

Introduction générale

Introduction générale :

Les physiciens du plasma ont été parmi les premiers à ouvrir et à développer la science nouvelle et profonde de chaos et de la dynamique non-linéaire. Ils ont également contribué grandement aux études de la turbulence, importantes pour les voyages aériens sûrs et à d'autres applications. Plasma science de base continue d'être un domaine de recherches dynamiques pour les physiciens. Les dernières nouvelles découvertes ont eu lieu dans la compréhension des plasmas de froid extrême qui se condensent aux Etats cristalline, l'étude des interactions laser de haute intensité de nouveaux systèmes d'éclairage hautement efficaces lampes fluorescentes et des interactions plasma-surface importante pour la fabrication d'ordinateurs même un nouveau domaine de recherche théorique y est dans l'application de la technologie plasma en médecine pour le traitement des plaies avec du plasma la stérilisation des instrument thermosensible [1].

On décrit souvent l'état "plasma" comme le "quatrième état de la matière". Il y a l'état solide, l'état liquide, et l'état gazeux. Lorsqu'un gaz possède un certain nombre de charges électriques, et que ces charges sont en nombre suffisant pour affecter son comportement et ses caractéristiques, on se retrouve en présence d'un plasma. Ce peut paraître quelque peu complexe pour les non-initiés. L'importance des plasmas dans notre vie de tous les jours est considérable: 99% de l'univers visible est constitué de plasmas!! Le terme plasma, a été utilisé en physique pour la première fois par le physicien américain Irving Langmuir en 1928 par analogie avec le plasma sanguin auquel ce phénomène s'apparente visuellement.

Une analyse plus fine de la constitution de l'atmosphère montre qu'une faible proportion d'ions libres est déjà présente au niveau des couches basses de l'atmosphère ; la proportion de cette composante chargée est variable, l'ordre de grandeur du nombre moyen d'ions par centimètre cube en fonction de l'altitude est donnée dans le tableau [1.1] suivant.

Tableau [1.1]

| Altitude [km] | Ions positifs [cm^{-3}] | Ions négatifs [cm^{-3}] |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 0.5 | ~ 800 | ~ 700 |
| 2 | ~ 600 | ~ 500 |
| 5 | ~ 2500 | ~ 2000 |

Les agents énergétiques à l'origine de ce faible niveau d'ionisation sont: les rayons cosmiques, la radio activité naturelle et les phénomènes d'électrisation atmosphérique, liés principalement aux processus triboélectriques à ce niveau là. La

Physique de l'atmosphère relève donc de la mécanique et de la thermique des fluides classiques.

Par contre, à partir d'une altitude de l'ordre d'une centaine de kilomètres, le rayonnement ultraviolet du soleil entretient une structure ionisée dont l'étude relève de la physique des plasmas : l'ionosphère. À une telle altitude, la densité de particules chargées atteint des valeurs supérieures à plusieurs dizaines de milliers d'électrons et d'ions par centimètre cube; ces charges libres constituent la population à l'origine des propriétés électromagnétiques et physicochimiques originales de ces couches de la très haute atmosphère. Au-delà de l'ionosphère c'est-à-dire à partir d'une altitude de l'ordre du millier de kilomètres, s'étend la magnétosphère : un plasma magnétisé structuré par le champ magnétique dipolaire terrestre et alimenté en espèces chargées par le vent solaire. Le comportement de l'ionosphère est dominé par une forte réactivité chimique et relève donc aussi de la physico-chimie des plasmas ; par contre, les phénomènes électrodynamiques et magnétohydrodynamiques sont au cœur de la dynamique de la magnétosphère.

Au-delà de la magnétosphère s'étend l'espace interplanétaire, rempli aussi par un plasma: le vent solaire, issu des couches externes du soleil ; le soleil est aussi une sphère de gaz ionisée structurée en différentes couches. Le tableau [1.2] présente l'ordre de grandeur des caractéristiques (très variables) de densité électronique, n_e et de température électronique T_e , de ces différents plasmas spatiaux .

