



# TITANE

L'association francophone du Titane

[www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)

## LETTRE D'INFORMATION TITANE

### SOMMAIRE

- Journées Technologiques 2007 p. 1
- AMSTRONG Process p. 2
- Activité des Comités Techniques p. 3
- Recyclage Titane - TIMET p. 4
- Recyclage Titane - AEROROM p. 5
- News Letters ITA et TIG p. 6
- L'Industrie Britannique du Titane p. 7
- Nouveau CODAP – Stages et Formations p. 8



Le CD des présentations des Journées Technologiques « Mettre en œuvre le Titane » des 16 et 17 Mai 2006 est disponible au prix de 50 €

Contact : M-C HUTEAU - ☎ 02.40.44.61.73  
e-mail : [mc.huteau@nantes.cci.fr](mailto:mc.huteau@nantes.cci.fr)  
ou via [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)

### JOURNÉES TECHNOLOGIQUES 2007

Elles auront lieu les 22 et 23 mai prochains, à la CCI de Nantes. Cette année, leur fil conducteur sera « Faire le choix raisonné du titane ». Leur programme est sur notre site.

Après une introduction par le Pr Y Brechet, de l'INP Grenoble, sur les méthodologies de choix des matériaux, des industriels témoigneront. Ils appartiennent aux secteurs de : l'Energie, l'Industrie Pétrolière, la Construction aéronautique, la Prothèse, le Luxe.

Mr PF Louvigné, (DGA), donnera un exposé actualisé sur l'équilibre du marché mondial du titane.

Sera présent, pour la première fois en Europe, Mr Taras Lyssenko, de **International Titanium Powder**, une PME technologique américaine qui proclame avoir industrialisé le procédé « Armstrong Process », de production de poudres de titane « low cost ». Son intervention justifie celles de plusieurs spécialistes de leur mise en forme.

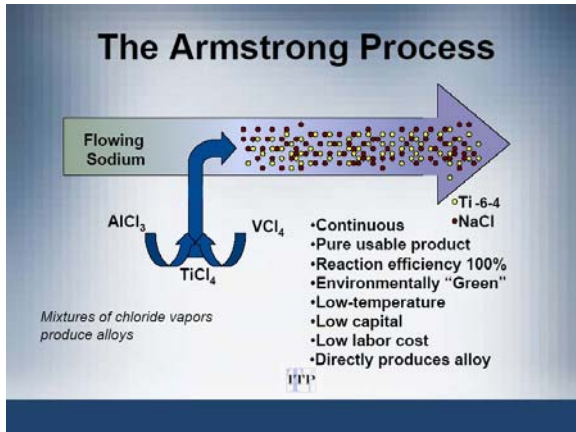
Pour tout renseignement, contactez Marie-Christine Huteau, [mc.huteau@nantes.cci.fr](mailto:mc.huteau@nantes.cci.fr).

☎ : 02 40 44 61 73 (Les frais d'inscription s'imputent sur le budget formation des entreprises)

Mai 2007

**QUELQUES ÉLÉMENTS DE PRÉSENTATION DU « ARMSTRONG PROCESS », TIRÉS DE LA BIBLIOGRAPHIE :**

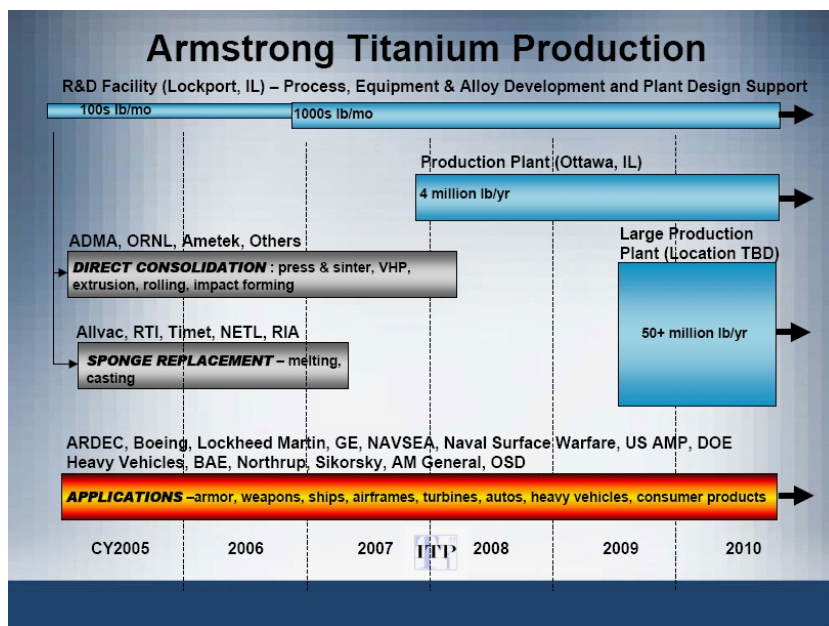
Le procédé, tel qu'il est présenté sur le diagramme ci-dessous est un procédé chimique continu, de réduction de tétrachlorures de titane en phase vapeur. Ces tétrachlorures ont été produits, comme dans le cas des procédés Kroll ou Hunter discontinus, par une opération préalable de carbo-chloruration d'oxydes de titane. L'agent de la réduction est, comme dans le cas du procédé Hunter, du sodium et non pas du magnésium (procédé Kroll).



