



HAL
open science

Fraction molaire pour les mélanges Air-AgC et Air-AgSnO₂ dans un plasma à et hors de l'équilibre thermique

Pascal André, M Benmouffok, M Chnani, Pierre Freton, Jean Jacques Gonzalez, P Joyeux, A Risacher

► **To cite this version:**

Pascal André, M Benmouffok, M Chnani, Pierre Freton, Jean Jacques Gonzalez, et al.. Fraction molaire pour les mélanges Air-AgC et Air-AgSnO₂ dans un plasma à et hors de l'équilibre thermique. CAE XV, Jun 2021, Rouen, France. hal-03278976

HAL Id: hal-03278976

<https://cnrs.hal.science/hal-03278976>

Submitted on 12 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Fraction molaire pour les mélanges Air-AgC et Air-AgSnO₂ dans un plasma à et hors de l'équilibre thermique

P. André¹, M. Benmouffok³, M. Chnani², P. Freton³, J.J. Gonzalez³, P. Joyeux⁴, A. Risacher²

¹ LPC, UCA, CNRS, 4 Avenue Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex
² SAFRAN (Zodiac AeroElectric), 7 Rue des Longs Quartiers, 93100 Montreuil
³ LAPLACE, CNRS, INPT, UPS, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9
⁴ Hager Electro SAS, 132 Boulevard d'Europe, 67210 Obernai France

auteur correspondant : pascal.andre@uca.fr

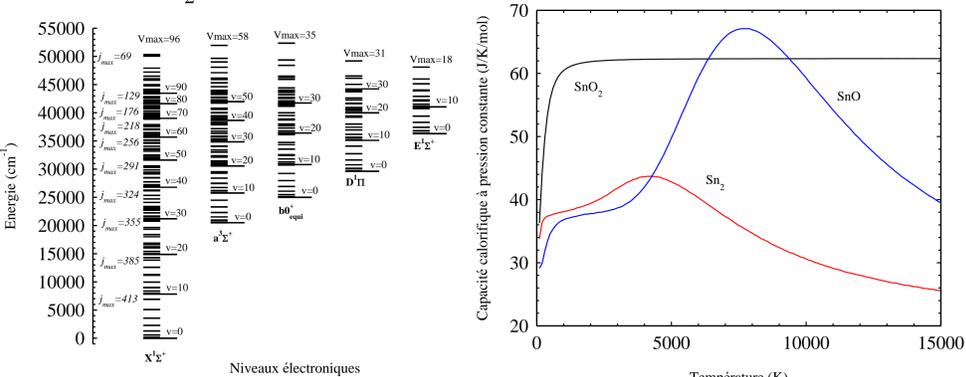
Introduction

Dans le cadre d'un travail collaboratif soutenu par l'Association Arc Électrique (AAE), une « Étude expérimentale de la dynamique d'un arc électrique à courant continu évoluant entre deux rails » est menée. L'expérimentation est réalisée au laboratoire LAPLACE et plusieurs situations notamment celle d'un arc électrique généré entre deux contacts électriques sont envisagées.

Lors de l'ouverture des contacts ou après l'ignition de l'arc électrique, la température augmente et les matériaux de contact changent d'état. S'ils se vaporisent, ils alimentent le plasma et se redéposent. Le plasma formé dans l'environnement immédiat des contacts électriques peut se trouver dans des états d'équilibre thermodynamique et de pression variés. Par conséquent, nous étudions les fractions molaires dans le cas de contacts constitués de pseudo-alliage, argent-graphite et argent-dioxyde d'étain, environnés d'air.

Méthode de calcul

Afin de calculer les fractions molaires, nous devons prendre en compte les propriétés thermodynamiques spécifiques de chaque espèce chimique. Afin de compléter les tables de thermochimie existantes (JANAF), nous avons calculé les propriétés spécifiques (enthalpie h , entropie s , potentiel chimique μ^0 et capacité calorifique c_p) de Sn₂, SnO et SnO₂.



