

Physique de la déformation : les polycristaux

Sébastien Merkel

Professeur, département de Physique

Laboratoire UMET (Unité Matériaux et Transformations)

sebastien.merkel@univ-lille.fr

7- Rappels sur la structure hexagonale compacte

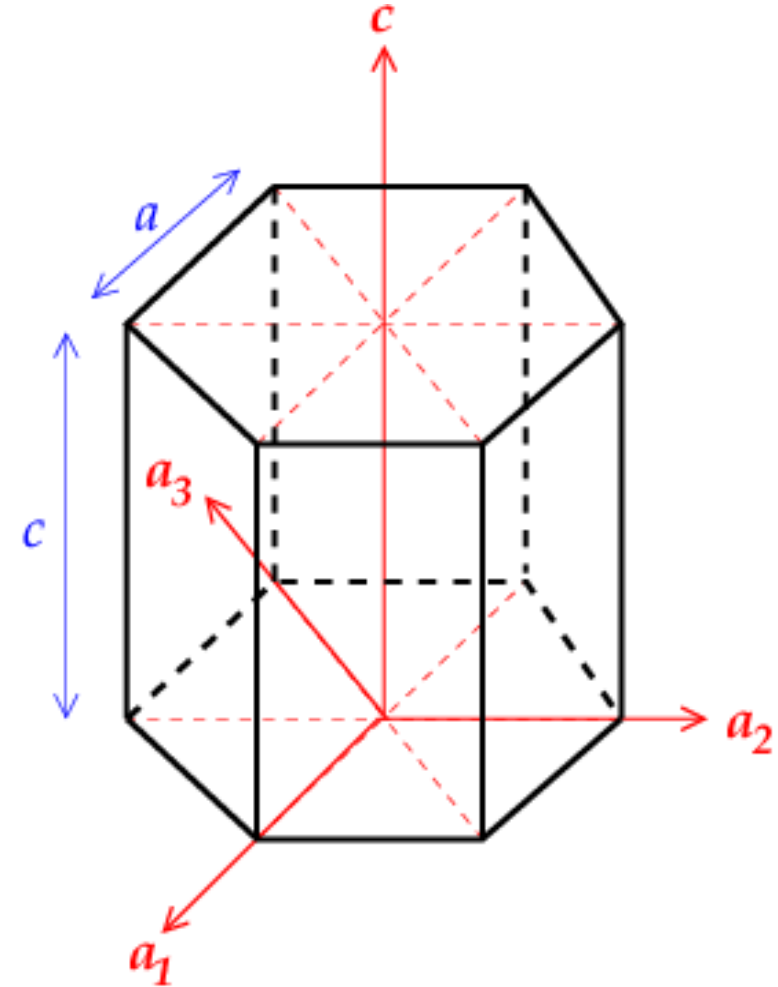
Structure hexagonale compacte

Métaux de structure hexagonale compacte :

- Zirconium, titane, magnésium, zinc, fer ϵ ($P > 15$ GPa)

Intérêt :

- Alliages de zirconium (zircalloy) : nucléaire (confinement des barreaux de combustibles) ;
- Alliages de titane : aérospatiale (pales de réacteurs...)
- Magnésium : automobile (allègement des moteurs) ;
- Fer ϵ : géophysique (noyau interne terrestre).



