

# Comparaison entre le coût total d'opération d'une génératrice Diesel et d'un système combiné solaire / éolien

Rémy Boucher, Systèmes LYKO

22 décembre 2013

## Résumé

Les tours d'éclairage et les génératrices Diesel sont des outils omniprésents sur la plupart des chantiers de construction, et sur plusieurs sites industriels. Elles sont des sources d'énergie relativement fiables lorsqu'il est trop onéreux ou impossible de se raccorder à un réseau de distribution électrique.

Cependant, lorsque la charge à alimenter est faible, et qu'elle doit être soutenue de manière continue et sans intervention humaine, les solutions Diesel présentent des inconvénients techniques évidents. C'est le cas, par exemple, des applications de surveillance, de *monitoring*, ou de télécommunications.

Lorsque la puissance électrique requise est élevée, les options alternatives (solaires ou éoliennes) sont souvent drastiquement plus dispendieuses que leur équivalent Diesel. Par contre, lorsque la charge est faible, que la durée de déploiement est longue et que le coût relié à la maintenance ou à l'intervention humaine est élevé, les solutions solaire et éoliennes peuvent générer des économies considérables.

## 1 L'influence du cycle de service.

Une des particularités des systèmes solaires et éoliens est la nécessité d'utiliser une banque de batteries pour accumuler l'énergie. Parce que les énergies solaires et éoliennes varient par nature, il est nécessaire pour la plupart de ces systèmes d'utiliser des batteries pour absorber les surplus d'énergie lorsqu'ils sont disponibles, pour pouvoir l'utiliser lorsque requis.

Cette particularité offre cependant l'avantage de permettre au système de générer une puissance beaucoup plus élevée que la puissance nominale de l'équipement - mais pour une courte période de temps. Par exemple, une unité solaire/éolienne de 800W, équipée avec 8 batteries de 255Ah, pourra fournir jusqu'à 4,000W pour une courte

période. Aussi, contrairement à une solution Diesel, aucun dommage ou usure prématurée de l'équipement ne seront engendrés si l'unité est utilisée en deçà de sa capacité nominale pour une période prolongée.

Par exemple, une petite génératrice typique de 4,000 watts pourra générer un maximum de 4,000 Watts durant de courtes périodes. Toutefois, la puissance qui peut être soutenue en continu sera aux environs de 3300 Watts. Il sera bien sûr possible d'utiliser cette génératrice pour de plus petites charges, mais l'efficacité en sera réduite (plus de carburant sera utilisé pour une même production d'électricité), elle subira une usure prématurée et les entretiens devront être plus fréquents. Les moteurs Diesel sont conçus pour fonctionner de manière efficace avec une charge de 70 à 80% de la puissance nominale. Lorsqu'une génératrice Diesel opère sous la barre des 40%, le mélange devient trop riche et génère des imbrulés. Ces imbrulés auront ensuite des effets néfastes sur l'injection. Ces effets peuvent être compensés, dans une certaine mesure, en assurant un fonctionnement à plein régime périodique. [1]

## 2 Importance d'un dimensionnement approprié.

Une des difficultés de l'utilisation des systèmes solaires et éoliens réside dans le dimensionnement des systèmes de charge. Alors que pour un système Diesel, il suffit de connaître la charge maximale qui sera imposée au générateur, le dimensionnement d'un système solaire et éolien demande une connaissance détaillée des caractéristiques suivantes, et une compréhension de la manière dont elles interagissent ;

- La disponibilité de l'énergie (selon les conditions locales d'ensoleillement et de vent) Ces données sont souvent disponibles auprès des agences climatologiques gouvernementales.
- La capacité de la banque de batteries - de manière à assurer un fonctionnement du système lors des périodes où la recharge est inférieure à la demande.

- Rendement des systèmes solaires et éolien - qui devront être modélisés pour calculer l'énergie produite en fonction du climat.
- Le rythme maximale de recharge (en Ampères) de la banque de batteries.

LYKO a développé des outils logiciels qui permettent d'analyser ces facteurs et de déterminer avec précision la dimension requise d'un système en fonction de sa localisation géographique.

### 3 Étude de cas.

L'exemple qui suit compare deux options pour alimenter une petite charge de télécommunication installée dans une région nordique éloignée.

Les calculs dans ce document sont basés sur un certain nombre de suppositions au sujet du coût des carburants, des taux horaires du personnel d'entretien, etc. Il est possible d'ajuster ces valeurs pour obtenir la solution qui soit la plus appropriée pour votre application spécifique.

La génératrice choisie est une génératrice Diesel 8kW qui est sans doute d'une capacité beaucoup trop grande pour une si petite charge électrique, mais il s'agit d'une des plus petites unités sur le marché qui offre la possibilité de la monitorer à distance, et qui offre les certifications requises pour un fonctionnement aux températures locales.

L'alternative est une unité AMU-800, avec une capacité de charge de 820 Watts (480 solaire, et 340 éolien) qui sera configurée avec une banque de batteries AGM de 12kWh.

#### 3.1 Coûts d'achat et d'installation.

##### 3.1.1 Option Diesel

Selon le fournisseur sélectionné, l'achat d'une unité Diesel telle que décrite se situe généralement entre 15k\$ et 18k\$. La plupart des génératrices Diesel actuelles peuvent être installées directement à l'extérieur sans la nécessité de les protéger par un abri. La plupart des manufacturiers recommandent cependant d'installer la génératrice sur une base de béton - ce qui est évidemment non-applicable dans le cas d'une génératrice remorquable. Dans tous les cas, il faudra néanmoins prévoir une rétention sous l'unité pour prévenir les déversement de carburant accidentels. Ce sont des considérations et des manipulations supplémentaires à considérer.

