

Université Badji Mokhtar Annaba

Année 2019/2020

Faculté des Sciences

Département de Chimie

Master 1 Chimie Pharmaceutique

Intitulé de la matière : Chimie Analytique approfondie

Enseignant responsable de la matière : Dr. FEDAOUI Dalila

Cours Spectrométrie d'émission atomique

L'émission atomique permet d'effectuer des analyses qualitatives, ce qui n'est pas le cas en absorption. En effet, c'est l'échantillon lui-même qui est la source de lumière dans une spectroscopie d'émission. Cela signifie que plusieurs éléments peuvent être analysés simultanément, ce qui représente un gain de temps appréciable, et donc un gain d'argent, même si un spectromètre d'analyse multiéléments en émission coûte beaucoup plus cher qu'un spectromètre d'absorption atomique.

I. Spectrométrie d'émission à source Plasma

1-Principe de fonctionnement du spectromètre à source plasma

L'ICP* est une méthode d'analyse par spectrométrie d'émission atomique dont la source est un plasma généré par couplage inductif.

2-Notion de plasma

Il existe différentes application :

En biologie : partie liquide du sang qui représente 55% de son volume. Le plasma est composé d'eau et contient des lipides (graisse) des hormones et des facteurs de coagulation et plus d'une centaine de protéines dont le principal est l'albumine.

En physique : état de la matière (au même titre que le liquide, solide ou gaz) c'est de la matière partiellement ou totalement ionisée.

Les plasmas sont un milieu constitués d'un mélange de particule neutres, d'ions positifs (atome ou molécule ayant perdu un ou plusieurs électrons) et d'électrons négatifs.

Un plasma est électriquement neutre et ses particules interagissent les uns avec les autres.

En technologie : développée pour les écrans plats qui permet d'obtenir une image très lumineuse et très contrastée sur des surfaces importantes. La dalle plasma fonctionne à l'aide de deux gaz enfermés dans de petites cellules qui s'apparentent aux pixels d'un vidéoprojecteur :

a) le phosphore → la lumière

b) le plasma → détermine la couleur et le contraste de chaque pixel.

3- Rôle du Plasma

Le rôle du plasma, dans l'analyse par émission optique, est

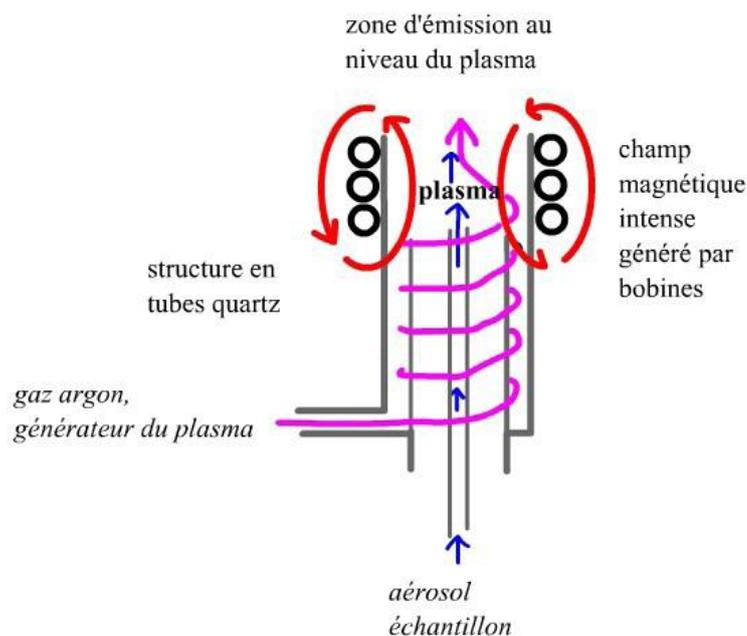
- de casser les liaisons moléculaires
- pour produire des ions et atomes libres,
- d'exciter ces particules

Le plasma sert à :

- atomiser le **nebulisat** (*suspension de très fines gouttes liquides dans l'argon de nébulisation*).
- ioniser partiellement et **exciter les atomes**.

4-Torche à plasma d'argon

De l'argon est introduit dans l'axe d'une bobine d'induction alimentée par un courant électrique de haute fréquence. Après « allumage », il va se créer un plasma d'argon vers 6000 à 10000°C (l'argon est en partie ionisé dans le plasma). L'échantillon est introduit sous forme d'un aérosol gainé d'argon.



5-La Nébulisation

Le nébuliseur nébulisant l'échantillon à débit constant dans la torche à plasma sous débit d'argon.

