

## Sujet de stage BAB3 2019-2020 du service de physique biomédicale

Contact : [yves.gossuin@umons.ac.be](mailto:yves.gossuin@umons.ac.be) ou [quoclam.vuong@umons.ac.be](mailto:quoclam.vuong@umons.ac.be)

### (1) Test et mise au point d'un équipement à rayons X destiné à l'enseignement

Le service a récemment fait l'acquisition d'une machine à rayons équipée d'un tube au molybdène permettant de réaliser différents types d'expériences, comme le relevé du spectre d'émission du Mo, la mise en évidence du doublet alpha du Mo et la monochromatisation des RX. Une expérience de diffraction sur différents plans cristallins d'un cristal de NaCl peut également être réalisée. Le but du stage sera d'appliquer les différents protocoles expérimentaux fournis par le constructeur et de vérifier que les résultats obtenus sont conformes à la théorie. Si nécessaire, des adaptations devront être apportées au système de mesure pour assurer des mesures précises et reproductibles.

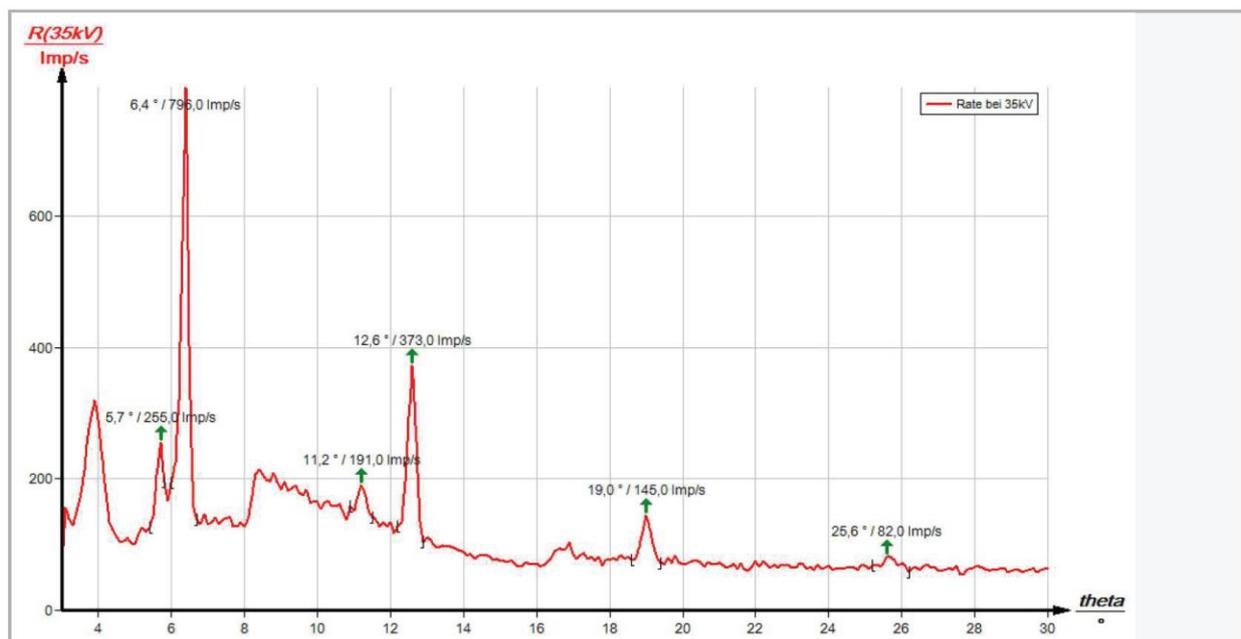


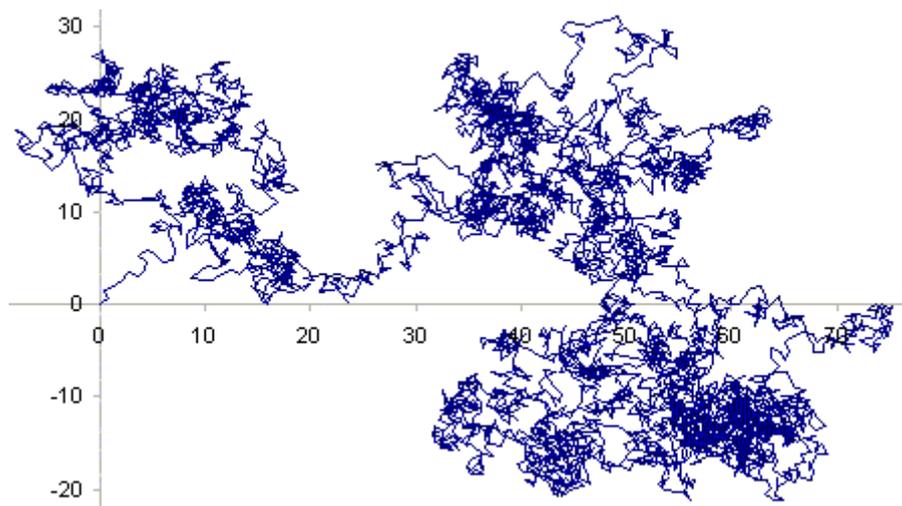
Fig. 11: Intensity of the X-radiation of molybdenum as a function of the glancing angle  $\vartheta$ ; analyser crystal :KBr

*Spectre caractéristique du Molybdène.*

## (2) Le mouvement Brownien : simulation numérique de l'équation de Langevin

Le mouvement brownien est un phénomène se déroulant à mi-chemin entre l'échelle moléculaire et l'échelle macroscopique : lorsqu'une particule suffisamment petite est plongée dans un fluide, elle subit un mouvement saccadé qui semble aléatoire. C'est Brown qui a, découvert expérimentalement ce phénomène en observant au microscope le mouvement de particules à l'intérieur de grains de pollen. Einstein a démontré que ce mouvement pouvait être expliqué par les multiples collisions entre la particule et les molécules du fluide. Langevin a ensuite reformulé le problème de manière fondamentale en introduisant une force aléatoire dans l'équation de Newton. Depuis, cette dernière équation a trouvé un grand nombre d'applications aussi bien en théorie du signal, en physique statistique, dans les systèmes complexes etc.

Dans ce stage, il est proposé de résoudre numériquement l'équation de Langevin à une dimension. L'étudiant implémentera en Python la méthode d'Euler. Il l'appliquera à équation classique puis à l'équation de Langevin. Il comparera ensuite les résultats numériques aux solutions analytiques.



### (3) Résolution numérique du pendule double

Le pendule double est un système de deux pendules liées l'une à l'autre. Ce système mécanique simple en apparence s'avère très complexe dans son comportement. Les équations qui en découlent ne peuvent pas être résolues analytiquement : leurs solutions ne peuvent être approchées que numériquement. La trajectoire suivie par un pendule double peut devenir chaotique et constitue une bonne introduction à la théorie du chaos.

Dans ce stage, nous vous proposons de résoudre numériquement l'équation du pendule et d'étudier l'évolution de sa trajectoire dans le temps. Ce stage vous permettra de comprendre comment des algorithmes informatiques peuvent aider à résoudre des problèmes en physique qui ne trouvent pas de solution analytique et constitue une bonne introduction à des phénomènes non linéaires comme le chaos.