Notation à 4 indices

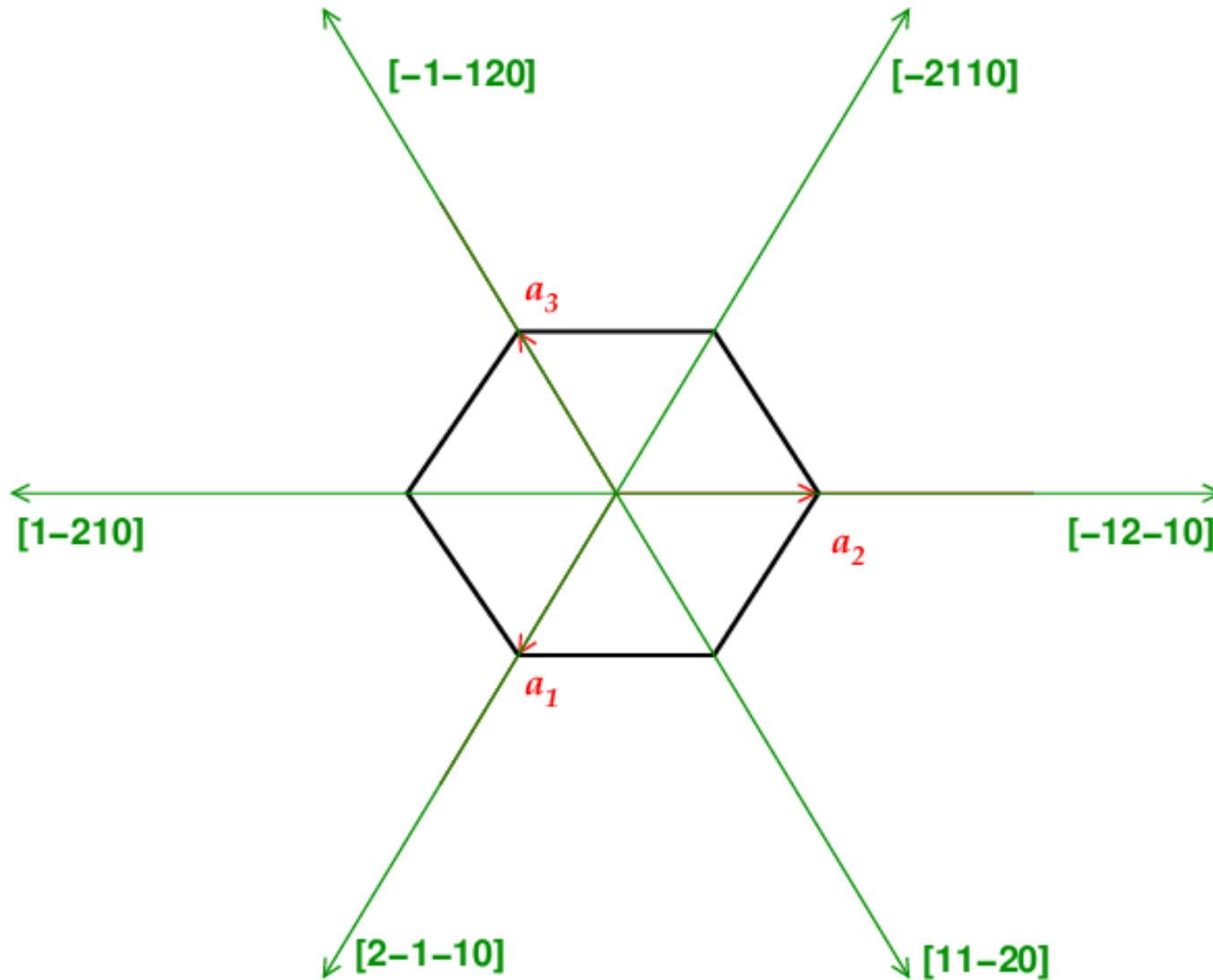
Vecteurs de base a_1 , a_2 et a_3 équivalents et non orthogonaux :

- Définitions d'indices de Miller sur 3 axes non-orthogonaux (a_1 , a_2 et c) utilisable mais peu pratique (masque des éléments de symétrie) ;
- Définitions d'indices de Miller sur 3 axes orthogonaux (a_1 , Y et c) utilisable mais peu pratique (masque des éléments de symétrie, lien difficile avec le structure...).

