



Les Revêtements durs par voie humide : le Nickel chimique

27/11/2018

Revêtements durs par voie humide :
le Nickel Chimique

1

Revêtements durs par voie humide : le Nickel chimique

1. Nickel chimique conventionnel
2. Dépôts Composites
3. Nickel chimique PTFE
4. Nickel chimique Nitrure de Bore
5. Comparaison Nickel chimique PTFE / Nitrure de Bore
6. Nickel chimique Diamant
7. Récapitulatif caractéristiques Nickel Composites
8. Critères de sélection d'un Nickel Chimique
9. Conclusion

1 - Nickel chimique conventionnel

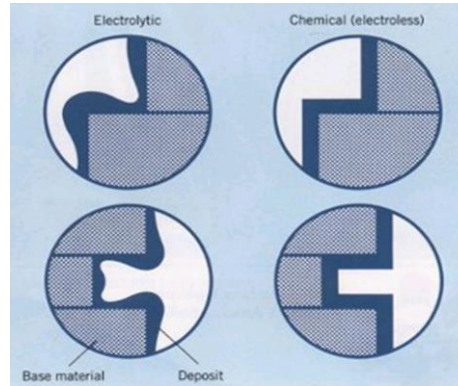
Uniformité du Dépôt

Contrairement aux dépôts électrolytiques, le Nickel chimique est uniforme et n'est pas gêné par les lignes de courant électrique.

cependant en fonction du taux de renouvellement du bain à la surface de la pièce, de la charge du bain et des concentrations en stabilisants, on peut avoir de légères variations d'épaisseurs



Revêtements durs par voie humide :
le Nickel Chimique



1 - Nickel chimique conventionnel

Types de Nickel chimique :

- Nickel Chimique Bas Phosphore
(1-3%P)
- Nickel Chimique Moyen-Bas Phosphore
(4-6%P)
- Nickel Chimique Moyen Phosphore
(6-10%P)
- Nickel Chimique Haut Phosphore
(10,5-12%P)

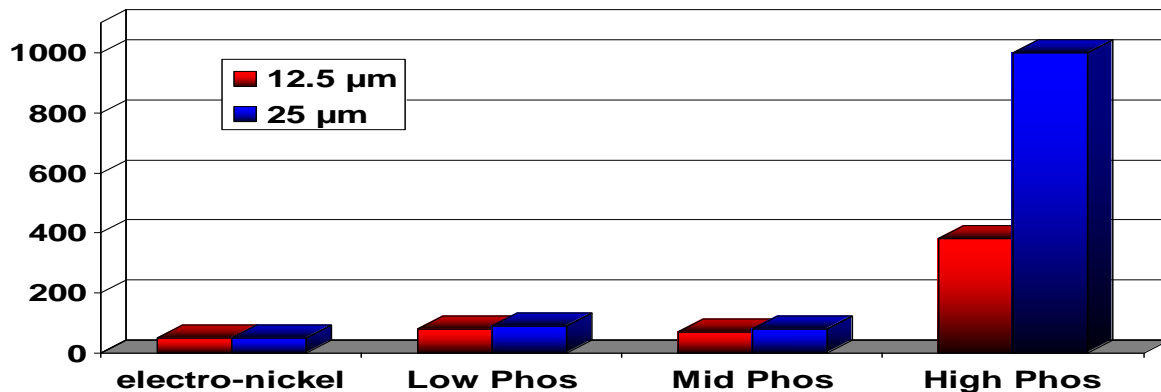
1 - Nickel chimique conventionnel

Composition / Structure

- Composition d'un dépôt d'EN typique:
 - 87- 98% Ni, 2 -13% P
 - dissous O, C, 0.05% autre
- Microcristalline ou amorphe
 - dépend : %P, impuretés , TTH.
 - ↗ %P => dépôt + amorphe.
 - >10,5%P=> dépôt totalement amorphe.
- ↘ struct. Cristalline => ↘ corrosion inter-granulaire
- Magnétique à amagnétique (fonction %P et TTH)
 - >10,5%P sans TTH=> dépôt amagnétique

1 - Nickel chimique conventionnel

Résistance corrosion : Brouillard salin



Forte épaisseur, sans TTH, EN HP = ↗ résistance corrosion
Polluants co-déposés ↘ résistance corrosion.

