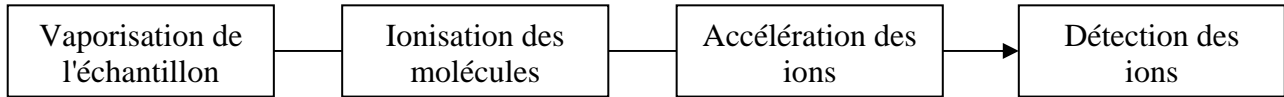


Principe d'un spectromètre de masse à temps de vol (TOF)

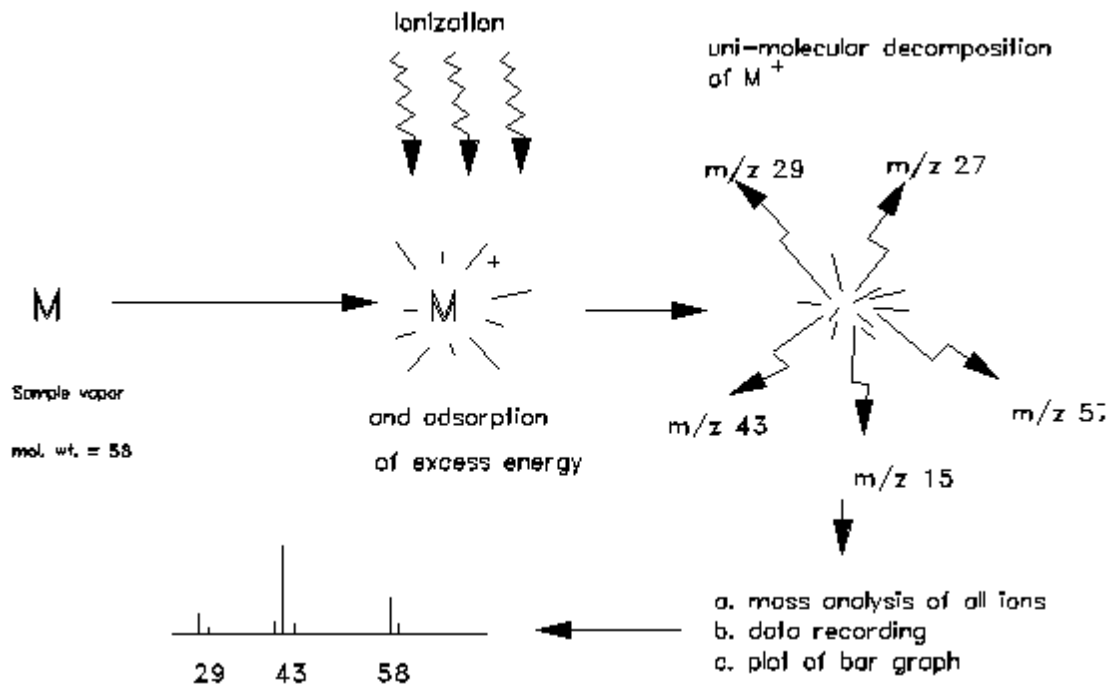
Un spectromètre de masse est composé :

- d'une chambre d'ionisation,
- d'une chambre d'accélération des ions,
- d'un détecteur et d'une chaîne de mesure du signal.

A l'intérieur de l'appareil, la pression est inférieure à 10^{-6} Pa.



