

**Mouvement de particules chargées dans des champs électriques ou magnétiques uniformes et stationnaires.**

Nous avons montré dans les chapitres précédents :

- qu'une particule chargée soumise à un champ électrostatique est soumise à une accélération  $\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{E}$ , ce qui permet notamment d'augmenter sa vitesse ;
- qu'une particule de vitesse  $\vec{v}$  dans le référentiel d'étude est soumise à une force magnétique  $\vec{F} = q(\vec{v} \wedge \vec{B})$  en présence d'un champ magnétostatique  $\vec{B}$  ; cette force, orthogonale au mouvement, ne modifie pas la vitesse de la particule en module. Elle amène une trajectoire circulaire ou hélicoïdale, selon les conditions d'entrée de la particule dans le champ.

Remarque : dans le cas d'un champ magnétique non uniforme, l'allure de la trajectoire restera hélicoïdale (la trajectoire s'enroule autour des lignes de champ), sous réserve que les variations spatiales du champ ne soient pas trop rapides.

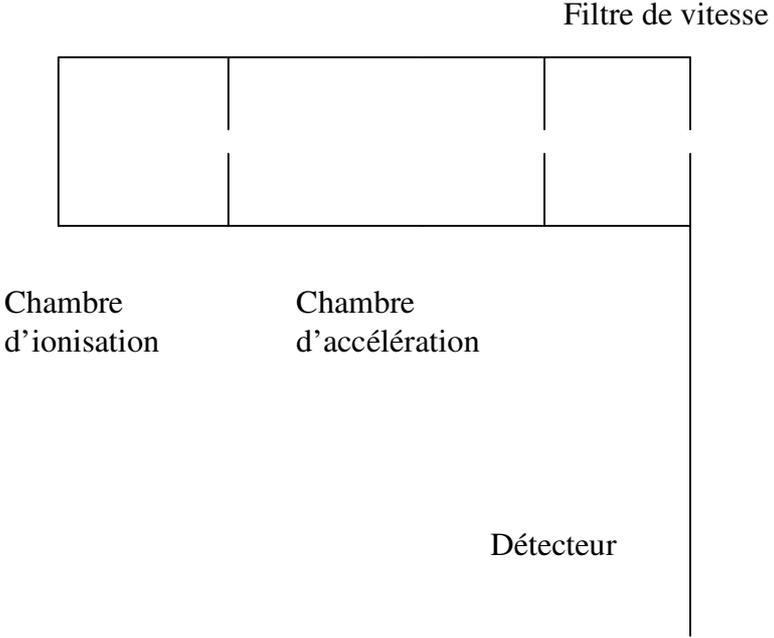
**1. Applications :**

Restreintes en général au cas d'un mouvement plan, obtenu lorsque la vitesse d'entrée dans le champ magnétique est orthogonale aux lignes de champ.

Par la RFD, on a montré que la trajectoire est alors circulaire, de rayon :  $R = mv/|q|B$

**a) R dépend de la masse m :**

Certains **spectrographes de masse** utilisent cette propriété.  
Schéma de principe (à compléter) :



Le faisceau homocinétique est obtenu grâce au filtre de vitesse. Seules les particules ayant une vitesse précise pourront passer par la fente du filtre. Il faut en effet que les forces électriques  $q\vec{E}$  et magnétique  $q\vec{v} \wedge \vec{B}$  se compensent exactement pour que la particule passe par la fente de sortie, ce qui n'est obtenu que pour une vitesse particulière.

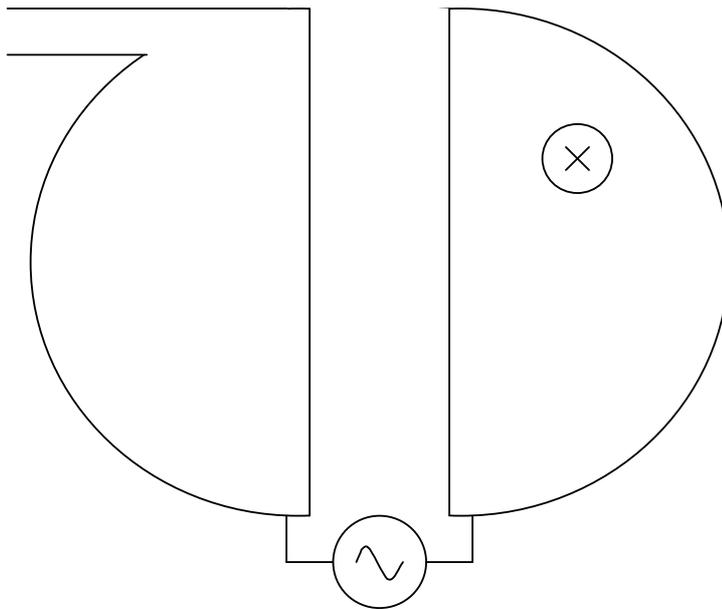
## b) R dépend de la vitesse v :

Le **cyclotron** est un accélérateur de particule, dont le principe est fondé sur cette propriété. Cet appareil a été conçu par Lawrence, en 1931, à l'université de Berkeley (Californie). Il était destiné à l'accélération d'ions lourds.

Des ions sont produits au niveau d'une source S, entre les deux électrodes métalliques creuses, en forme de D (dees). On peut penser à la forme de l'enveloppe en cire de certains fromages (type « Babilabel »).

Ces électrodes ont placées entre les pôles d'un fort électro-aimant, créant un champ magnétique uniforme orthogonal au plan moyen du système.

Une tension alternative est appliquée entre les électrodes. Le rôle du champ électrique qui est ainsi créé entre les électrodes est d'accélérer les particules à chaque traversée de l'espace entre les électrodes.



A l'intérieur des électrodes, les particules n'étant soumises qu'au champ magnétique, leur trajectoire est circulaire de rayon évoluant avec la vitesse  $V$ .

La période du mouvement circulaire suivi dans les électrodes est  $T = 2\pi/\omega_c$  avec  $\omega_c = |q|B/m$

Il faut synchroniser les variations du champ électrique afin que les ions soient accélérés à chaque passage entre les électrodes (et dans le bon sens, ce qui suppose une inversion du champ électrique à chaque demi-période).

Ceci impose que la tension alternative appliquée aux électrodes ait une pulsation de même valeur  $\omega = \omega_c$