#### 3.2 Coût du carburant

##### 3.2.1 Option Diesel

En se basant sur la fiche technique d'une génératrice 8kW typique, l'information suivante est obtenue ; L'unité utilise 2.8l/h @ 100% de sa vitesse, et 1.4l/h @ 25%.

Nous assumerons aussi un coût de carburant de 1.20\$ par litre. Ce coût inclue le cout du carburant et de la livraison sur le site (en vrac). Dans le cas des régions éloignées, ou lorsque l'accès routier est limité ou non-existant, ce montant peut être multiplié par 3 ou 4 - tout dépendant des moyens de transport disponibles.

En considérant un usage à temps plein - 365 jours par an et 24h par jour :

$$365_{(jours)} \times 24_{(h/jour)} \times 1.4_{(l/h)} \times 1.2_{(\$ / l)} = 14,716.8\$ \text{ annuellement.}$$

Nous devons aussi inclure le coût de main d'oeuvre pour le remplissage manuel des unités. L'autonomie de ce type de génératrice varie entre 20 et 48 heures et requiert par conséquent environ 200 visites durant l'année. Un remplissage (incluant le transport des unités vers la pompe - ou du carburant depuis le vrac vers les unités individuelles) peut être estimé à environ une heure. En utilisant un taux horaire estimé à 50\$ nous obtenons ;

$$200_{(remplissage/an)} \times 50_{(\$ / h)} \times 1_{(h)} = 10,000\$ \text{ annuellement.}$$

L'information sur la consommation moyenne et l'autonomie provient de la brochure de la série GL de Kubota.

##### 3.2.2 AMU-800

L'unité AMU-800 ne requiert évidemment pas de ravitaillement. Il est toutefois possible, dans des conditions météorologiques exceptionnelles, telles qu'un intense verglas, que les deux systèmes de charge soient affectés et requiert un entretien. Assumons que de telles situations puissent se produire jusqu'à deux fois dans la même année - pour un total de 100\$ - en utilisant le même coût horaire que précédemment.

#### 3.3 Coûts d'entretien

Les génératrices seront généralement vendues avec un contrat d'entretien - qui varie selon la location géographique du client. Sur une base annuelle, un tel service peut être estimé à environ 4,500\$.

Pris individuellement, ces entretiens se chiffrent généralement entre 500 et 600\$, auxquels s'ajoutent les frais de déplacement du mécanicien. Les détails des entretiens requis se retrouvent dans les guides d'utilisation, mais il s'agit principalement du remplacement des huiles, des filtres, ainsi que des ajustements et nettoyages du système mécanique.

### 3.3.1 AMU-800

Parce qu'elle ne présente qu'un nombre très limité de pièces mobiles, l'AMU-800 ne requiert que très peu d'entretien. Les tâches d'entretien incluent typiquement le remplacement des balais d'éolienne, et le graissage et l'inspection du mécanisme de levage du mat. Les batteries sont garanties 5 ans, et sont conçues pour résister à des milliers de cycles de charge/décharge. Dans la plupart des applications, où les batteries demeurent chargées à près de 100% la plupart du temps, la vie utile des batteries peut être estimée à plus de 10 ans. Avec un rythme de recharge approprié, et les bons algorithmes de charge, les batteries AGM ne requièrent aucun entretien. Les coûts d'entretien totaux peuvent par conséquent être estimés à 1,000\$ annuellement.

## 3.4 Coût total

### 3.4.1 Option Diesel

Coût initial :

15,000\$<sub>(achat)</sub>

Coûts annuels (aussi pour la première année) :

$$14,716.8\$_{(\text{carburant})} + 4,500\$_{(\text{entretien})} + 9,000\$_{(\text{main d'oeuvre - ravitaillement})} = 28,216.8\$/an.$$

### 3.5 AMU-800

Coût initial :

45,000\$<sub>(procurement)</sub>

Coûts annuels (aussi pour la première année)

< 1,000\$<sub>(maintenance)</sub>/year

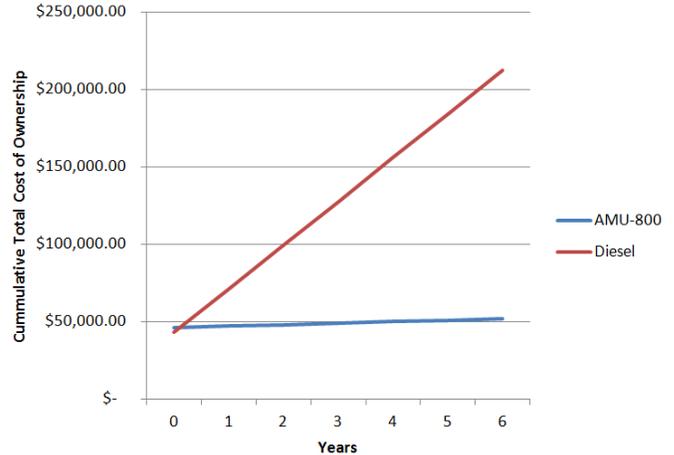


FIGURE 1: Total Cost of Ownership Comparison

## Références

- [1] Leslie Lamport, *AGI6500DE and AGI6500SDE Operator / Owners Manual Version 11.4.1*. From Aurora Generators website, 2013.
- [2] Kubota Engine Corporation America, *Generators - GL Series Brochure*. From [http://generator.kubota.jp/pdf/k-ge\\_usa.pdf](http://generator.kubota.jp/pdf/k-ge_usa.pdf)
- [3] Martin Rivard, LYKO Systems, 2013, *Estimating the Available Solar and Eolian Energy to Size an Autonomous Mobile Energy Unit*.