

## 1. OBJET

Le présent Fascicule de Documentation a pour objet de présenter une application de la spectrométrie de masse à l'analyse des gaz permettant de déterminer leur composition chimique.

## 2. PRINCIPE DE LA MÉTHODE

La spectrométrie de masse est une méthode d'analyse qui permet de séparer, en fonction de leur rapport masse sur charge, les particules obtenues par ionisation des atomes ou des molécules de gaz.

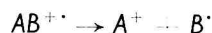
Pour ce faire l'échantillon gazeux est introduit, en lui faisant subir le moins d'altérations possible (en particulier apport de gaz étranger, transformation chimique... à éviter), dans une chambre d'ionisation maintenue sous faible pression.

Dans la majorité des cas, les molécules sont soumises à un bombardement électronique. Une partie est ionisée suivant le schéma :



l'énergie transmise à la molécule étant considérable.

Ces ions, selon leur nature et la stabilité des liaisons intramoléculaires, peuvent, par rupture, donner naissance à des particules de fragmentation



Les ions positifs sont extraits de la source et accélérés vers un dispositif de séparation selon leur rapport masse sur charge, puis vers un ou plusieurs collecteurs qui, suivant le spectromètre de masse, est du type cage de FARADAY ou multiplicateur d'électrons. A la sortie d'un dispositif convenable d'amplification, le spectre de masse est enregistré.

## 3. DESCRIPTION D'UN SPECTROMÈTRE DE MASSE

Les organes principaux d'une telle unité analytique sont les suivants :

### 3.1 UNE LIGNE D'INTRODUCTION

Celle-ci peut être :

— **séquentielle**, elle se compose alors d'une série de vanes et de capacités de détente qui ont pour rôle d'enfermer une quantité finie de molécules gazeuses dont le débit vers la source d'ions sera limité par une « fuite » fonctionnant en régime moléculaire ;

— **continue**, elle permet l'analyse d'un ou de plusieurs constituants d'un gaz continuellement prélevé en un point d'échantillonnage. Elle est généralement constituée par un tube de faible diamètre.

### 3.2 UNE SOURCE D'IONS

Elle transforme les molécules en ions et les extrait, généralement sous forme d'un faisceau. Un champ électrique les accélère vers le dispositif de séparation.

### 3.3 UN DISPOSITIF DE SÉPARATION

Ce dernier est constitué selon les appareils par :

- 3.3.1 — un champ magnétique (spectromètre à simple focalisation) (figure 1)
- 3.3.2 — la superposition d'un champ magnétique et d'un champ électrique (spectromètre à déviation cycloïdale ou à double focalisation parfaite) (figure 2)
- 3.3.3 — la superposition d'un champ continu et d'un champ haute fréquence (filtres quadripolaires ou monopolaires) (figure 3)
- 3.3.4 — un espace sans champ (spectromètre à temps de vol) (figure 4).

Les ions de rapport masse sur charge croissant apparaissent successivement sur le collecteur en fonction :

- de la variation du champ magnétique (cas de 3.3.1 et 3.3.2)
- de la variation de la tension d'extraction des ions (cas de 3.3.1 et 3.3.2)
- de la variation du champ haute fréquence (cas de 3.3.3)
- du temps de parcours de l'espace sans champ (cas de 3.3.4).

Par exemple, pour un appareil à simple focalisation le rapport masse sur charge  $m/q$  est déduit de la relation

$$\frac{m}{q} = \frac{r^2 H^2}{2V}$$

où :  $r$  est le rayon de courbure du faisceau ionique

$H$  est l'amplitude du champ magnétique

$V$  est la tension d'accélération des ions

$q = ne$  ( $n$  étant le nombre d'électrons arrachés à la molécule).

### 3.4 UN DISPOSITIF COLLECTEUR

Tous ses organes fonctionnent sous faible pression ( $10^{-3}$  à  $10^{-5}$  Pa). Les dispositifs de pompage les plus couramment utilisés sont :

- pompe à palettes et pompe à diffusion
- pompe à palettes et pompe ionique
- pompe à sorption
- pompe turbo-moléculaire.

### 3.5 DES DISPOSITIFS D'ENREGISTREMENT (potentiomètre ou galvanomètre enregistreur) OU DE VISUALISATION (oscilloscope).

Il est également possible, à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique, d'enregistrer le spectre sur bande imprimée ou perforée.

## 4. CARACTÉRISTIQUES

### 4.1 CARACTÉRISTIQUES D'UN SPECTRE DE MASSE

Un spectre de masse se présente sous forme de pics qui correspondent à l'enregistrement des signaux produits sur le collecteur par la décharge successive de divers faisceaux ioniques caractéristiques de cet échantillon gazeux.