

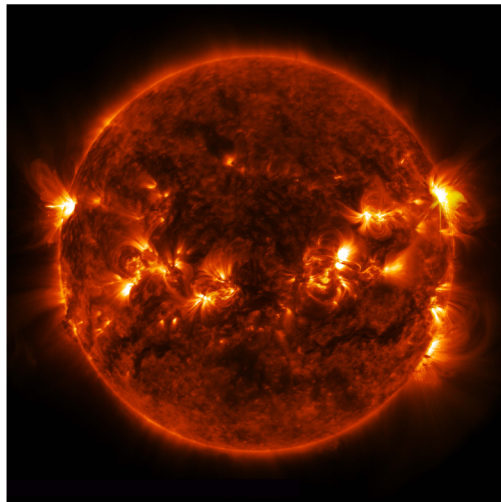
Introduction à la physique des plasmas – Cours 9

<http://ttpoll.eu>

session ID: introplasma

La magnétohydrodynamique (MHD) décrit des phénomènes...

- ✓ A. macroscopiques à basse fréquence,
- B. macroscopiques à haute fréquence
- C. microscopiques à haute fréquence



La MHD idéale décrit des plasmas...

- A. à très haute température
- B. parfaitement conducteurs
- ✓ C. les deux sont correctes

Dans l'équation de continuité MHD, ρ est...

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{u}) = 0$$

A. la densité de charge [C/m³]

✓ B. la densité de masse [kg/m³]

C. la densité de particules [m⁻³]

Dans cette equation de la MHD, \mathbf{u} est...

$$\rho \frac{d\vec{u}}{dt} = \vec{j} \times \vec{B} - \vec{\nabla} p$$

- ✓ A. la vitesse du fluide [m/s]
- B. la vitesse des électrons [m/s]
- C. la densité d'énergie du fluide [J/m³]

Les ondes électromagnétiques sont incluses dans le modèle MHD...

A. Vrai

✓ B. Faux

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

La MHD décrit la dynamique macroscopique des plasmas à basse fréquence

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{u}) = 0$$

$$\rho \frac{d\vec{u}}{dt} = \vec{j} \times \vec{B} - \vec{\nabla} p$$

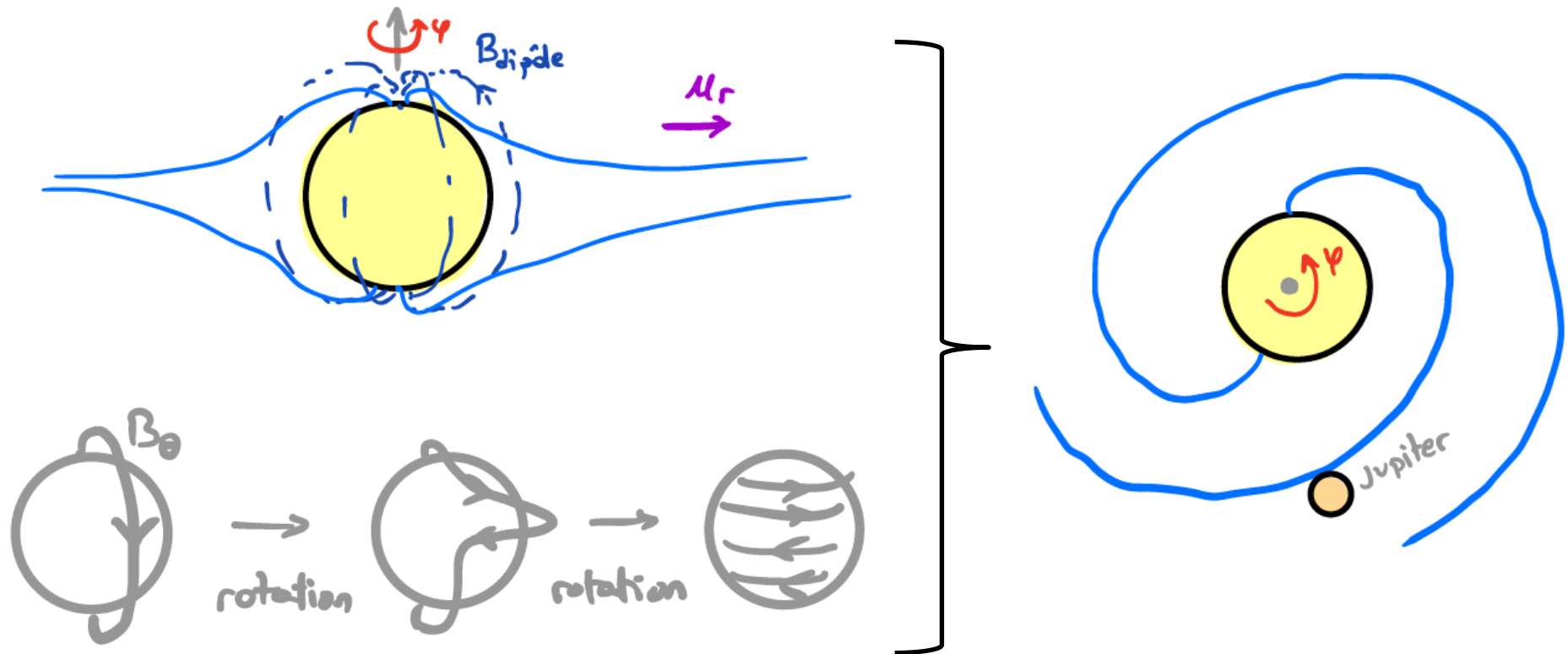
$$\vec{E} + \vec{u} \times \vec{B} = \eta \vec{j}$$

