

Élaboration d'un System Hybride Power Alimentant Une Station De Communication Radio-Mobile Isolé

ELarbi Abderraouf*¹, Mohamed Rida Lahcene², Mohammed Sofiane Bendelhoum³,
Sid Ahmed Zegnoun⁴, Abderrazak Ali Tadjeddine^{3,5}, Fayssal Menezla³

¹ Department of Electrical Engineering, Tahri Mohammed University-Bechar, Algeria,

² Department of Technologie, University Center Salhi Ahmed of Naama, Algeria,

³ Department of Technologie, Laboratoire ILAM, University Center Nour Bachir of El-Bayadh, Algeria,

⁴ Department of Electrical Engineering, University of Oran (USTO), Algeria,

⁵ Department of Electrical Engineering, National Polytechnic School of Oran - Maurice Audin (ENPO), Algeria,

¹ elarbiabderraouf12@gmail.com

² lahcenereidal@gmail.com

³ bendelhoum_med@yahoo.fr

⁴ sidahmedzegnoun@gmail.com

⁵ atadj1@gmail.com

⁶ menezla@yahoo.fr

Abstract— Dans les communautés isolées, en général l'électricité est produite par des génératrices diesel, car la connexion aux réseaux centraux de distribution est difficile ou onéreuse. Les génératrices diesel dont le fonctionnement requiert l'utilisation de grandes quantités de combustibles fossiles posent de sérieux problèmes environnementaux, sociaux et même économiques. Elles contribuent à l'émission des gaz à effet de serre et au réchauffement climatique. La solution proposée par la communauté scientifique est le recours aux énergies renouvelables, disponibles gratuitement, avec un très faible taux de pollution comparé aux génératrices diesel. L'installation d'un système d'énergie renouvelable (SER), tout particulièrement en sites isolés, rencontre des problèmes d'opération, entretien et diagnostic, exigeant le recours à des outils de communication. En effet, il est très important, voire indispensable, de pouvoir diagnostiquer, suivre les performances d'un tel système pour éviter les déplacements fréquents sur le site en cas de panne; ces déplacements sont généralement très coûteux. Par exemple, pour un opérateur de téléphonie cellulaire qui dispose de stations de base en zones isolées avec accès difficile sinon impossible pendant certaines périodes de l'année, le suivi et le contrôle à distance des systèmes hybrides de production électrique à l'aide d'énergies renouvelables sont une nécessité absolue. Le but de ce article est de faire l'étude d'une station hybride d'énergie renouvelable nommé (LionRock Telecom Power Solution) pour alimenter une station de télécom (opérateur Mobilis) en zone isolée, dans le sud du Algérien; plus spécifiquement nous avons fait une des simulations utilisant un system hybride power sont effectuées pour déterminer le capital initial, le coût actuel net total, le coût de l'énergie ainsi que la pénurie de capacité du système des différentes options d'approvisionnement. Les critères de sélection incluent la viabilité financière, la consommation de carburant et les émissions de CO₂ pour une durée de vie du projet de un an.

Keywords— LionRock, SER, hybride, capacité, consommation

I. INTRODUCTION

L'industrie est un secteur de la vie humaine en constante évolution, pour ne pas de dire révolution. On part de l'industrie 1.0 (période de la mécanisation), industrie 2.0 (automatisation de la production), industrie 3.0 (intégration des technologies numériques dans le processus de fabrication) et enfin 4.0 qui est la numérisation de la production avec l'arrivée de l'internet des objets, le « cloud computing » pour fabriquer des produits grâce à des systèmes intelligents tels que les systèmes de simulation et des capteurs. Il est évident que l'insuffisance, voire l'absence d'électricité dans les zones isolées posent problèmes, car l'indice de développement d'un pays en général en dépend. Pour réduire la dépendance au diesel et réduire son cout d'exploitation en zone isolée, plusieurs études ont été menées, une des solutions est le jumelage éolien-diesel avec stockage d'air comprimé [1, 2]. En effet, le système consiste à faire une modélisation du système proposé, d'observer le résultat de l'énergie produite en même temps que celle stockée. Ce système a fait ses preuves en réalisant une économie significative sur les frais d'exploitation (97%), la réduction du temps d'utilisation du diesel de 50%, la réduction des gaz à effet de serre. D'autres études ont été menées en faisant la combinaison Solaire et générateur diesel en site isolé au Bangladesh [3, 4]. Ici, une étude de faisabilité du projet sur plusieurs sites a été menée avec le logiciel Homer. Une étude qui permet aux chercheurs de mieux se situer sur la production d'énergie renouvelable et d'accroître le taux de pénétration des panneaux solaires. La combinaison solaire-éolien-géothermie-diesel est aussi une solution tout aussi importante d'après les résultats obtenus de [5]. L'étude est menée au Baloutchistan, avec un accès d'électricité après simulation avec Homer de 18.4%. Ceci prouve cette solution très bien adaptée l'électrification des communautés éloignée. Le véritable problème lié à l'utilisation du générateur diesel, est son cout d'exploitation [6], car les générateurs diesels sont connus pour être très moins coûteux au moment de son installation, mais devient rapidement cher avec le cout de maintenance. De plus, il a été démontré que les groupes diesels avec une faible charge contribue de manière irréfutable à réduire sa durée de vie, et