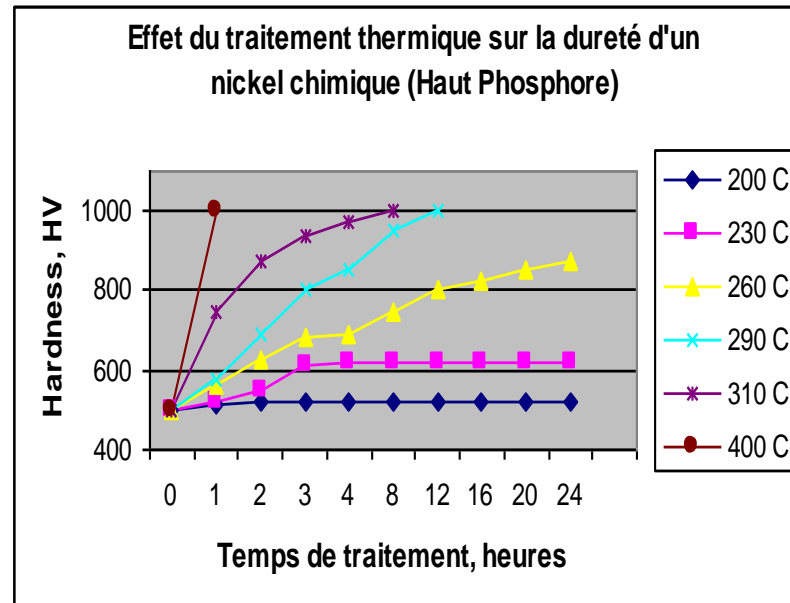
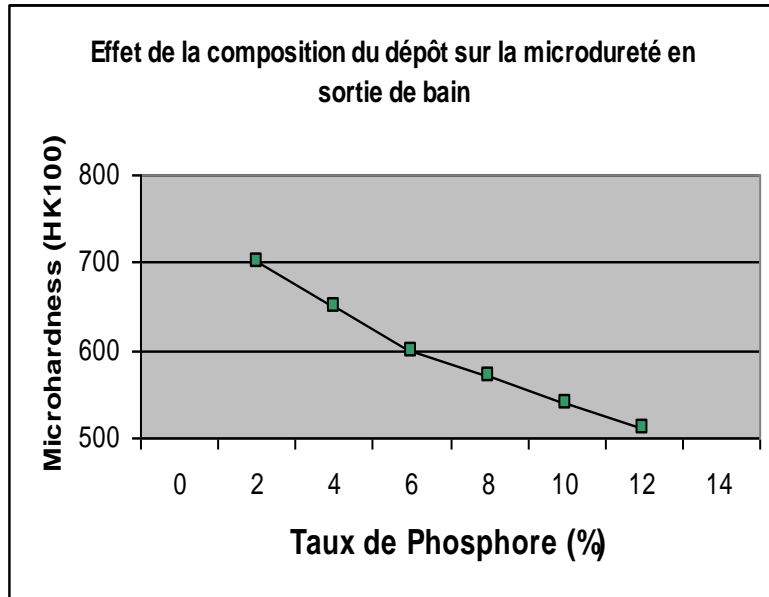
EN HP = - résistant alcalins et oxydants , + résistant acides.

EN BP = + résistant alcalins

MTO ↗ = ↘ résistance corrosion

1 - Nickel chimique conventionnel

Dureté



1 - Nickel chimique conventionnel

Comparaison des propriétés	HAUT PHOSPHORE	MOYEN PHOSPHORE	MOYEN-BAS PHOSPHORE	BAS PHOSPHORE
% PHOSPHORE	10 - 13	7 - 9	4 - 6	1 - 3
DENSITE du dépôt (g/cm ³)	7.6 - 7.9	8.0 – 8.2	8.3 – 8.5	8.6 – 8.8
VITESSE de dépôt (µm/h)	7.5 – 15	15 – 25	18 – 30	11 – 19
DURETE HV TQ	450 – 525	500 – 600	625 – 750	725 – 800
DURETE ROCKWELL C (Rc) TQ	41 - 46	45 - 51	53 - 59	57 - 61
DURETE HV après traitement thermique 1 h 400° C	850 – 950	850 – 1000	850 – 1100	900 – 1100
DURETE ROCKWELL C (Rc) après traitement thermique 1 h 400° C	64 - 67	64 - 71	64 - 74	66 - 74
RESISTANCE à l'USURE: indice de TABER TQ (mg/1000 CYCLES - CS-10 WHEEL, 1kg LOAD)	22 – 24	16 – 20	10 – 14	7 – 12
RESISTANCE à l'USURE : indice de TABER après traitement thermique 1 h 400° C	10 - 14	10 - 12	7 - 10	6 - 10

