

VirtualTAS

Alain Bouvet

28 juillet 1998

Dessin schématique de l'instrument

en noir : chemin des neutrons de la [source](#) vers le [monochromateur](#), M, (une grande partie des neutrons traversent le [monochromateur](#) et ne sont arrêtés que par le "Beam-Stop").

en cyan : chemin des neutrons sélectionnés par le [monochromateur](#) (la rotation du monochromateur permet de choisir l'énergie)

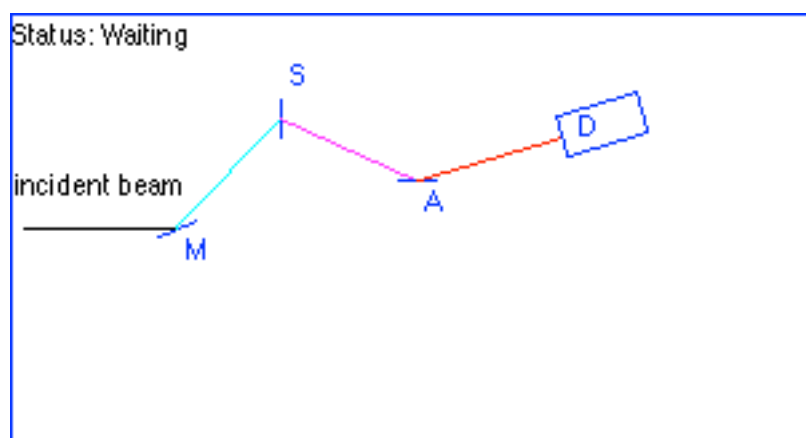
en magenta : chemin des neutrons diffusés par l'[échantillon](#), S, en direction de l'analyseur (l'échantillon diffuse dans tout l'espace)

en rouge : chemin des neutrons sélectionnés par l'[analyseur](#), A, (même énergie mais qui peut être différente de celle sélectionnée par le [monochromateur](#))

Finalement les neutrons sont comptés par le [détecteur](#), D.

L'instrument comprend trois axes de rotation d'où son nom:

- la rotation du monochromateur qui permet de choisir l'énergie des neutrons qui arrivent sur l'échantillon.
- la rotation de l'échantillon qui permet de sélectionner le vecteur de propagation, Q.
- la rotation de l'analyseur qui permet de choisir l'énergie des neutrons diffusés par l'échantillon.



Réseau réciproque.

Définition:

Les échantillons étudiés sont des cristaux. Les atomes sont rangés aux noeuds d'une grille en 3D, appelé réseau. Pour simplifier prenons un réseau cubique, c'est-à-dire où chaque maille est un cube de côté a . Pour étudier les mouvements dans un cristal il est plus judicieux de travailler dans un espace, appelé [réseau réciproque](#), où la maille est un cube de côté $1/a$.

réseau cristallin	réseau réciproque	
a	$1/a$	
vitesse du neutron incident	vecteur d'onde incident	k_i
vitesse du neutron final	vecteur d'onde final	k_f
		f
déplacement des atomes, des moments magnétiques...	vecteur de propagation, moment	Q
	moment réduit	q

L'interaction entre le neutron et le cristal suit les lois (ce sont les mêmes qui s'appliquent aux boules de billards ou de pétanques)

- de conservation de l'énergie $EN \sim k_f^2 - k_i^2$
- de conservation du moment $Q = k_f - k_i$

$EN > 0$ correspond à une création de mouvement dans le cristal (une excitation)

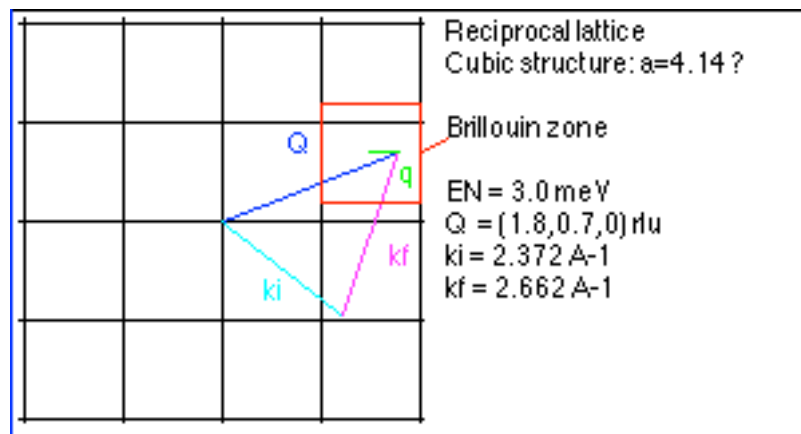
$EN < 0$ correspond à l'absorption d'un mouvement dans le cristal. (à haute température les atomes sont perpétuellement agités)

Le moment réduit q est défini par $q = Q - \tau$ où τ est le plus proche noeud du réseau réciproque.

