

LP 36 : Diffraction par des structures périodiques

Niveau : L3

Prérequis :

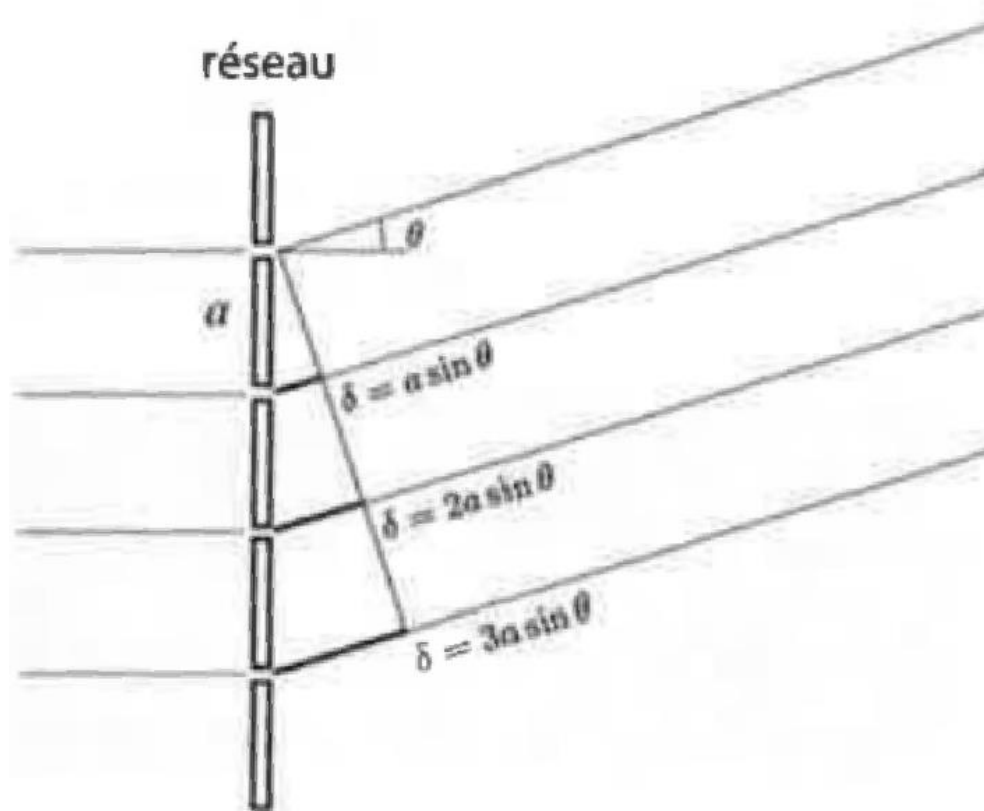
- ▣ Diffraction de Fraunhofer (Diffraction par une fente de largeur b)
- ▣ Interférences (Formule des réseaux, transmission et réflexion)
- ▣ Cristallographie (Réseau de Bravais, Réseau réciproque, Maille, Motif, Plan réticulaires)
- ▣ Transformée de Fourier

