

SYSTÈMES ASI MOBILES

COMPARAISON DES TECHNOLOGIES ET APPLICATIONS



Par

Tom Loix
Dieter Backx

luminussolutions.be

Résumé

Actuellement, plusieurs types de charges et d'applications nécessitent une alimentation électrique de haute qualité et ininterrompue (par exemple, les centres de données, les sites de production, les aéroports...). Un élément important qui relie ces types de charges est le coût élevé lié à une interruption de l'alimentation électrique, allant de quelques dizaines de milliers à des millions d'euros. Pour ces charges critiques, les systèmes ASI sont devenus un élément clé de l'alimentation électrique.

Ce whitepaper se concentre sur les systèmes ASI mobiles, installés dans un conteneur ou une enceinte facilement déplaçable, permettant un déploiement rapide sur un site ayant besoin d'une protection ASI temporaire ou urgente. Cette demande a des répercussions sur la conception et la faisabilité du système. Une comparaison des principales technologies et configurations d'ASI montre que toutes les technologies d'ASI ne conviennent pas de la même manière à la conception et à l'application mobiles. En général, les technologies les plus robustes et les plus compactes, telles que les systèmes ASI DYNAMIQUE et les générateurs diesel, conviennent mieux à une configuration mobile, tandis que les systèmes ASI hybrides ou statiques ont tendance à être plus sensibles aux conditions environnementales.

L'intégration d'un système ASI mobile peut s'avérer utile pour protéger l'alimentation des charges critiques dans toutes les occasions temporaires, pour les clients qui sont déjà en possession d'un système ASI fixe ou non.

Contenu

Résumé	2
Contenu	3
Introduction.	4
Technologies et configurations des ASI	5
Systèmes ASI Statiques	6
Systèmes ASI Dynamique	9
Systèmes ASI Dynamique sans moteur diesel intégré	12
Système ASI Hybride.	14
Générateur diesel	17
Comparaison des différentes technologies d'ASI.	18
Application des systèmes ASI mobiles.	20
Exigences d'installation de l'ASI mobile	20
Cas d'application d'un système ASI mobile	23

Introduction

Aujourd'hui, plusieurs types de charges et d'applications nécessitent une alimentation électrique de haute qualité et ininterrompue. Par exemple, les centres de données, les installations de production ou les aéroports, dans lesquelles un contrôle précis et continu des conditions environnementales et/ou des paramètres de processus est primordial. Un élément important reliant ces types de charges est le coût élevé lié à une interruption de l'alimentation électrique : dans ce cas, l'indisponibilité peut entraîner une perte de données et de transactions, une perte de produits, des risques importants pour la sécurité,... ce qui implique souvent un coût allant de quelques dizaines de milliers à des millions d'euros. Afin de prévenir de tels dommages (techniques, économiques et/ou commerciaux), les systèmes ASI sont devenus un élément clé de l'alimentation électrique de ces charges critiques.

Ce whitepaper est consacré aux systèmes ASI mobiles. Contrairement à leurs homologues fixes, ces systèmes sont installés dans un conteneur ou une enceinte facilement déplaçable, ce qui permet de les déployer sur un site nécessitant une protection ASI (temporaire). Cette demande a des répercussions sur la conception et la faisabilité du système. Dans ce qui suit, les principales technologies et configurations d'ASI sont présentées et comparées, en se concentrant sur les spécifications requises par la conception et l'application mobiles. Ensuite, les applications et les cas dans lesquels une ASI mobile constitue la meilleure réponse aux exigences et aux spécifications du client sont décrits.



Technologies et configurations des ASI



(Image 1 - MUPS on the road Luminus Solutions)

Comme indiqué dans l'introduction, les principaux objectifs d'un système ASI sont les suivants :

- Fournir une alimentation électrique ininterrompue aux charges critiques connectées à l'ASI - indépendamment des conditions du réseau électrique (interruptions longues ou courtes, creux et bosses de tension...).
- Fournir une tension de haute qualité aux charges critiques - cela implique le filtrage et la compensation des perturbations sur le réseau électrique, par exemple les harmoniques de tension, les creux et les pointes, les variations de fréquence...
- Minimiser l'impact des perturbations du côté de la charge sur le réseau électrique - la puissance réactive et les harmoniques de courant absorbées par les charges sont fournies par le système ASI et non par le réseau électrique, afin de limiter la propagation des problèmes de qualité

de l'énergie et des perturbations vers le réseau électrique (où elles pourraient avoir un impact sur d'autres charges et d'autres clients).

Ce document se concentre sur les systèmes ASI d'une puissance nominale de 100 kVA ou plus. Cela signifie que certaines configurations d'ASI ne sont pas mentionnées, plus particulièrement certaines configurations d'ASI statiques (batteries) souvent utilisées pour des applications de faible puissance (par exemple, les systèmes d'ASI statiques hors ligne ou ligne interactives). Cette section décrit les principales configurations d'ASI pour la gamme de puissance donnée, avec leurs principaux avantages et inconvénients et les possibilités d'application mobile.