1 - Nickel chimique conventionnel

Comparaison des propriétés	HAUT PHOSPHORE	MOYEN PHOSPHORE	MOYEN-BAS PHOSPHORE	BAS PHOSPHORE
TENSIONS INTERNES TQ (EXTENSIVES ou COMPRESSIVES)	NEUTRES à COMPRESSIVES	EXTENSIVES	EXTENSIVES	LEGEREMENT COMPRESSIVES
COEFFICIENT d'EXPANSION THERMIQUE ($\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$)	8 - 10	10 - 15	11 - 14	12 - 15
CONDUCTIVITE THERMIQUE (CAL/CM/SEC/ $^\circ\text{C}$)	0.010	0.012	0.016	0.015
RESISTIVITE ELECTRIQUE ($\mu\text{OHM-CM}$)	75 - 110	40 - 70	15 - 45	10 - 30
ELONGATION (%)	1 - 2.5	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1.5
ELASTICITE (GPa)	55 - 70	50 - 65	45 - 65	55 - 65
TEMPERATURE de FUSION ($^\circ\text{C}$)	880 - 900	880 - 980	1100 - 1300	1250 - 1360
COERCIVITE (Oe)	0	1 - 8	10 - 15	15 - 80
PROPRIETES MAGNETIQUES TQ	NON-MAGNETIQUE	LEGEREMENT MAGNETIQUE	MAGNETIQUE	MAGNETIQUE

2- Dépôts Composites

Les plus courants :

- Nickel Chimique PTFE
- Nickel Chimique Nitrure de Bore
- Nickel Chimique Diamant

Mais il y a également le Carbure de Silicium, oxyde d'aluminium...

2- Dépôts Composites

Avantages

- résistance à l'usure > nickel chimique
- Dépôt uniforme
- Revêtement "vert" (comparé au Cr dur, Cd)
- particules + dures ↗ dureté globale du dépôt
- particules - dures ↘ dureté globale du dépôt (cas du PTFE).
- S'appliquent sur différents types de substrats : Acier, Aluminium, cuivreux,...

Applications :

- Textile
- Pétrochimie
- Aérospatial
- Médical, Dentaire
- Moules
- Pompes
- Automobile
- Industrie du papier
- ...

