

Analyse des performances d'un réseau électrique hybride d'énergie par l'approche multi-critère (AHP-TOPSIS)

Aristide Tolok N.^{#,*,□}, Pierre Ele^{#,*,§}, Salomé Ndjakomo E.^{#,□,§}, Mathieu J.P. Pesdjock[□]

[#] Laboratory of Electrical Mechatronic Engineering and Signal Processing, University of Yaounde I, Cameroon

^{*} University Research Centre on Energy for Health, University of Yaounde I, Cameroon

[□] Higher Technical Teachers' Training College, University of Yaounde I in Ebolowa, Cameroon

[§] Laboratory of technology and applied sciences, University of Douala, Cameroon

RESUME –Les réseaux hybrides combinent les avantages et inconvénients des sources classiques et renouvelables qui les constituent. Le caractère intermittent de certaines de ces sources modifie les profils et les performances nominales dudit réseau. Dans cet article, nous utilisons une approche multicritère combinant l'AHP-TOPSIS sous environnement LabVIEW pour déterminer les performances énergétiques d'un réseau hybride constitué de sources PV, d'un groupe électrogène et batterie connecté au réseau public. L'intérêt de cette approche est de rendre possible la comparaison de plusieurs critères difficilement modélisable suivant un seul critère et prédire du profil énergétique.

Mots-clés—Réseau hybride – performances nominales – approche multicritère – prédire.

1. INTRODUCTION

L'électricité est une ressource indispensable pour la population. En effet, l'accès à cette ressource garantit de meilleures conditions de vie et elle constitue un des facteurs importants pour l'émergence des pays en voie de développement. Pour atteindre ce développement, il faut que la disponibilité de l'électricité soit assurée et ce à un coût raisonnable. Pour assurer une disponibilité permanente de l'électricité, l'on mutualise différentes sources d'énergie en réseau hybride. Le système lorsqu'il est ainsi conçu doit atteindre indépendamment des conditions d'exploitation certaines performances. Cette contrainte est beaucoup plus escomptée dans les cas des réseaux hybrides qui sont sujet à l'intermittence des facteurs tels que le soleil et le vent. Assurez en permanence le monitoring d'un tel réseau et prédire son comportement reste un verrou quant à l'implémentation des outils logiciels et matériels. Un système de contrôle des performances peut être une solution pour limiter les pertes de production et améliorer les performances des installations. Il existe de nombreux systèmes permettant d'évaluer les performances d'une installation hybride. Ces systèmes, généralement propres aux onduleurs, évaluent les performances de l'installation grâce à la mesure de la puissance fournie par les panneaux et l'énergie associée. Ils permettent par exemple, la comparaison entre la production réelle d'une installation et la production théorique. Cette méthodologie permet la détection des anomalies sur l'installation sans localiser en particulier des

défauts. Par contre l'utilisation des méthodes d'aide à la décision va permettre la décomposition du système en une structure de plusieurs critères et sous-critères décrivant l'état du système. Cette approche nous éloigne de la difficulté fréquente de modélisation d'un critère par une fonction unique et repousse les hypothèses de recherche d'un optimum afin de trouver la performance la plus adéquate compte tenu d'un certain ensemble de critères [1]. La combinaison Analyse Hiérarchique des Procédés (AHP) et Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) traitera essentiellement à de choisir en terme performance une solution qui se rapproche le plus de la solution idéale. Cette solution va résoudre les problèmes de disponibilité qualitative et quantitative de l'énergie pour un réseau électrique multi source.

2. INTERET DE LA DETERMINATION DES PERFORMANCES DES RESEAUX HYBRIDES PAR L'APPROCHE MULTICRITERE

Les méthodes d'aide à la décision sont outils robuste et efficace dans la résolution des problèmes de prise de décision [2]. Ces méthodes permettent au système de prise de décision de faire un choix optimal parmi un ensemble d'alternatives. Toutefois, elles trouvent un large champ d'application dans plusieurs disciplines comme la sociologie, l'économie, la statique et l'informatique etc. Les méthodes d'Aide à la décision apparaissent comme une solution judicieuse, adéquate et prometteuse pour optimiser les performances énergétiques des sources hybrides dans la production de l'énergie. Dans la littérature, plusieurs travaux suscitent un regard particulier dans le domaine de la gestion des commutations des sources dans un réseau hybride [3], [4]. Les travaux [5], [2] et [6] ont établis une importance particulière de ces méthodes qui apportent une meilleure performance dans la résolution des problèmes de décision.

3. IMPLEMETATION DE L'ALGORITHME AHP-TOPSIS POUR LA DETERMINATION DES PERFORMANCES DES RESEAUX HYBRIDES

La méthode implémentée dans le cadre de cet article recherche le profil de performance idéale et rejette la pire solution. Elle correspond à l'action dont les valeurs de performances de chaque critère sont les meilleurs par rapport à n'importe quelle autre performance. Il est fort de constater que

la pire des solutions représente une action dont les critères détiennent les pires valeurs de performances. En effet, la méthode calcule la distance euclidienne entre chaque action et les deux solutions : l'idéale et la pire. La figure 1 représente la structure de notre réseau hybride dont les étapes de mise en œuvre de l'algorithme AHP-TOPSIS se présentent comme suit :

- 1- Acquisition, conditionnement en temps réel des grandeurs électriques et météorologiques par le biais de différents capteurs et monitoring sous LabVIEW ;
- 2- Construction de la matrice de décision par Analyse Hiérarchique des procédés ;
- 3- Normalisation de la matrice de décision :