Justifie l'introduction d'une notation à 4 indices :

- Pour les plans réticulaires : $(hkil)$ avec $h+k+i=0$;
- h , k , et l sont les même que ceux obtenus dans une notation à 3 indices
- Pour les directions : conversion entre 3 et 4 indices plus compliquée
 - $u = (2u'-v')/3$; $v = (2v'-u')/3$; $t = -(u+v)$
 - $w = w'$
 - $[uvtw]$ avec $u+v+t=0$

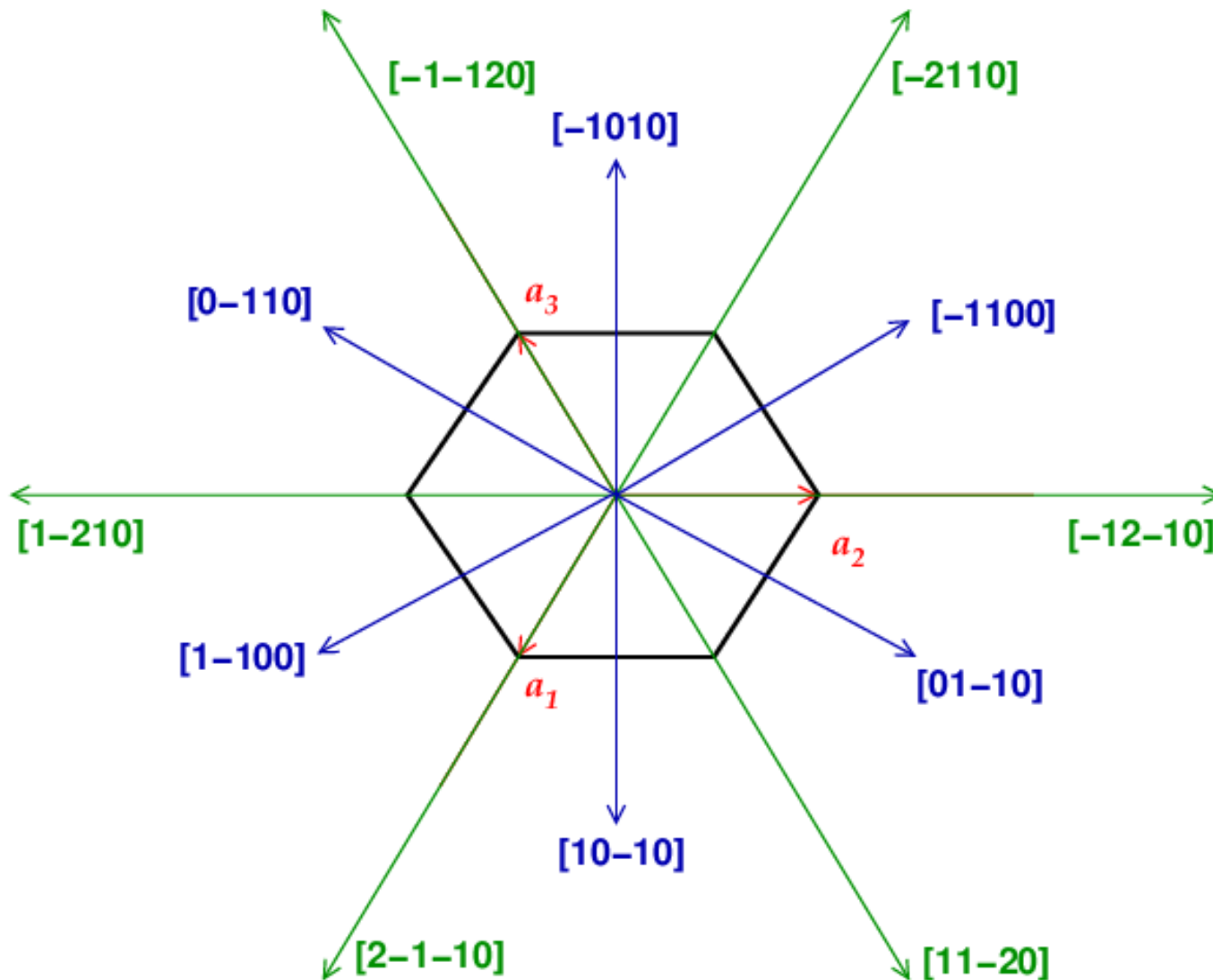
Exemples de directions (1)



Exercice :

Tracer les directions $[\overline{2}110]$, $[11\overline{2}0]$, et tous leurs équivalents de symétrie...

