

# COCTAIL - Couches minces colorées : de la théorie aux applications industrielles à large diffusion

Mat et Pro 2007

J.F. Pierson (Institut Jean Lamour), M.L. Doublet (Institut Charles Gerhardt),  
A. Billard (LERMPS), P. Lemaire (Tivoly) et F. Perry (PVDco)

## Contexte

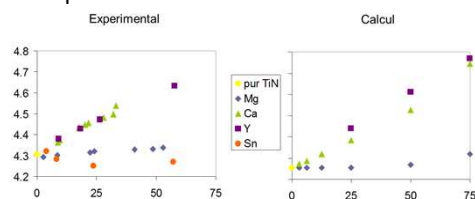
Les couches décoratives peuvent être classées selon deux grandes familles distinctes :

- Les couches interférentielles où la couleur résulte d'un phénomène d'interférence optique,
- Les couches colorées dans la masse où la teinte perçue est due à l'absorption sélective de longueurs d'ondes du spectre visible.

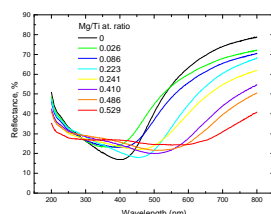
La demande de nouvelles couleurs constitue une préoccupation récurrente des consommateurs et des industriels. Le projet COCTAIL visait à réaliser une étude systématique de l'effet d'addition d'un élément métallique sur les propriétés optiques de films de nitrures de métaux de transition (TiN, ZrN, CrN, NbN et VN). Le choix des éléments d'addition a été guidé par une étude théorique basée sur l'étude de la structure électronique des matériaux en utilisant des méthodes de calculs *ab initio*. Les secteurs d'applications du projet correspondaient à la bijouterie et à l'outillage grand public.

## Principaux résultats à l'échelle du laboratoire

- La couleur des films de TiN et de ZrN peut être modifiée par addition de Mg, Ca, Y, Sc, V (formation d'une solution solide). En revanche, l'addition de La, Sn ou Zn conduit soit à l'amorphisation des films soit à la formation d'une microstructure biphasée sans permettre l'obtention de nouvelles couleurs.
- En revanche, il n'a pas été possible de colorer des films à base de CrN, de NbN ou de VN par l'addition des éléments précédents.
- Une excellente corrélation a été obtenue entre les approches théorique et expérimentale (cf. paramètres de maille).
- Les revêtements colorés présentent des duretés supérieures à 30 GPa et une grande résistance à l'oxydation haute température.



Comparaison des paramètres de maille expérimentaux et ceux calculés en fonction de la teneur d'élément d'addition dans des films à base de TiN



Evolution de la réflectance de films de Ti-Mg-N en fonction de la teneur en magnésium



Exemples de films de Ti-Mg-N

## Principaux résultats à l'échelle industrielle

- Un procédé efficace de contrôle en boucle fermée d'un réacteur industriel a été transféré dans la société PVDco.
- Réalisation de dépôts de Ti-Mg-N et de Zr-Mg-N sur des bijoux et sur des forets de perçage.
- Les propriétés optiques et mécaniques des films réalisés à l'échelle industrielle sont similaires à celles obtenues sur les films élaborés à l'échelle des laboratoire.



Exemples de bijoux revêtus de Ti-Mg-N et de Zr-Mg-N réalisés dans un réacteur industriel par PVDco

## Production scientifique (publications, brevets)

- A. Hodroj, O. Chaix-Pluchery, P. Steyer, J.F. Pierson "Oxidation resistance of decorative (Ti,Mg)N coatings deposited by a hybrid cathodic arc evaporation-magnetron sputtering process" **Surface and Coatings Technology**, 205 (2011) 4547-4553
- A. Hodroj, J.F. Pierson "Development of novel titanium nitride-based decorative coatings by calcium addition" **Applied Surface Science**, 257 (2011) 8525-8528
- A. Hodroj, J.F. Pierson "Effect of a third element addition on the optical properties of titanium nitride coatings" Publication soumise
- 5 communications orales et 4 communications affichées dans des congrès internationaux

### CONTACT :

J.F. Pierson  
Institut Jean Lamour - Nancy  
jean-francois.pierson@univ-lorraine.fr