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2}}, \text{ Avec } i \text{ (les actions)} = 1, \dots, n \quad (1)$$

et $j(\text{les critères}) = 1, \dots, m$

- 4- Calcul des performances normalisées de la matrice de décision normalisée ;

$$v_{ij} = W_j r_{ij}, \sum_{j=1}^m 1$$

$$V = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & \cdots & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & \cdots & v_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{n1} & v_{n1} & \cdots & \cdots & v_{nm} \end{pmatrix} \quad (2)$$

- 5- Détermination du profil idéal A^+ et du profil anti-ideal A^- ;

$$A^+ = [V_1^+, \dots, V_m^+] \text{ et } A^- = [V_1^-, \dots, V_m^-] \quad (3)$$

- a) Pour un critère de bénéfice on a :

$$V_i^+ = \max \{v_{ij}, j = 1, \dots, n\} \quad (4)$$

$$V_i^- = \min \{v_{ij}, j = 1, \dots, n\} \quad (1)$$

- b) Pour un critère de coût on a :

$$\begin{aligned} V_i^+ &= \min \{v_{ij}, j=1, \dots, n\} \\ V_i^- &= \max \{v_{ij}, j=1, \dots, n\} \end{aligned} \quad (5)$$

$$V_i^- = \max \{v_{ij}, j = 1, \dots, n\} \quad (5)$$

- 6- Calcul de la distance de similarité par rapport aux profils A^+ et A^- ;

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_j^+ - v_{ij})^2} \quad i=1, \dots, n \quad (6)$$

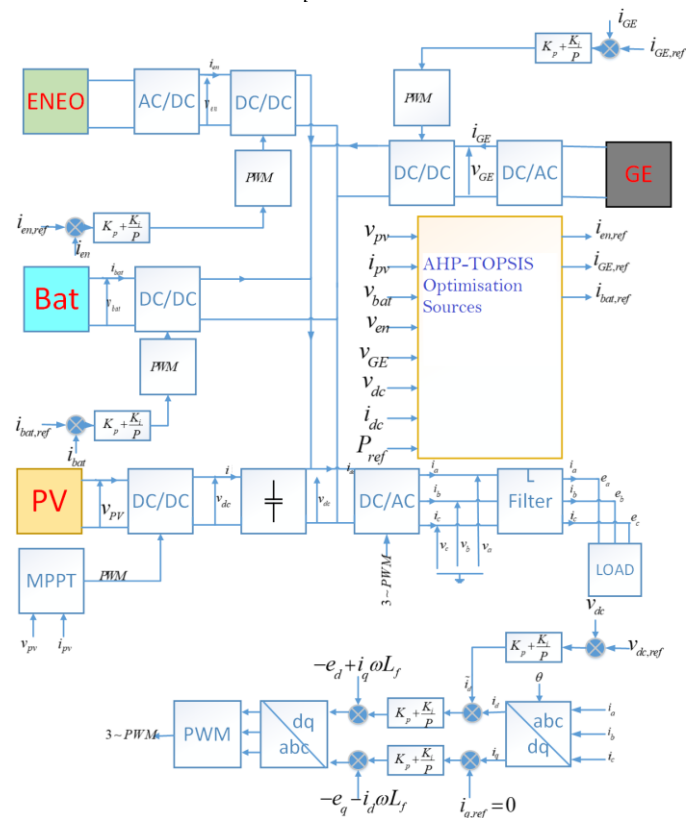
$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - V_j^-)^2} \quad i=1,...,n \quad (6)$$

- 7- Calcul du coefficient de mesure du rapprochement au profil idéal ;

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad i=1,...,n \quad (7)$$

- ### 8- Classement des actions en fonction des valeurs

décroissantes de C_i^* .



4. RESULTATS ET DISCUSSION

La méthode développée évalue un ensemble d'actions Alt_i en fonction d'un nombre de critères C_i parfois conflictuels dans le but d'ordonnancer de la moins bonne à la meilleure, le meilleur profil énergétique de notre réseau hybride.

5. CONCLUSIONS

Les pays en voie de développement utilisent de nombreux réseau hybride pour palier à l'indisponibilité du réseau public dans certaines zones. Les performances énergétiques des réseaux ainsi constitués ne répondent généralement pas à un maximum de critère. Notre approche vient construire à partir d'un ensemble de critère le profil énergétique idéal à même de répondre aux besoins des populations.

6. REFERENCES

- [1] S. B. Mena, « Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision », Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2000. Vol 4 83-93.
- [2] M. Lahby et al., « An Enhanced-TOPSIS Based Network Selection Technique for Next Generation Wireless Networks », In the Proceedings of the 20th International Conference on Telecommunications (ICT 2013), pp. 1-5, 2013, Casablanca, Morocco.
- [3] A. Barin et al., « Multiple criteria analysis for energy storage selection », Scientific Reseach, Energy and Power Engineering, p. 1-8, 2011.
- [4] A. Tolok et al., « Gestion des commutations d'un système multi source d'énergie par la méthode AHP-Floue », in Revue scientifique et technologique de l'IUT-FV. ISBN 978-9956-442-11-9 p. 12-18. 2018.
- [5] L. Kuang-Sheng et al., « A dfuzzy-dahp decision making model for evaluating energy-saving design strategies for residential buildings», energies,5: 4462-4480 2012.
- [6] A. Szűts et al., « Developing a fuzzy analytic hierarchy process for choosing the energetically optimal solution at the early design phase of a building», Acta Polytechnica Hungarica, 12(3) : 25-39, 2015.