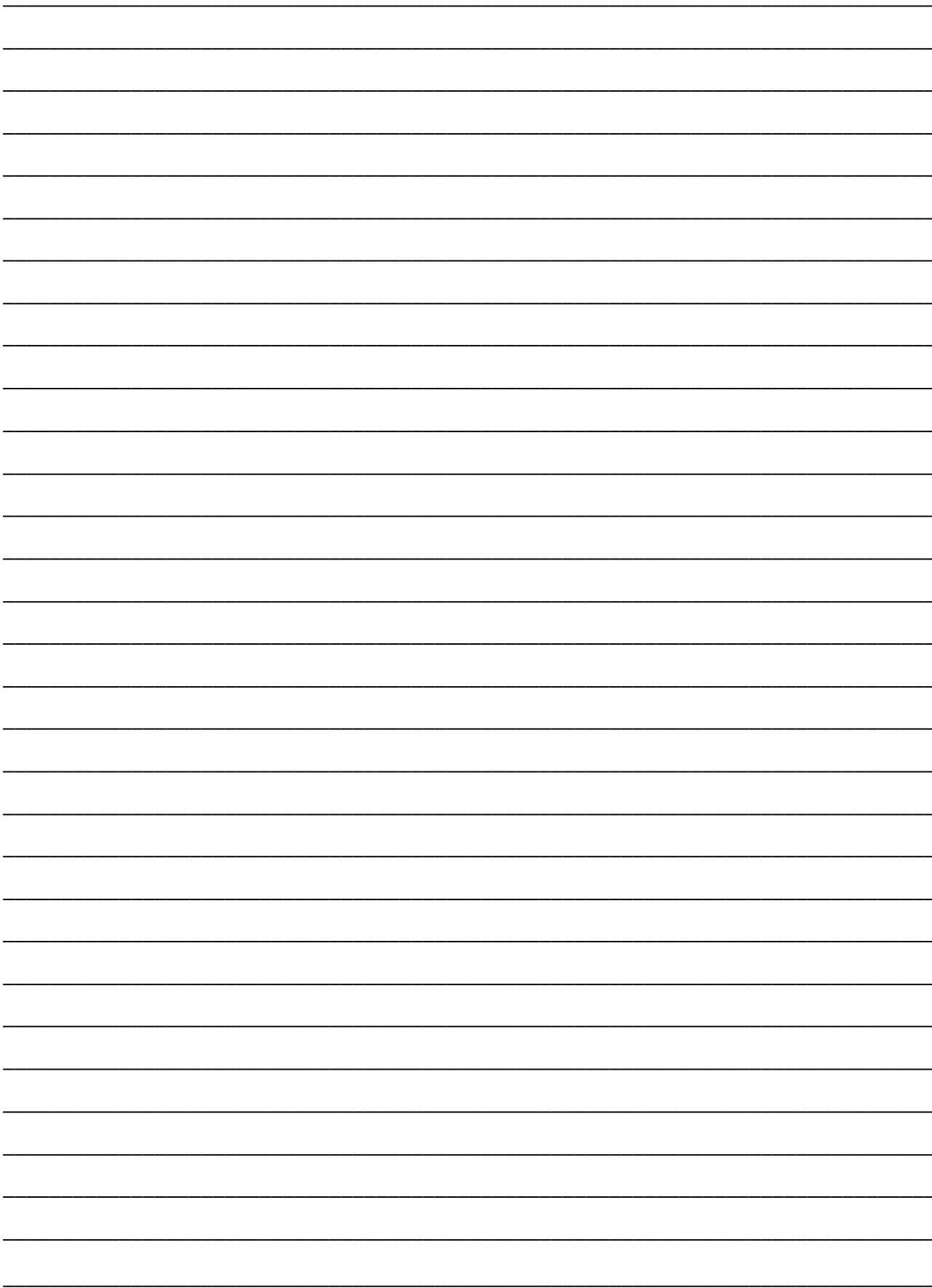
La faible densité des alliages de titane, comparée aux alliages cuivreux, couplée à leur bonne résistance à l'érosion de cavitation en font d'excellents candidats pour la fabrication d'éléments de propulseur, rotor et stator. En effet, les solutions techniques permettant d'alléger la masse du propulseur et diminuer les sollicitations mécaniques sur la ligne d'arbres sont les bienvenues.

Enfin, les évolutions technologiques de mise en œuvre avec le développement de la fabrication additive, que ce soit par technologie fil comme le procédé WAAM ou par technologie poudre avec le procédé SLM, permettent d'une part, d'optimiser la géométrie et la massivité des pièces, et d'autre part, d'envisager de nouvelles applications.

Un frein à l'emploi du titane, à ne pas négliger, est lié à l'une de ses qualités majeures, son potentiel cathodique très élevé en milieu eau de mer. Cela conduit à placer les autres alliages métalliques, en particulier les aciers mais aussi les alliages cuivreux, en position anodique lorsqu'ils sont en contact avec des éléments en titane et ainsi à se corroder si des précautions particulières de protection cathodique ou d'isolation électrique ne sont pas prises. L'emploi du titane nécessite donc des compétences particulières en ingénierie de conception, à moins de concevoir « tout titane ».

La baisse du coût de production reste un enjeu majeur pour augmenter la part du titane en milieu naval. La maîtrise des procédés de fonderie pour la réalisation de pièces massives moulées accompagnées ou non d'un traitement CIC pourrait constituer une bonne alternative aux coûteuses pièces forgées.

Commentaires :



LIENS DE TÉLÉCHARGEMENT

Les éléments ci-dessous peuvent être récupérés via le lien suivant :

- Livret d'accueil avec le programme
- Liste des participants
- Les présentations diffusables



Lien de téléchargement :

<https://www.francetitane.fr/journees-technologiques-titane-2023/>