Deux articles, l'un datant de Juillet 2001, l'autre de Novembre 2003, que l'on peut télécharger depuis la page [http://www.itponline.com/index\\_files/ArmProcess.htm](http://www.itponline.com/index_files/ArmProcess.htm) du site de la société International Titanium Powder présentent le sujet en détail.

Pour percevoir l'intérêt économique éventuel du procédé, on pourra se reporter, tout d'abord, à un rapport, publié en Janvier 2004, intitulé « Summary of Emerging Titanium Cost Reduction Technologies » téléchargeable à la page <http://engine-materials.ornl.gov/Kraft-Titanium-2.pdf>. Il est la synthèse d'une étude confiée par le « Department of Energy » à la société EHK Technologies.

L'auteur estimait, à la page 14 du texte, que le coût de revient de la poudre pourrait être de l'ordre de \$ 2.15/ lb soit 4,5 \$/kg, à comparer avec des coût de revient, pour des poudres préparées de manière classique, se situant, à l'époque, dans une fourchette \$20-40/lb.



Fin 2003, ITP expérimentait sur réacteur pilote. Si l'on en croit ce qui figure sur le planning présenté ci-dessus, le stade de l'industrialisation de « l'Armstrong Process » serait, aujourd'hui, en voie d'être atteint.

Quant aux débouchés susceptibles de s'ouvrir aux poudres produites par ITP, dans un rapport daté de Juillet 2002, téléchargeable à la page <http://engine-materials.ornl.gov/Kraft-Titanium.pdf>, le même chargé d'études les voyait, aux USA, sur le marché des rotors de compresseurs de suralimentation, ou de soupapes, de moteurs ( essence ?) de poids lourds, notamment.

Il sera intéressant de connaître, sur cette question, l'avis actualisé à Mai 2007, de Mr Taras Lyssenko et/ou de sa société.

## BILAN DE L'ACTIVITÉ DES COMITÉS TECHNIQUES

**Capitalisation des connaissances** : Les contrats avec BASSETTI, le réalisateur de l'Outil, et SAFETY HOST, l'hébergeur, sont signés.

La réalisation, par Jean PLOUIN ([jean.plouin@bassetti.fr](mailto:jean.plouin@bassetti.fr) - tel : 06 08 36 69 29), se déroulera en trois phases :

Développement ( Implémentation des outils METFinder et phpBB ; Mise en ligne masquée ; Tests outils) : achevée mi/fin Avril 2007

Pré-production ( Prise en main par les « utilisateurs clés » ; Capitalisation/structuration ; Rodage des procédures de fonctionnement, par « chantiers » ; Interfaçage Outil/site web) : achevée fin Août 2007

Production : après vérification de service régulier (VSR)

Cinq « Ateliers » ont été organisés, coordonnés par : A Vassel (ONERA), S Royer (EDF), P Chivé (DGA), M Brau (Asso Titane), Ph Cailleaux (DGA). P Chivé pilotera l'action.

**Usinage** : De premiers résultats du programme d'essais, menés à POLITEKNOA Mondragon, d'usinage de « nouveaux alliages aéronautiques » ont été présentés courant Mars. Ils permettent de délimiter des domaines d'usinabilité, à l'intérieur desquels il serait possible de se situer aujourd'hui, en sécurité. Des indications sur les productivités accessibles, industriellement (significativement inférieures à celles de l'usinage d'alliages classiques tels le TA6V) ont été obtenues.