Diffraction par un rideau d'une lumière extérieure
Source : Wikipedia



Diffraction par les ailes d'un colibri
Crédit photo: Christian Spencer





Profil de transparence du réseau

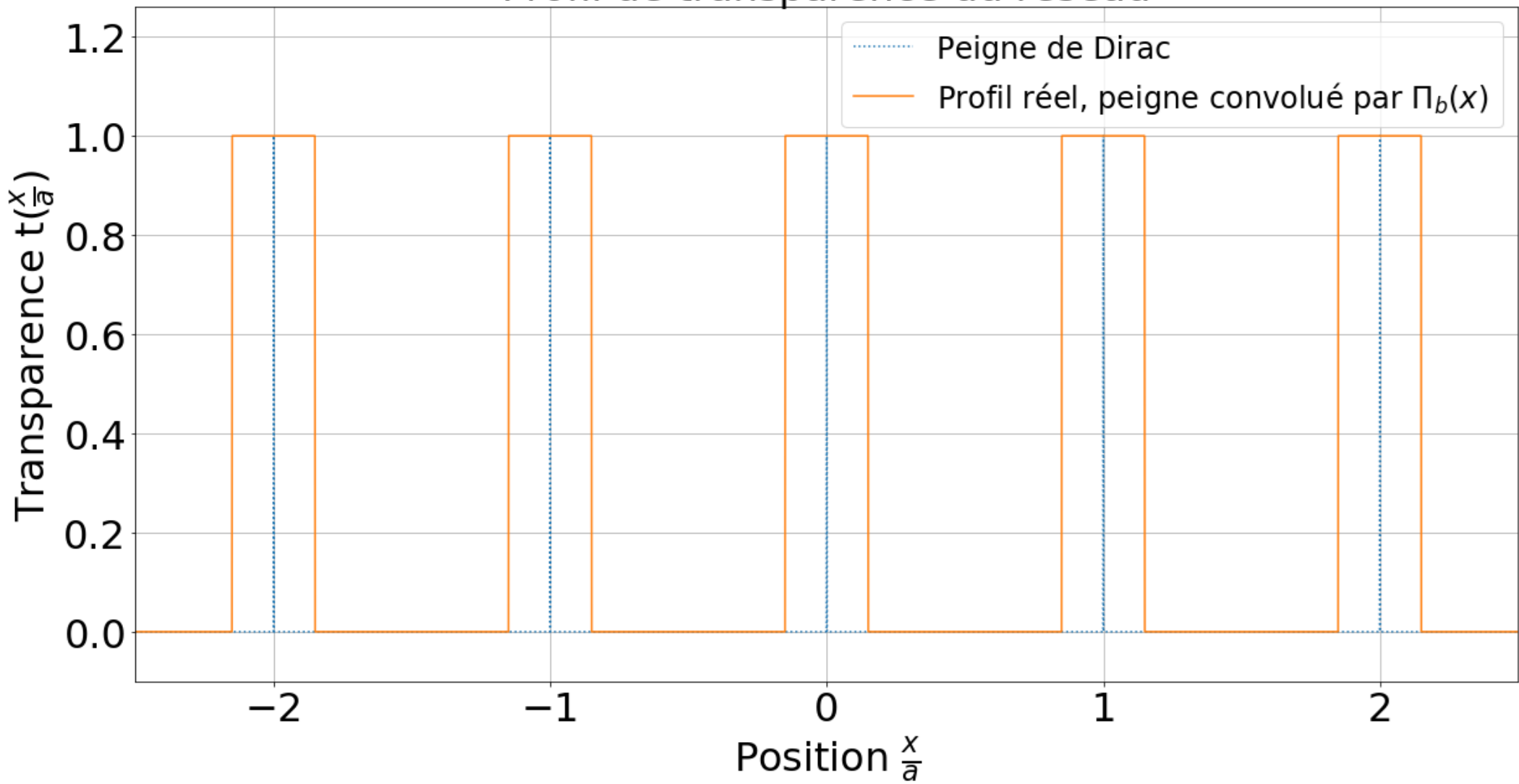
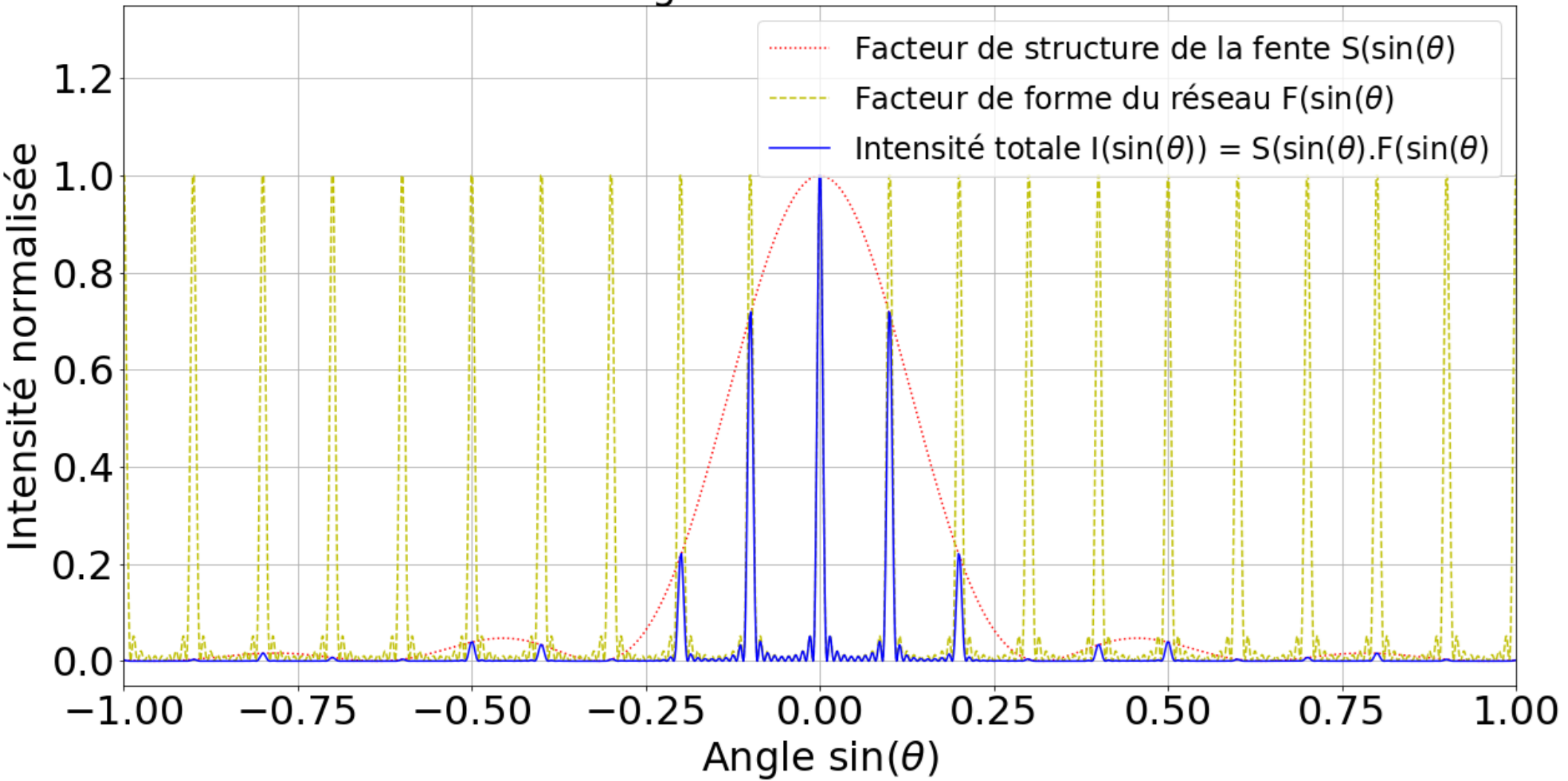