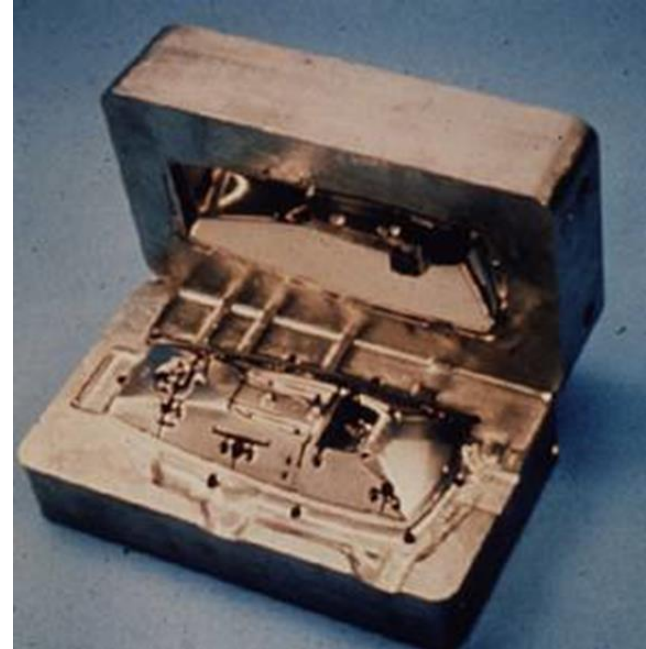
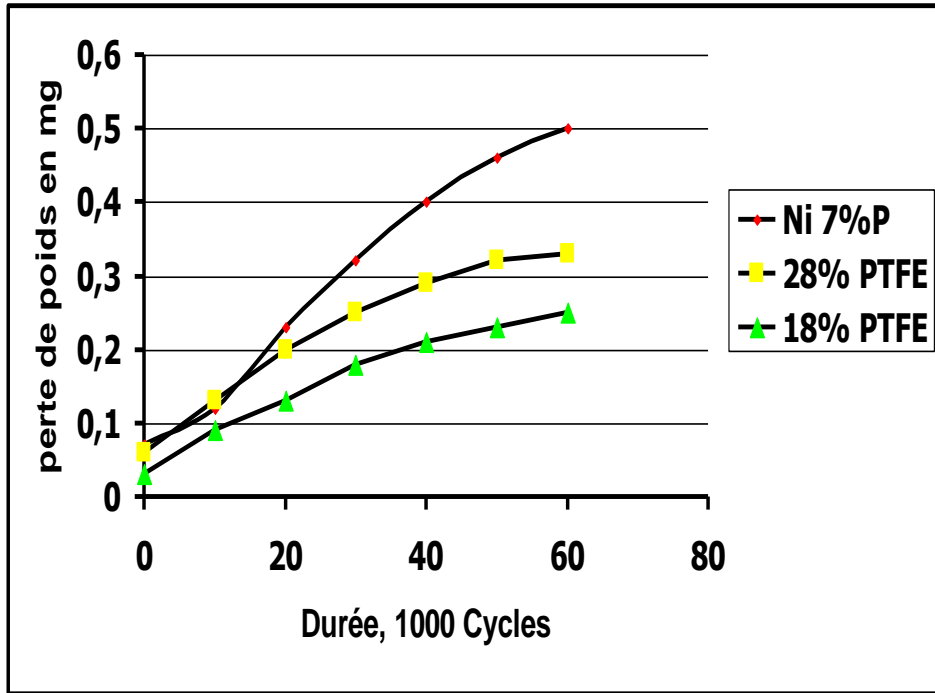
3 - Nickel chimique PTFE

ENOVA 110

- 15-25% PTFE en vol.
- Haut Phosphore
- Dureté 15% de PTFE :
 - **325 HV** sortie de bain
 - **480-550 HV** après 10h à 260° C
- Dureté 25% de PTFE :
 - **270 HV** sortie de bain
 - **375-450 HV** après 10h à 260° C
- Résistance corrosion faible (sans ss-couche <96 heures BS)
- Aspect gris clair, mat
- COF : 0,1-0,2; non collant
- $T > 300^{\circ} \text{C} \Rightarrow$ PTFE se dégrade
- EN-PTFE délicats à utiliser, sensibles
- Vitesse de dépôt : 5 – 9 $\mu\text{m/h}$
- Durée de vie du bain : 2 - 3 MTO