par la même occasion augmente la consommation en fuel par absence de viscosité du liquide pour lubrification, d'où l'importance de garder le facteur d'utilisation des générateurs diesels au-delà de 30%. Aussi, selon que le site ou la communauté est accessible ou non par voie terrestre, fluvial ou aérien, le prix d'essence est très supérieur à la normale, par comparaison au prix dans les grandes villes [7]. Le remplacement des générateurs diesel par des solutions hybrides d'énergie renouvelable représente une solution quasi certaine qui répond à tous les critères, économique, environnementaux...

L'accès à l'information et à la communication est aujourd'hui devenu une nécessité incontournable. Les opérateurs de téléphonie en sont conscients et mettent en place des moyens de déploiement des stations de base partout où le besoin s'en fait sentir. Ils sont la plupart du temps confrontés à d'énormes difficultés en l'absence d'électricité traditionnelle et où le coût du transport de l'électricité vers ces sites n'est pas justifié. L'efficacité énergétique est un élément important pour les opérateurs de téléphonie, les solutions sûres généralement adoptées dans les sites isolés étant l'utilisation du générateur diesel, très nocif pour la santé et l'environnement. D'après l'article [8], environ 31% de la consommation d'énergie totale se produisent par les industries manufacturières, donc un réseau électrique intelligent peut être un outil potentiel pour aider les fabricants à réduire leurs coûts énergétiques. Proposer une meilleure architecture d'entreprise basée sur le smart grid utilisant le concept de l'internet des objets permet d'améliorer la qualité de services vu que les échanges d'informations se veulent en temps réel, de même que les prises de décisions pour faciliter l'équilibre entre l'offre et la demande. Les objectifs à la fin ce travail est de faciliter le déploiement de l'approche typique d'usine 4.0 par l'intégration de ce concept, la réduction du coût des opérations, en adoptant les technologies efficaces et les moins coûteuses possibles, en passant par l'internet des objets. La méthodologie à adopter part d'une revue de littérature des sites radio mobile isolés aux régions rurales dans le désert d'Algérie exactement wilaya d'Adrar. À cet effet le site 01405 de l'opérateur mobilis ont été sélectionnée comme site pilote pour mettre une solution power au site radio-mobile 01405 par un system hybride et intelligent nommé (LionRock Telecom Power Solution) auquel on accède à distance par une system nommé(OwlEye) ,tout ça pour mettre en œuvre l'étude de la situation existante et de ses limites pour proposer des approches ou architectures simulées, par l'utilisation des logiciels open sources ou en vue d'améliorer un tel système. Ces résultats doivent montrer une fluidité des communications par exemple dans l'industrie 4.0 c.-à-d. du producteur aux consommateurs final et vice versa.

II. ETUDES DES SYSTEMES HYBRIDES DE PRODUCTION ELECTRIQUES (LIONROCK TELECOM POWER SOLUTION)

Un système de production hybride d'énergie en général est un système qui combine et exploite plusieurs sources de production d'électricité.