SnO: Niveaux quantiques pris en compte Capacité calorifique C_p de Sn₂, SnO, SnO₂ (électronique, rotation, vibration)

A partir de l'énergie libre de Gibbs G , la neutralité électrique et la conservation du nombre et du type de noyau atomique, nous pouvons déterminer les fractions molaires n_j en fonction de la température:

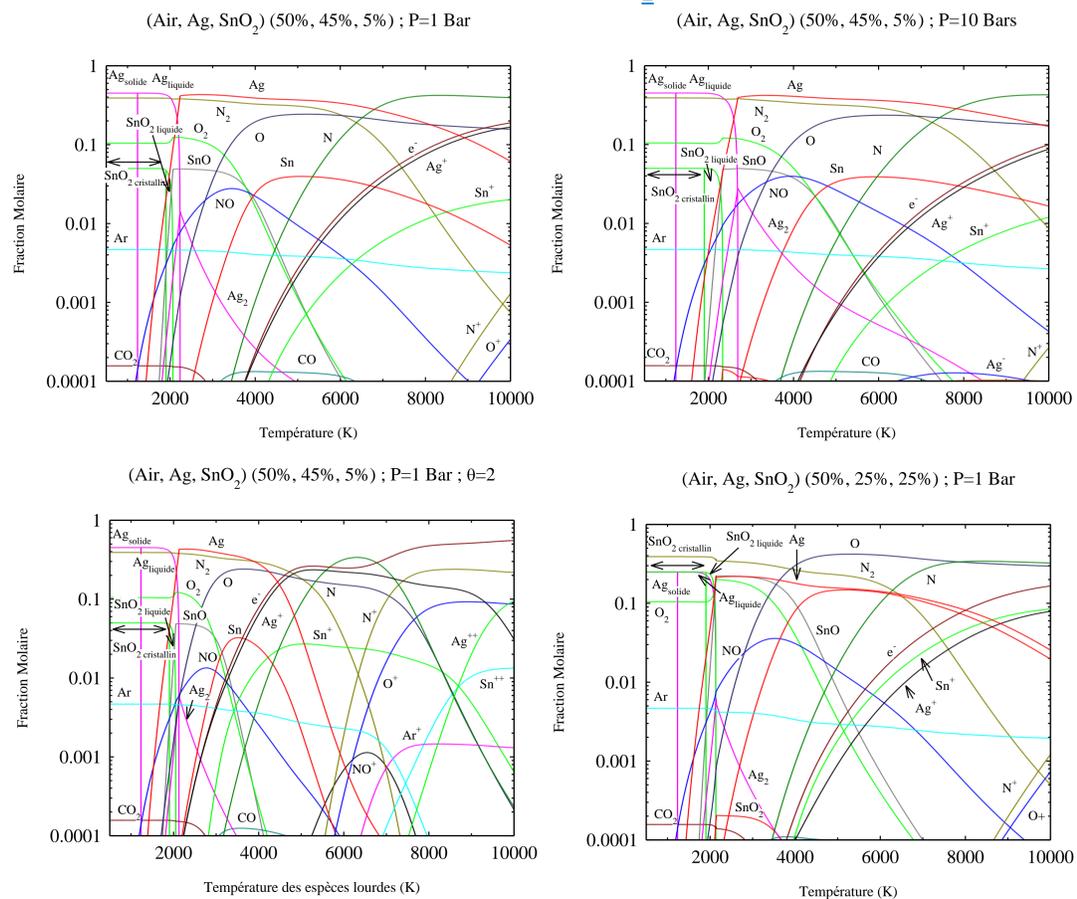
$$G = \sum_{j=1}^{N_{\text{gaz}}} n_j \mu_j^0(\text{gaz}) + \sum_{i=1}^{N_{\text{condensés}}} n_i \mu_i^0(\text{liquide_solide})$$

avec $\mu_j^0(\text{gaz})$ représente le potentiel chimique de l'espèce j en phase gazeuse
 $\mu_i^0(\text{liquide_solide})$ représente le potentiel chimique de l'espèce i en phase cristalline ou liquide.