3 - Nickel chimique PTFE

Test de Taber sous “forte” charge



4 - Nickel chimique Nitrure de bore

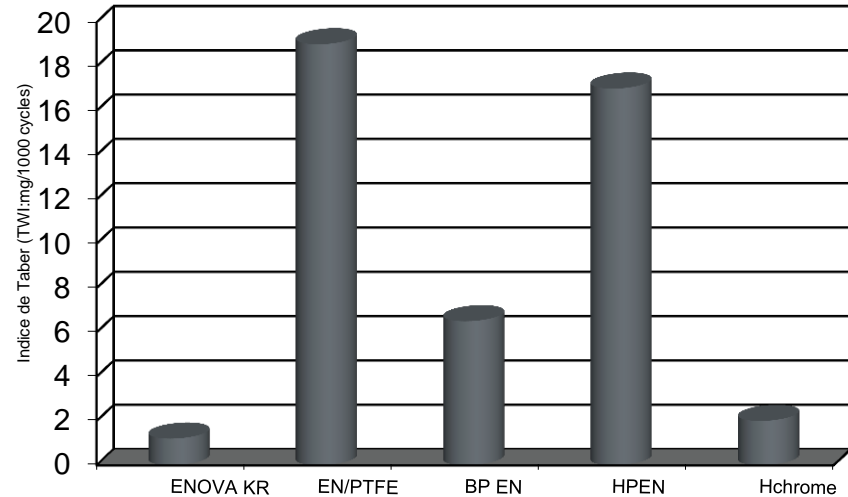
ENOVA KR

- 15-20% BN en vol.
- Dépôts très dur et résistant T° C
 - **550 HV** sortie de bain
 - **850 HV** après 1h à 400° C
- Fortes épaisseurs possible
- Vitesse de dépôt : 13 – 20 µm/h
- Durée de vie du bain : 7 - 10 MTO
- Résistance corrosion faible (sans ss-couche <96 heures BS)
- Aspect gris clair, mat
- +faible COF : 0,1
- Charge ↗ =>COF ↘
- Distribution uniforme particules
- Particules réutilisable.

5 - Comparaison PTFE Nitrure de Bore

Résistance à l'usure

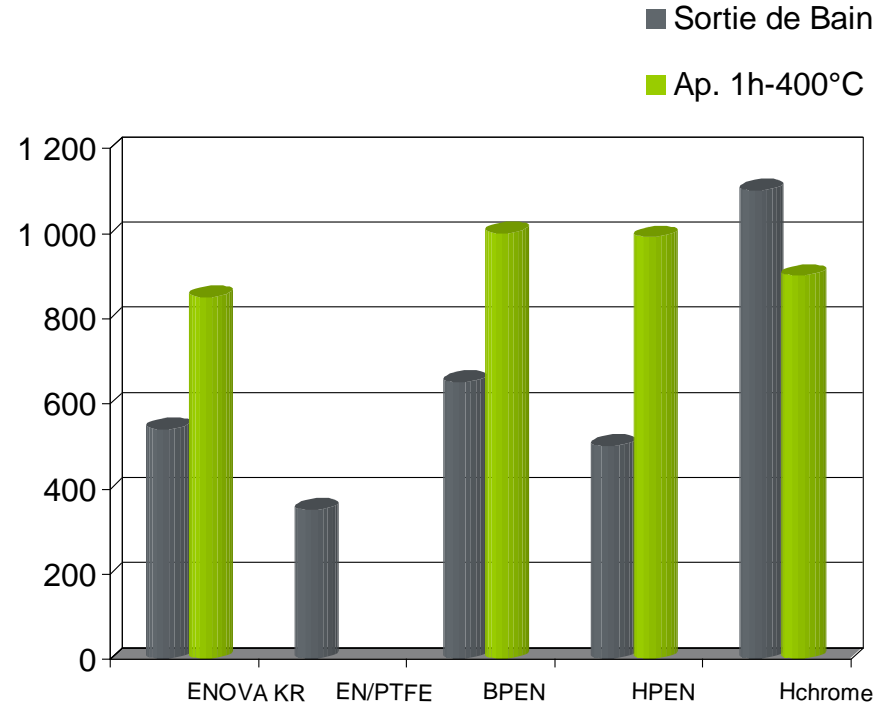
- Indice de Taber sortie de bain
=> 2 - 4 mg/1000 cycles
- TTH à 400° C 20 min
=> 1 mg/1000 cycles



