

# PIEGE ELECTRIQUE POUR PARTICULES CHARGEES

N. Castagna<sup>1</sup>, A. Godeau<sup>2</sup>, B. Darquié<sup>2</sup>, R. Dubessy<sup>2</sup>, S. K. Tokunaga<sup>2</sup>, F. Wiotte<sup>2</sup>, A. Kaladjian<sup>2</sup>, P.E. Pottie<sup>1</sup>, S. Guibal<sup>3</sup> et C. Daussey<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SYRTE, UMR 8630, Observatoire de Paris, UMPC, CNRS, 61, Av. de l'Observatoire, 75014 Paris, France

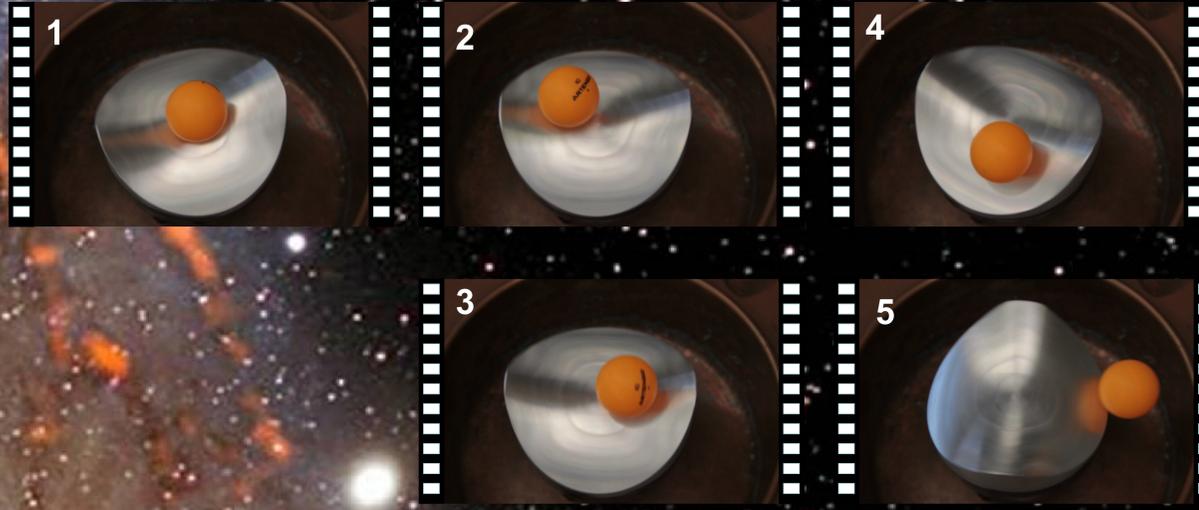
<sup>2</sup> Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Laboratoire de Physique des Lasers, F-93430 Villetaneuse, France

<sup>3</sup> Univ. Paris Diderot, Lab. Mat. & Phénomènes Quant., UMR 7162, CNRS, 75205 Paris, France

## Equilibres stables et instables en physique

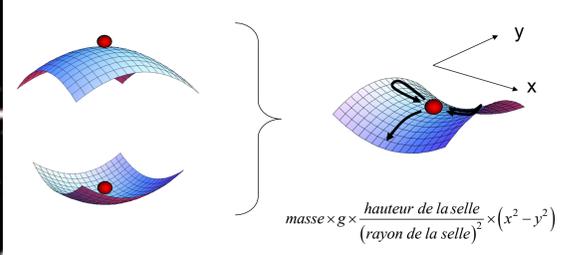


Positions de la balle sur la selle



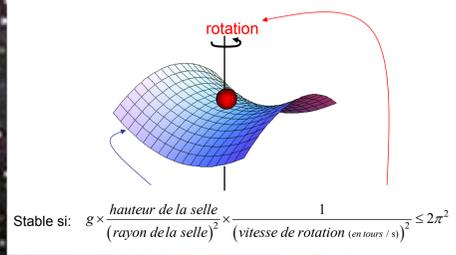
## L'équilibre d'une bille sur une selle de cheval