Figure de diffraction



Détermination du pas d'un CD-rom

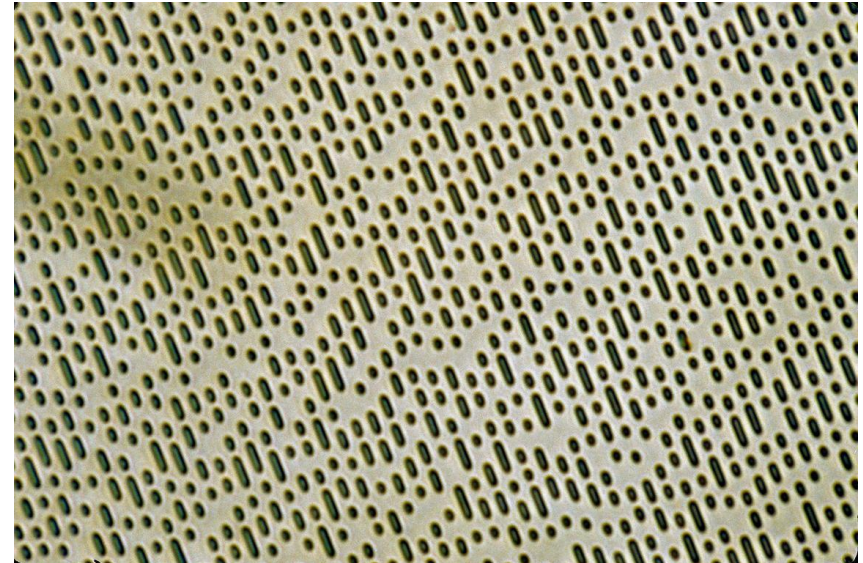
Formule des réseaux en réflexion :

$$a = p \lambda / \sin(\theta_p)$$

Ici : $p = 1$

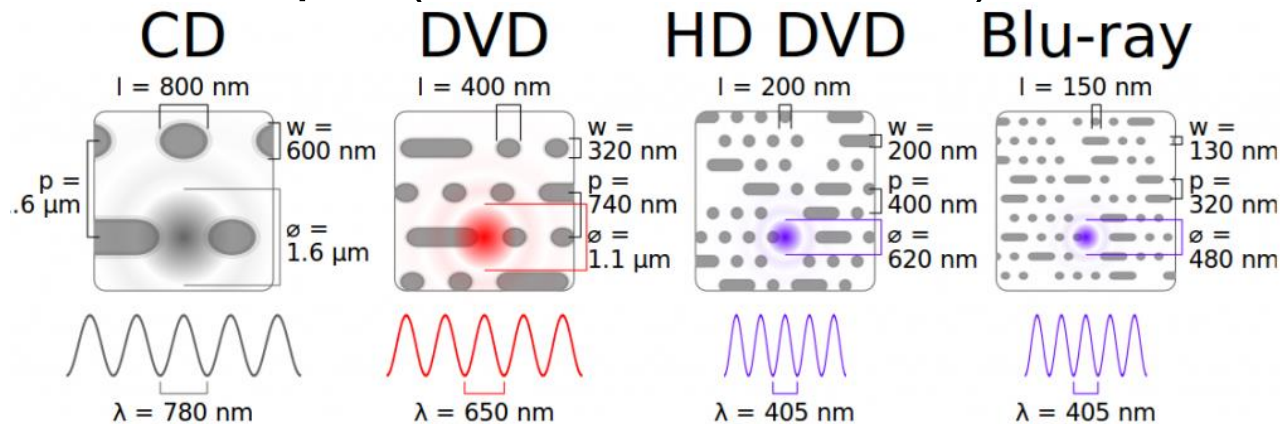
$$\lambda = 532 \text{ nm}$$

$$\sin(\theta_p) \approx 0,34$$



Crédit photo : Laurent Douek

$a \approx 1,6 \mu\text{m}$ (Standard du format)



