

Optimisation Multi-Objectifs de l'Écoulement de Puissance par la Logique Floue associée aux Algorithmes Génétiques

A. Salhi¹, T. Bouktir²

¹Laboratoire de Genie Electrique de Biskra (LGEB), Department de Genie Electrique
Université de Biskra, BP 145, Biskra 07000, Algerie. E-mail : a_salhi_m@yahoo.fr

²Departement de Genie Electrique, Faculté des sciences et technologie, Université de Setif, Algerie
E-mail : tarek.bouktir@esrgroups.org

Résumé : La résolution du problème multi-objectifs de Dispatching Economique, Environnemental (DEE) et de sécurité nécessite l'optimisation des différentes fonctions simultanément. Les méthodes classiques d'Optimisation de l'Écoulement de Puissance OEP ne sont pas rentables pour des considérations pratiques en vu de l'accroissement des exigences dans les réseaux électriques modernes. D'où la nécessité de faire recours aux méthodes d'Intelligence Artificiel (AI).

Notre travail est basé sur l'Optimisation Multi-Objectifs de trois fonctions simultanément; la fonction de génération, la fonction émission des gaz et la fonction de profil de tension; qui sont optimisées par la Logique Floue (LF) associée aux Algorithmes génétiques (AG) afin d'avoir un dispatching optimal des puissances générées. Le modèle mathématique est appliqué sur le réseau test IEEE 30 jeux de barres (JB).

Mots clés : Optimisation de l'Écoulement de Puissance, Dispatching Economique, Dispatching Environnemental, Multi Objectifs, Intelligence Artificiel, Logique Floue, Algorithme génétiques.

I. INTRODUCTION

L'évolution de la consommation d'énergie électrique a eu pour conséquence un accroissement des puissances à générer et à transporter, d'où la nécessité d'une stratégie qui vise une génération et une exploitation à coût minimal de l'énergie électrique. En outre, les amendements de la loi mondiale (Clean Air Act Amendments) ont forcé les producteurs d'énergie à modifier leur conception opérationnelle pour réduire les émissions des gaz à effet de serre. La sécurité de réseaux électriques a pris aussi une grande importance par les exploitants, plus particulièrement la nécessité de garder la tension de réseau dans les plages contractuelles. L'option envisagée a été d'ajouter au problème de Dispatching Economique Environnemental (DEE)[1] l'amélioration du profil de tension. Nous sommes face à un problème d'Optimisation Multi-Objectifs de l'Écoulement de Puissance (OMOEP). Néanmoins, les méthodes classiques de résolution de l'OEP[2] ne sont pas rentables pour des considérations pratiques à cause des incertitudes portées aux variables du système et aux contraintes de fonctionnement[3], ainsi que le risque de tomber sur un minimum local, d'où l'exigence de faire appel aux méthodes d'Intelligence Artificiel (AI) [1] qui sont, la Logique Floue (LF)[4] en vu de la modélisation des ambiguïtés incités des données réels et la méthode des Algorithmes Génétiques (AG)[5] qui est une méthode stochastique. Le modèle mathématique est appliqué sur le réseau test IEEE30 JB.

II. FORMULATION DU PROBLEME MULTI OBJECTIVE FLOUE

Notre objectif vise l'OMOEP pour trois fonctions simultanément; la fonction du coût de génération, fonction d'émission des gaz et la fonction de profil de tension.

A. *Fonctions Objectives :*

1) *Fonction du coût de génération total :*
$$f_C = \sum_{i=1}^{ng} (a_i + b_i P_{Gi} + c_i P_{Gi}^2) \quad (1)$$

tel que : P_{Gi} est la puissance active générée de l'unité de production i , a_i, b_i, c_i sont les coefficients de la fonction coût f_C et ng le nombre des générateurs du réseau.

2) *Fonction d'émission totale des gaz :* cette fonction est donnée par :

$$f_E = \sum_{i=1}^{ng} (\alpha_i + \beta_i P_{Gi} + \gamma_i P_{Gi}^2 + \delta_i \exp(\varepsilon_i P_{Gi})) \quad (2)$$

dont $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i, \varepsilon_i$ sont les coefficients relatives à chaque unité de production.

3) *Fonction de profil de tension :*
$$f_{VPI} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{pq}} (V_i - 1)^2} \quad (3)$$

tel que : V_i est l'amplitude de la tension du JB - i . N_{pq} : le nombre de JB de charges.

B. Problème Multi-Objectifs Floue :

En vu des ambiguïtés humaines, il est mieux convenable de considérer que la Prise de Décision (PD) humaine pour chaque fonction objective doit avoir un aspect floue comme "Il est désirable de garder chaque fonction objective inférieure ou égale à une certaine valeur f_o " et " chaque fonction objective a une limite d'urgence f_m " Fig. 1.