Les résultats déjà acquis devraient être « approfondis », en identifiant plus finement et en analysant scientifiquement les phénomènes se produisant en cours d'usinage. Une Phase II d'études est envisagée. Restent à en préciser les objectifs, à bâtir un programme, à réunir en consortium un maximum de partenaires, à construire un plan de financement.

D'autres sujets de réflexion ont été retenus : usinage « à plat » de tôles minces ; usinage assisté Haute pression ou laser, notamment.

**Surface** : Une étude bibliographique « Alternatives au Décapage HF/HNO<sub>3</sub> ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> », par l'ENI de Tarbes, a permis de dégager un certain nombre de pistes de solutions. Sa prolongation par des « essais d'orientation » va s'engager. Deux sociétés ont quitté le consortium, se satisfaisant de l'information obtenue. Deux autres les remplaceront. Vers la fin 2007, un programme plus lourd et exhaustif, visant à la définition de procédés industrialisables pourrait s'élaborer.

Le Comité décidera , lors de sa prochaine réunion, de sujets de réflexion nouveaux.

**Bio-fonctionnalisation** : Ce Comité réunit des : biologistes, métallurgistes, praticiens ayant des « cultures » diversifiées . Il a pris le soin de bien définir les concepts comme « bio-compatibilité » ou « bio-fonctionnalisation d'une surface » en les rapportant à des tests ou essais de référence. Il a examiné des procédés, récemment développés, de bio-fonctionnalisation de surfaces de prothèses ou d'implants. La question de « l'image », qu'ont du titane différents praticiens, le préoccupe.

Il est engagé dans une démarche de rapprochement des personnes ; de rassemblement et de validation de connaissances. Elle est un préalable à l'élaboration de projets à but concret. Son intérêt est grand pour la « Capitalisation des connaissances ».

**Relations (micro)structures-propriétés** : La première réunion du Comité, début Janvier, a été très suivie. Un inventaire des compétences et des attentes a été réalisé. Deux projets ont été retenus, pour l'année : constituer un sous-Comité « Glossaire des microstructures » ; organiser, fin Octobre, à l'ENSAM Paris, une « Journée de doctorants ».

**Assemblage** : Le Pr S Marya, co-animateur désigné de ce nouveau Comité, prépare un questionnaire d'enquête visant à repérer des sujets et thématiques d'intérêt prioritaire, qui sera distribué aux participants aux Journées Technologiques 2007 et diffusé par mail.

Le site de l'Association Titane est à l'adresse : [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)

## UNE « JOURNÉE RECYCLAGE/REVALORISATION DU TITANE » EN OCTOBRE 2007 ?

Dans la dernière Lettre, l'Association appelait à « organiser le recyclage des déchets de titane en Europe ».

Un petit groupe avait commencé, en effet, à discuter de moyens, non seulement, de mieux identifier des attentes et des solutions pratiques, à promouvoir, mais aussi, de repérer les acteurs concernés. Ceci est relativement facile dans les grandes entreprises utilisatrices de titane ; plus délicat, dans les PME.

La réflexion s'est poursuivie. Un avant projet de programme d'une « Journée » spécialisée a été élaboré. Pour le valider et mieux en définir la « cible », un questionnaire sera diffusé, durant les JT 2007, auprès de ceux qui y assisteront et, courant Mai, de tous les membres de l'Association disposant d'un accès à l'espace privatif du site [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)

### LE RECYCLAGE DU TITANE CHEZ TIMET

Timet recycle le titane depuis plusieurs décennies, avec le souci de valoriser toutes les chutes produites pendant le cycle de fabrication.

