

L'APPROCHE GREEN À LA DISPONIBILITÉ DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Auteurs: Matteo Granziero

INTRODUCTION

“Le concept Green est une invention marketing”. Cette phrase résume la croyance, plus ou moins diffuse, d'une capacité du marketing de pouvoir créer à partir de rien ou d'inventer des besoins qui n'existent pas.

Comment un concept vide peut-il durer aussi longtemps en mobilisant gouvernements, producteurs et consommateurs ?

Le but de cette discussion est de tenter de rendre concret aux yeux du lecteur les impacts sur l'environnement des architectures à haute disponibilité, en supposant que les concepts de base soient connus.

TOUT CELA POUR LE PROTOCOLE DE KYOTO?

Le protocole de Kyoto est un traité international destiné à limiter le réchauffement global, il a été ratifié à Kyoto le 11 décembre 1997 par plus de 160 pays. Ce traité prévoit l'obligation des pays signataires de réduire les émissions de dioxyde de carbone, de méthane, d'oxyde d'azote, d'hydrofluorocarbures, de perfluorocarbures et de hexafluorure de soufre durant une période s'étalant de 2008 à 2012.

En réalité, l'ambition du traité est de réduire les émissions de 5 % par rapport aux niveaux enregistrés en 1990. Si l'on considère le fait que les émissions de gaz à effet de serre ont tendance à augmenter continuellement, cette réduction devient une réduction d'environ 10 % par rapport aux émissions de l'année 2003.

Mais le protocole de Kyoto a pour seul objectif celui de limiter la surchauffe. La combustion des hydrocarbures produit également des substances polluantes et extrêmement nocives : l'oxyde de carbone, le dioxyde de soufre, l'oxyde d'azote et les fameuses PM10 (particules inhalables de moins de 10 microns). Ces substances se combinent dans l'atmosphère avec l'eau présente dans les nuages, dans les brouillards et donnent origine aux acides tels que l'acide sulfurique et l'acide nitrique qui retombent sous forme de pluie acide.

La végétation est endommagée de manière irréversible, les phénomènes de désertification augmentent, les fleuves et lacs subissent des altérations biochimiques importantes au point de causer la mort des algues et des poissons. Même le patrimoine culturel est touché : marbres et bétons s'effritent tandis que les métaux subissent la corrosion.

Pour donner l'idée de la portée du risque, il faut savoir qu'en Europe, la production électrique est fournie à près de 42 % par des combustibles fossiles.

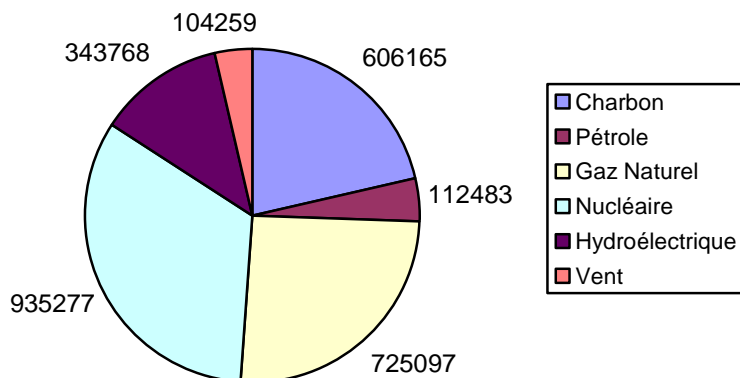


Figure 1 - Origines de l'Énergie Électrique EU 27 - 2007 [GWh]

COMMENT LA QUALITÉ DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE CONDITIONNE LE RENDEMENT DE L'INSTALLATION

L'énergie électrique, pour qu'elle puisse être considérée de qualité, doit être avant tout disponible, c'est-à-dire dans une forme telle qu'elle puisse être exploitée par l'utilisation. Ainsi, les caractéristiques physiques comme le facteur de puissance ou le contenu harmonique peuvent faire la différence entre une installation bien conçue et exploitée d'une autre qui ne l'est pas avec une perte d'efficacité.

L'impact environnemental d'une installation électrique ne se limite pas au rendement, mais commence par une conception sans surdimensionnements inutiles et se poursuit par une maintenance préventive régulière.

Par exemple, les facteurs de puissance très faibles, même s'ils sont corrigés avant le raccordement au réseau d'alimentation électrique, impliquent l'utilisation de câbles de section inutilement surdimensionnée, donc gaspillage de matière première comme le cuivre, PVC et de combustible pour leur livraison.