Le terme hybridation peut avoir plusieurs définitions selon le contexte. Pour le cas des énergies renouvelables, un

système est dit hybride « s'il s'agit d'un système d'alimentation utilisant une source d'énergie renouvelable et une source d'énergie conventionnelle ou plus d'une renouvelable avec ou sans sources d'énergie conventionnelles, fonctionnant en mode "autonome" ou "connecté au réseau" »[9].

»[9].

On peut avoir deux types de sources d'énergie d'origine hybride :

- Le système hybride connecté au réseau de distribution conventionnel, généralement plus fiable et robuste.
- Un système hybride de production d'énergie sans connexion au réseau de distribution conventionnel, moins puissant que le premier type, et tend à être un peu moins efficace si le système est mal dimensionné.

Le rôle de l'hybridation est de combiner plusieurs sources d'énergie de manière à compenser de manière stricte le manquement de production d'énergie pouvant provenir d'autres sources tout en optimisant le système tout entier, d'un point de vue financier que technique. Supposons que les pales d'une éolienne ne fonctionnent pas absence de vent ou tout autres problème mécanique, si le système est associé aux panneaux solaires, l'électricité peut être compensée par celle provenant des panneaux solaires, si les panneaux sont incapables de produire la totalité d'énergie qu'il faut, les groupes électrogènes ou même les batteries peuvent apporter le supplément d'énergie de manière que la charge tout entière reçoive l'énergie nécessaire pour son fonctionnement.



Fig. 1 Système hybride de type LIONROCK

III. POTENTIEL ENERGETIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Les TIC (Technologie de l'information et de la communication) sont nécessaires dans nos vies aujourd'hui. Nous pourrions facilement voir son impact positif sur l'éducation, la santé, la vie sociale via les réseaux sociaux ... partout dans le monde.

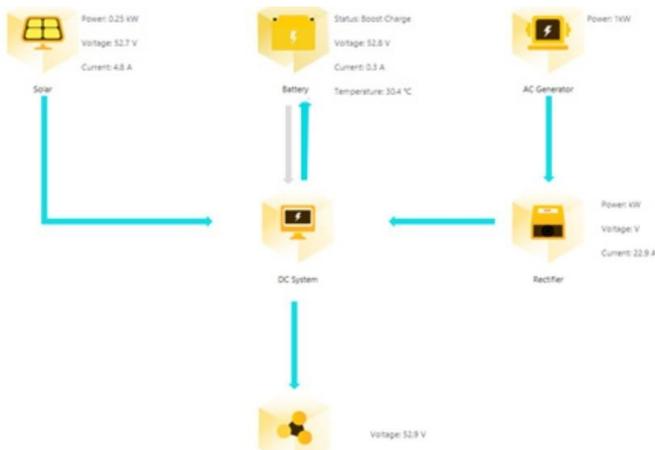


Fig. 2 Schéma de site individuel avec direction du flux d'énergie

Pour bénéficier de ces services au quotidien, la nouvelle tendance serait la mise en place d'un réseau de télécommunication, avec une alimentation électrique continue, fiable, à faible coût et surtout respectueuse de l'environnement. L'accès à l'électricité pour les personnes vivant dans des zones reculées est un défi majeur pour les fournisseurs d'électricité, compte tenu des coûts que cela implique lorsque l'installation est possible mais avec une très grande perte d'énergie dans les transports. Les générateurs diesel sont encore utilisés dans le monde dans les zones isolées comme source d'énergie primaire. C'est le cas de notre site d'étude au sud algérien, ce qui entraîne des coûts énormes en termes de maintenance, une pollution de l'atmosphère. Il est donc important de penser à une alimentation électrique propre [10]. Le générateur diesel à l'achat est très moins cher, mais les coûts d'exploitation au cours de l'année deviennent rapidement très élevés pour une meilleure utilisation. Les réseaux électriques traditionnels sont généralement caractérisés dans des sites isolés par des investissements élevés, des délais de livraison élevés, des pannes fréquentes et une perte de transmission, ce qui se traduit par une qualité de service inférieure à la moyenne [11]. Pour les sites accessibles uniquement par hélicoptère, le prix du transport du carburant augmentera de sorte qu'il sera difficile de récupérer les coûts d'investissement même à long terme, surtout si la hausse du prix du carburant et les éventuels crédits pour la réduction des gaz à effet de serre (GES) est pris en considération [12]. La plupart de ces stations sont situées dans des zones qui ont une bonne ressource éolienne et solaire. Cette ressource importante pourrait donc réduire les déficits d'exploitation en mettant l'accent sur l'énergie éolienne et solaire, le carburant local plutôt que le diesel, le carburant importé [13]. Selon [14,15], la station de base est la partie principale de la consommation d'énergie dans le réseau cellulaire sans fil. Nous pouvons l'observer sur la figure 1, et l'amplificateur de puissance sur la BS consomme la plus grande partie de l'énergie. Tous ces problèmes amènent les chercheurs à se concentrer sur de nouvelles solutions d'énergie verte capables de répondre efficacement aux problèmes. Par exemple, des systèmes appelés LionRock Telecom Power Solution, un système d'approvisionnement en énergie renouvelable qui sera utilisé pour alimenter la station de base

