

## Spectromètre de masse



### Ce qu'il faut retenir

La spectrométrie de masse est une technique d'analyse qui permet la détermination des masses moléculaires des composés analysés ainsi que leur identification et leur quantification. Elle est fondée sur la séparation et la détection d'ions formés dans une source d'ionisation ou dans une chambre de collision. Ces ions proviennent de la molécule à analyser. Dans le cas de méthodes d'ionisation dites « douces », l'ion moléculaire ou pseudo moléculaire formé peut être consécutif à l'addition d'un ion ( $\text{H}^+$  par exemple) ou à la soustraction d'un électron à la molécule. Dans le cas de méthodes d'ionisation moins douces ou dans une chambre de collision, les ions pseudo-moléculaires ou moléculaires se fragmentent pour donner des ions fils en suivant des règles de fragmentation connues et caractéristiques des structures des molécules à analyser. Il est donc possible, avec cette méthode, d'obtenir des informations structurales. Le graphique représentant l'intensité des ions en fonction de leur rapport  $m/z$  est appelé spectre de masse.

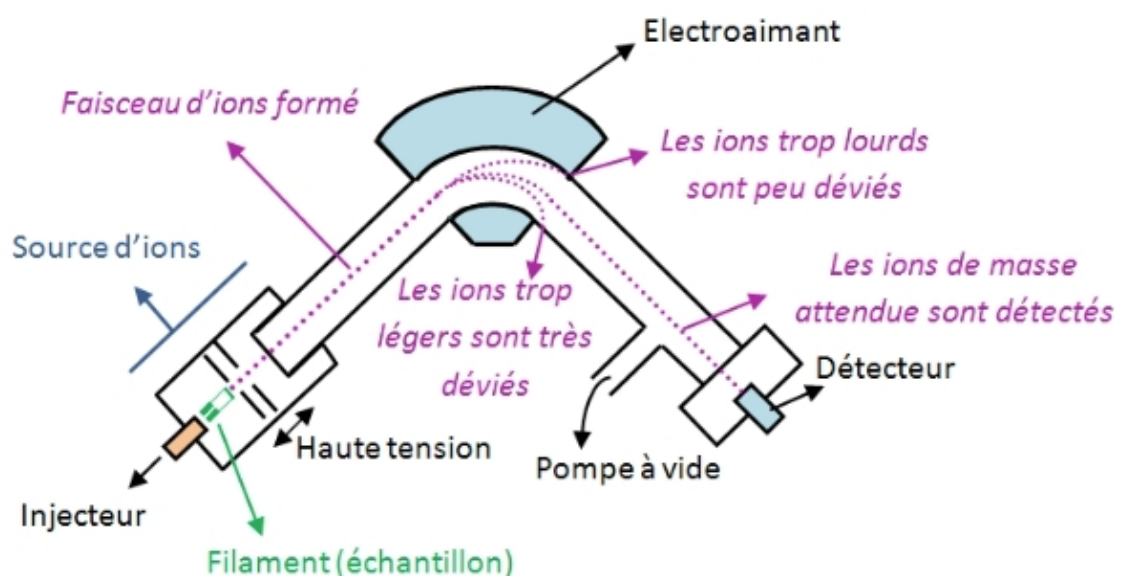
Depuis plusieurs années, la spectrométrie de masse est couplée aux méthodes séparatives telles les chromatographies en phase gazeuse et en phase liquide. Le spectromètre de masse fonctionne alors comme un détecteur classique en donnant une réponse, l'aire du pic chromatographique, proportionnelle à la quantité de produit injectée. Cependant, lors des études quantitatives, il est indispensable d'utiliser un étalon interne de préférence l'analogue lourd (marqué au c13 ou au d2) du produit à analyser et qui présente le même temps de rétention en chromatographie.

## Principe de la spectrométrie de masse

Pour réaliser une datation isotopique, nous avons besoin de mesurer les rapports d'abondance des isotopes d'un même élément chimique, c'est-à-dire des rapports de nombre d'atomes (grandeurs sans unité). Par exemple, pour réaliser une datation par la méthode pb-pb, il faut déterminer la composition isotopique du plomb de l'échantillon: rapports

$$\left( \frac{{}^{207}\text{Pb}}{{}^{204}\text{Pb}} \right)_{\text{actuel}} \text{ et } \left( \frac{{}^{206}\text{Pb}}{{}^{204}\text{Pb}} \right)_{\text{actuel}}$$

Les atomes de l'élément chimique dont on veut déterminer la composition isotopique sont ionisés dans une chambre à vide. Il existe plusieurs procédés d'ionisation (bombardement électronique, thermoionisation tims, ionisation icpms dans un plasma d'argon, bombardement ionique ...). Les ions ainsi produits sont ensuite accélérés par un champ électrique pour former un faisceau d'ions qui va passer dans un champ magnétique. Ce champ va exercer une force qui dévie les ions du faisceau d'autant plus que l'ion est léger. Les ions sont ainsi séparés selon leur masse. Les signaux correspondant aux divers isotopes sont ainsi collectés et les rapports isotopiques mesurés.



## Principe de la mesure

On commence par mesurer très précisément la masse d'échantillon de roche ou de minéraux à analyser. Des séparations chimiques très minutieuses sont ensuite réalisées. Ces préparations sont souvent longues et délicates. Elles sont le fruit de plusieurs années de recherche et font l'objet d'un développement continu. Les rapports isotopiques sont obtenus au bout d'une centaine de cycles de mesures répétitives. L'analyse des échantillons peut durer plusieurs heures. Les mesures sont ensuite traitées statistiquement par ordinateur (calculs de moyennes, d'écart-type, d'erreurs relatives commises). Les techniques actuelles permettent de mesurer des rapports isotopiques avec des précisions de  $10^{-6}$  (quelques ppm) sur des échantillons de quelques nanogrammes ( $10^{-9}$  g) voire de quelques picogrammes ( $10^{-12}$  g).

