

Physique de la déformation : les polycristaux

Sébastien Merkel
Professeur, département de Physique
Laboratoire UMET (Unité Matériaux et Transformations)
sebastien.merkel@univ-lille.fr

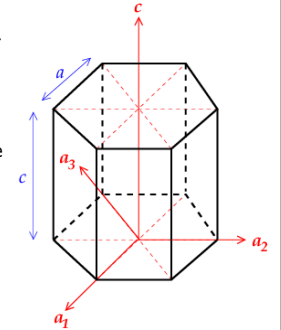
7- Rappels sur la structure hexagonale compacte

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

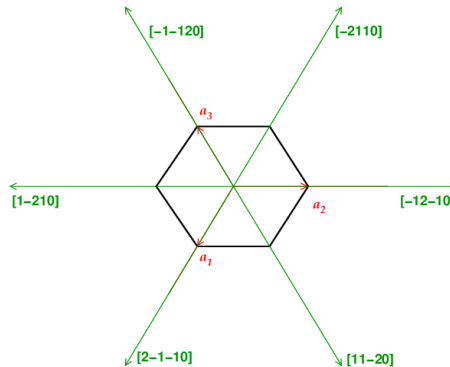
Vecteurs de base a_1 , a_2 et a_3 équivalents et non orthogonaux :

- 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 :

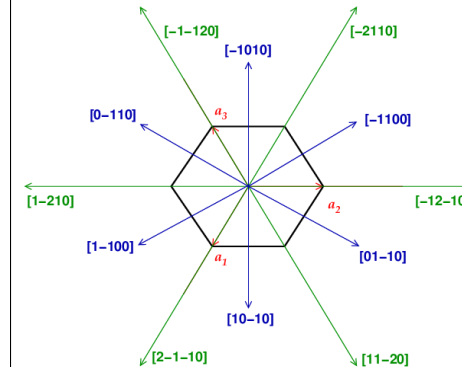
- Pour les plans réticulaires : $(hkil)$ avec $h+k+i=0$;
- h , k , et l sont les même que ceux obtenus dans une notation à 3 indices
- Pour les directions : conversion entre 3 et 4 indices plus compliquée
 - $u = (2u' - v')/3$; $v = (2v' - u')/3$; $t = -(u+v)$
 - $w = w'$
 - $[uvtw]$ avec $u+v+t=0$

Exemples de directions (1)



Exercice :
Tracer les directions $[2\bar{1}10]$, $[1\bar{1}\bar{2}0]$, et tous leurs équivalents de symétrie...

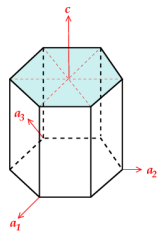
Exemples de directions (2)



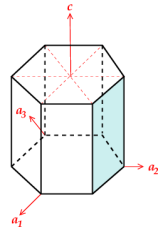
Exercice :
Tracer les directions $[1\bar{0}10]$, $[0\bar{1}10]$, et tous leurs équivalents de symétrie...

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 $l \neq 0$.

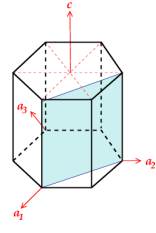
Plans basal et prismatique



(0001)
Plan basal
{0001} : (0001)

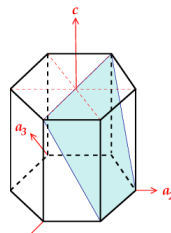


(01 $\bar{1}$ 0)
Plan prismatique
{01 $\bar{1}$ 0} :
(01 $\bar{1}$ 0), ($\bar{1}$ 100), ($\bar{1}$ 010)

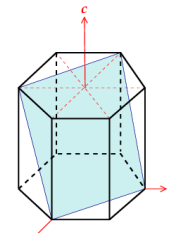


(11 $\bar{2}$ 0)
Sans nom
{11 $\bar{2}$ 0} :
3 équivalents

Plans pyramidaux

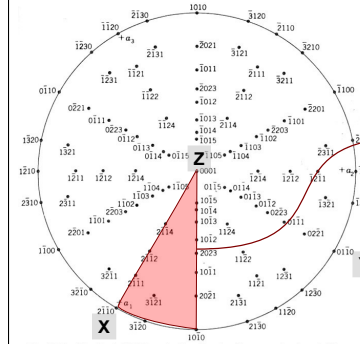


(01 $\bar{1}$ 1)
Plan pyramidal
{01 $\bar{1}$ 1} :
6 équivalents



(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)

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