



HAL
open science

Contribution à l'étude de la conductivité thermique d'un plasma d'air

Pascal André, A K Kagone, Z. Koalaga, N Kohio, F. Zougmore

► **To cite this version:**

Pascal André, A K Kagone, Z. Koalaga, N Kohio, F. Zougmore. Contribution à l'étude de la conductivité thermique d'un plasma d'air. CAE XIII, Mar 2019, Bourges, France. hal-02166682

HAL Id: hal-02166682

<https://hal.science/hal-02166682>

Submitted on 27 Jun 2019

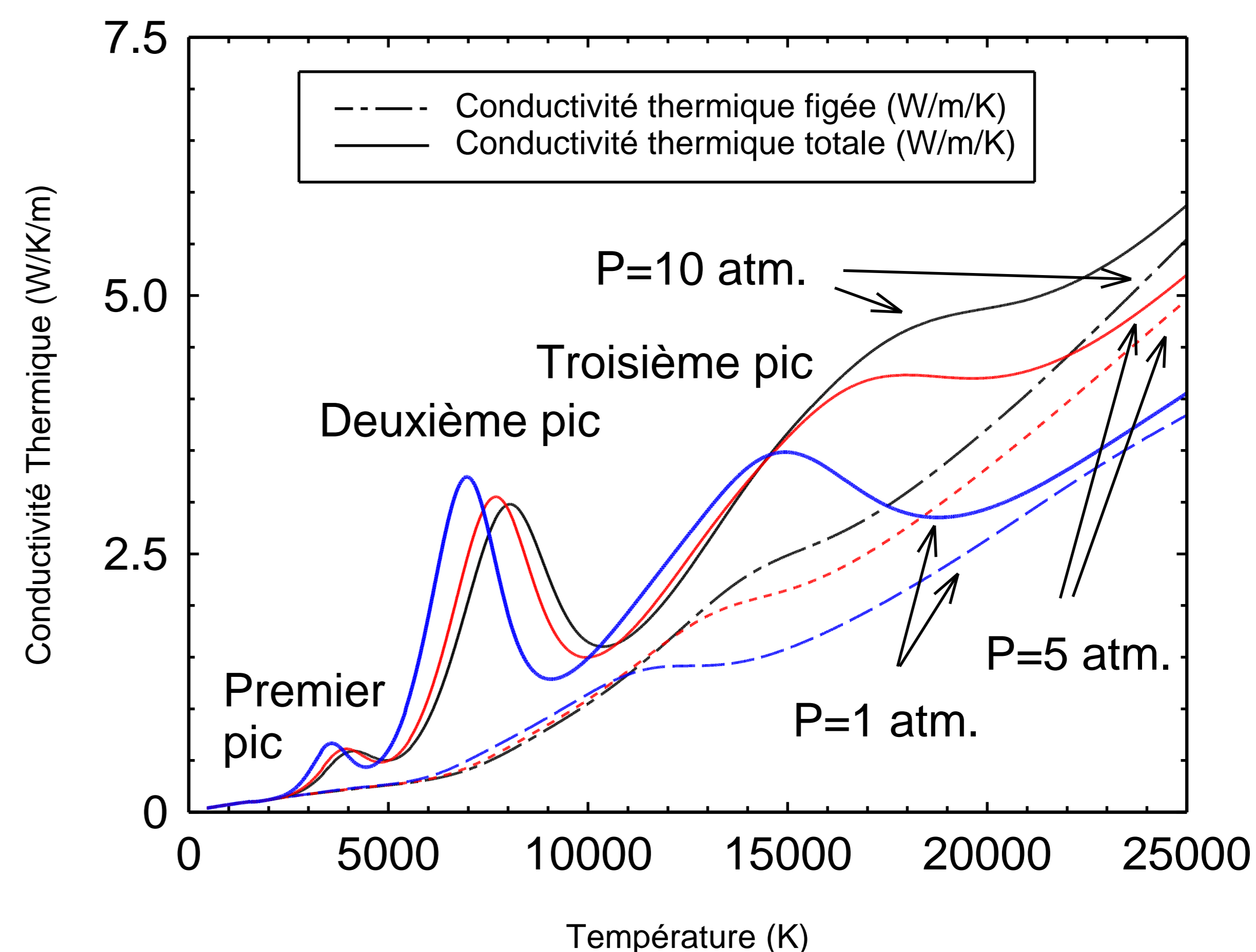
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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.