Exemples de directions (2)



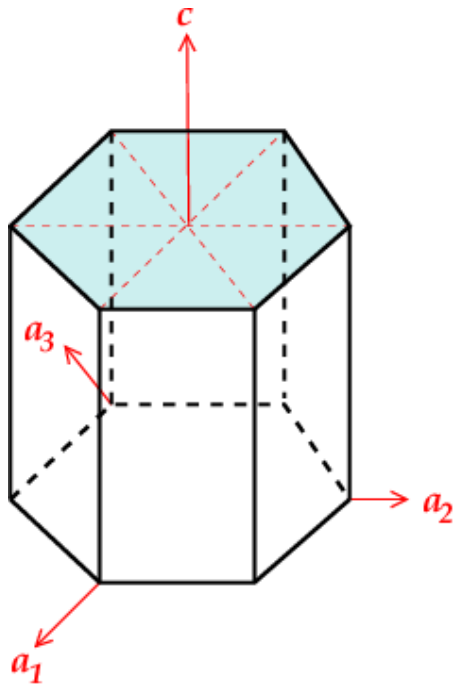
Exercice :

Tracer les directions $[10\bar{1}0]$, $[01\bar{1}0]$, et tous leurs équivalents de symétrie...

Remarque importante :

- Pour les directions du plan basal, la direction $[hki0]$ est normale au plan $(hki0)$.
- Ceci n'est pas vrai pour les plans $(hkil)$ avec $l \neq 0$.

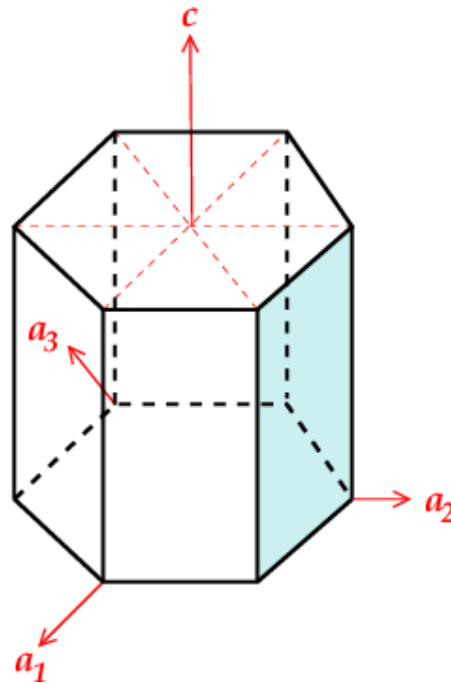
Plans basal et prismatique



(0001)