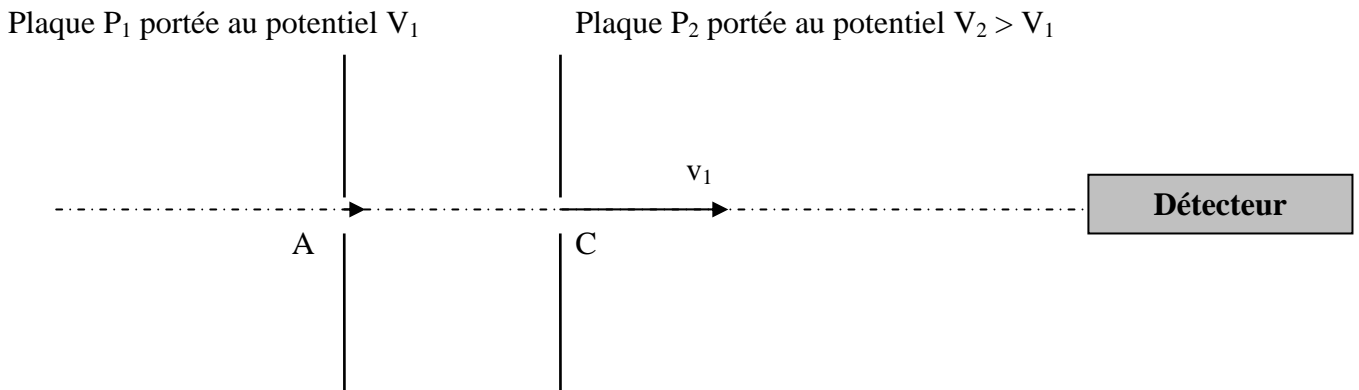
Les molécules à analyser sont bombardées par un flux d'électrons ou par un faisceau laser. Les fragments moléculaires positifs, de charge (+ ze) sont alors accélérés dans un champ électrique. Les ions formés refléteront les ions les plus stables que la molécule puisse former. Le pic de poids moléculaire le plus haut du spectre représentera la molécule parente avec un électron de moins qui est appelée l'ion moléculaire (M^+)



I - Ionisation

Comment peut-on produire un faisceau d'électrons ?

II - Accélération des ions positifs



- 1) Des ions, de masse m_1 , arrivent en A avec une vitesse v_0 que l'on suppose négligeable. Quel doit être le sens du champ électrique pour qu'ils soient accélérés entre les 2 plaques parallèles P_1 et P_2 portées aux potentiels V_1 et V_2 ?
- 2) Etudier le mouvement des ions de charge $(+e)$ entre les plaques : donner l'équation horaire du mouvement entre les 2 plaques.
- 3) Montrer que des ions de même charge, mais de masse différente m_1 et m_2 , ont la même énergie cinétique lorsqu'ils arrivent en C, quelque soit leur masse m , si on applique une différence de potentiel : $U = V_1 - V_2$ entre les 2 plaques, mais que leurs vitesses v_1 et v_2 sont différentes.