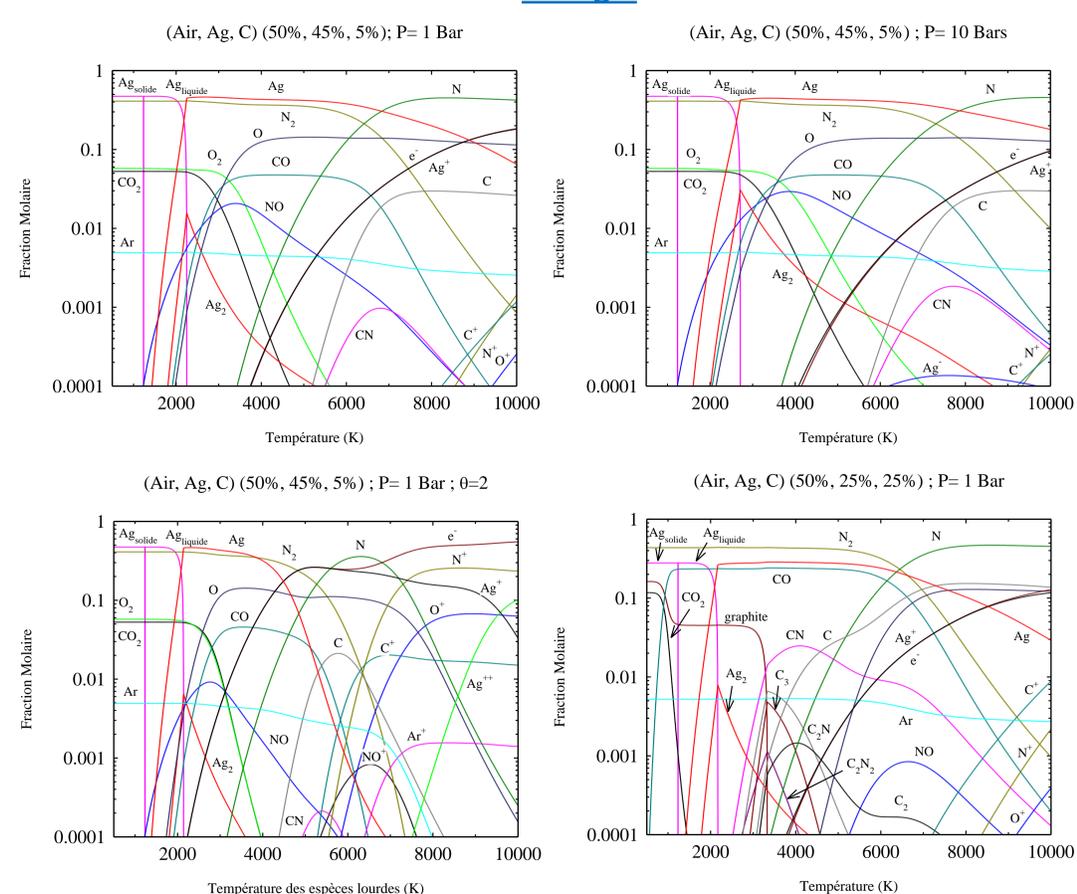
N_{gaz} et $N_{\text{condensés}}$ représentent respectivement le nombre d'espèce chimique en phase gazeuse et en phase condensée.

Résultats

Air Ag SnO₂



Air Ag C



Conclusion

- Plus la pression est grande plus les phases condensées sont présentes à haute température.
- La température de vaporisation est peu sensible au déséquilibre thermique (θ trop faible).
- On note la présence du dioxyde d'étain sous forme solide tandis que l'argent est sous forme liquide.
- La vaporisation du dioxyde d'étain a lieu à plus basse température que celle de l'argent.
- Le graphite brûle si le milieu est en excès d'oxygène et forme du dioxyde de carbone.
- Le dioxyde d'étain liquide se vaporise en monoxyde d'étain et en dioxygène.

AgC: La non-miscibilité de l'argent et du graphite fait que les contacts de type AgC sont habituellement réalisés par frittage. Lors du passage du pied d'arc sur le contact électrique la combustion du graphite va avoir lieu laissant la surface du contact modifiée, ce qui aura pour conséquence la modification des propriétés physique du contact. La proportion de graphite doit être suffisamment faible pour éviter son dépôt dans l'appareillage électrique.

AgSnO₂: La vaporisation du dioxyde d'étain ayant lieu avant la vaporisation de l'argent, l'argent se trouvant sous forme liquide, il aura tendance à diffuser plus facilement dans le pseudo-alliage jusqu'à la surface du contact modifiant les propriétés physiques notamment en augmentant la résistance du contact.

Au niveau du pied d'arc la pression peut atteindre des valeurs élevées, les températures de vaporisation augmentent. Ces premiers calculs présentent de nombreuses limites, notamment la structure du contact et des phénomènes internes non pris en compte: tension de surface liquide-solide (Ag, SnO₂), corrosion sèche, additifs, taille des poudres, diffusion de l'oxygène et oxydation sélective, incertitude sur les enthalpies de formation, cinétique temporelle ...