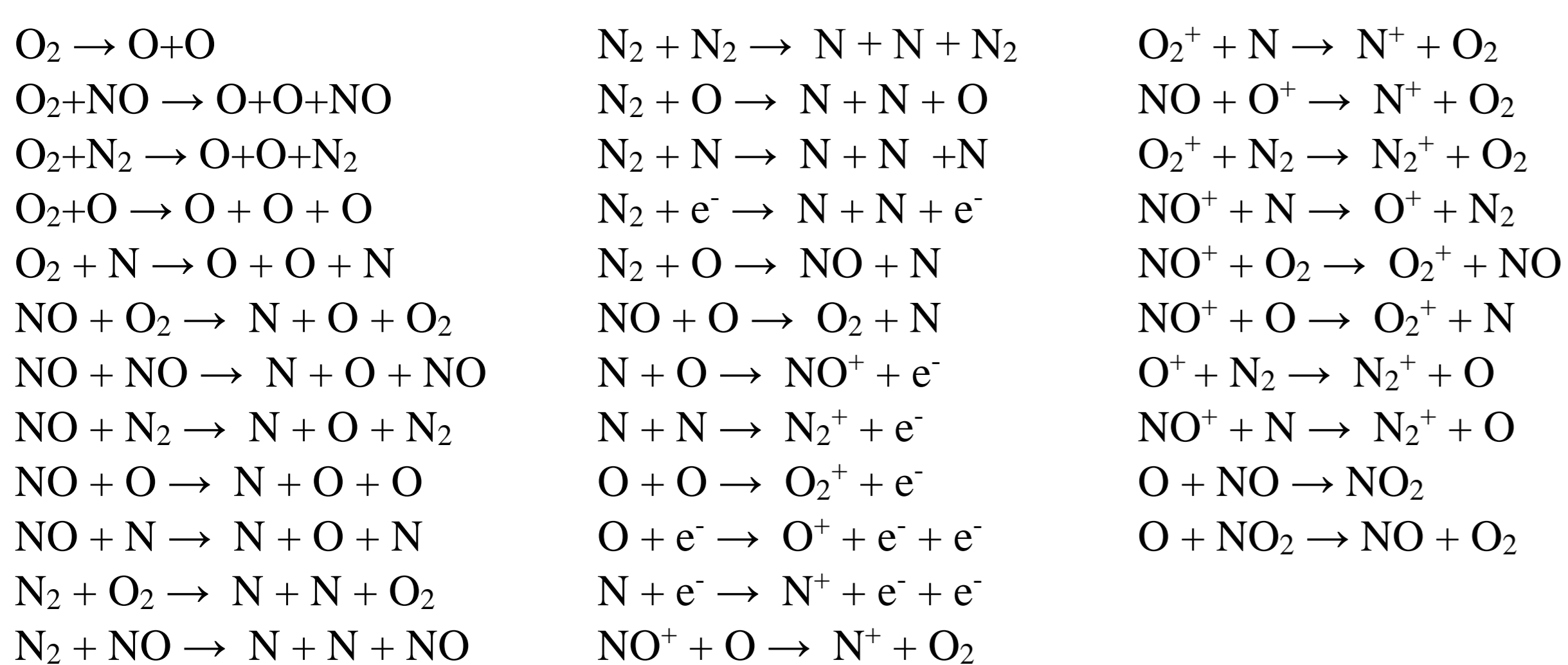
Introduction

Afin d'améliorer et/ou de choisir, le gaz et/ou les matériaux des joues gazogènes dans les appareillages de coupure électrique, de nombreux auteurs préconisent d'étudier, à minima, la conductivité thermique. En effet, le refroidissement du milieu et donc l'extinction de l'arc électrique est intimement lié à sa conductivité thermique. Les temps caractéristiques dans les appareillages de coupure sont de l'ordre de la dizaine de millisecondes (écoulement du gaz, déplacement de l'arc sur les joues gazogènes). Ainsi, l'équilibre chimique peut ne pas être atteint. Nous nous proposons d'étudier les temps de réaction chimique dans un plasma thermique d'air sec (79% mol N₂ et 21% mol O₂) pour plusieurs pressions : 1 atm., 5 atm. et 10 atm. dans une gamme de températures comprise entre 500 K et 25.000 K.