Crédit illustration : Cmglee

Détermination du pas de l'aile du colibri

Formule des réseaux :

$$a = \lambda / \sin(\theta)$$

$$\text{Avec } \sin(\theta) = \frac{l}{\sqrt{f'^2 + l^2}}$$

Ici : $f' \sim 50 \text{ mm}$

$L \sim 10 \text{ cm}$

$l \sim L/4 \sim 2 \text{ cm}$

Donc $\sin(\theta) \sim 0,37$

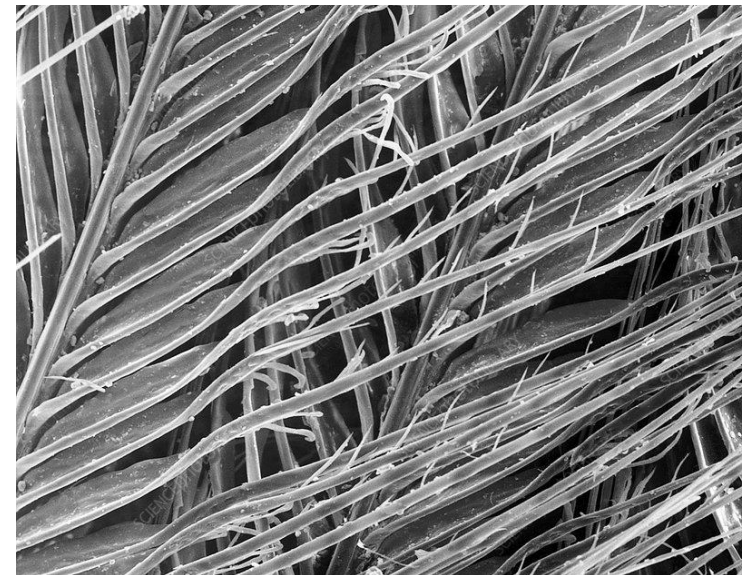
$\lambda \sim 400 \text{ nm}$

$a \sim 1 \text{ } \mu\text{m}$ (Cohérent avec la littérature)

Crédit photo : Dennis Kunkel Microscopy



Crédit photo : Laurent Douek



Réseaux de Bravais direct

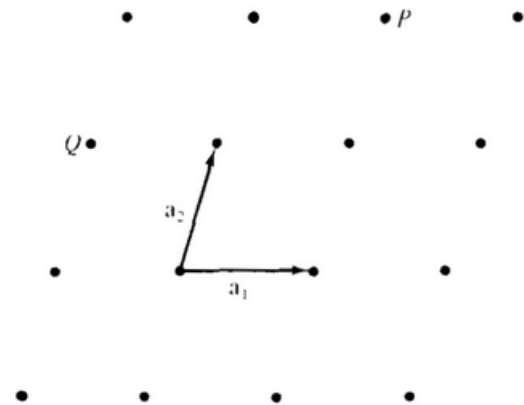
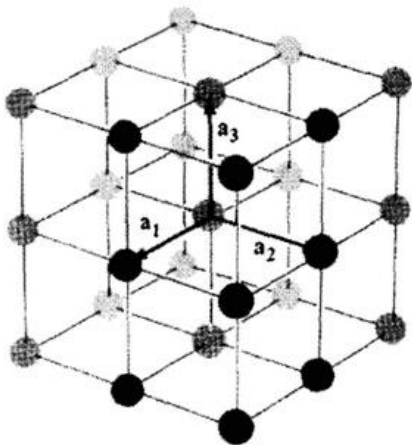
Soit trois vecteurs (**a** ,**b** ,**c**).

Un réseau de Bravais est l'ensemble des points de position :

$\mathbf{R}_{u,v,w} = u\mathbf{a} + v\mathbf{b} + w\mathbf{c}$ avec (u,v,w) entiers relatifs.

Il est décrit par la fonction :

$$S(\mathbf{r}) = \sum_{u,v,w} \delta(\mathbf{r} - \mathbf{R}_{u,v,w})$$



Réseaux de Bravais réciproque

Ensemble des vecteurs d'onde \mathbf{K} donnant une onde plane de périodicité égale à celle du réseau de Bravais direct étudié

$$e^{i\mathbf{K} \cdot \mathbf{R}} = 1 \iff \mathbf{K} \cdot \mathbf{R} = 2\pi m$$

On a donc :

Le réseau réciproque est lui même un réseau de Bravais de vecteurs $(\mathbf{a}^* \cdot \mathbf{b}^* \cdot \mathbf{c}^*)$

