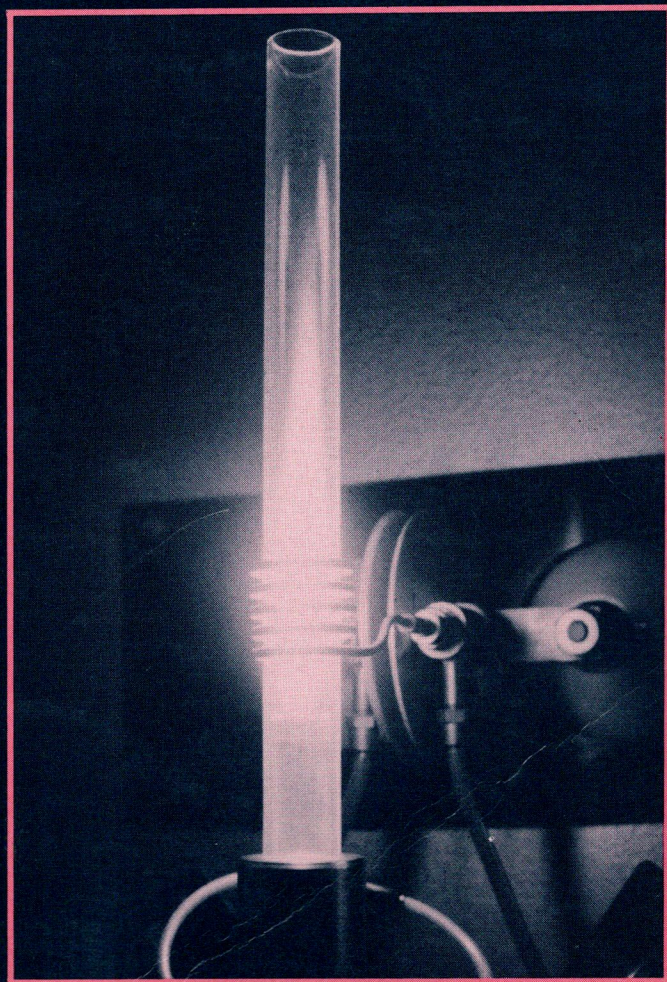


Les Applications Analytiques DES PLASMAS HF

C. TRASSY

JM. MERMET



Cet ouvrage est destiné aux ingénieurs et techniciens des laboratoires d'analyse, aux responsables des services d'analyse qui désirent utiliser cette technique nouvelle ou plus simplement en connaître les possibilités et les limites.

L'analyse par spectrométrie d'émission plasma est une technique récente qui a déjà pris place parmi les méthodes instrumentales d'analyse élémentaire les plus puissantes. Devant son développement, elle ne peut plus, aujourd'hui, être ignorée ou méconnue.

Les premiers chapitres présentent les différents types de plasma utilisés en analyse, tant du point de vue pratique que du point de vue fondamental. La suite de l'ouvrage est exclusivement consacrée aux plasmas haute fréquence, de très loin les plus répandus à l'heure actuelle.

Les différents paramètres instrumentaux intervenant dans les performances et la mise en œuvre de la méthode sont étudiés systématiquement du point de vue fondamental et du point de vue pratique à la lumière d'une expérience de plus de quinze ans. Les méthodes de mise au point d'une analyse sont exposées en détail. Deux chapitres sont consacrés à l'étude des différents phénomènes d'interférence, de leurs causes et des moyens de les contourner.

Une importante bibliographie sur les applications (82 p.) permet à l'utilisateur de trouver rapidement les renseignements se rapportant au type d'analyse qui l'intéresse.

Les auteurs sont des spécialistes de cette technique qu'ils ont contribué à développer depuis 1966 et qu'ils enseignent dans le cadre de la formation continue à l'INSA de Lyon.