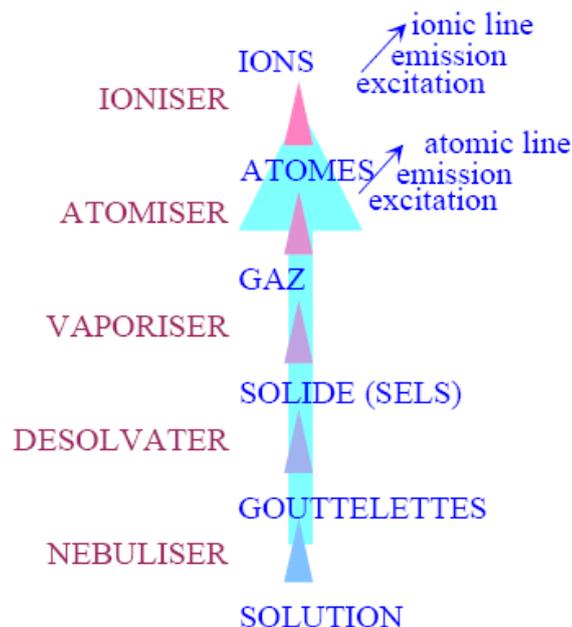
6. Les Spectromètres

Les rayonnements lumineux émis par les atomes excités après leur passage dans le cœur du plasma, sont analysés par un spectromètre constitué de deux unités placées de part et d'autre de l'émission à observer:

- un polychromateur, qui permet de mesurer l'intensité lumineuse simultanément sur plusieurs longueurs d'onde caractéristiques des éléments à analyser.

- un monochromateur qui n'analyse qu'une longueur d'onde à la fois.

- Le traitement du spectre obtenu débouche en théorie sur l'analyse simultanée de plusieurs éléments. On cherche dans le spectre la présence de raies isolées spécifiques d'éléments donnés (330 nm pour Na, 232,0 pour Ni, 283,3 pour Pb, 396,2 pour Al....) Ce qui n'est pas toujours évident même en traitement informatique du signal.



II. Spectrométrie d'émission à source Flamme

La spectrométrie d'émission de flamme, est utilisée depuis longtemps pour l'analyse des éléments alcalins et alcalino-terreux. Ceci pour deux raisons :

d'une part ce sont ces éléments là qui répondent le mieux, d'autre part il n'existe peu de méthodes de dosage classiques pour les alcalinoterreux et pratiquement pas pour les alcalins.

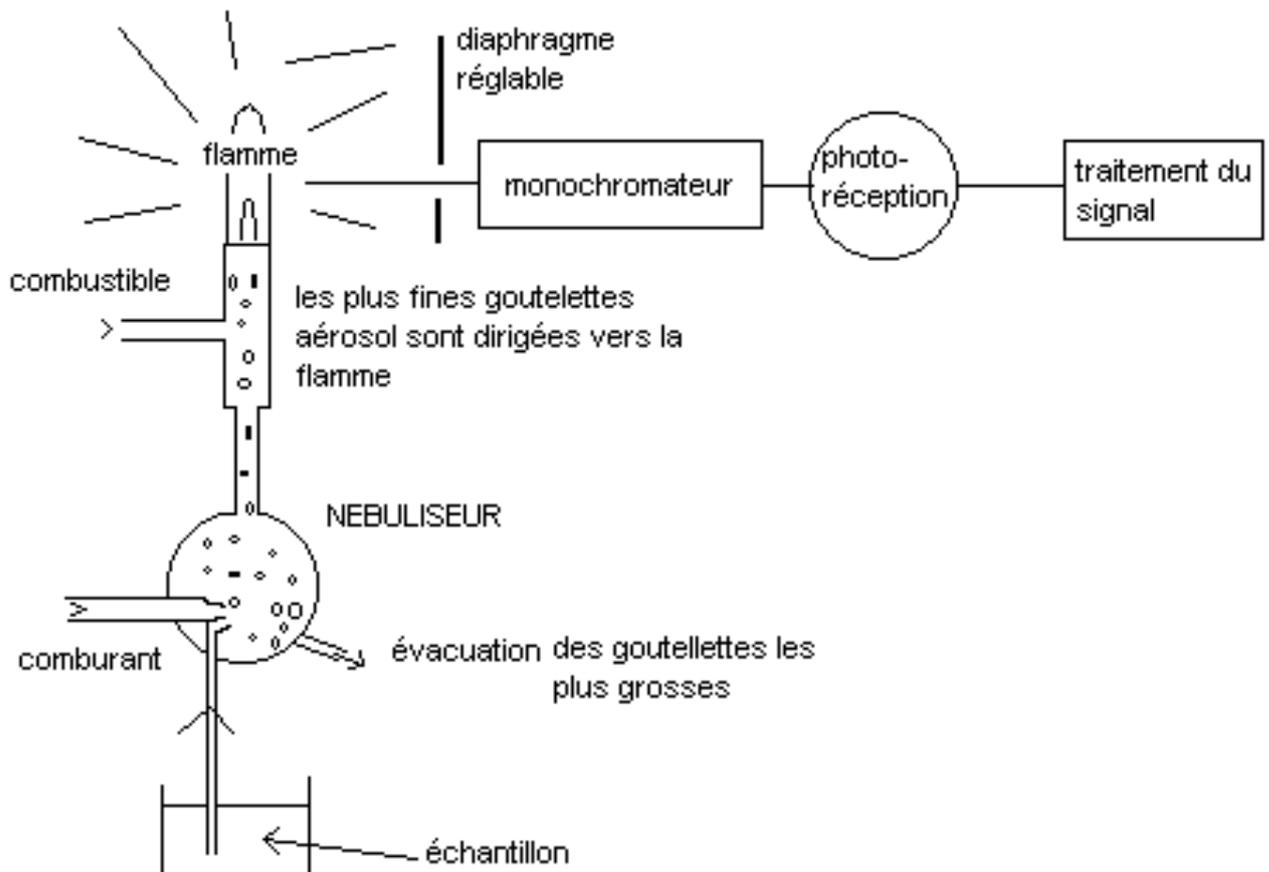
La flamme et le processus d'atomisation, il s'agit maintenant de voir comment on met en oeuvre la méthode, la conception de l'appareil (brûleur et nébuliseur, contrôle des fluides