$$\frac{\rho}{\gamma - 1} \frac{d}{dt} \left(\frac{p}{\rho^\gamma} \right) = \eta \vec{j}^2$$

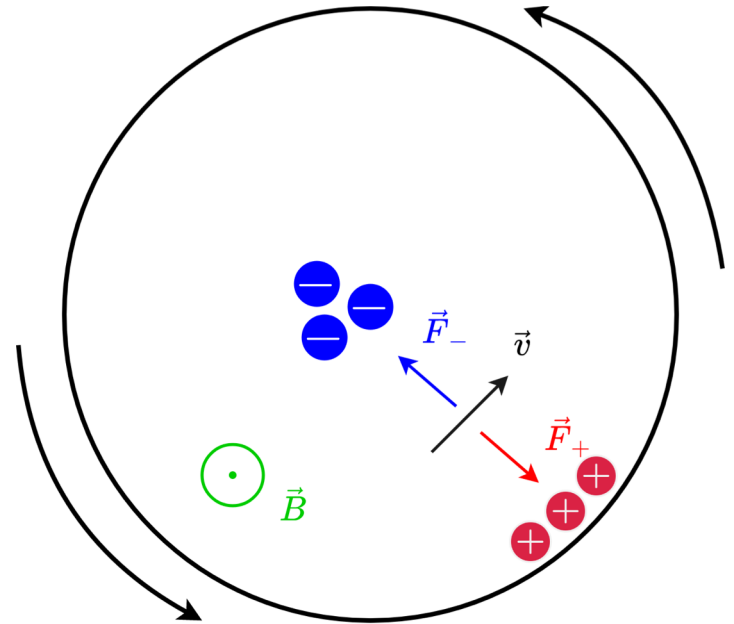
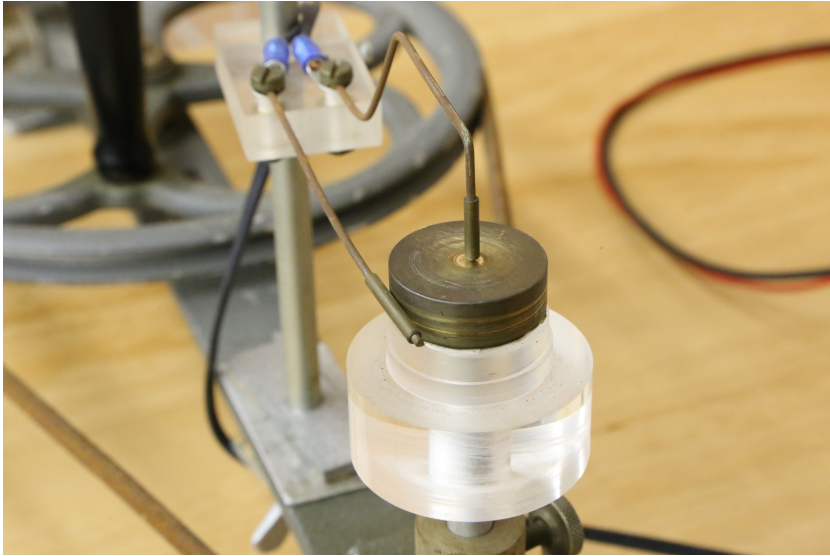
$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$