Voici un exemple pour illustrer le propos. Un redresseur hexaphasé à thyristors absorbe le courant avec un taux de distorsion harmonique d'environ 32 % et un facteur de puissance maximal de 0,9. Les redresseurs de dernière génération à IGBT et topologie onduleur sont caractérisés, par contre, par des taux de distorsion inférieurs à 3 % et des facteurs de puissance supérieurs à 0,99.

En supposant que ces redresseurs alimentent une charge triphasée de 30 kW et qu'ils soient alimentés, à leur tour, par des câbles en PVC fixés aux murs à 4 conducteurs, ces câbles devront avoir une section de 16 mm², dans le cas de la technologie hexaphasée à thyristors, et 10 mm², dans le cas de la technologie à IGBT.

Pour un chemin de câble de 20 m la différence se traduit par environ 4,3 kg de cuivre qui, transporté sur route sur 100 km, provoque l'émission supplémentaire d'environ 100 gr de CO₂. Les conséquences sont évidentes si on pense qu'un arbre de l'âge d'un an absorbe environ 2 kg de CO₂ / par an.

Tout cela sans considérer les coûts dus à l'extraction et transformation ou recyclage du cuivre.

LES AVANTAGES DE L'ALIMENTATION STATIQUE SANS INTERRUPTION

Le but de l'ASI est de garantir la qualité de l'énergie électrique. Dès que ceci est établi, il est important de rechercher une ASI qui remplisse cette fonction de manière efficace sans gaspillages directs ou indirects. Les ASI modernes avec redresseur à IGBT, en garantissant la disponibilité de l'énergie électrique, peuvent être la meilleure solution pour l'installation. Elles se comportent comme une charge idéale, linéaire et avec un facteur de puissance proche de 1. Non seulement, elles découplent la charge et ses propres caractéristiques du réseau d'alimentation, mais elles permettent également d'obtenir un facteur de puissance total de l'installation proche de 1. (Figure 2).

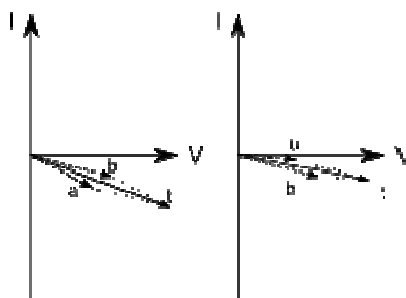


Figure 2 - Comparaison entre les courants globaux de l'installation (I) dans le cas de deux charges connectées directement à l'alimentation (à gauche) et avec la charge (b) alimentée par une ASI avec un facteur de puissance en entrée de 0,99 (à droite).

Ensuite, il faut savoir que, comme toutes les machines, les ASI ont un rendement qui varie avec leur taux de charge. Par exemple, la Figure 3 représente les courbes de rendement de deux ASI différentes. On peut noter qu'à parité de rendement à pleine charge, 96 %, à 50 % S_n elles peuvent différer de deux points. Dans le cas étudié, cela correspond à 37 % de pertes en plus.

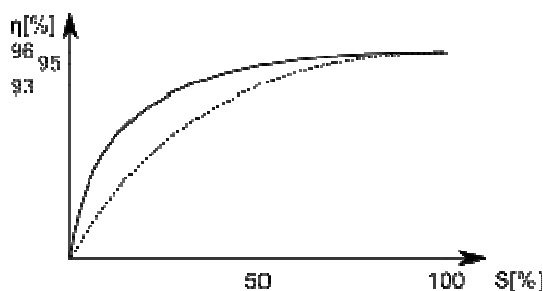


Figure 3 - Exemples de courbes de rendement des ASI

Rendement [%]	95		93	
	Pertes électriques	Climatisation	Pertes électriques	Climatisation
Pertes annuelles [kWh]	13800	4600	19800	6600
Émissions _{CO2} [kg]	8400	2800	12000	4000
Arbres nécessaires [-]	1400	470	2000	670
Nombre d'arbres ¹ [-]	1870		2670	

Tableau 1 souligne l'impact environnemental des ASI de la Figure 3 qui alimentent nos 30 kW de charge.