◇ Recyclage de copeaux contrôlés Rayons X directement en VAR, y compris pour les qualités PQ (jusqu'à 40% de la charge)

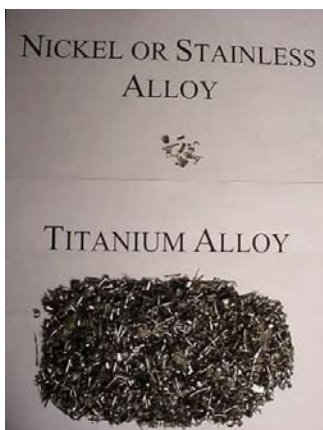
◇ Recyclage de chutes massives par construction d'une électrode « totem » soudée à la main, utilisation pour le grade standard (50 à 70% de la charge)

◇ Recyclage copeaux et petits massifs par re-fusion Bombardement Electronique (50 à 100 % de la charge), avec fusion ultérieure VAR pour la qualité PQ et coulée directe en brame pour la qualité industrielle. L'usine de Morgantown investit d'ailleurs dans un nouveau four, capable de couler des brames de 15 tonnes.

Il est important de rappeler que les chutes doivent être traitées avec autant de considération que les matières premières vierges, avec les exigences suivantes :

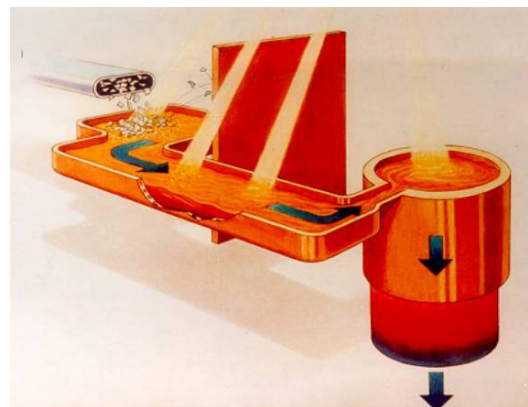
- ◇ Usinage avec des carbures de tungstène magnétiques
- ◇ Pas de recyclage si usinage avec outils céramique
- ◇ Conserver la traçabilité des chutes massives
- ◇ Pas de mélanges de nuances de copeaux, en particulier avec des bases nickel (voir exemple) ; en 2006 Morgantown n'a pu utiliser que 85% des copeaux reçus
- ◇ Nettoyage poussé des centres d'usinage avant changement de nuance et ne pas considérer les bennes à copeaux comme des poubelles

Timet a intégré la reprise de copeaux dans les contrats avec ses gros clients ce qui permet de stabiliser les prix et de maintenir la disponibilité. Le recyclage est un composant fondamental de la stratégie industrielle.



Yvon MILLET

Principe du four BE



Le site de l'Association Titane est à l'adresse : [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)

## **Revalorisation du Titane : AEROROM associe les talents pour créer une filière européenne indépendante**

Jusqu'à ce jour, le recyclage du titane « en vopeen » s'effectuait aux Etats-Unis, seul pays équipé pour refondre la matière en lingot. Les industriels et entreprises de collecte revendaient donc outre-atlantique, sans contrepartie autre que financière.

Face à cette situation, AEROROM propose une réponse visant à rendre l'Europe moins dépendante. La société s'est employée à constituer une chaîne industrielle complète, allant de la collecte à la diffusion des produits revalorisés :

- Réseau de collecte, en France et en Europe, auprès des industriels,
- Usine de traitement des tournures en Allemagne,
- Usine de refonte en lingot, en Roumanie, intégrant un process avec triple fusion,
- Usines de transformation en produits semi-finis, en Angleterre et en France

Cette « filière » permet de revaloriser l'intégralité des déchets, qu'ils soient disponibles sous forme de tournures ou de chutes massives. Ces deux types de produits font l'objet de procédures de recyclage spécifiques, en permettant une revalorisation optimum.

L'usinage (tournage, fraisage) est générateur de déchets solides (20%) et de tournures (80%).

L'enjeu du **recyclage des tournures** est donc primordial. Leur traitement, particulièrement contraignant, nécessite méthodologie et investissements importants. AEROROM s'appuie sur un partenaire allemand, dont l'unité est particulièrement performante et bien conduite. Mais il est impératif que les tournures fournies fassent l'objet d'une grande vigilance. Toute pollution externe (autres métaux,...) perturberait gravement le process.

Les tournures non issues d'un tri sélectif rigoureux sont dirigées vers le ferrotitane dont la valeur marchande est moindre.

Plus qu'un simple prestataire, AEROROM est un véritable collaborateur externalisé de l'entreprise. Il peut accompagner chaque industriel, pour faciliter :

- Mise en place d'un protocole de tri sélectif
- Installation de containers spécialisés
- Analyse systématique des lots en : taux d'humidité, taux de produits magnétiques
- Traçabilité

Le lotissement des tournures et la fiabilisation du tri sélectif permettent de vendre les tournures à des prix attractifs. De son côté, AEROROM n'a intégré, dans la chaîne qu'elle pilote, que des industriels bénéficiant d'une reconnaissance qualité.