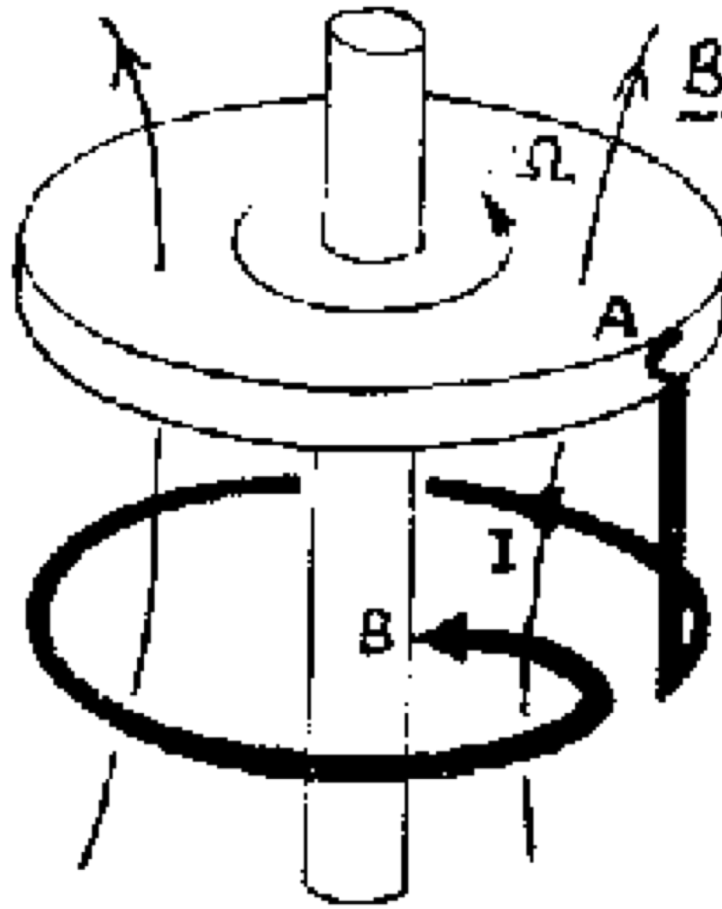
Rotation du Soleil + Vent solaire = "Spirale Magnétique"



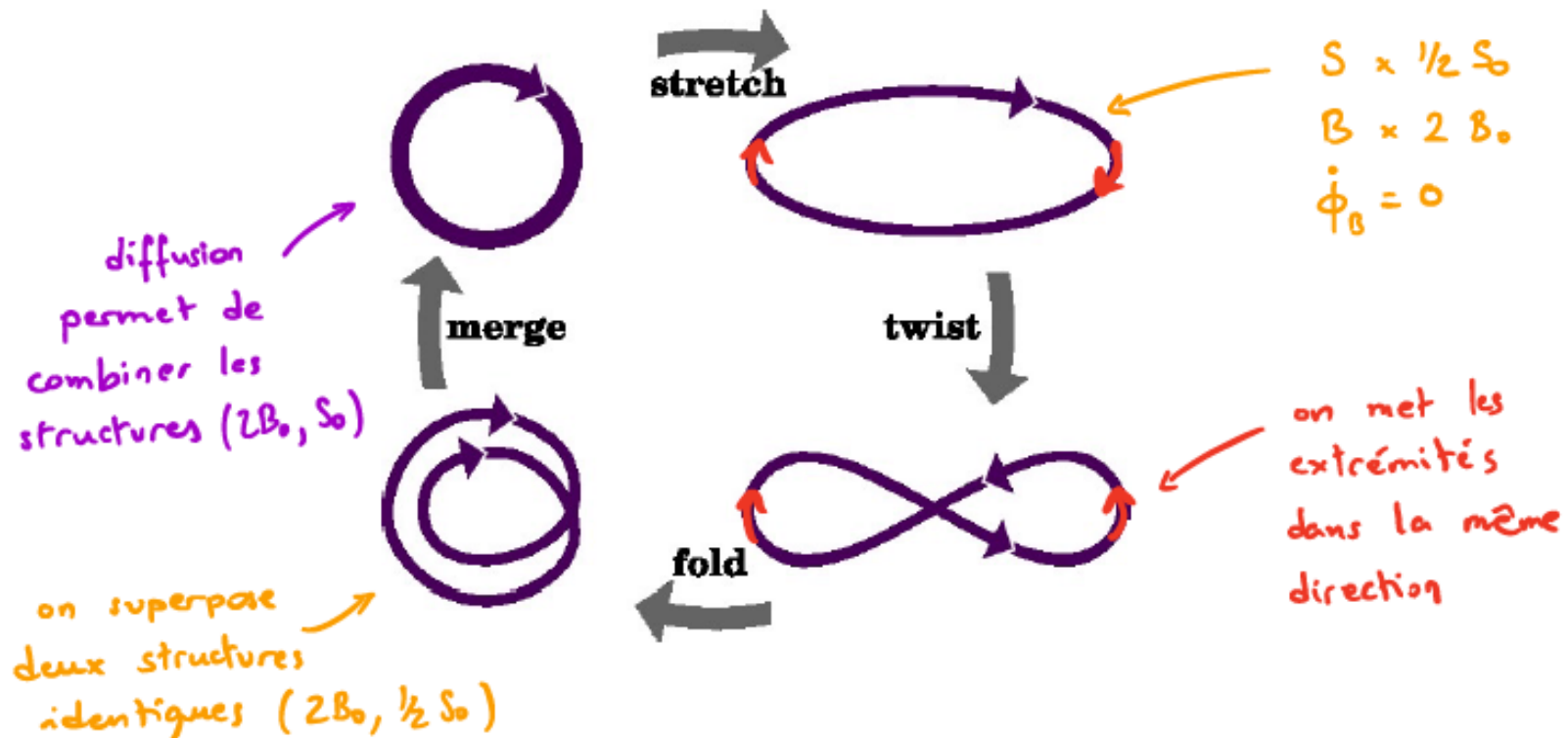
Disque homopolaire génère une tension par effet dynamo