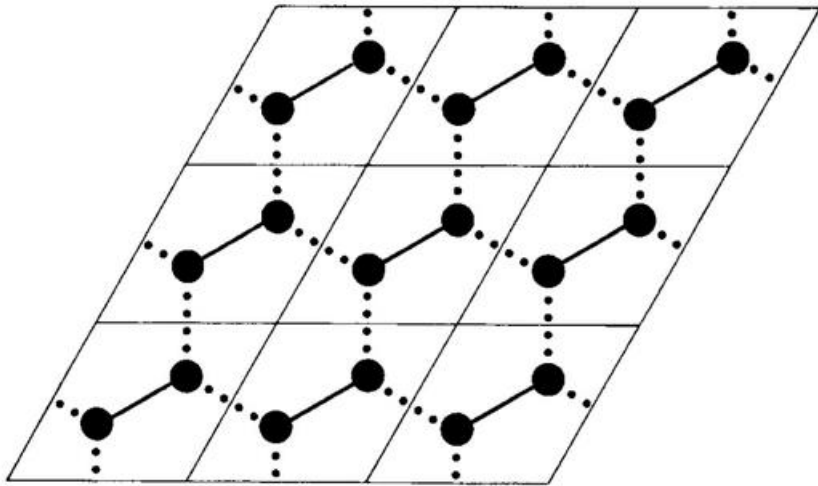
$\mathbf{K}_{h,k,l} S(\mathbf{q}) = \sum_{h,k,l} \delta(\mathbf{q} - \mathbf{K}_{h,k,l}) = TF(S(\mathbf{r}))$ entiers relatifs.

Il est décrit par la fonction :

Motif et Réseau

Motif : Unité physique répétée à chaque nœud de réseau

Une structure cristalline est formé de l'union du motif et du réseau



Source : Ashcroft et Mermin, *Physique des solides*



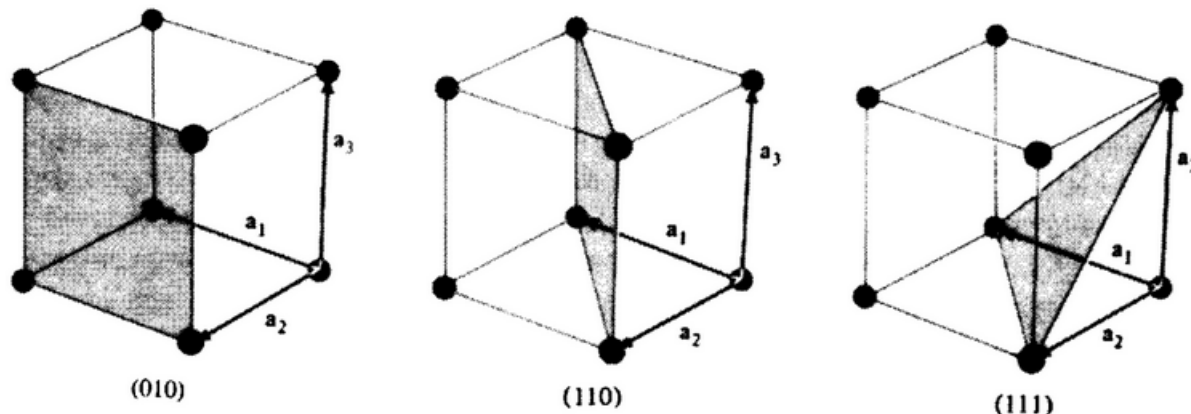
Source : *Ma maison, mon jardin*

Plan réticulaire

Plan donné par trois points du réseau non alignés.
Engendre une famille de plan parallèles espacés de la distance d