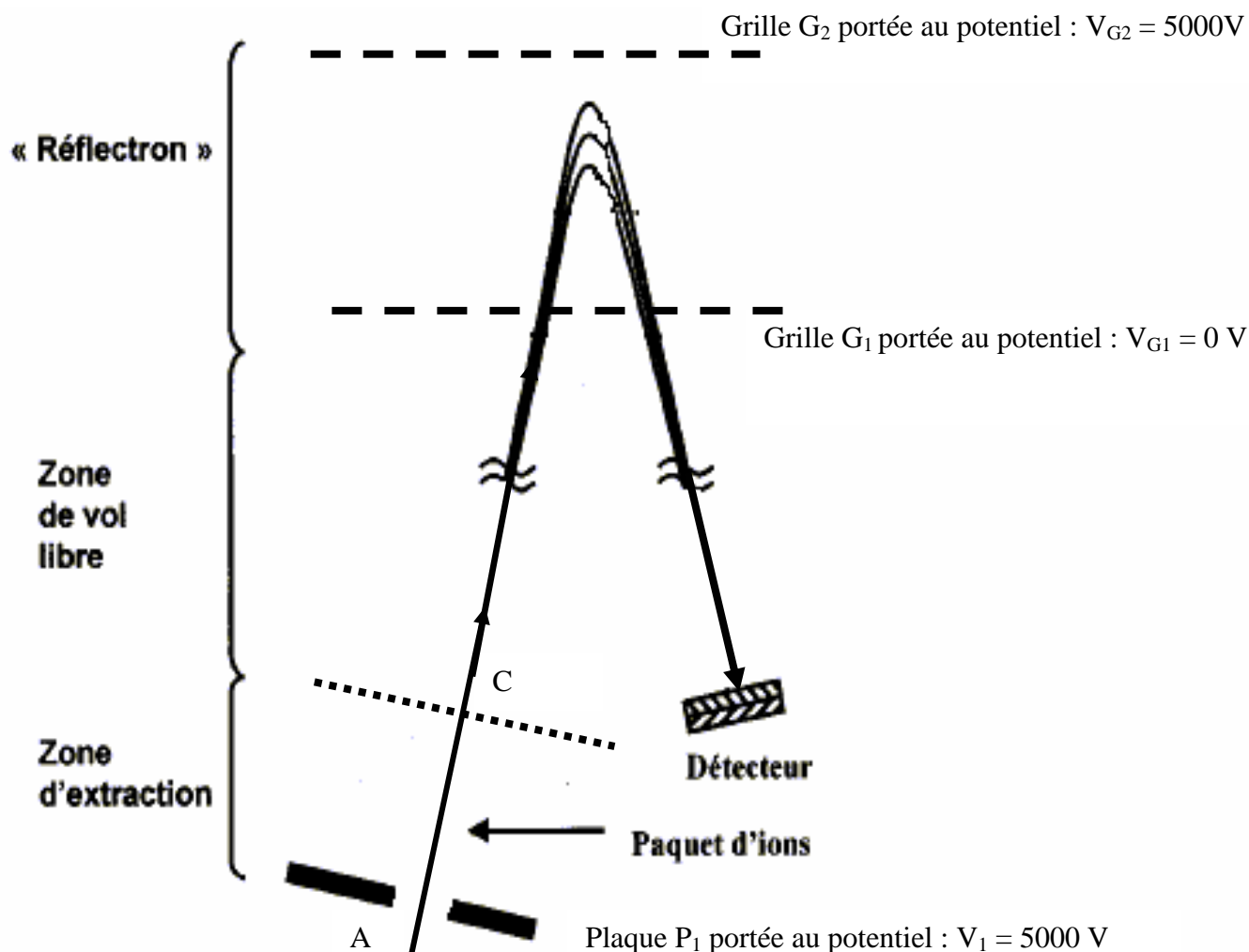
III - Temps de vol

- 1) Entre C et le détecteur, quelle est la nature du mouvement des ions ?
- 2) Le détecteur se trouve à la distance : $d = 3,50$ m au point C. Quel est le temps t_1 mis par un ion animé d'une vitesse v_1 pour atteindre le détecteur ?
- 3) Calculer t_1 si : $U = 5\,000$ V $m_1 = 4,0 \cdot 10^{-24}$ kg $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C $d = 3,50$ m
- 4) Montrer que, si des ions de même charge, mais de masse différente m_1 et m_2 , ont été produits au même instant dans la chambre d'ionisation, ils atteignent le détecteur à des temps t_1 et t_2 tel que : $t_1/t_2 = (m_1/m_2)^{1/2}$

IV – Comment augmenter le "temps de vol" ?

Pour augmenter le temps de vol, on utilise un "réflectron", c'est à dire une lentille électrostatique formée de 2 grilles portées à des potentiels électriques différents.

Schéma de principe d'un spectromètre de masse par temps de vol à « réflectron ». Les courbes représentent des trajectoires d'ions dans le spectromètre.



1) Quelle force électrique s'exerce sur un ion de masse m_1 et de charge $(+e)$ dans le réflectron ? Préciser sa direction et son sens.

2) Des ions de masse m_1 arrivent sur la grille G_1 avec une vitesse v_1 faisant un angle : $i_1 = 10^\circ$ avec la normale à la grille G_1 . Ils décrivent une trajectoire parabolique avant de ressortir par cette même grille.

Montrer que les ions ressortent de la grille G_1 avec une vitesse v_1 faisant un angle : $i_1 = 10^\circ$ avec la normale à la grille G_1 .

3) A quelle analogie optique ce dispositif vous fait-il penser ?