Les **déchets massifs** seront spectrographiés à 100%

### **Conclusion**

A partir de « matières premières » de qualité la refonte en lingots par four EB suivi d'un ou deux VAR, selon la destination finale du produit, devient possible. Les quelques 20 lingots, déjà produits par AEROROM, ont été transformés en demi produits (barres, méplats) par des industriels reconnus notamment dans l'aéronautique.



**Le site de l'Association Titane est à l'adresse : [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)**

## REVUE DES NEWSLETTERS DE L'INTERNATIONAL TITANIUM ASSOCIATION (USA) ET DU TITANIUM INFORMATION GROUP (UK) :

Nos « confrères » de l'ITA et du TIG publient des newsletters, téléchargeables, librement, à partir de leurs sites <http://www.titanium.org/> et <http://www.titaniuminfogroup.co.uk/>, dont la lecture est souvent intéressante.

Dans les deux dernières publications de l'ITA, l'accent est mis, tout d'abord, sur les investissements en cours de réalisation chez TIMET et chez Allegheny Technologies.

TIMET prévoit, d'ici début 2008, de faire passer la capacité annuelle de production d'éponges de son usine de Henderson (Nevada) de 8.600 à 12.600 t et d'installer un nouveau four de fusion de scraps à Morgantown (Pennsylvania). On lit, d'autre part, dans la lettre d'Avril que la compagnie recherche un site pour y implanter une unité de production d'éponges. Sa capacité pourrait atteindre 20.000 t/an. Les premiers fours pourraient être mis en service dès fin 2009.

Allegheny Technologies annonce un programme d'investissement très similaire : augmentation de la capacité de production d'éponges de 8.000 à 10.000 t/an, dès le deuxième trimestre 2008 à l'usine d'Albany (OREGON ?) ; création d'une capacité supplémentaire de 12.000 t/an, fin 2009 à l'usine de Rowley (UTAH ?) ; développement de capacités de forgeage ; mise en service d'un nouveau four VAR à la fin du premier trimestre 2008, d'un PAM à la fin de la même année.

ITA annonce aussi la parution de deux ouvrages de référence (vous pouvez accéder à leurs adresses de commande à partir du bandeau droit « Flash Infos » de notre site [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)), assez coûteux :

« The Global Titanium Metal Industry », par des auteurs australien et américain, appartenant à deux sociétés d'étude réputées, TZ Minerals International Pty Ltd et EHK Technologies dont les expertises portent, notamment, pour la première, sur l'économie minière et industrielle du TiO<sub>2</sub>, pour la seconde, sur les technologies de l'extraction et de la mise en forme du titane métal. Le dossier comporte un chapitre intitulé « Perspectives for the future » qui traite, notamment, des sujets suivant :



New titanium production technologies  
Economics of the new process  
Energy costs  
Raw materials costs  
etc....

« The Economics of Vanadium -2007 », tout comme « The Economics of Titanium-2007 », publié par la même société d'études britannique : ROSKILL, traite probablement davantage que de technologie, des conditions d'approvisionnement récentes et, à court terme, futures, du marché, en termes de quantités disponibles et de prix ; des besoins des industries consommatrices de titane.

A noter la série statistique de prix d'éponge de titane, donnée par ROSKILL :

« historique » récent	5 à 7	\$/kg
1er trimestre 2005	20	\$/kg
Juillet 2006	29	\$/kg
3eme trimestre 2006	28,24	\$/kg
Janvier 2007	15	\$/kg

Le texte de la dernière newsletter du TIG débute par une série de « business news » concernant des acteurs ou partenaires importants de l'industrie britannique du titane, dont AIRBUS. Elle rend compte d'un séminaire, annonce différents salons professionnels et présente un agenda de réunions (internes).



L'information la plus intéressante est celle de la disponibilité du rapport (librement téléchargeable depuis le site web du TIG) d'une étude intitulée « Strategic Report on Titanium in the UK ». Nous rendons compte, un peu plus loin, de son contenu.