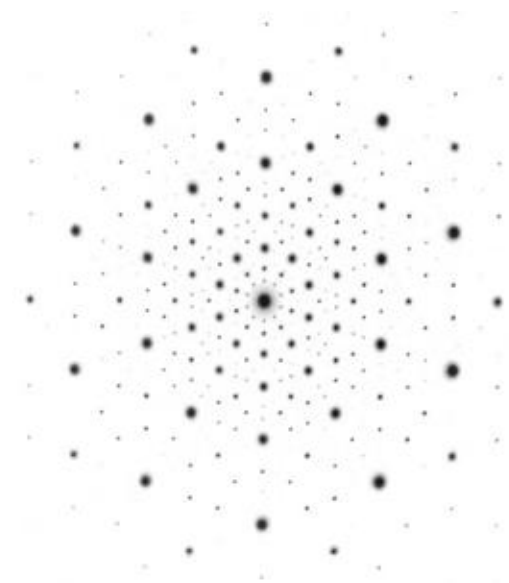
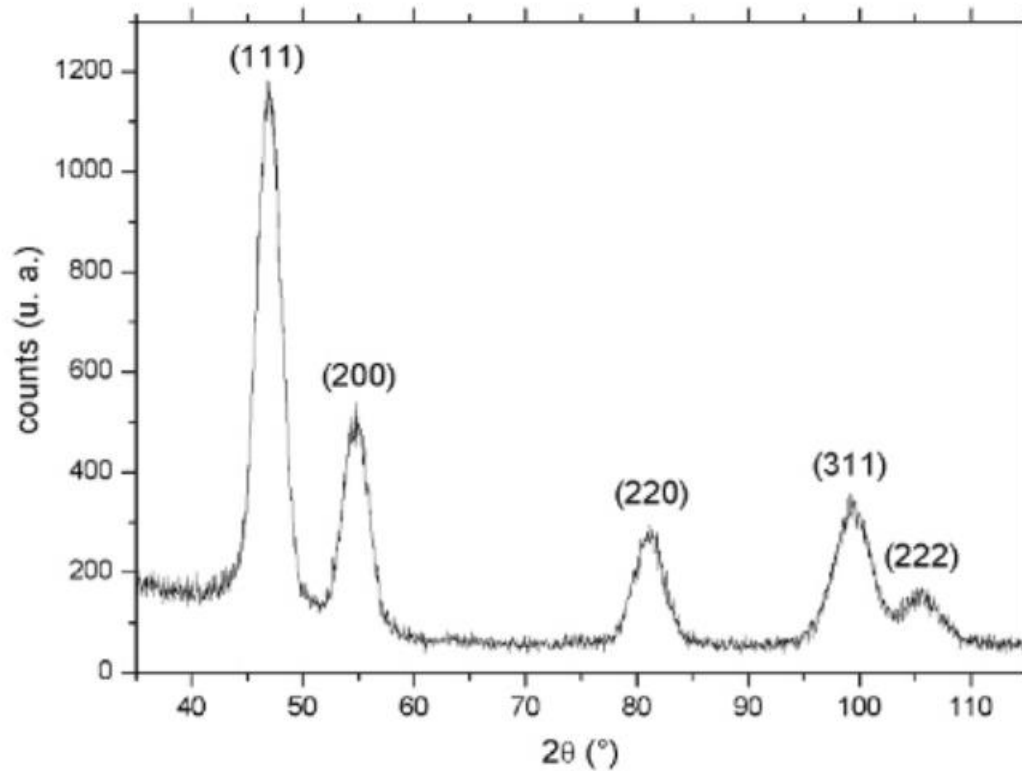
Un plan réticulaire est toujours orthogonal à un vecteur $\mathbf{K}_{h,k,l}$ du réseau réciproque, tel que :

