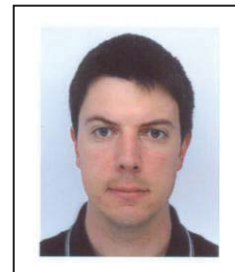


Catégorie : Recherche

-29-

**Nitruration d'un alliage de titane superélastique (Ti-27Nb)****Yvan BÉDOUIN, Doina-Margareta GORDIN,  
Thierry GLORANT, Fabienne PEREZ**

Faculté de Rennes

Faculté de Chirurgie Dentaire, 2, Avenue du Professeur Léon Bernard  
(Bât15) 35043 RENNES CEDEX

Page 57

**Introduction :** Les alliages de titane possèdent des propriétés physiques, chimiques et mécaniques intéressantes pour les applications biomédicales : module d'élasticité réduit, très bonne résistance à la corrosion en milieu physiologique [1]. L'alliage de titane le plus utilisé est le Ti-6Al-4V. Des études concernant la biocompatibilité de cet alliage ont cependant montré que la présence d'Aluminium et de Vanadium dans sa composition chimique peut avoir des effets biologiques négatifs [2]. Des alliages Ti-Nb ont été développés pour pallier ce problème. Avec ces alliages, des faibles modules d'élasticité (50 GPa), proches de celui de l'os, peuvent être obtenus ainsi que des propriétés de superélasticité. La modification de surface par nitruration pourrait permettre d'augmenter la dureté superficielle, la résistance en frottement et la corrosion en milieu physiologique [3].

**Matériels et méthodes :** L'alliage Ti-27Nb a subi un traitement de nitruration en phase gazeuse suivi d'un traitement de recristallisation en phase beta et d'une trempe à l'eau. Différentes techniques de caractérisation ont été employées : microscopie optique et diffraction des rayons X pour la microstructure, essais de nano-dureté et essais de traction. La topographie des surfaces nitrurées a été observée par microscopie à force atomique.

**Résultats :** L'alliage possède un faible module d'élasticité d'environ 50 GPa et présente les caractéristiques d'un alliage superélastique. Après nitruration, on peut distinguer en surface une couche continue de TiN d'une épaisseur d'environ 0,5µm suivi d'une région riche en azote. Les tests de nanodureté indiquent des valeurs autour de 1400±10 HV pour la couche superficielle de TiN.

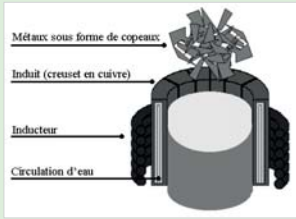
**Conclusions :** Le traitement thermo-chimique employé a permis d'obtenir un durcissement superficiel important sur l'alliage Ti-27Nb tout en conservant ses propriétés de superélasticité à cœur. Cet ensemble de propriétés est susceptible d'offrir de nouvelles perspectives pour les applications biomédicales : résistance à l'usure augmentée, amélioration de la biocompatibilité.

1. M. Niinomi, Sci.Technol. Adv Mater, 4(2003) 445-454.
2. Y. Okazaki, E.Nishimura, Mater Trans, 41(2000) 1247-1255.
3. A. Zhecheva, W. Sha, S. Malinov, A.Long, Surf Coat Technol 200(2005), 20192-2207.

### Objectifs

- Augmenter la dureté superficielle de l'alliage Titane-Niobium Ti-27Nb (%at) dont le module d'Young (55 GPa) est plus proche de celui de l'os (30 GPa) que l'alliage Ti-6Al-4V (110 GPa)
- Améliorer la résistance à l'usure et à la corrosion de cet alliage