5 - Comparaison PTFE Nitrure de Bore

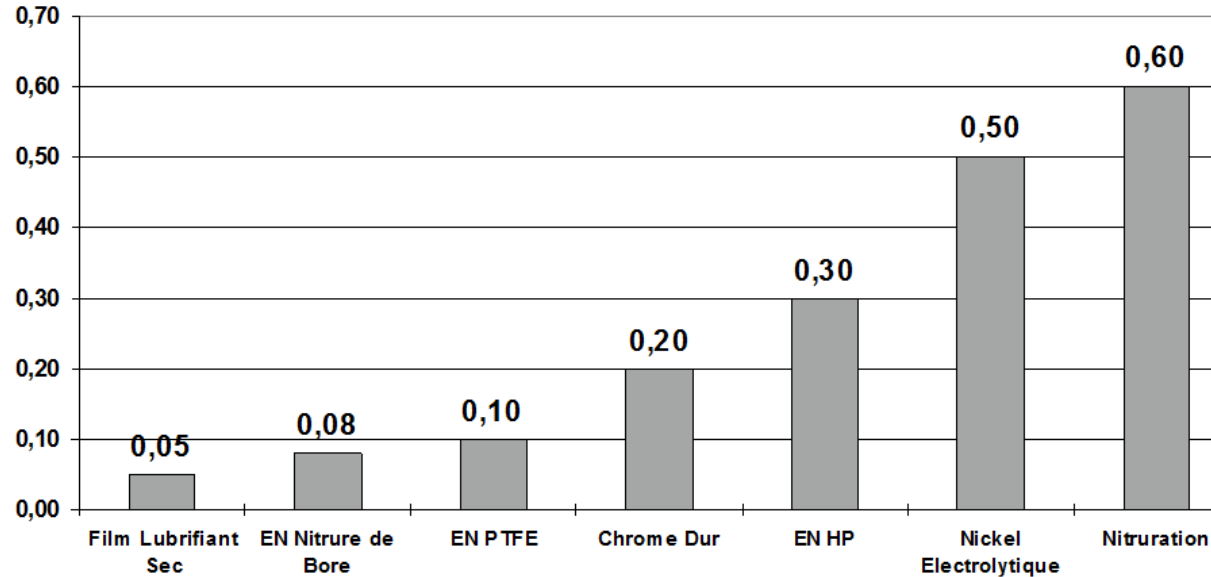
Dureté des dépôts

- Environ 2x plus dur que EN/PTFE
- Peut être traité thermiquement
- Combine une bonne lubrification et une haute dureté



5 - Comparaison PTFE Nitrure de Bore

COEFFICIENT DE FROTTEMENT



Sous forte charge ($0,5 \text{ kg/cm}^2$) :

EN BN reste à 0,08 alors que le chrome dur monte à 150

6 - Nickel chimique Diamant

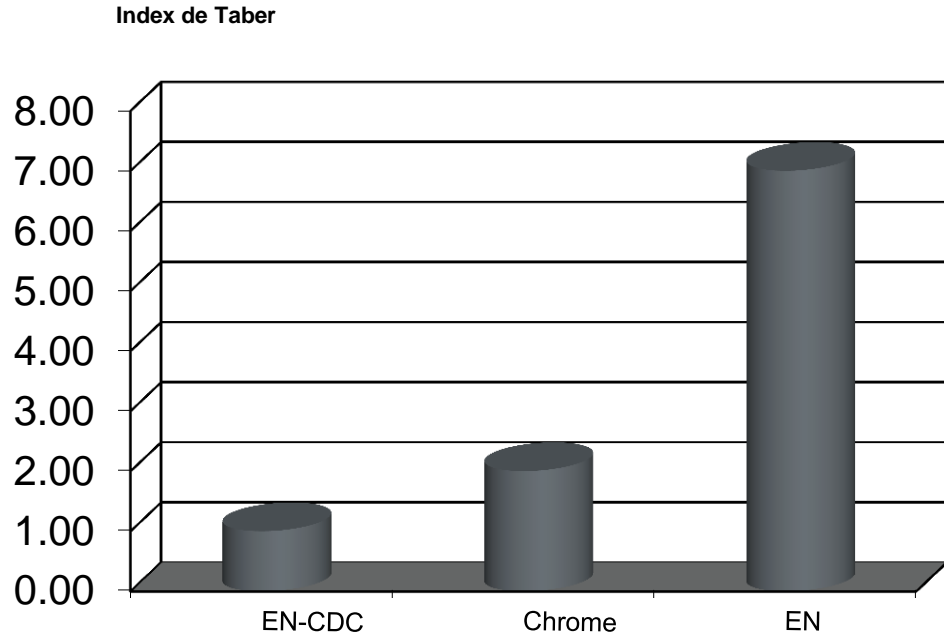
ENOVA CDC

- 40% vol. (sauf Nano 10% vol.)
- Procédé « ajustable »
 - Tailles de particules disponibles :
0,25 – 1 – 2 – 8 – 20 – 40 μm
 - % de particules co-déposées
- Dureté élevée :
 - **900 HV** sortie de bain
 - **1250 HV** après 1h à 400° C
- Résistance corrosion faible (<96 heures BS)
- Gris mat (Nano: gris clair mat)
- Meilleure résistance à l'usure / tous les EN composites
- Epaisseurs possible : 5 à 400 μm
- Particules réutilisable.
- Vitesse de dépôt : 15 – 23 $\mu\text{m/h}$
- Durée de vie du bain : 7-10 MTO