Générateur prototype DURR
40 MHz 4 kW (1974)
le premier générateur conçu
pour l'analyse spectrochimique



Table des matières

AVANT-PROPOS	1
1 - INTRODUCTION	3
1.1. Notion de plasma	3
1.2. Problèmes posés par l'utilisation des plasmas en analyse	4
2 - RAPPELS DE SPECTROSCOPIE	7
2.1. Rappels d'un certain nombre de définitions	7
2.2. Niveaux d'énergie des électrons	9
2.3. Formation des raies	12
2.4. Emission, absorption et fluorescence atomique	12
2.5. Peuplement des niveaux d'énergie - Intensité d'une raie d'émission	13
2.6. Différence entre spectres continus et spectres de raies	19
3 - PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES PLASMAS	21
3.1. Loi de Saha	21
3.2. Notions de températures	22
3.3. Equilibre thermodynamique	24
3.4. Mesures de températures	25
3.5. Exemples de mesure	27
4 - PRODUCTION DES PLASMAS UTILISÉS EN ANALYSE SPECTROCHIMIQUE	29
4.1. Historique des différents types de plasmas utilisés en analyse spectrochimique	29
4.2. Comparaison entre les différents types de plasmas	39
4.3. Comparaison des limites de détection	41
4.4. Les générateurs de plasma haute fréquence	45
4.5. Blindage	50

5 - SYSTÈMES D'INTRODUCTION D'ÉCHANTILLONS LIQUIDES. . .	57
5.1. Les systèmes de nébulisation commerciaux	59
5.2. Aspects fondamentaux de l'entraînement et de la production d'aérosols	65
5.3. Nébulisation pneumatique	75
5.4. Nébulisation ultrasonique.	83
5.5. Dessolvatation	95
6 - AUTRES SYSTÈMES D'INTRODUCTION D'ÉCHANTILLON . . .	103
6.1. Le nébuliseur fritté	103
6.2. Les méthodes thermiques.	104
6.3. Les méthodes électrothermiques	104
6.4. Formations d'éléments volatils	105
6.5. Couplage avec la chromatographie gazeuse	106
6.6. Couplage avec la chromatographie liquide	106
6.7. Injection à partir de solides massifs.	106
7 - SYSTÈMES DE DISTRIBUTION DES GAZ - TORCHES ET ALIMENTATION EN FLUIDES	111
7.1. La torche.	111
7.2. Les paramètres et leurs influences	119
7.3. Paramètres à contrôler - Nomenclature.	127
7.4. Alimentation en gaz - Contrôle des flux.	129
8 - MÉCANISMES DANS LES PLASMAS.	135
8.1. Les différentes espèces dans le plasma	135
8.2. Applications de ces mécanismes à l'analyse	139
9 - PHÉNOMÈNES INTERÉLÉMENTS DANS LES PLASMAS HF - MODÈLE THÉORIQUE D'UNE TORCHE À PLASMA.	147
9.1. Introduction	147
9.2. Description des phénomènes	148
9.3. Paramètres physiques d'un plasma et conditions opératoires . .	152
9.4. Modèle de transfert d'énergie dans le plasma	161
9.5. Interprétation des phénomènes observés	164
9.6. Validité du modèle sur d'autres sources.	168

9.7. Conséquences pratiques	169
9.8. Conclusion	171

10 - INTERFÉRENCES SPECTRALES 175

10.1. Classification des interférences spectrales	175
10.2. Superposition totale de deux raies	175
10.3. Recouvrement partiel des raies	179
10.4. Influence du pouvoir de résolution	187
10.5. Variation du fond continu	189
10.6. Conclusions	190

11 - SIGNAL ET BRUIT - LIMITE DE DÉTECTION - PRÉCISION 193

11.2. Classification des bruits	193
11.2. Critères d'optimisation et réglages	199
11.3. Limites de détection	202
11.4. Conclusion	205

12 - EXEMPLES D'APPLICATION ANALYTIQUE 207

12.1. Exemples concrets	207
-----------------------------------	-----

13 - LES SYSTÈMES DISPERSIFS 217

13.1. Rappels théoriques	217
13.2. Les systèmes optiques	222
13.3. Les systèmes particuliers	230
13.4. Les réseaux	232

ANNEXE 1 - MESURES DE TEMPÉRATURE 235

1. Conversion des températures d'excitation en fonction des données numériques utilisées	236
2. Protocole de mesure	238

ANNEXE 2 - BIBLIOGRAPHIE	243
1. Introduction	243
2. Classification	243
3. Bibliographie	246
3.1. Eau	246
3.2. Produits chimiques	254
3.3. Liquides organiques	258
3.4. Echantillons biologiques	262
3.5. Nourriture	268
3.6. Boissons	277
3.7. Environnement	279
3.8. Echantillons géologiques	286
3.9. Métaux, composés métalliques	295
3.10. Matériaux électroniques	304
3.11. Verre, Quartz, Céramique	304
3.12. Echantillons de références	305
INDEX	325