Interactivité:

En cliquant sur l'extrémité du vecteur Q et en le glissant on change à la fois sa longueur et son orientation. Simultanément on peut voir le déplacement du spectromètre.

En cliquant à l'origine des vecteurs k_i et k_f et en glissant la souris on modifie à la fois l'énergie incidente et le transfert d'énergie EN entre le neutron et le cristal



Résolution instrumentale

En raison notamment de la taille finie des éléments (M,S,A,D...) qui constituent le spectromètre, tous les neutrons qui atteignent le détecteur n'ont pas exactement la même énergie ou le même moment. L'écart moyen à la valeur théorique est appelé résolution instrumentale. Il est possible d'évaluer cette fonction de résolution. Elle est alors caractérisée par une ellipsoïde (ellipse à 2D) qui est définie par le fait que 67% des neutrons détectés se trouvent à l'intérieur.

Courbe de dispersion

Définition

La vitesse de propagation d'une onde dans un cristal dépend de la direction dans laquelle elle se propage. En effet la force qui relie les atomes ou les moments magnétiques à l'intérieur du cristal varie en fonction de la nature des atomes, de leur environnement, de leur éloignement... La relation qui relie la vitesse de propagation (l'énergie) au moment (direction et amplitude de la propagation, Q) est appelé loi de dispersion.

Quelques exemples caractéristiques sont les lois de dispersions dans le cas:

- d'excitation ferromagnétique (magnon, rotation du moment magnétique)

- d'excitation antiferromagnétique (magnon, rotation du moment magnétique)
- de phonon acoustique (vibration des atomes)
- de phonon optique (vibration des atomes)

Description

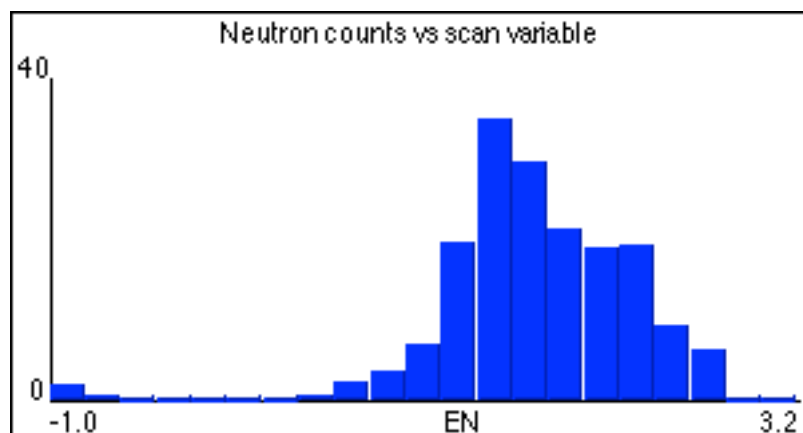
Ce diagramme permet de visualiser l'énergie de l'onde, EN , en fonction de son moment réduit, q . La loi de dispersion est matérialisée par la courbe rouge. L'ellipse rouge représente la fonction de résolution.

Pendant un temps de mesure donné, 200 neutrons (points verts et bleus) sont envoyés sur l'échantillon. Parmi ceux là seuls ceux qui peuvent créer ou absorber un mouvement dans le cristal seront diffusés vers le détecteur (points bleus).



Comptage des neutrons

En général on ne connaît pas la loi de dispersion, qui permet d'avoir de précieux renseignements sur les forces à l'intérieur d'un cristal. On réalise donc une expérience de diffusion inélastique de neutrons sur un spectromètre trois axes. On procède par balayage soit en énergie en fixant q , soit en q en fixant l'énergie. A chaque position (EN ou q respectivement) on compte les neutrons diffusés (en bleu) et on obtient un profil. L'ensemble des profils permet alors de déterminer la loi de dispersion (courbe rouge).



Changement de k_i et k_f



Impossible d'afficher l'image. Votre ordinateur manque peut-être de mémoire pour ouvrir l'image ou l'image est endommagée. Redémarrez l'ordinateur, puis ouvrez à nouveau le fichier. Si le x rouge est toujours affiché, vous devrez peut-être supprimer l'image avant de la réinsérer.

Changement du vecteur de propagation Q



Impossible d'afficher l'image. Votre ordinateur manque peut-être de mémoire pour ouvrir l'image ou l'image est endommagée. Redémarrez l'ordinateur, puis ouvrez à nouveau le fichier. Si le x rouge est toujours affiché, vous devrez peut-être supprimer l'image avant de la réinsérer.