Plan basal

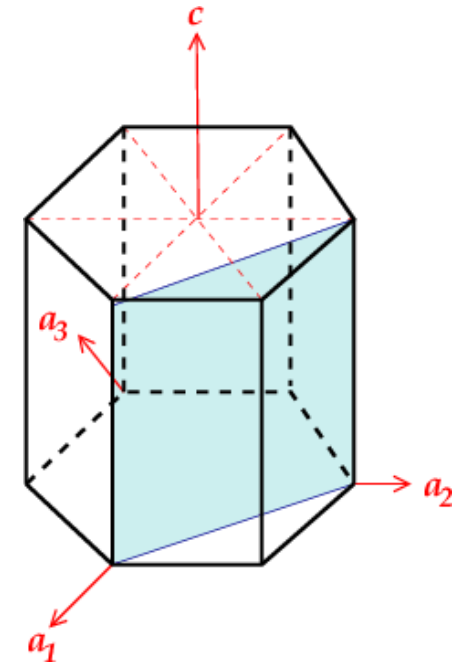
$\{0001\} : (0001)$



$(01\bar{1}0)$

Plan prismatique

$\{01\bar{1}0\} :$
 $(01\bar{1}0), (\bar{1}100), (\bar{1}010)$

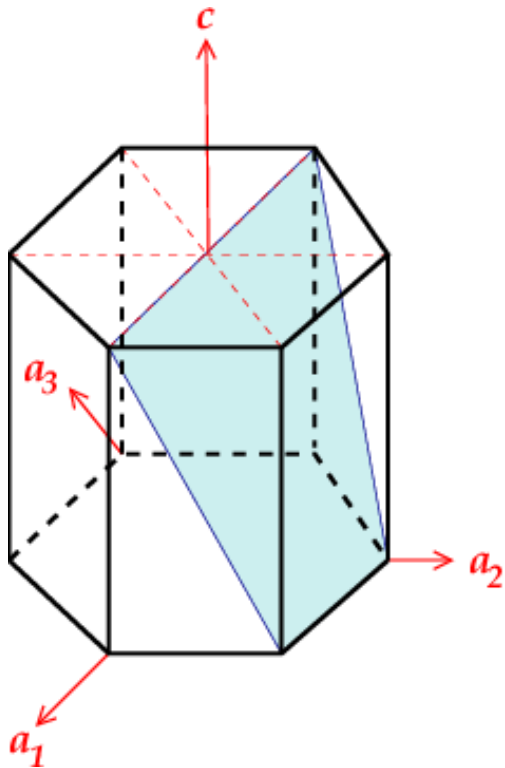


$(11\bar{2}0)$

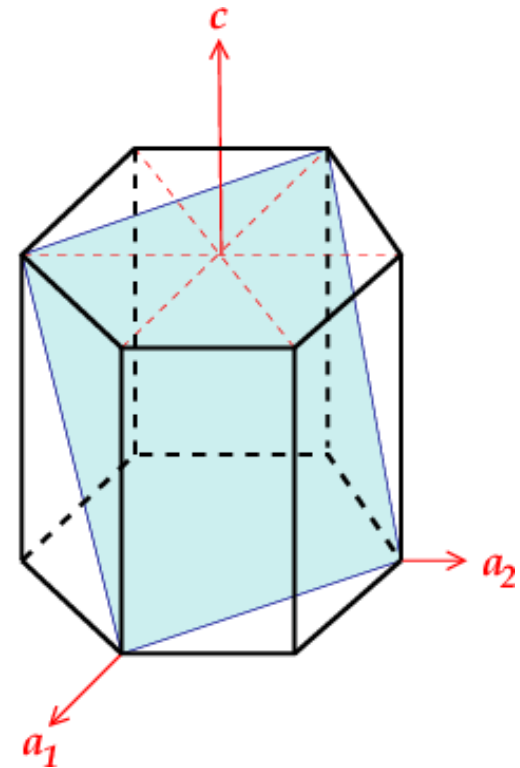
Sans nom

$\{11\bar{2}0\} :$
3 équivalents

Plans pyramidaux



$(01\bar{1}1)$
Plan pyramidal
 $\{01\bar{1}1\}$:
6 équivalents



$(11\bar{2}1)$
Plan pyramidal second ordre
 $\{11\bar{2}1\}$:
6 équivalents

Projection cristal hexagonal

Projection stéréographique pour un matériau à structure hexagonale compact (Zn)

Secteur «hexagonal» :
suffisant pour la
représentation de l'IPF
cristal hexagonal.

Z // [0001], perpendiculaire au plan basal
X // [2-1-10], dans la direction a1
Y // [01-10], perpendiculaire à un plan prismatique

Barret & Massalski, Structure of Metals, Permagon (1980)

