

CONCLUSION GENERALE

L'intérêt de cette étude était la présentation et l'analyse relatives à l'influence de la cinétique et le comportement des espèces présentes (vapeurs métalliques) par rapport à un cas simple. Cette problématique est commune à de nombreux procédés plasmas thermiques, systèmes ou situations. Donc l'une de nos motivations principales était la connaissance et la quantification du transfert d'énergie entre l'arc électrique et le matériau (cuivre) d'une poudre injectée, ce qui nous a permis de nous focaliser à la détermination de champs de température dans le plasma.

Ce travail porte essentiellement sur la détermination des champs de température et le calcul de la puissance rayonnée émise par plasma d'arc composé de mélanges de gaz et de vapeurs métalliques (N₂-Cu, Ar-Cu) en régime stationnaire et transitoire. Le plasma est supposé en équilibre thermodynamique local, la température varie de 5000 à 20000 K, la pression est atmosphérique et la concentration relative de la vapeur métallique ne dépasse pas 1%. Ce calcul est réalisé dans le cas d'un plasma cylindrique isotherme.

L'énergie thermique issue de l'arc provoque la dissociation des molécules de gaz et l'ionisation partielle de ses atomes. L'ionisation des atomes produit un plasma, ce dernier se caractérise par une couche limite chaude où la température est supérieure à 5000 K qui se développe autour de la colonne d'arc alors qu'une couche limite froide (températures inférieures à 3000K) s'écoule le long de la frontière, ce qui en résulte un écoulement divisé en deux zones de nature différente : une zone chaude, constituée principalement de l'arc, l'autre est le gaz environnant, à une température très inférieure.

Les particules de la poudre injectée sont fondues au sein du plasma par divers mécanismes de transfert de chaleur, un bon transfert thermique conduit à un

état de fusion complet de la particule : Lorsqu'une particule est plongée dans un bain plasma, elle est progressivement chauffée à travers une couche limite par un flux de chaleur provenant de la conduction thermique, et des courants convectifs lorsqu'elle se déplace. Cependant de ce flux de chaleur, il faut aussi soustraire les pertes radiatives (émission propre de la particule), mécanismes principaux de l'échauffement de la particule.

La présence de vapeurs métalliques entraîne une diminution de la température du cœur de l'arc ; ceci s'explique, d'une part, par une augmentation des pertes radiatives, d'autre part, par une augmentation du rayon de conduction, ce qui tend à diminuer la densité électronique ; deux situations à considérer :

- La particule chauffe de façon isotherme, sans présenter de gradients thermiques dans son volume. C'est le cas des matériaux conduisant bien la chaleur.
- Des gradients thermiques qui apparaissent, il se peut que les développements de ces gradients thermiques conduisent à un échauffement excessif des particules injectées. En effet, l'accumulation de chaleur en surface peut évaporer la superficie de la particule (sur une épaisseur de quelques microns).

Donc, autour de chaque particule, apparaît une couche limite thermique, caractérisée par un important gradient de température de l'ordre de $3000K$ à $10000K$,

L'épaisseur de cette couche, est de l'ordre de quelques microns ,qu'on peut la définir comme la distance à laquelle le plasma atteint plus de 99% de la valeur de la température loin de la particule .Par ailleurs l'état de la couche limite plasma particule ,pour des températures élevées donc de forts gradients , peut manifester une variation de la composition du mélange gazeux. Ces variations ont tendance à écarter l'état du gaz de l'équilibre thermique.

A ne pas manquer de préciser que l'étendue sur laquelle la température et la concentration des vapeurs métalliques varient (couches limites de température et de concentration) est beaucoup plus grande que le volume des particules en traitement ; ce qui explique que le champ de température est peu prononcé à la surface de la particule en évaporation.

Encore, bien que le temps de relaxation thermique du mélange soit relativement court alors que les temps de relaxation de concentration pour l'établissement d'un plasma de vapeur en équilibre sont sensiblement plus longs.

Ce que nous devons retenir en général de ce travail : La présence de la vapeur métallique conduit à une augmentation du rayonnement, son influence dépend de la nature de celle-ci, et aussi de la nature du gaz que contient le mélange (elle est plus ressentie dans l'argon que dans l'azote). L'effet de la vapeur métallique sur le rayonnement et le rôle joué par celle-ci dans l'augmentation de la conductivité électrique tendent à abaisser la température axiale.