Tableau [1.2]

| Plasmas spatiaux | n_e [cm^{-3}] | T_e [K] |
|------------------|----------------------------|---------------|
| Ionosphère | $10^3 - 10^6$ | $10^2 - 10^3$ |
| Couronne Solaire | $10^4 - 10^8$ | $10^4 - 10^6$ |
| Vent Solaire | $\sim 10^{1/2}$ | $\sim 10^5$ |

Dans un gaz ordinaire, chaque atome contient un nombre égal de charges positives et négatives: les charges positives dans le noyau sont entourées d'un nombre égal d'électrons chargés négativement, de sorte que chaque atome est qualifié de "neutre". Un gaz devient un plasma lorsque l'addition de chaleur ou d'une autre forme d'énergie provoque l'expulsion d'un ou des électrons de plusieurs atomes. Les restes de ces atomes sont positivement chargés, et les électrons négatifs ainsi libérés sont libres de se déplacer. Ces atomes, ainsi que le gaz électriquement chargé qui est créé, sont dits "ionisés". Lorsque suffisamment d'atomes dans le gaz se retrouvent ionisés, les caractéristiques électriques de tout le gaz viennent à être affectées: voilà, l'état plasma est atteint [2].

Dans plusieurs cas, les interactions entre les particules chargées et les particules neutres sont aussi importantes. Car elles permettent de déterminer le comportement et l'utilité du plasma. Le type d'atomes présents dans un plasma, le ratio entre particules ionisées et particules neutres, ainsi que l'étendue des énergies des

particules, permettent d'engendrer une large variété de plasmas de types, caractéristiques et comportements différents ; et parmi ces énergies qui provoquent l'expulsion des électrons on en trouve la décharge couronne.

Aujourd'hui, la décharge couronne est le type de décharge gazeuse le plus important du point de vue industriel [3]. Les potentialités de cette décharge sont en effet grandes puisque son énergie électrique peut être utilisée pour des réactions à basse température grâce à la présence d'ions énergétiques. Bien que responsable de pertes de puissance, de bruit radiofréquence dans le domaine du transport électrique, ainsi que des défauts d'isolation dans les appareils contenant des gaz diélectriques, la décharge couronne est utilisée à plusieurs fins industrielles intéressantes comme le traitement de surface des polymères, la précipitation de très fines particules, la génération d'ozone commerciale, la peinture électrostatique ou encore la télécopie [4].

Expérimentalement, de nombreuses méthodes de mesures optiques ont été développées pour analyser les différentes configurations de la décharge couronne pour connaître avec précision la densité et la température des neutres [5].

Les méthodes expérimentales utilisées jusqu'à présent, comme l'ombroscopie ou la strioscopie, avaient donné des résultats expérimentaux plutôt qualitatifs en ce qui concerne la détermination de la densité du gaz neutre. Le but de notre travail va donc être de faire un diagnostic optique de densité afin de déterminer de façon quantitative et qualitative la dépopulation des neutres dont nous venons de mettre en évidence l'importance de son rôle [6].

Ce mémoire se livre à plusieurs objectifs non seulement la réalisation d'un interféromètre de type mach-zehnder mais aussi on va déterminer la variation l'indice de réfraction du gaz d'hélium et de l'azote. La variation de cet indice nous permet ensuite de calculer la densité des particules neutres et leurs températures en considérant que cette variation est uniquement due à la dépopulation des neutres ; ainsi faire une comparaison entre ces deux gaz à comportement différent sous une décharge couronne. Ces résultats sont intéressants car ils nous permettent de les comparer à leurs prédictions théoriques

Ce mémoire s'articule sur trois chapitres. Après une introduction générale, nous rappelons dans le premier chapitre les méthodes expérimentales et théoriques de diagnostic (spectroscopie, ombroscopie, interférométrie..). Ensuite, dans le second chapitre nous présentons toutes les étapes de réalisation du montage expérimental de l'interféromètre Mach Zehnder. Les résultats obtenus sont exposés et interprétés dans le troisième chapitre. Nous terminons ce travail par une conclusion générale et des annexes.

Référence:

[1]: *Mc Whirter R.P " plasma diagnostic technique " R. Huddleston and S.LEONARD. EDS. NEW YORK : academic, 1965*

[2] : *Jean-Marcel Rax physique des plasmas.*

[3] : *F.K. McTaggart Plasma chemistry in electrical discharge, edited par P.L. Robinson (berlin 1967).*

[4] : *Hartmann G."Spectroscopie de la décharge couronne : étude des mécanismes de collisions dans le dard (streamer)."*

[5] : *Conrad H.and Schmidt M. Plasma Source Sci. 9. (2000) 441-454,*

[6]: *L.Schott, in plasma diagnostics. Edited par Lochete Holtgreven (north Holland. Amsterdam 1968).*