Rendement [%]	95		93	
	Pertes électriques	Climatisation	Pertes électriques	Climatisation
Pertes annuelles [kWh]	13800	4600	19800	6600
Émissions _{CO2} [kg]	8400	2800	12000	4000

Arbres nécessaires ¹ [-]	1400	470	2000	670
Nombre d'arbres ¹ [-]	1870		2670	

Tableau 1 - Impact du rendement de l'ASI sur les émissions de CO₂ (fonctionnement 24 h / 24, tous les jours de l'année)

Pour les raisons, déjà évoquées précédemment, une ASI compacte et légère aura un impact environnemental inférieur à une autre plus volumineuse et plus lourde pendant la phase de transport.

L'IMPACT DES ARCHITECTURES À HAUTE DISPONIBILITÉ

Quand l'application le demande en termes de risque pour les personnes ou de coûts engendrés en cas de panne, il est nécessaire de recourir à des architectures d'installation redondantes. En tenant compte des marges de calcul et la répartition de la charge pour une architecture de type 2N, Figure 4, on peut supposer que la charge d'une seule ASI n'excède pas 30 % de la charge nominale.

Figure 3 aide, une fois encore, à comprendre que le rendement à charge partielle est autant, sinon plus important que celui à pleine charge.

¹ En prenant comme référence un arbre feuillu de cinq ans.