$$||\mathbf{K}_{h,k,l}|| = \frac{2\pi}{d}$$



Source : Ashcroft et Mermin, *Physique des solides*

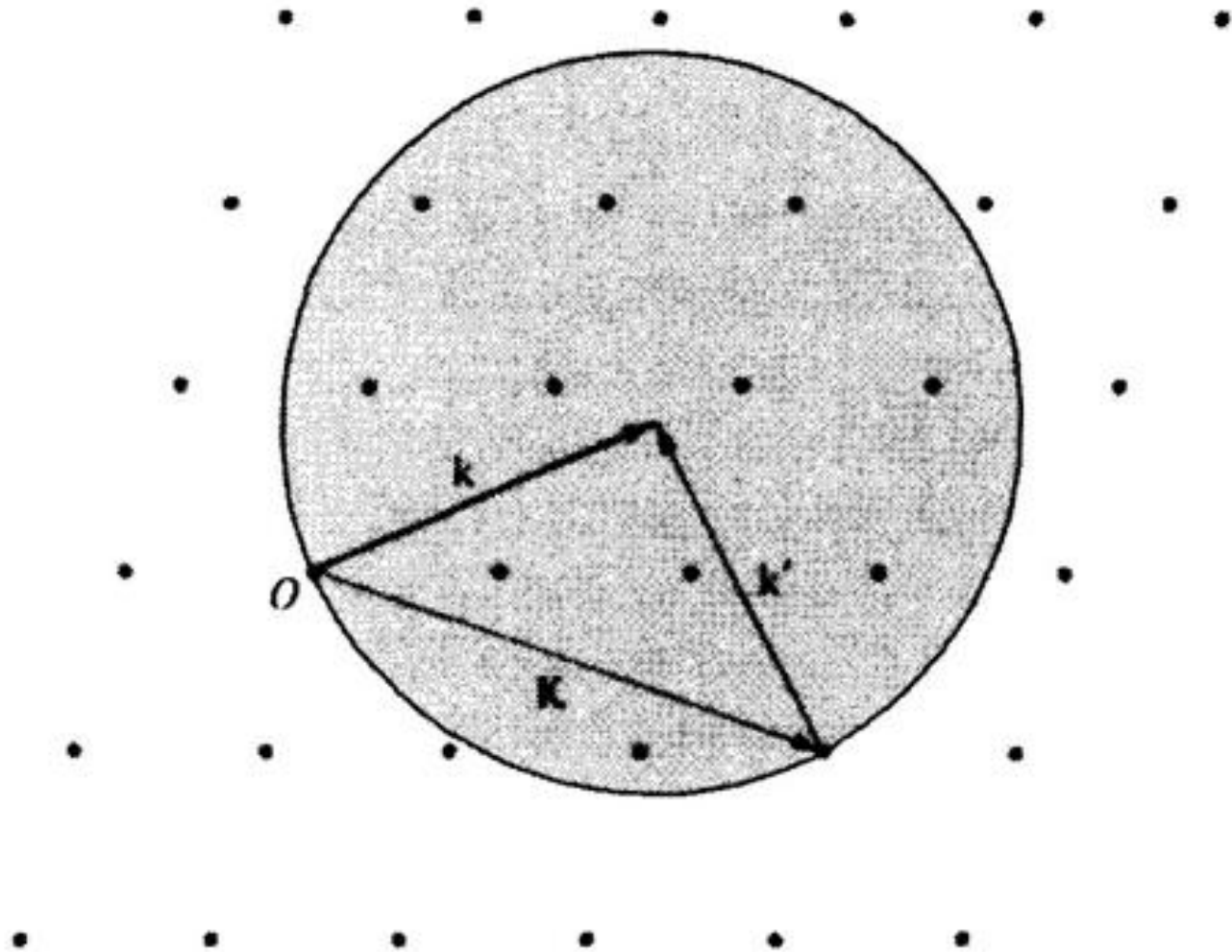
Conclusion



Source : D. Shechtman et al. , *Metal*

Source : M. Delalande et al. , *Journal of Materials Chemistry*, 2007, 17, 1579-1588.

Construction d'Ewald, mesure des pics



Source : Ashcroft et Mermin, *Physique des solides*