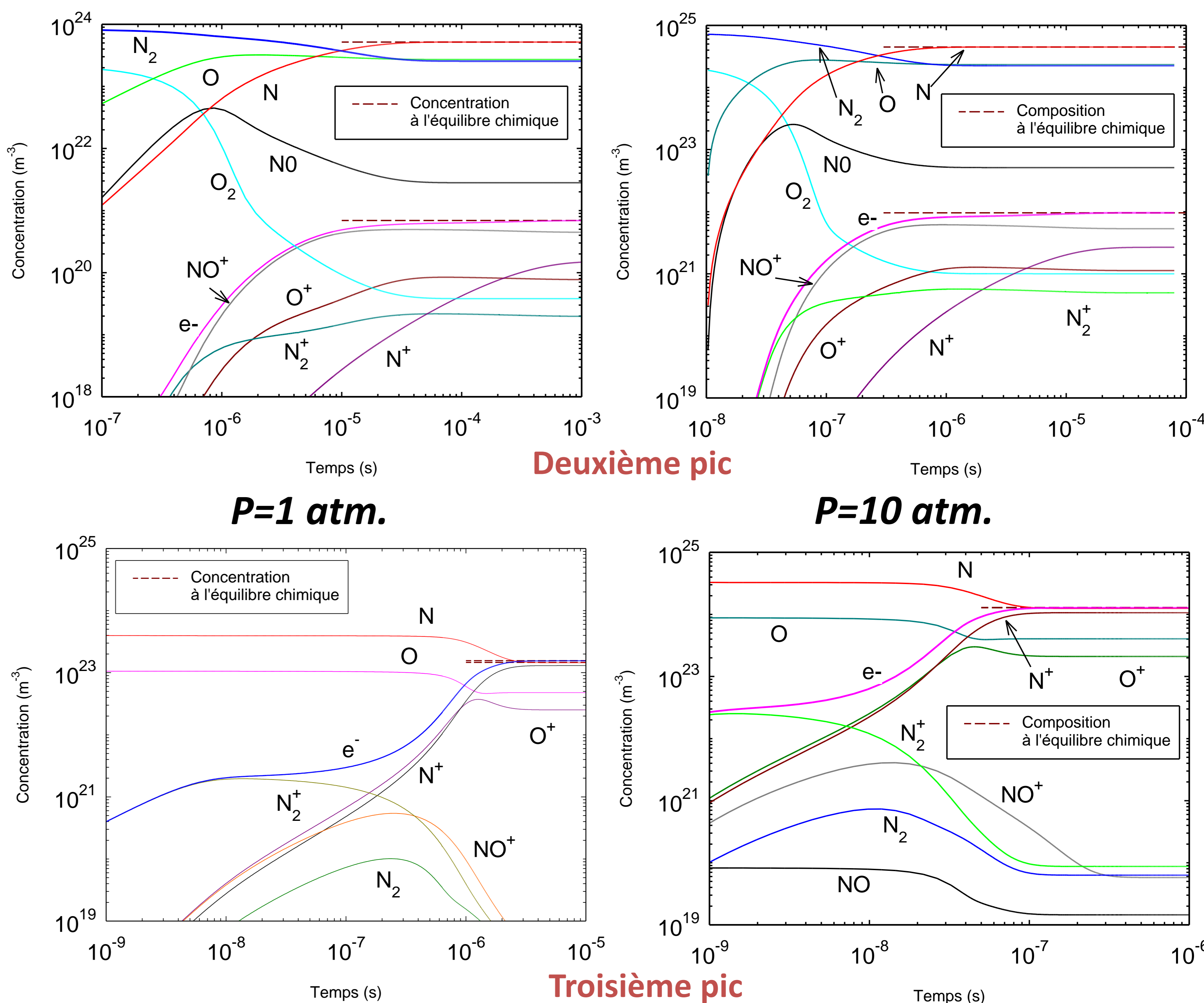
Conductivité thermique figée et totale



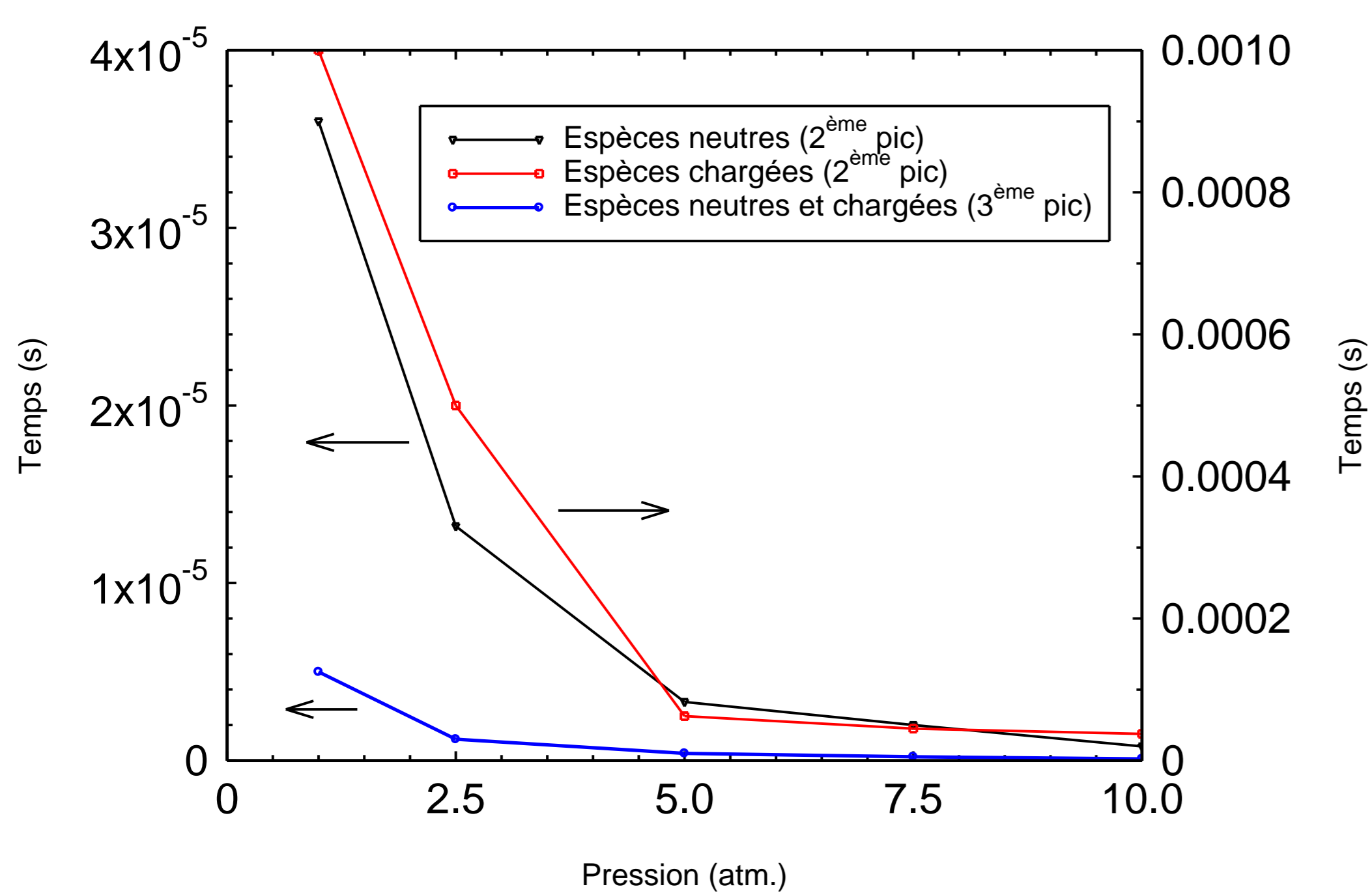
Modèle cinétique



Evolution des concentrations en fonction du temps



Evaluation du temps pour atteindre l'équilibre chimique en fonction de la pression



- Plus la pression est grande plus le temps pour atteindre l'équilibre chimique est petit.
- Plus la température est grande plus le temps pour atteindre l'équilibre chimique est petit.
- Dans certaines zones de températures, on doit définir deux temps d'équilibre chimique (l'un pour les espèces chargées et l'autre pour les espèces neutres)
- Des valeurs de l'ordre de la milliseconde sont atteintes dans certains cas.

Conclusion

Les modélisations d'écoulement fluide ont besoin comme données de base des propriétés thermodynamiques et des coefficients de transport valides. La majorité des bases de données sont obtenues par une méthode de perturbation de la fonction de distribution des vitesses et la conductivité thermique de réaction est alors calculée par la méthode de Butler et Brokaw [1] qui impose de nombreuses conditions restrictives : les forces extérieures sont négligeables, la pression est uniforme, la diffusion thermique est négligeable, l'équilibre chimique est atteint ainsi que l'équilibre thermique. Afin de valider l'une de ces hypothèses, nous avons évalué le temps de réaction par un modèle de cinétique chimique. Nous avons observé que pour des températures de l'ordre de 7500K deux temps de réactions chimiques doivent être introduits celui des espèces majoritaires électriquement neutres qui concerne la conductivité thermique de translation des lourds et la viscosité et celui des espèces chargées qui concerne la conductivité électrique (effet Joule). Pour les températures plus élevées un seul temps pour atteindre l'équilibre chimique peut être considéré.

[1] J. N. Butler and R. S. Brokaw, J. Chem. Phys. 26, 1636 (1957)