IRAMIS

Brèves de l'IRAMIS

Institut Rayonnement Matière de Saclay

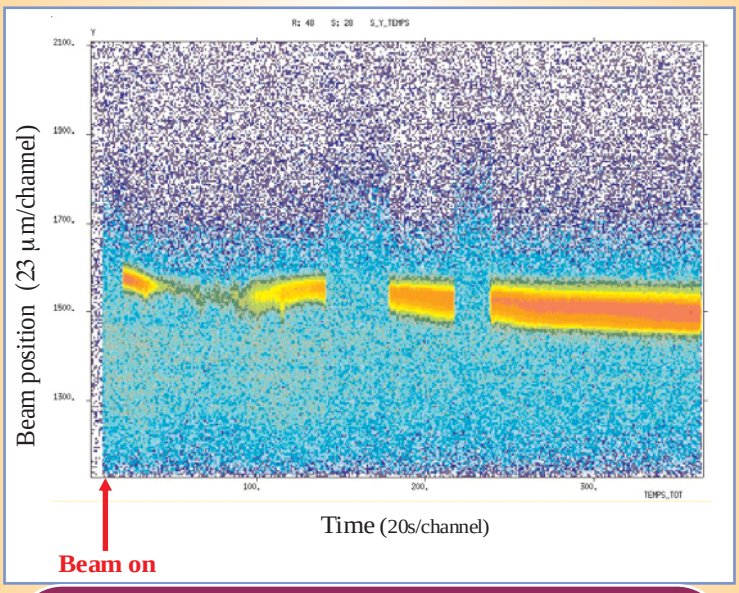
numéro 177 avril 2009

Guidage d'ions multichargés par capillaire isolant

Le chargement d'un isolant soumis à l'impact d'ions de basse énergie est le cauchemar de tout physicien des collisions car les cycles de chargement et déchargement conduisent à une très forte instabilité de la position du faisceau. Pourtant, la découverte récente du guidage stable et reproductible d'un faisceau d'ions multichargés (Ar^{8+}, Xe^{23+}) dans un capillaire isolant montre que le processus est maîtrisable. On pense que ce guidage provient de ce que les ions chargent localement la paroi intérieure du tube jusqu'à atteindre une charge suffisante pour défléchir le faisceau. Le faisceau ainsi défléchi ne touche plus la paroi et poursuit sa traversée jusqu'à l'impact suivant, ce qui produit le chargement auto-organisé du capillaire. Une fois ce dernier établi, le faisceau traverse le capillaire sans toucher la surface du tube et donc sans changement d'état de charge. Ce scénario est conforté par nos récents résultats qui montrent une oscillation de la direction du faisceau en sortie du capillaire. Cette oscillation s'atténue puis disparaît une fois le chargement auto-organisé (figure) établi.

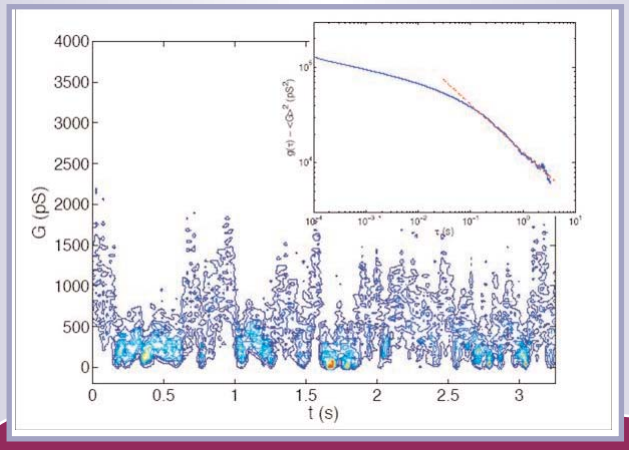
En utilisant un capillaire conique possédant un diamètre de sortie de l'ordre du micron, nous avons produit, grâce à ce mécanisme de guidage, un faisceau d'Ar8+ focalisé sur un diamètre de 3 µm et d'une divergence aussi faible que 0.4 mrad ! Notre objectif final est de produire un faisceau d'ions multichargés d'une taille nanométrique. Ce travail se poursuit au sein d'une collaboration franco-japonaise.

A. Cassimi
02 31 45 47 52



Position verticale d'un faisceau de Xe^{23+} tracée en fonction du temps. L'amplitude des oscillations correspond à une déflection du faisceau d'un angle de 2.5 mrad (0.15°).
Les interruptions de la trace ne sont dues qu'à une analyse en état de charge du projectile en cours d'enregistrement.

Dynamique du percement d'une membrane par des peptides hémolytiques

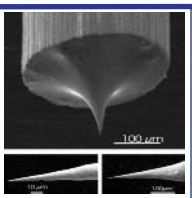
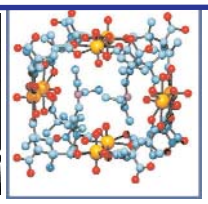
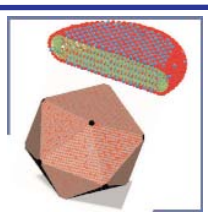


Fluctuations de la conductivité (G) d'une membrane lipidique au cours des attaques d'un petit peptide de 15 acides aminés (le LK15-beta). La fenêtre de temps est découpée en 256 intervalles dans lesquelles des histogrammes sont calculés et représentés. La fonction d'autocorrélation du signal (g) décroît très lentement et est compatible à temps long avec une loi en $t^{-1/2}$ (pointillés rouges).

Certains peptides en forme de petits bâtonnets sont connus depuis longtemps pour créer des pores dans les membranes cellulaires. Ces molécules peuvent être naturelles (par exemple la mélitine qui est le principal composé actif du venin d'abeille) ou artificielles et sont très étudiées, initialement pour leur propriétés antibiotiques et plus récemment pour des propriétés anti-cancer ou des applications très prometteuses en thérapie génique.

Les mécanismes de formation des pores sont encore débattus mais il est établi que les peptides, dans un premier temps, tapissent la membrane parallèlement à sa surface, puis au-delà d'un certain taux d'occupation (de l'ordre de 20% dans le cas de la mélitine) s'associent et s'y insèrent perpendiculairement pour former des pores qui rendent la membrane perméable. Des mesures de conductivité ionique (par une technique dite de "voltage-clamp") permettent de détecter un pore unique et d'observer la dynamique de sa formation.

Dans tous les cas que nous avons étudiés (2 peptides naturels, 3 peptides artificiels), nous trouvons que cette dynamique est très lente et s'apparente à celle rencontrée à l'approche d'une transition de blocage ("jamming") telle que celle en particulier du modèle RSA ("random surface adsorption").

L'équilibre et les échanges permanents entre les peptides qui participent à un pore et ceux adsorbés à la surface seraient alors gouvernés par la relaxation des fluctuations de densité des peptides de cette surface très encombrée.

G. Fadda 60 57
D. Lairez 72 31