

# II. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électromagnétique

## II-1 Introduction

Si une particule possède une charge électrique, alors elle subit une force en présence d'un champ électrique ou magnétique. Ensembles, ces deux forces constituent ce qu'on appelle *la force de Lorentz*.

# II.1 Effet d'un champ électrique sur une charge électrique

- Dans un champ électrique  $\vec{E}$  une particule de charge  $q$  subit la force

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Une particule chargée placée en un point  $\mathbf{r}$  dans un champ électrique possède une énergie potentielle  $E_{pot}(\mathbf{r})$  à cause de son interaction avec le champ.

- Le potentiel électrique  $U(\mathbf{r})$  en un point  $\mathbf{r}$  est défini comme l'énergie potentielle électrique par unité de charge placée en ce point :

$$U(\mathbf{r}) = \frac{E_{pot}(\mathbf{r})}{q}$$

- L'énergie totale d'une particule de masse  $m$  se déplaçant à la vitesse  $\mathbf{v}$  dans un champ électrique est alors donnée par

$$\begin{aligned} E_{tot}(\mathbf{r}, \mathbf{v}) &= E_{cin}(\mathbf{r}) + E_{pot}(\mathbf{r}) \\ &= \frac{1}{2}m\mathbf{v}^2 + qU(\mathbf{r}). \end{aligned}$$

## • II.2 Effet d'un champ d'induction magnétique sur une particule chargée en mouvement

- Dans un champ d'induction magnétique uniforme  $\vec{B}$ , une particule de charge électrique  $q$  et de vitesse  $\vec{v}$  subit une force appelée *force de Lorentz*, donnée par

$$\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

Soulignons que  $\vec{F}_m$  est perpendiculaire à  $\vec{B}$  et à  $\vec{v}$ .

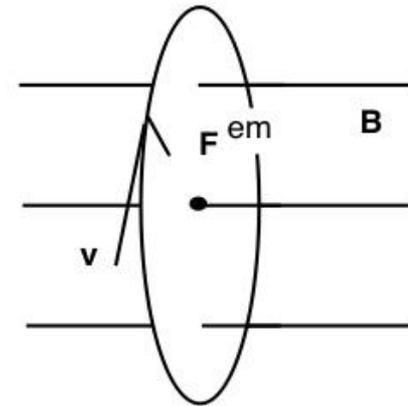
- Lorsque la vitesse  $v$  est beaucoup plus petite que la vitesse de la lumière, la masse de la particule peut être considérée comme constante et on utilise

la deuxième loi de **Newton** pour écrire l'équation du mouvement :

$$m\vec{a} = q\vec{v} \wedge \vec{B}.$$

- Si  $\vec{B} \perp \vec{v}$  : Mouvement circulaire uniforme de rayon

$$R = \frac{v m}{|q|B}$$



Lorsque la vitesse  $\vec{v}$  de la particule chargée n'est pas perpendiculaire au champ d'induction magnétique  $\vec{B}$ , la trajectoire de la particule est une hélice

## Résumé

- La force électromagnétique sur la particule chargée est la **force de Lorentz**

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

Force électrique

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

Force magnétique

$$\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

Quand les forces électriques et magnétiques sont égales

$$qE = qv B$$

$$v = \frac{E}{B}$$

C'est la vitesse de la particule chargée