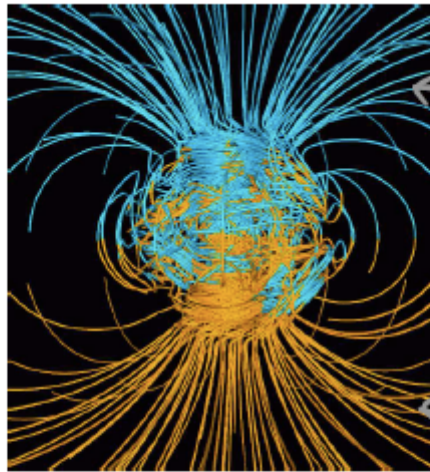
Disque homopolaire dynamo peut amplifier le champ **B**



Stretch-Twist-Fold: un possible mécanisme dynamo

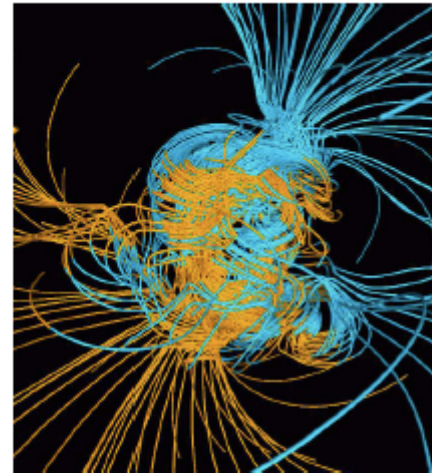


Le champ magnétique terrestre s'inverse chaque $\sim 10^6$ ans

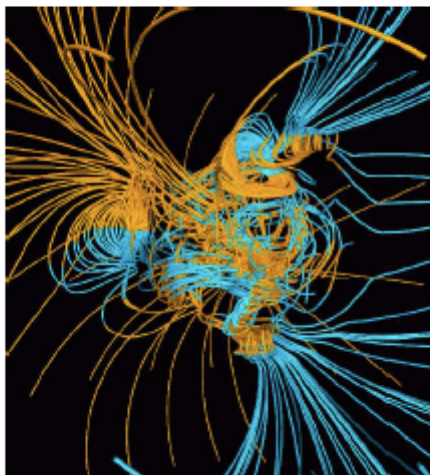


$B_r < 0$

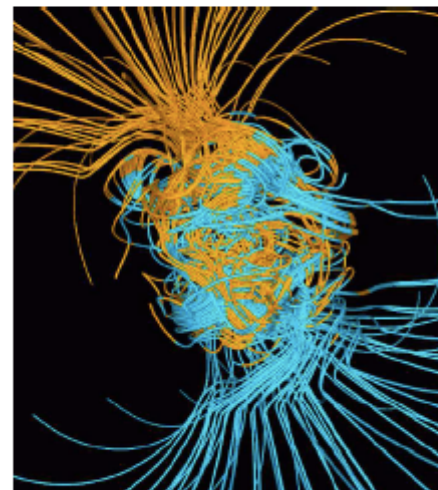
$B_r > 0$



reversal
begins...



half
way...



almost
there...

(Glatzmaier & Roberts, 1995)