## ANALYSE DE L'ÉTUDE « A STRATEGIC REVIEW OF THE TITANIUM INDUSTRY IN THE UK » - 2006

Le rapport est téléchargeable depuis la page <http://www.titaniuminfogroup.co.uk/home.html> . En version pdf, il comporte 68 pages dont 48 pages d'annexe. L'auteur est le Dr Martin Marples du National Metals Technology Centre (NAMTEC). Les commanditaires sont le Ministère britannique de l'Industrie (DTI) et l'Agence de développement Yorkshire Forward.

Mr Marples écrit l'anglais, comme on souhaiterait pouvoir le faire. Il est concis, clair, élégant. Les conclusions et les recommandations auxquelles il aboutit, sembleraient, parfois, directement applicables à la situation française. Ce qu'il dit sur les besoins d'animation et de transfert de technologie (conclusion 9.2) pourrait, par exemple, s'intégrer facilement dans le programme d'actions de l'Association Titane. Je le cite : « Improved knowledge transfer within the sector, and between sectors, is recognised as essential. This activity would need to provide both market and technical information ; and specifically provide support on titanium processing, corrosion, surface engineering and welding ».



A Strategic Review of the Titanium Industry in the UK

2006



Un texte de ce type est un outil pour faire comprendre à un ensemble de partenaires nationaux, européens, régionaux, locaux l'importance d'un secteur industriel donné, mettre au clair sa structure, montrer sa capacité à se développer, les freins possibles à sa croissance. L'industrie française du titane pourrait peut-être plus facilement se promouvoir auprès de l'Etat, des Régions, des Pôles de Compétitivité, si elle disposait des résultats d'une étude analogue.....

L'étude s'appuie, d'abord, sur des études récentes: une de « the Institute of Materials, Minerals and Mining » (annexe II), sur la situation de développement de nouveaux procédés de réduction de TiO<sub>2</sub> ; une autre qui est une monographie très complète de l'industrie britannique du titane d'aujourd'hui, de ses fournisseurs, du dispositif de R&D.

Mais elle se fonde beaucoup sur les résultats d'une enquête par questionnaires (73 personnes sollicitées) et interviews en face à face (10 réalisés). Son objectif était de bien comprendre l'état d'esprit des industriels.

Elle révèle que ceux-ci sont assez optimistes. Leurs marchés se développent en volume, un peu moins en marge. Ils pensent que cela pourrait se poursuivre. Ils semblent avoir un espoir raisonnable de voir l'offre de titane augmenter en volume, se maintenir en qualité, devenir plus « mature » en termes de niveau et de volatilité des prix ou de prévisibilité des délais de livraison.

Ils pensent qu'il faut faire connaître le matériau auprès de davantage d'utilisateurs potentiels. Ils voudraient cependant être mieux en mesure d'identifier de nouveaux marchés.

Ils estiment que les efforts des chercheurs doivent viser, non pas tellement, à développer de nouveaux grades, mais plutôt à aider à la mise au point de procédés plus productifs, permettant un bon contrôle des structures donc des propriétés d'usage, générant moins de chutes, copeaux, déchets. Ils s'intéressent à la métallurgie des poudres, à la fonderie, aux traitements de surface. Ils anticipent des difficultés de recrutement de personnels qualifiés. Ils pensent que les pays d'où pourraient émerger de nouveaux concurrents sont la Russie et la Chine.

Les animateurs des différents Comités Techniques de l'Association et les membres du CST devraient être intéressés par cette lecture. Le rapport identifie des sujets de préoccupations prioritaires des industriels britanniques, à confronter à ceux des nôtres. Il présente les acteurs principaux de la recherche et leurs thématiques de référence. Cette information pourrait être exploitée, pour le montage de projets de recherche coopérative européens.

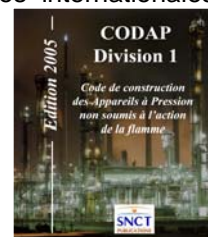
A noter que les personnes interrogées estiment aussi que ce sont l'Allemagne et l'Italie qui ont, en Europe, l'industrie du titane la plus active...

Le site de l'Association Titane est à l'adresse : [www.titane.asso.fr](http://www.titane.asso.fr)

## CODAP® 2007

L'évolution des marchés des Fabricants et les modifications régulières des normes internationales, européennes et françaises ont conduit les instances dirigeantes du SNCT à lancer de nouvelles éditions des Codes de construction CODAP, reflets du professionnalisme français.

