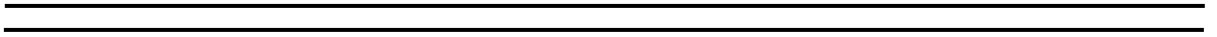


INTRODUCTION GENERALE



INTRODUCTION GENERALE

Actuellement, la demande d'énergie ne cesse de grandir et la croissance économique est devenue synonyme d'une consommation d'énergie toujours plus importante. Cette consommation énergétique a été et est encore possible grâce aux réserves en combustibles fossiles. Le rôle joué par le charbon dans ce contexte est maintenant mineur au profit du gaz naturel et le pétrole qui reste la principale source fossile utilisée. Néanmoins cette situation ne peut perdurer pour les raisons suivantes :

- Tout d'abord, l'épuisement des ressources naturelles apparaît dans un horizon relativement proche. L'augmentation de la consommation énergétique moyenne estimée ainsi que la croissance de la population de la terre en sont les principales causes. Cet aspect s'avère encore plus critique pour le pétrole, si aucune autre source ne peut prendre son relais dans le domaine du transport où il couvre 95% des besoins ;
- La dépendance énergétique des pays développés, notamment européens, va grandissante. Cela est dû en partie à l'épuisement de leurs gisements, mais aussi à l'augmentation notable de leur consommation. Le pétrole est plus particulièrement à l'origine de cette dépendance. Pour des raisons politiques et financières des pays comme la France souhaitent vivement s'en affranchir d'autant plus que dans les régions productrices les régimes politiques sont le plus souvent instables ;
- Enfin, l'émission des gaz à effet serre, (surtout celle du CO₂) générée lors de la combustion des énergies fossiles, a provoqué un changement climatique notable de la planète qui se traduit par exemple par un réchauffement de la planète ou, une modification des courants marins. On estime même que la tendance actuelle de consommation conduirait à une situation irréversible avant la fin du 21^{ème} siècle.

Le développement des nouvelles énergies est un défi majeur du 21^{ème} siècle pour, d'une part, faire face au réchauffement climatique et, d'autre part, avoir des alternatives aux énergies

fossiles. Les technologies de l'hydrogène et plus particulièrement les piles à combustible (PAC) à basse températures prévalent de nombreux atouts pour être les génératrices d'énergie de demain. Elles peuvent être déployées dans de nombreux domaines comme le transport automobile, les applications stationnaires (cogénération, groupe électrogène) et les applications portables (téléphones, ordinateurs portables). Elles constituent des vecteurs énergétiques intéressants pour les sites isolés (couplé avec un générateur électrique comme les éoliennes par exemple).

Bien que les PAC de type PEM (pile à membrane échangeuse de protons) représentent de composantes majeures capables de provoquer l'évolution du domaine énergétique, il reste néanmoins de nombreux problèmes à résoudre avant d'envisager leur développement et leur commercialisation à grande échelle. Le caractère très fortement couplé des phénomènes physico chimiques se produisant dans le cœur de la pile (réactions électrochimiques, phénomènes hydrauliques, thermiques, mécaniques, électriques...) rend cette dernière très complexe et difficile à maîtriser. En particulier, la gestion d'eau dans la membrane est l'un des problèmes les plus délicats qui affectent les performances de la PAC. Dans ce contexte, la modélisation mathématique et la simulation se positionnent comme des outils précieux pour la compréhension, la prédiction et l'amélioration du comportement des systèmes PAC. Cette thèse s'inscrit dans ce cadre.

Le but de ce travail est d'étudier un système d'énergie à base de piles à combustibles. Il est structuré en quatre chapitres, à savoir :

- Le premier chapitre sera abordé par une revue succincte de l'historique de la pile à combustible, et une description générale de sa structure, de son principe de fonctionnement et les différents types existants. De plus, les principaux caractères qu'ils les différencient et ainsi leurs domaines d'application seront évoqués. Ensuite, parmi les types présentés on s'intéressera particulièrement la pile à membrane polymère échangeuse;
- Dans le deuxième chapitre, les différentes caractéristiques d'une pile PEM seront traitées. La première partie englobe caractéristiques générales (Cellule élémentaire, l'électrolyte, la membrane polymère, les électrodes, les plaques bipolaires, ...etc.); la seconde partie donne la caractéristique tension-courant, le rendement et les performances. Enfin, la modélisation de la pile (Modèle stationnaire, Modèle dynamique);
- Le troisième chapitre traitera la commande MPPT. On donne un aperçu général sur les différentes stratégies de commande et ses classifications;
- Le quatrième chapitre quant à lui donne les résultats de simulations réalisées tout en dressant quelques remarques et discussions concernant ces derniers;
- Nous terminerons ce travail par une conclusion générale en donnant les contributions et les perspectives pour les travaux futures à réaliser.