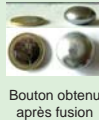
### Elaboration et nitruration Ti-27Nb



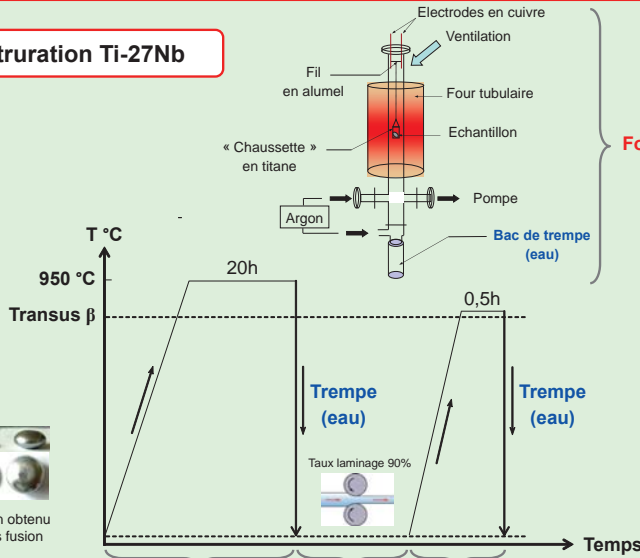
Four à induction en semi-lévitation magnétique



Fusion des éléments Ti et Nb



Bouton obtenu après fusion



Four de trempe



avant nitruration / après nitruration



Four de nitruration

Fusion par semi-lévitation

Recuit d'homogénéisation

Laminage à froid

Traitement de recristallisation

Polissage

Nitruration en phase gazeuse

### Microstructure

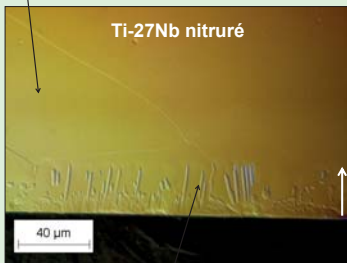
Microscopie optique  
Leica DMRM



Grains β équiaxes

Ti-27Nb nitruré

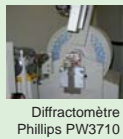
zone nitrurée  
20-25 μm



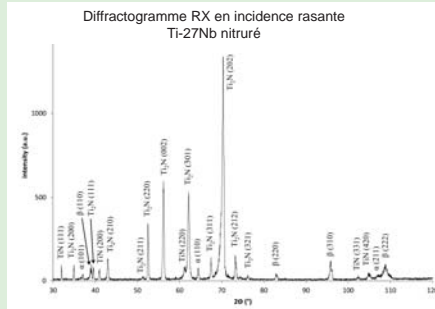
Aiguilles de titane α enrichi en azote

Diffusion azote

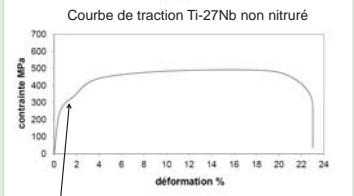
### Phases



Diffractomètre Philips PW3710



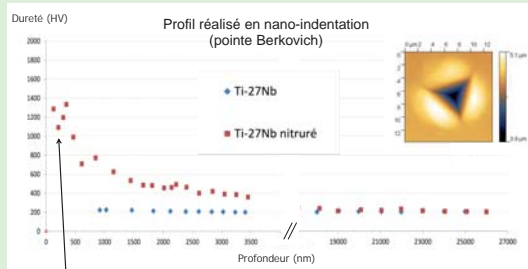
### Traction



Plateau caractéristique d'un alliage superélastique (transformation martensitique sous contrainte)

Bas module d'élasticité : 55 GPa

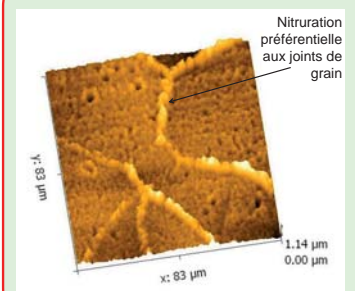
### Profil de dureté en surface



Dureté superficielle supérieure à 1000 HV

### Topographie

AFM



Rugosité Ra : 0,07 μm

### Conclusions Perspectives

- Les propriétés superélastiques de cet alliage pourraient permettre de constituer une alternative au Ni-Ti (allergène)
- Evaluation des propriétés tribologiques et de la résistance à la corrosion
- Evaluation de la biocompatibilité : cytotoxicité (MTT), prolifération (cycle cellulaire), adhérence (immunofluorescence) migration (scratch test)