Il convenait tout d'abord de s'assurer que le CODAP pouvait répondre correctement aux exigences du projet de norme ISO 16528. Celle-ci définit les exigences minimales requises pour qu'un Code ou une Norme de construction puisse être recevable au plan international.



Elles portent, d'une part, sur le contenu minimum du Code (matériaux, dimensionnement, contrôles, etc.) et, d'autre part, sur les modes de défaillance susceptibles d'être couverts par les règles du Code, c'est-à-dire, sur la capacité du document à répondre à des exigences minimales de sécurité.

Pour ce qui est de l'évolution des normes de référence, il convenait, notamment, de prendre en compte la nouvelle classification des matériaux (CR ISO/TR 15608 : 2000) ainsi que l'évolution de la norme définissant les documents de contrôle y afférant (NF EN 10204 : janvier 2005).

D'autre part, les modifications nombreuses des normes Soudage (NF EN 287-1 : juillet 2004, NF EN 13614-1 : février 2005, ...) devaient, elles aussi, être prise en compte ainsi que des évolutions techniques (Calcul) dont l'introduction dans le CODAP était déjà prévue, il était souhaitable, d'une part, de faciliter l'utilisation du Code pour les appareils les plus simples et, d'autre part, de permettre leur réalisation dans le cadre d'autres réglementations.

La révision 2007 du CODAP verra deux nouvelles « Sections » : Matériaux M14 avec le Titane et ses alliages utilisés en chaudronnerie ; F14 spécifique à leur fabrication.

A Bonnefoy - G Perraudin - L Poupet (Syndicat National de la Chaudronnerie et de la Tuyauterie Industrielle)

## Stage "Métallurgie et soudabilité du titane et de ses alliages" . 6 et 7 novembre 2007, à Villepinte (IS)

Il traite de : Elaboration du titane, transformation en demi-produits, familles d'alliages de titane, métallurgie physique du titane, métallurgie du soudage, consignes et conseils de fabrication, démonstrations.

Contact: [a.verite@institutdesoudure.com](mailto:a.verite@institutdesoudure.com)

## « Journées aéronautiques » 16 - 17 octobre 2007, à Villepinte (IS)

Des industriels du secteur feront le point sur l'emploi de matériaux tels que composites et titane et sur leurs assemblages. On évoquera aussi : déformations, contrôle CND et des nouvelles normes.

Contact: Catherine LEVY, [c.levy@institutdesoudure.com](mailto:c.levy@institutdesoudure.com)



Le colloque **Innovez dans le biomédical** a pour but de mettre en relation tous les acteurs nationaux du domaine biomédical (industriels, sous-traitants, chercheurs, cliniciens).

La journée sera constituée de conférences plénières, d'une table ronde et de différents ateliers traitant des nouveautés en termes de matériaux, procédés et instrumentation et de réglementation.

Renseignements : <http://biomedial2007.innovation-biomedical.org>

## Le titane et ses alliages : applications industrielles

Sous responsabilité pédagogique de Mme E Gautier, DR CNRS, cet excellent stage que le CACEMI organise régulièrement, se tiendra du 16 au 18 Octobre 2007, au CNAM, Paris 3eme. Il est destiné aux ingénieurs et techniciens ayant de bonnes connaissances en métallurgie, amenés à utiliser les alliages de titane, et donc à connaître leurs spécificités.

+33 (0)1 40 27 24 49 [cacemi@cnam.fr](mailto:cacemi@cnam.fr) - <http://www.cnam.fr/cacemi/>



Adresse : C/O CCI Nantes St-Nazaire 16, quai E. Renaud – B.P. N° 90517 – 44105 NANTES CEDEX 4  
Président : Henri de Bronac

Délégué Général : Michel BRAU ☎ 02.40.44.60.57 - courriel [m.brau@nantes.cci.fr](mailto:m.brau@nantes.cci.fr)

Secrétariat : Marie-Christine HUTEAU ☎ 02.40.44.61.73 - Fax 02.40.44.61.28  
courriel [mc.huteau@nantes.cci.fr](mailto:mc.huteau@nantes.cci.fr)

Composition / Mise en page Lettre Titane : Marie-Christine HUTEAU