dans notre étude. renouvelable qui sera utilisé pour alimenter la station de base dans notre étude.



Fig.3 estimation de la consommation d'énergie dans une station de réseau cellulaire isolé

l'installation du réseau électrique traditionnel n'est pas économiquement faisable, de sorte que le site fonctionne avec un générateur diesel. En conséquence, les émissions de CO₂ et les accidents d'exploitation sont élevés. L'étude de la faisabilité d'un système hybride solaire-diesel a été réalisée. La modélisation du système proposé prend en compte le calcul de l'énergie produite et stockée, l'économie des coûts de carburant et de maintenance et la réduction des GES. Le système proposé consiste en une centrale solaire en hybridation avec un générateur diesel. Les résultats montrent une réduction des coûts d'exploitation de près de 97%, une augmentation de la durée de vie de la GD, une réduction des visites annuelles du site de près de 50%.

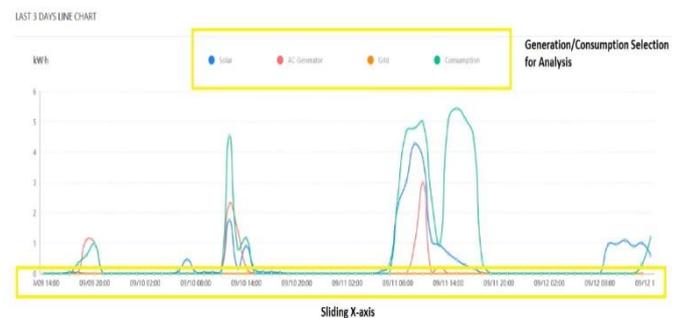


Fig.3 Sélection de la production/consommation d'énergie pour l'analyse

La charge du site peut être obtenue à distance via transmission FH qui transfère les données au centre de supervision et de contrôle par un système nommé OwlEye. Cette procédure n'a pas été utilisée en raison d'un manque de contrôle préalable et de système de contrôle à distance. Le profil de charge a été défini en fonction des informations fournies sur l'état de consommation de chaque équipement donné par le constructeur, et en fonction des heures de visite du site au cours de l'année, car certains équipements ne fonctionnent qu'en présence de techniciens sur le site.

Les résultats de la simulation donnent un aperçu utile de la production d'électricité totale et mensuelle des différentes sources du système, de l'excès d'électricité produite, etc. Dans notre cas, nous constatons que la production

d'électricité à partir du solaire est très limitée, En raison de la faible luminosité et du nombre de panneaux solaires, ainsi leur puissance, le générateur diesel contribue pendant ces mois de faible ensoleillement à plus de la moitié de la puissance requise. Nous pourrions augmenter la taille des panneaux solaires pour équilibrer la pénurie de l'énergie solaire en ajoutant un autre LionRock Telecom Power. Mais d'un point de vue rationnel, il serait plus judicieux d'augmenter la capacité de stockage pour les batteries, il y a aussi un non-gaspillage de l'énergie.