Équilibre instable



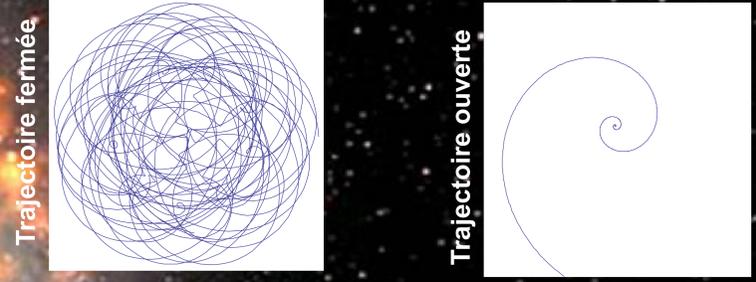
Équilibre stable

Équilibre stable



Stable si:  $g \times \frac{\text{hauteur de la selle}}{(\text{rayon de la selle})^2} \times \frac{1}{(\text{vitesse de rotation (en tours / s)})^2} \leq 2\pi^2$

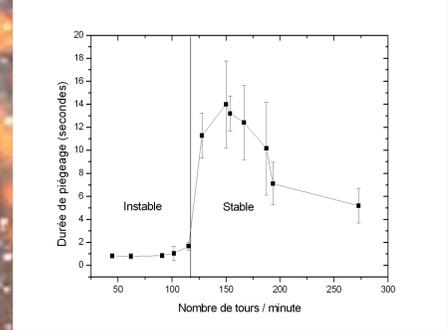
Calculs de trajectoires



Réalisation de l'expérience



Temps de piégeage



Usinage de la selle de cheval avec une fraise à commande numérique (atelier de mécanique du laboratoire)

Mise en rotation sur un tour de polissage (atelier d'optique du laboratoire)

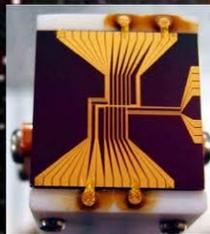
## Les pièges à particules

Le piège magnétique

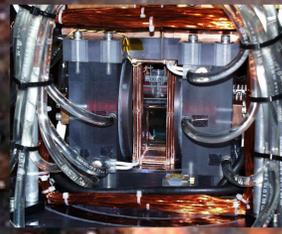
Le piège optique

Le piège à ions (de Paul)

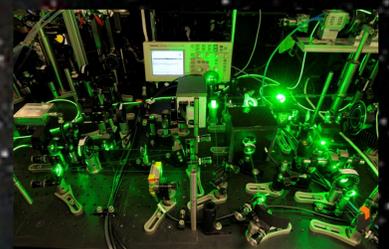
Wolfgang Paul, Prix Nobel (1989) pour le développement de la technique du piège à ions



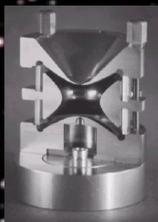
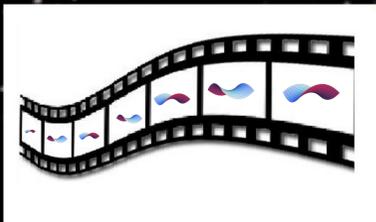
Piège magnétique sur puce (ILS, Japon)



Piège magnétique (Uni. Stanford)



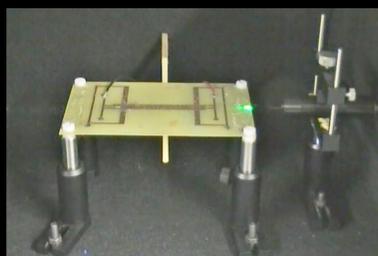
Installation laser pour un piège optique au LPL



Stable si:  $\left(\frac{4 \times e}{m}\right) \times \left(\frac{U_{elec}}{(\text{rayon du piège})^2}\right) \times \left[\frac{1}{(2\pi) \times \text{nombre d'oscillations du champ/s}}\right]^2 < 0,908$

Chaîne d'ions de Magnésium piégés vus par fluorescence dans un piège de Paul (McMaster University, Canada)

Piège électrique de démonstration



Piège électrique (LPL, MPQ, SYRTE)



visualisation des particules chargées

Le piège magnéto-optique



Piège magnétique + laser (LPL)