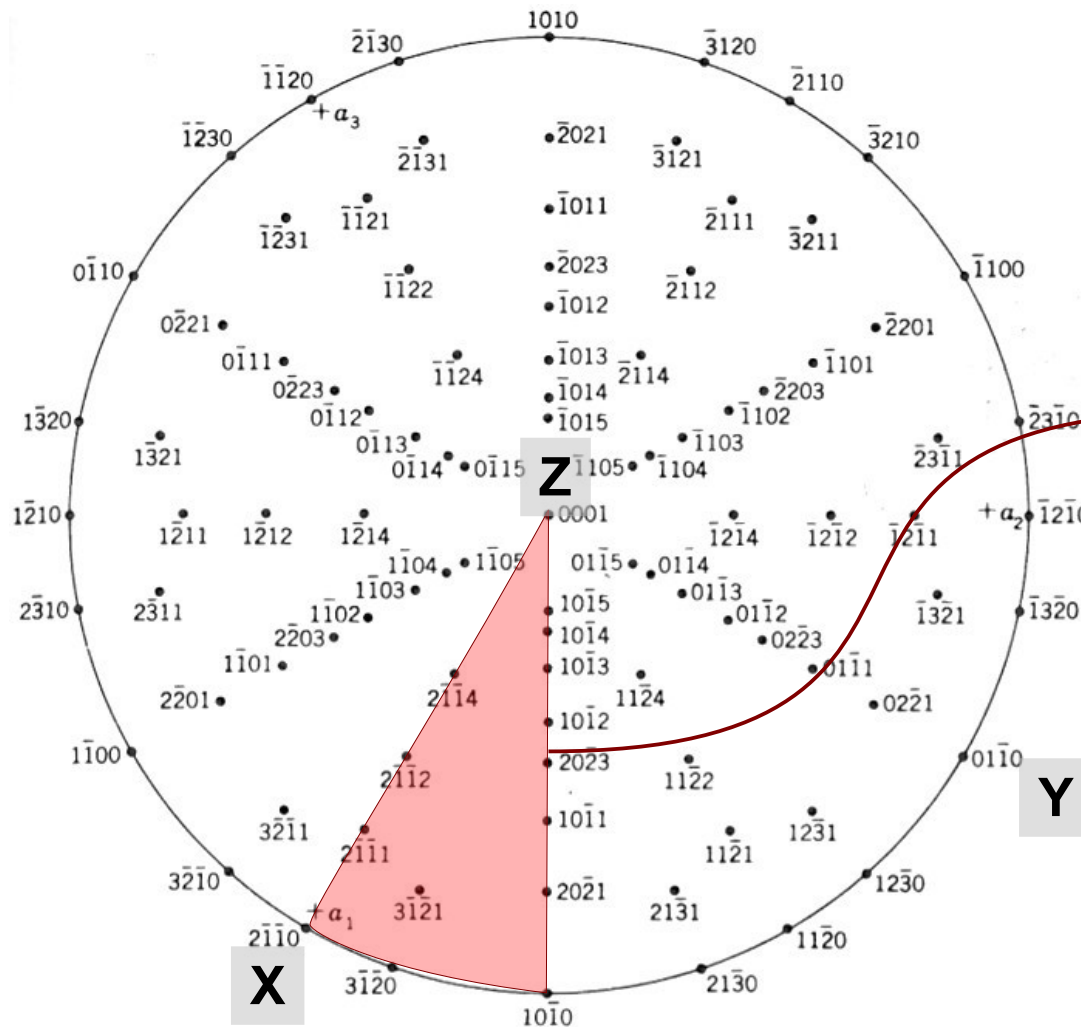


Fig. 2-10 Standard (0001) projection for zinc (hexagonal, $c/a = 1.86$).

Paramètre c/a

Le paramètre c/a indique le degré de compacité de structure :

- Empilement compact : $c/a = 1.633$
- Le paramètre c/a a une grande influence sur le choix de mécanisme de déformation.

$c/a > 1.633$

$c/a \sim 1.633$

$c/a < 1.633$

Métal		c/a
Cadmium	Cd	1,886
Zinc	Zn	1,856
Magnésium	Mg	1,623
Cobalt	Co	1,623
Rhénium	Re	1,615
Zirconium	Zr	1,592
Osmium	Os	1,589
Titane	Ti	1,587
Béryllium	Be	1,568