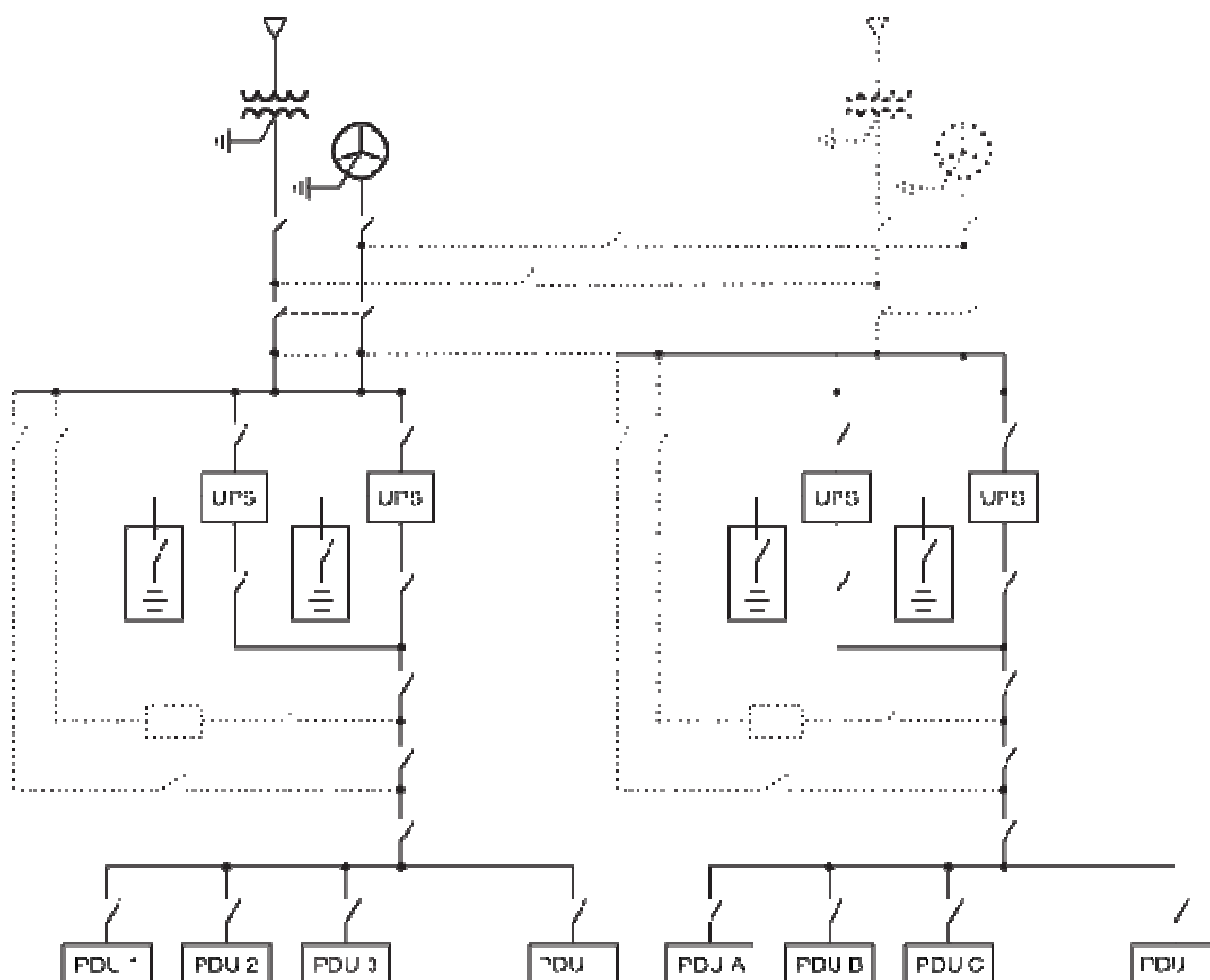


Figure 4 - Architecture 2N

MÊME LE STOCKAGE ÉNERGÉTIQUE JOUE UN RÔLE IMPORTANT

Le moyen le plus utilisé par les ASI pour stocker de l'énergie est les batteries au plomb acide. De longues expositions à ce matériau, même à de faibles quantités, peuvent causer de graves problèmes au cerveau, aux reins et peut compromettre les facultés d'apprentissage des enfants. L'acide sulfurique, également présent dans les batteries au plomb, est une des causes des problèmes environnementaux, déjà cités, liés aux pluies acides.

C'est pourquoi il est important de s'adresser au fournisseur de l'ASI pour son élimination ou directement à des sociétés de recyclage spécialisées. Une meilleure solution est d'associer des fonctions destinées à maximiser la durée de vie des batteries. En effet, la durée de vie des batteries est liée à la température ambiante du lieu d'installation, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

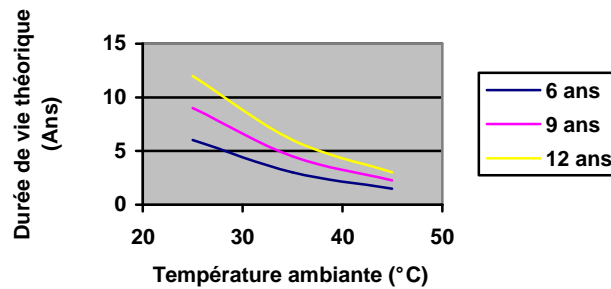


Figure 5 - Relation entre la durée de vie théorique des batteries et la température ambiante

Les batteries sont extrêmement sensibles au nombre et au type d'utilisation : nombre de cycles de charge et décharge, décharge totale et courant de décharge, méthode de charge, etc. Pour cela, il est recommandé de choisir une ASI avec, entre autres, une tension de charge très stable dépendante de la température, avec un système de contrôle identifiant les éléments défectueux qui pourraient causer la surcharge des éléments sains et avec des plages de tensions d'entrée du redresseur très larges pour recourir aux batteries le moins souvent possible.

Aujourd'hui l'alternative concrète la plus écologique aux batteries et disponible industriellement est constitué par les volants d'inertie.

Un volant d'inertie tournant autour de son axe, sans translation, stocke l'énergie selon la formule :

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

où :

- E est l'énergie stockée par le corps en rotation ;
- I est l'inertie dépendant de la forme et de manière linéaire de sa masse;
- ω est la vitesse angulaire.

On peut donc affirmer que l'énergie accumulée est proportionnelle de manière linéaire au poids et au carré de la vitesse de rotation.

Ceci veut dire qu'à un doublement du poids correspond le doublement de l'énergie accumulée et qu'avec un doublement de la vitesse, l'énergie est multipliée par quatre.

Sur le marché existent principalement deux types de volants d'inertie : ceux qui basent le stockage d'énergie sur le poids et ceux qui le basent sur la vitesse.

Tous les deux stockent l'énergie nécessaire à une trentaine de secondes d'autonomie pour des puissances allant, respectivement, jusqu'à 1 à 2 MW et 1 MW.

En général, le rendement des volants d'inertie à haute vitesse est plus élevé car les coussinets pour le maintien du volant, grâce à son poids limité, sont magnétiques et non pas mécaniques, ainsi le volant se trouve en rotation dans un cylindre sous vide, évitant ainsi le frottement par friction et visqueux. Il faut noter que l'absence de coussinets mécaniques réduit les besoins de maintenance.

On utilise les volants quand l'ASI doit combler le temps de démarrage des groupes électrogènes ou conditionner l'énergie électrique très polluée.