IV. CONCLUSIONS

Les stations de télécommunications en sites isolés, représentent une pierre angulaire de liaison entre les populations de ces régions et celles vivant dans les villes. L'électricité traditionnelle étant inaccessible, les énergies renouvelables sont des solutions les plus prometteuses, surtout lorsqu'elles sont combinées ensemble. La gestion d'un tel système est d'autant plus rentable s'il contrôlé en temps réel. Afin de proposer une simulation optimale du système hybride de production d'énergie, nous avons fait une étude sur les caractéristiques techniques du site, l'étude nous a permis de comprendre le principe général de fonctionnement d'une station de base et les principaux éléments constitutifs, qui permet de savoir ou de prévoir la consommation électrique approximative de chaque composant. Connaissant les besoins en énergie électrique du site, connaissant aussi les données météo, vient l'étude de la faisabilité avec le logiciel OwlEye, qui consiste à trouver le bon compromis entre la production électrique et la charge, surtout le nombre de LionRock nécessaires pour le site, les coûts opérationnels, l'étude de la sensibilité liée aux variations des prix de carburant par exemple. La proposition d'un système de supervision. Outre le résultat obtenu, l'étude a montré que l'implémentation d'un système de supervision et de contrôle fait un très bon compromis, nous avons pu remarquer pour un coût quasiment nul, basé sur des logiciels open source, nous pouvons réduire significativement les frais d'implémentation d'un tel système.

ACKNOWLEDGMENT

que de

We want to thank very much the members and the directors of LTIT Laboratory of University of Bechar for their great availability, their encouragements, and their precious advice. I would also like to thank the editor and anonymous reviewers for their comments and suggestions.

REFERENCES

- [1] Hussein IBRAHIM, M.D., Adrian ILINCA, J PERRON, Système hybride éolien-diesel avec stockage d'air comprimé pour l'électrification d'une station de télécommunications isolée. *European Journal of Electrical Engineering, EJEE*, 2009. 12/5 p. 701-731.
- [2] Lipman, N.H., *Overview of Wind/Diesel Systems*. Rutherford Appleton Laboratory, 1994.
- [3] Shoeb, M.A., et al. Analysis of remote PV-diesel based hybrid minigrid for different load conditions. in 2016 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT-Asia). 2016.
- [4] Manasse, F.K., Comparaison of Costs for Solar Electric Sources with Diesel Generators in Remote Locations. *Revue de Physique Appliquée*, 1980. T.15, N°3.
- [5] Ismail, M., et al. Optimal configuration of Hybrid Renewable Energy System for remote areas of Balochistan. in 17th IEEE International Multi Topic Conference 2014. 2014.
- [6] Hunter R., E.G., *Wind-Diesel Systems: A Guide to the Technology and its Implementation*. Cambridge University Press, 1994: p. 264.
- [7] Ibrahim, H., Etude Et Conception D'un Générateur Hybride D'électricité De Type Éolien-Diesel Avec Élément De Stockage D'air Comprimé. Thèse Présentée À L'université Du Québec À Chicoutimi Comme Exigence Partielle Au Doctorat En Ingénierie, Juin 2010. Flexchip Signal Processor (Mc68175/D), Motorola, 1996.
- [8] Park, J. A smart factory operation method for a smart grid. in The 40th International Conference on Computers & Industrial Engineering. 2010. http://centrehelios.org/downloads/studies_energies_renouvelables/rapport_HQ_reseaux_autonomes.pdf consulté le 03 avril 2018.
- [9] Paudel, S., et al. Optimization of hybrid PV/wind power system for remote telecom station. in 2011 International Conference on Power and Energy Systems. 2011.
- [10] Ani, V.A., Energy Optimization At Gsm Base Station Sites Located In Rural Areas. University Of Nigeria, Faculty Of Engineering, Juillet 2015.
- [11] Hussein IBRAHIM, M.D., Adrian ILINCA, J PERRON, Système hybride éolien-diesel avec stockage d'air comprimé pour l'électrification d'une station de télécommunications isolée. *European Journal of Electrical Engineering, EJEE*, 2009. 12/5 p. 701-731.
- [12] H. Ibrahim, A.I., R. Younes, J. Perron and T. Basbous, Study of a Hybrid Wind-Diesel System with Compressed Air Energy Storage. *IEEE Canada Electrical Power Conference*, Montreal, 2007: p. 320325.
- [13] Hasan, Z., H. Boostanimehr, and V.K. Bhargava, Green Cellular Networks: A Survey, Some Research Issues and Challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2011. 13(4): p. 524-540.
- [14] Wu, J., et al., Energy-Efficient Base-Stations Sleep-Mode Techniques in Green Cellular Networks: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2015. 17(2): p. 803-826.