

Université Kasdi Merbah Ouargla  
Faculté des sciences de la Matière  
Département de physique  
Option : Energétique

**Simulation numérique du phénomène de transfert de la chaleur  
Dans une pile à combustible SOFC de type tubulaire**

*Spécialité : Master en physique énergétique*

**L'étudiant : Nettari Mohammed**

**L'encadreur : D. Hocine Mohcene**

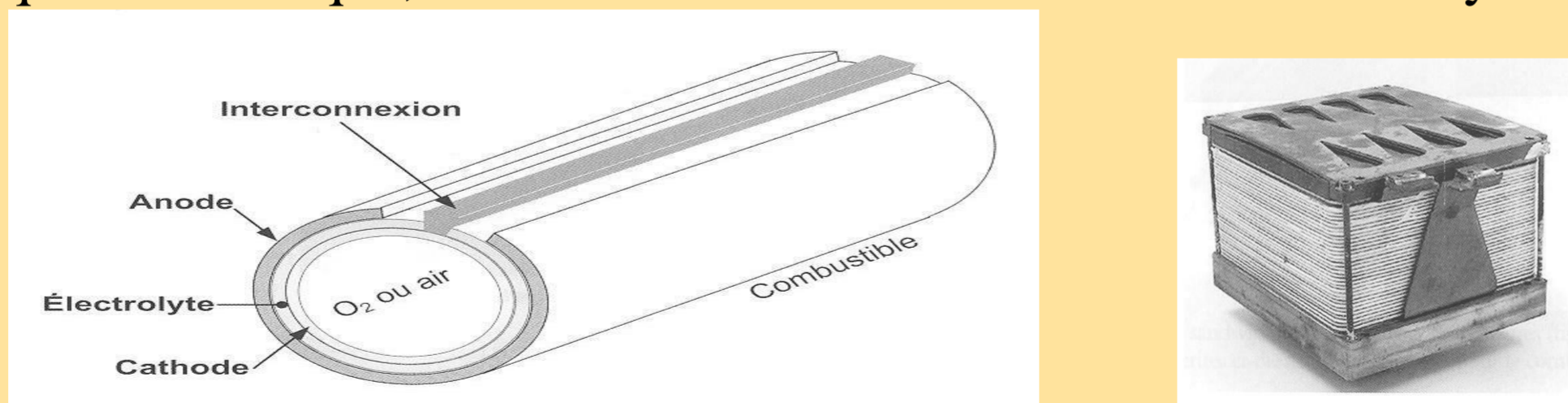
**Résumé:**

Dans les piles à oxyde solide (SOFC) de type tubulaire, le carburant et le comburant, respectivement à l'anode et à la cathode, diffusent à travers les deux électrodes vers les interfaces avec l'électrolyte où les réactions chimiques auront lieu. L'augmentation de la température, dans les électrodes et l'électrolyte de la pile, est due à la surtension : d'activation, ohmique et de réaction de diffusion. Le but de cette étude est d'analyser l'effet de ces différentes sources de chaleur dans deux plans distincts, parallèle à l'axe du tube et perpendiculaire au sens de l'écoulement des gaz. La localisation et la valeur de la température sont étudiées pour une densité de courant imposée. L'équation de l'énergie dans les coordonnées cylindriques est résolue numériquement en utilisant la méthode des volumes finis et un programme informatique (fortran) sera développé à cet effet, afin d'obtenir des champs de température pour chaque élément de la pile.

**Mots Clés:** SOFC, température, tubulaire, volumes finis, source de chaleur.

**Introduction:**

Parmi les piles à combustible, la pile à électrolyte oxyde solide (SOFC) est celle qui débite les plus fortes puissances électriques. Fonctionnant au gaz naturel, elle ne rejette pratiquement pas de polluants, et peut atteindre des rendements de 75 %.. Les recherches sont essentiellement concentrées sur le développement de nouveaux matériaux et, pour une moindre part, sur des études de modélisation et développement de systèmes SOFC complet. Les piles SOFC travaillent à haute température, de l'ordre de 600 à 1000°C . actuellement. le but de notre travail est de localiser la valeur maximale de la température en chaque élément de la pile. Pour un développement efficace de ce système électrochimique, une étude thermique tend à mieux comprendre les phénomènes à l'intérieur de la pile et prévoir le comportement sous l'effet des paramètres de fonctionnement structural et géométrique. Aussi un grand nombre de paramètres physiques doivent être contrôlés comme les conductivités thermique et électrique, la dimension des électrodes et de l'électrolyte...



**Résultats:**

L'augmentation de la température dans la partie solide de la pile SOFC est due à des polarisations qui se comportent comme des sources de chaleur. La distribution de la température en fonction de ces trois types de source de chaleur sera élucidée selon deux plans, Axial et Radial

**Conclusion:**

A travers cette étude notre but est d'analyser la distribution de la température dans l'anode d'une pile solide oxide fuel cells (SOFC ),de type tubulaire sous l'effet des différentes sources de chaleur, telles que l'effet Joule , activation et de la concentration , le long de l'écoulement d'hydrogène.