Un des avantages, par rapport aux batteries, est l'écocompatibilité.

La durée vie des batteries est réduite par l'effet mémoire, la perte de capacité dans le temps et la sensibilité à la température ambiante. Il s'agit de phénomènes totalement inconnus par les volants d'inertie, les rendant particulièrement intéressants, surtout pour des solutions "vertes".

En plus des avantages écologiques, il y a également ceux de la disponibilité de l'énergie, grâce à la recharge en quelques minutes seulement, là où les temps typiques de recharge des batteries sont de quelques heures.

Finalement, les volants d'inertie sont caractérisés par la densité élevée de puissance, comme le montre la Figure 5.

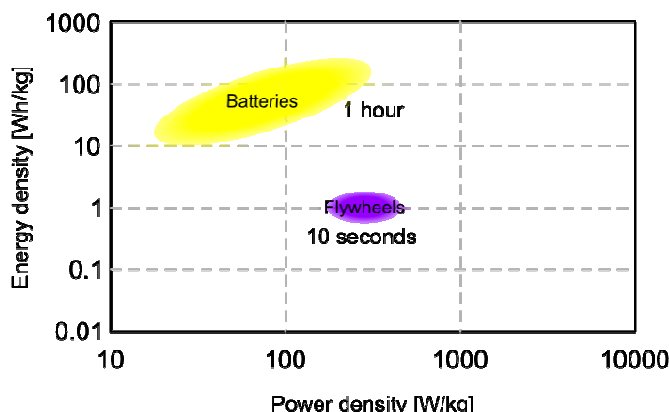


Figure 5 – Comparaison énergétique entre les batteries et les volants d'inertie

Finalement, les volants peuvent être installés à la place des batteries ou en parallèle à ces dernières sur le bus continu.

L'avantage d'avoir un système hybride batteries / volant d'inertie est que, en cas de microcoupure, ce dernier fournit l'énergie à l'ASI et non pas les batteries, ne faisant appel à elles que pour les interruptions supérieures à une dizaine de secondes avec un bénéfice réel en ce qui concerne la durée de vie des batteries.

LE MEILLEUR CHOIX

Une bonne conception est réalisée à partir du meilleur compromis coûts / bénéfices et d'un échange d'informations efficace entre l'acheteur et le fournisseur.

Avant de choisir l'ASI et l'architecture d'installation, il vaut mieux s'interroger sur les coûts d'arrêt de la machine et l'impact environnemental que l'on souhaite avoir.

Pratiquement si, pour la durée d'exploitation de l'installation, les estimations de coût de temps d'arrêt sont supérieures à celles découlant de l'augmentation de la complexité de l'installation, il vaut mieux se demander si on est en train de faire le bon choix. Même l'European Code of Conduct pour les centres de traitement de données invite à choisir une architecture 2N seulement si cela est strictement nécessaire.

Par contre décider d'être "vert" ou pas, provient de la sensibilité de chacun ou de l'économie réalisée sur les coûts d'exploitation.

Dans les deux cas, le fournisseur de l'ASI saura vous être d'une aide utile.

BIBLIOGRAPHIE

- A. Baggini, M. Granziero, "Sistemi Statici di Continuità - Guida pratica alla scelta, installazione e manutenzione", Ed. Delfino, 2009; pp. 86-88
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gases
 - http://it.wikipedia.org/wiki/Piogge_acide
 - <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>; "Energy Statistics - quantities"
 - <http://www.epa.gov>; "Emission Facts: Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel"
 - Energy Information Administration – Official Energy Statistics from the U.S. Government; "Method for Calculating Carbon Sequestration by Trees in Urban and Suburban Settings"
 - W. Pitt Turner IV, P.E., J. H. Seader, P.E., K. J. Brill, "Tier Classification Define Site Infrastructure Performance", Uptime Institute, 2006; p. 17
-

White Paper – 07/2010

Power supply for asynchronous motors

Author: Franck Weinbissinger – Industrial Marketing Manager

Head Office

SOCOMECS UPS Strasbourg

11, route de Strasbourg

B.P. 10050

F-67235 Huttenheim Cedex – France

SOCOMECS UPS Vicentina

Via Silla, 1/3

36033 Isola Vicentina (VI) – Italy

Sales, Marketing and Service Management

SOCOMECS UPS Paris

95, rue Pierre Grange

F-94132 Fontenay-sous-Bois Cedex – France