6 - Nickel chimique Diamant

Résistance à l'usure

■ Indice de Taber
=> 1 mg/1000 cycles

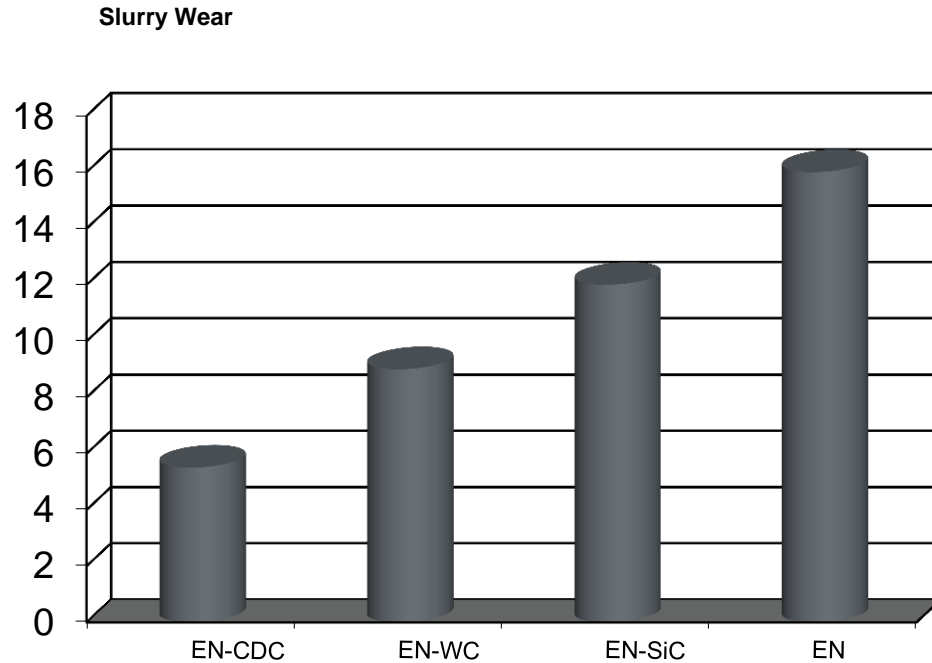


6 - Nickel chimique Diamant

Résistance à l'usure

■ Slurry wear
=> 5,5 mg/1000 cycles

% particules codéposées
et tailles des particules identiques



7 - Récapitulatif Nickel Composites

Type dépôt composite	% particules codéposées (volume)	Vitesse de dépôt	Durée de vie des bains	Propriétés principales
EN-PTFE	20-25%	7-10 $\mu\text{m}/\text{h}$	3 MTO	Faible coefficient de frottement
EN-Nitruure de Bore	20-25%	13-20 $\mu\text{m}/\text{h}$	8-10 MTO	Faible coefficient de frottement, résistance à l'usure
EN-Diamant	Jusqu'à 40%	15-23 $\mu\text{m}/\text{h}$	8-10 MTO	Dureté, Résistance à l'usure

8 - Sélection d'un Nickel Chimique

	Bas Phosphore	moyen Phosphore	Haut Phosphore	Diamant ENOVA CDC		PTFE ENOVA 110	Nitrure Bore ENOVA KR
				0,25 µm	20 µm		
Brasure	X	X	X	X			
Dureté élevée sans TTH	X			X	X		
Résistance temp. Élevée	X			X	X		X
Non magnétique			X			X	
Soudabilité	X		X	X			
Résistance à l'usure	XX	X	X	XXXX	XXXX		XXX
Résistance à la corrosion			X	*	*	*	*
Coeff. frottement élevé					X		
Coeff. frottement faible	X			X		XX	XX
démoulage						X	X

* = Résistance à la corrosion optimale si sous-couche de EN HP

9 - Conclusion

- Le nickel chimique permet d'avoir une très grande diversité de revêtements durs avec différentes propriétés.
- Les caractéristiques obtenues (suivant le type de nickel chimique) permettent dans certains cas d'avoir de bonnes alternatives aux revêtements durs tel que le Chrome dur.