entre autres) joue un rôle important sur l'efficacité du processus d'atomisation, c'est pourquoi nous allons nous pencher de plus près sur les principes de l'appareillage.

Le photomètre de flamme

Les photomètres sont des appareils simples, peu coûteux, bien adaptés à l'analyse des éléments alcalins et de quelques alcalinoterreux.

Leur principe de fonctionnement peut être schématisé de la façon suivante:



- Arrivées à débits contrôlés (par contrôle de pression) des gaz comburant et combustible ;
- nébuliseur nébulisant l'échantillon à débit constant dans la flamme
- brûleur ;
- fente de sortie mesurant le flux émis dans une zone de flamme de température constante
- sélection d'une longueur d'onde caractéristique du spectre de raies de l'atome à mesurer
- photoréception de l'émission ; traitement du signal.

III. Domaine d'application

Dans les liquides biologiques comme le plasma sanguin ; les produits pharmaceutiques ; les produits alimentaires, les boissons ; les rejets industriels, les eaux usées ; les produits minéraux utilisés en métallurgie...

Dosage simultanée Ca^{2+} , Li^+ , K^+ , Na^+ , Ba dans le sang, les urines, le sérum, les rivières, les plantes, les aliments, les sols etc.

Elargir théoriquement la gamme des éléments mesurables tous les éléments sauf l'argon(PLASMA).

Exemple 1

On étudie la série de Paschen du spectre d'émission de l'hydrogène. Cette série correspond aux radiations émises lorsque l'atome passe d'un état excité n_2 ($n_2 > 3$) à l'état excité $n_1=3$.

1. A l'aide d'un diagramme énergétique, représenter 3 transitions possibles de cette série.
2. Donner, pour cette série, la relation entre la longueur d'onde du rayonnement émis, la constante de Rydberg R_H et m , avec $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$.
3. Déterminer la plus grande longueur d'onde de cette série.
4. Dans quel domaine du spectre électromagnétique se situe ce rayonnement ?

Exemple 2

Sur le diagramme des niveaux d'énergie schématisez le passage de l'électron des niveaux $n = 2$ à $n = 3$ pour l'atome d'hydrogène.

1-le phénomène correspond-t-il à l'absorption ou l'émission d'un photon.

2-Calculer la longueur d'onde correspondante.

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.S} \quad ; \quad R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \quad ; \quad C = 3 \cdot 10^8 \text{ m /s}$$

Références :

[5] P.GALEZ. -Mesures physiques Techniques spectrométriques et nucléaires, Absorption atomique et émission de flamme. 2006.