

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, la pollution de l'air atmosphérique est devenue un enjeu environnemental majeur en raison de la croissance rapide du développement industriel et technologique qui nécessite une consommation énergétique importante. Dans le cas des énergies fossiles, cela entraîne nécessairement une augmentation des rejets par l'industrie, l'automobile, l'habitat, etc... des polluants gazeux dans l'atmosphère comme les composés organiques volatils (COV) ainsi que divers oxydes (NO_x, SO_x, ozone, etc...). Ces polluants gazeux sont particulièrement suivis en raison de leur impact écologique (pluies acides, réchauffement climatique, destruction de la couche d'ozone) et leur toxicité (certains COV ont des effets mutagènes tandis que certains oxydes sont responsables de complications respiratoire et oculaire).

Pour apporter des réponses qui soient à la hauteur de cet enjeu environnemental, il est clair qu'il faut multiplier les actions qui doivent donc être menées parallèlement sur plusieurs fronts. On peut évoquer des actions notamment pour trouver des énergies alternatives mais aussi pour augmenter les rendements des moteurs thermiques afin d'économiser l'énergie et donc limiter indirectement les rejets. On peut également entreprendre des actions en aval pour développer ou améliorer de nouvelles technologies efficaces pour dépolluer les rejets et les gaz d'échappement. Parmi ces technologies, on peut citer celles basées sur les plasmas réactifs hors équilibre générés par des décharges électriques dans l'air à la pression atmosphérique qui utilisent les espèces actives pour neutraliser ou transformer les oxydes toxiques. Ce type de plasma présente actuellement beaucoup d'intérêt pas uniquement pour les applications environnementales (dépollution des gaz d'échappement) qui ont motivées notre étude, mais aussi pour un large éventail d'autres applications industrielles (traitement de surface, dépôt de nano-films, etc.) et biomédicales (décontamination, biomatériaux et plasma pour la médecine).

Bien que la communauté scientifique se soit emparée depuis plus d'une dizaine d'années de la problématique de la dépollution de l'air par plasmas réactifs hors équilibre en utilisant en particulier des réacteurs corona, des questions importantes restent encore sans réponses. Une des questions majeures concerne l'augmentation de l'efficacité de production des espèces actives (radicaux, certains états excités et ionisés, etc.) au moindre coût énergétique. En effet, le plasma étudié étant inhomogène (composé de nombreux filaments

lumineux ou streamers de diamètre de l'ordre de 100 μm se propageant à grande vitesse de l'anode vers la cathode dans le cas d'une polarité positive), l'accès à des informations qualitatives sur les espèces actives est très difficile en raison de cette évolution de la décharge très localisée et transitoire (échelle de temps quelques dizaines de ns).

Dans ce mémoire, nous étudions la composition chimique d'un mélange gazeux N_2/O_2 à l'équilibre thermodynamique soumis à différentes pressions (0,01atm.-0,1atm.- 1atm.- 5atm.- 10atm.), différentes concentrations d'oxygène O_2 (1%, 10%, 50%, 90% et 99%) et des températures allant de 1000 à 20000 Kelvin.

Cette étude nous permettra d'approfondir nos connaissances sur certaines espèces, en particulier N, O, N_2 , O_2 , $(\text{N}_2)^+$, $(\text{O}_2)^-$ et l'ozone O_3 , et voir leur comportement avec l'évolution de la pression et la concentration.

Ainsi, ce manuscrit sera composé de quatre chapitres.

Le premier chapitre est consacré à des considérations générales sur les plasmas froids non thermiques et leurs applications. Dans ce chapitre, nous donnons une classification des différents plasmas en distinguant les caractéristiques de chaque type de plasma. Nous décrivons ensuite les différentes sources des plasmas non-thermiques à la pression atmosphérique. Enfin, nous évoquons les différents mécanismes physiques impliqués dans les phases d'initiation, de développement et de propagation des décharges de type couronne.

Dans le second chapitre nous exposons le modèle mathématique qui décrit les plasmas à l'équilibre thermodynamique.

Dans le troisième chapitre nous présentons la méthode de résolution basée sur la loi d'action de masse et la technique Newton-Raphson

Dans le quatrième chapitre, nous présentons les résultats obtenus sur l'influence de la concentration et la pression sur l'évolution de la densité des différentes espèces (N , O , N_2 , O_2 , $(\text{N}_2)^+$, $(\text{O}_2)^-$, O_3) contenues dans la mixture N_2/O_2

Nous terminons ce travail, par une conclusion générale et quelques notions complémentaires qui sont détaillées dans les annexes.