**Résolution numérique :**

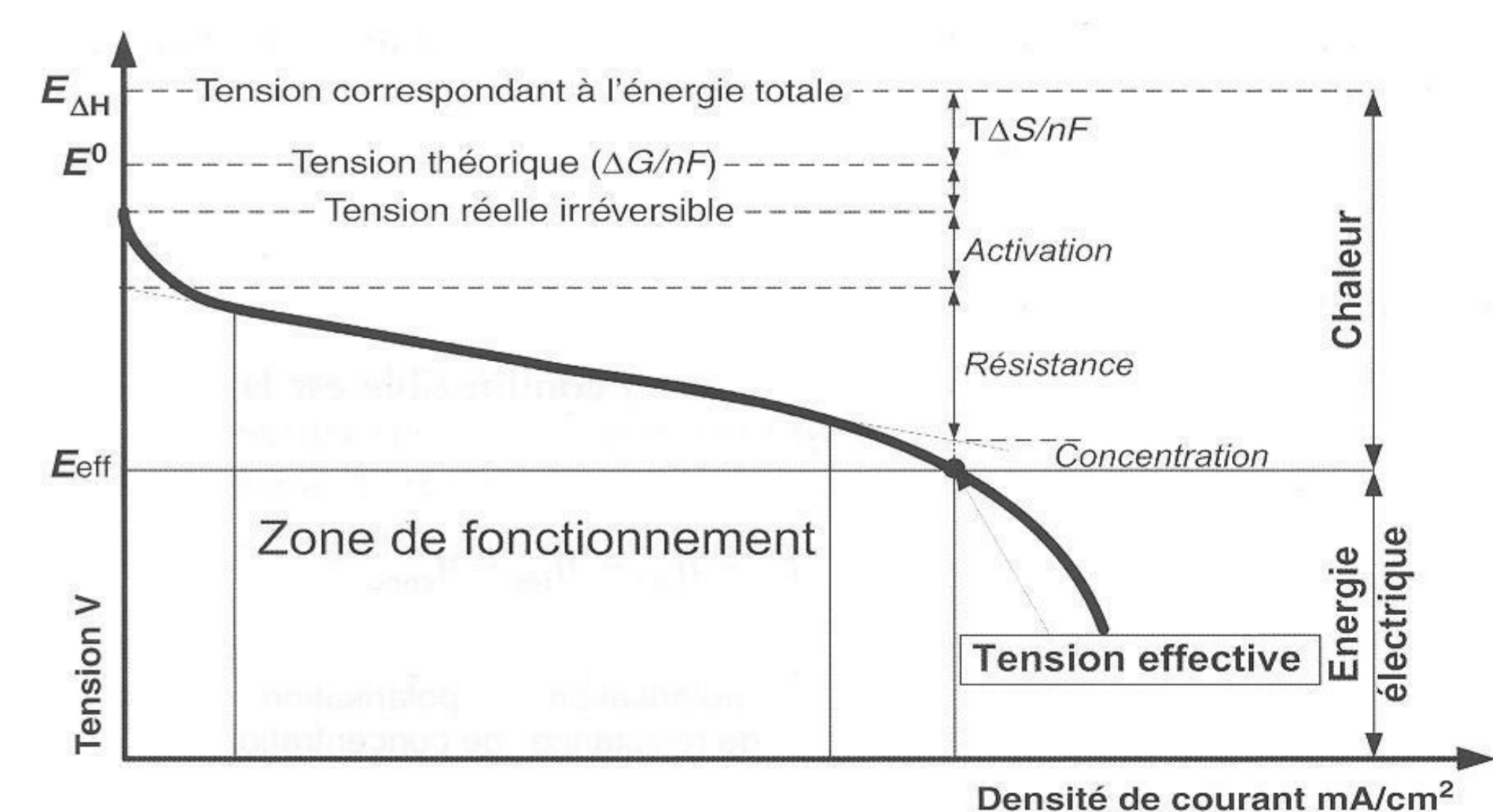
La résolution numérique de l'équation d'énergie est faite par la méthode des volumes finis. La partie solide de la pile (anode, électrolyte et la cathode) a été discrétisée suivant r et θ. Un programme au langage Fortran sera développé pour le calcul de la température en tous point de la pile .L'équation d'énergie exprimée dans un volume de contrôle par la méthode des volumes finis.

**Equation d'énergie:**

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + S = 0$$

**MODELISATION MATHEMATIQUE:**

L'étude numérique aux coordonnées cylindriques concerne la distribution de température dans la partie solide de la pile ; anode, électrolyte et dans la cathode sous l'effet de différents types de sources de chaleur. en négligeant le terme convective de l'équation d'énergie



Influence des différentes sources de chaleur sur la performance de la pile

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.**

- [1] Etude des causes d'augmentation de la température dans une pile à oxyde solide (SOFC). Hocine Mahcene.
- [2] Mathematical modeling of solid oxide fuel cells S. Ahmad Hajimolanaa ,M.Azlan Hussaina ,W.M.AshriWan Dauda
- [3] Etude Numérique des Phénomènes de Transfert dans les Piles à Combustible à Oxyde Solide de Type Planaire. ZITOUNI Bariza
- [4] Fuel Cell Handbook EG&G Technical Services, Inc.
- [5] Etude de l'effet thermique des différentes polarisations dans une pile à combustible de type SOFC. H. B. Moussa, B. Zitouni K. Oulmi2,S. Saighi, B. Mahmah; M. Belhamel.
- [6] Multiphysics Models for the Simulation of Solid Oxide Fuel Cells Maria Garcia Camprubi