Donc l'implémentation quantitative peut être accomplit en définissant la fonction d'appartenance pour chaque fonction objective. Pour le problème multi-objectifs formulé (un vecteur des fonctions objectives à minimiser), il devient un problème de maximisation de toutes les fonctions d'appartenance et le degré d'appartenance peut être interprété en exprimant le degré de satisfaction (DS) [6]. Notre travail est basé sur cette dernière formulation en utilisant les AG.

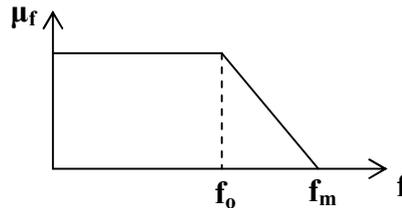


Fig. 1 Fonction d'appartenance de la fonction objective

III. SIMULATION RESULTATS ET DISCUSSION

On vise la maximisation du DS par les AG en se basant sur le couple (f_o, f_m) relative à chaque fonction.

f_o : valeur optimale de la fonction objective f déterminée indépendamment des autres fonctions.

f_m : valeur maximale de la fonction objective f requise lors de l'optimisation des autres fonctions objectives.

Le modèle mathématique est appliqué sur le réseau IEEE30JB. La simulation est adoptée sous l'environnement MATLAB 7.0. Les valeurs des fonctions objectives en optimisant une seule fonction sont sur le tableau I. Les valeurs de f_o et f_m pour chaque fonction objective figurent sur le tableau. II

TABLEAU. I Optimisation d'une seule fonction indépendamment des autres fonctions.

Optimisation de :	f_C	f_E	f_{VPI}
Valeur de f_C (\$/h)	801.84	953.55	807.57
Valeur de f_E (Kg/h)	329.29	195.46	378.82
Valeur de f_{VPI}	0.6741	0.7138	0.6633

TABLEAU. II Les valeurs de f_o et f_m correspondantes

	Valeur de f_o	Valeur de f_m
Fonction f_C	801.84	953.55
Fonction f_E	195.46	378.82
Fonction f_{VPI}	0.6633	0.7138

Le DS est optimisé en utilisant les AG (maximiser la fonction fitness). Le nombre de génération $ng=300$, le nombre de population $np=100$, la probabilité de mutation $pm=0.08$ et la probabilité croisement $pc=0.8$. Après simulation, on dresse le tableau. III.

TABLEAU. III Optimisation des trois fonctions simultanément en maximisant DS

DS	f_C	f_E	f_{VPI}
0.6892	845.4975	252.4351	0.6790

On a une solution optimale intermédiaire pour trois fonctions objectives conflictuelles, le rapport entre eux peut être décrit en jouant sur les valeurs du couple (f_o, f_m) issue de la PD humaine.

IV. CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent l'efficacité de l'algorithme OMOEP associé aux AG par la LF ainsi que sa bonne exploitation pour le traitement des différentes fonctions objectives et la quantification du langage de description des données pratiques issue des incertitudes portées aux variables du système. L'algorithme OMOEP est un algorithme interactif avec la Prise de Décision humaine.

V. REFERENCES

- [1] M. A. Abido "Multiobjective Evolutionary Algorithms for Electric Power Dispatch Problem", *Computational Intelligence*, ISRL 1, pp. 47–82. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009.
- [2] H.H.Happ and K.A.Wirgau, "A Review of the Optimal Power Flow", *Journal of The Franklin Institute*, Vol. 312. No. 314. pp. 231-264. September/October 1981
- [3] Junji Kubokawa, Yoshito Okubo, and Hiroshi Sasaki, "A Study of an Interactive Fuzzy Multi-Objective Optimal Power Flow", *Electrical Engineering in Japan*, Vol. 130, No. 1, 2000 pp. 239.245.
- [4] A.A. Abou El-Elaa, M. Bishra, S. Allama, R. El-Sehiemy "Optimal preventive control actions using multi-objective fuzzy linear programming technique" *ScienceDirect, Electric Power Systems Research* 74 (2005) 147–155.
- [5] K. F. Man, K. S. Tang, and S. Kwong, "Genetic Algorithms: Concepts and Applications", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, VOL. 43, NO. 5, OCTOBER 1996
- [6] Jong-Young Park, Jong-Keun Park, Kwang-Myoung Son, Byoung-Moon Han, "Coordination of an SVC and External Reactor/Capacitor Banks Using Fuzzy Multi-objective Optimization " 0-7803-7173-9, 2001 IEEE.