Systèmes ASI statiques

Un système d'ASI statique en ligne (ou à double conversion) (voir figure 1) se compose des éléments suivants :

- Bus CC - ce bus est utilisé pour connecter l'onduleur d'un côté et le redresseur et les systèmes de stockage (batteries, condensateurs, volant d'inertie...) de l'autre côté.
- Systèmes de stockage - la technologie la plus fréquemment utilisée est une batterie électrochimique, mais des (ultra) condensateurs et des volants d'inertie peuvent également être utilisés. Les systèmes fournissent l'énergie nécessaire pour pallier une panne de réseau relativement courte (autonomie typique : de 5-10 secondes à 30 minutes) ou le temps nécessaire au démarrage d'un générateur diesel.
- Onduleur - utilisé pour convertir la tension continue du bus continu en tension alternative à la sortie.
- Redresseur - utilisé pour convertir la tension alternative du réseau en tension continue, utilisé pour alimenter l'onduleur de sortie ainsi que les convertisseurs de charge pour les unités de stockage d'énergie.
- Bypass - en cas de surcharge, de maintenance ou de défaillance des convertisseurs électroniques de puissance et/ou des unités de stockage, le système ASI passe en bypass statique. Outre le bypass automatique (qui est activé automatiquement en cas de surcharge à la sortie de l'ASI), la plupart des systèmes disposent d'un bypass manuel (par exemple, pour une maintenance planifiée). En mode bypass, les charges sont directement alimentées par le réseau électrique, sans protection supplémentaire contre les perturbations et les interruptions.

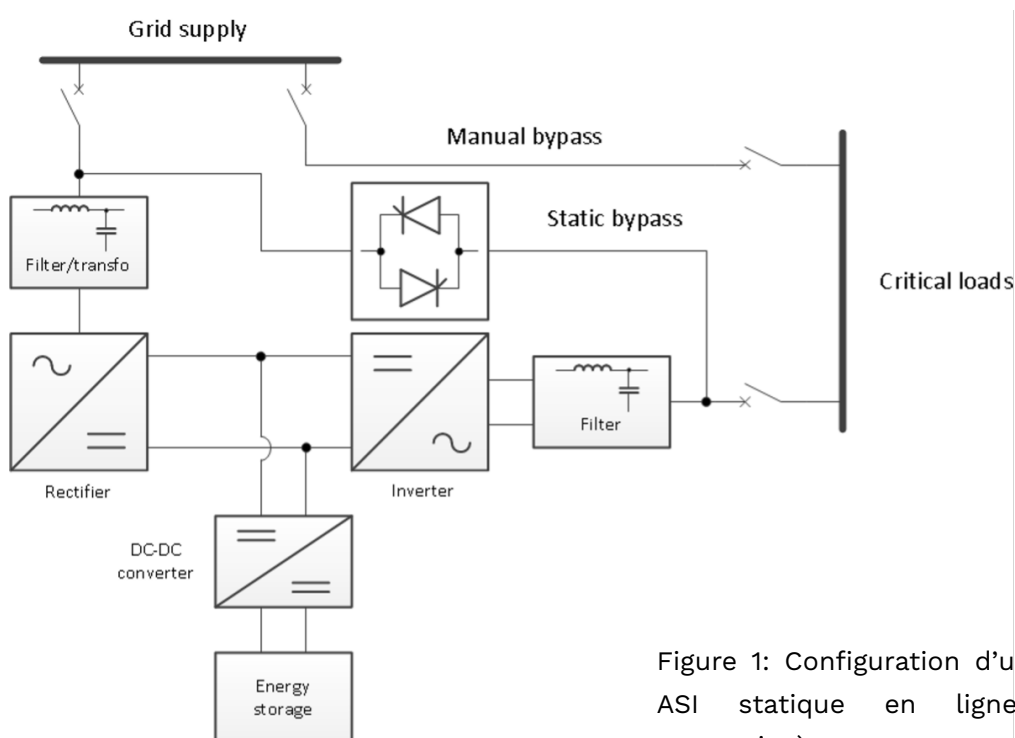


Figure 1: Configuration d'un système ASI statique en ligne (double conversion)

Les principaux avantages d'un système ASI statique sont les suivants :

- Approche modulaire : ces systèmes sont disponibles en modules de différentes puissances, dont la plupart sont adaptés au fonctionnement en parallèle. Cela permet d'augmenter la redondance, d'optimiser l'efficacité en arrêtant un ou plusieurs modules en cas de faible demande de puissance ou en commençant avec une faible puissance totale de l'onduleur et en ajoutant des modules au fur et à mesure que la puissance de la charge critique augmente.
- Flexibilité du stockage de l'énergie : un système ASI statique peut être équipé de différentes technologies de stockage, le plus souvent des batteries, mais des volants d'inertie et des (ultra)condensateurs sont également couramment utilisés.

Les principaux inconvénients de cette technologie d'ASI sont les suivants :

- Nécessité d'un générateur diesel supplémentaire pour l'alimentation électrique en cas de panne prolongée du réseau : les unités de stockage d'énergie ont généralement une autonomie limitée, qui se situe généralement entre 5 et 30 minutes avec une puissance de sortie nominale. En cas de panne du réseau qui dure plus longtemps que l'autonomie des unités de stockage, un générateur diesel (ou une autre source d'alimentation) est nécessaire pour fournir une alimentation électrique continue aux charges critiques.
- Faible capacité de court-circuit : un système ASI statique ne peut fournir que 2 à 3 fois le courant de sortie nominal en cas de court-circuit à la sortie pendant le fonctionnement d'urgence (en fonctionnement normal, le réseau électrique fournit le courant de court-circuit requis par l'intermédiaire du circuit de dérivation automatique). Cela risque de se traduire par un courant de défaut insuffisamment faible, empêchant une déconnexion sélective en temps voulu en cas de court-circuit en aval du système ASI. Cette solution peut nécessiter l'adaptation des paramètres de protection ou l'installation de dispositifs de protection supplémentaires.

En particulier, pour les systèmes ASI mobiles, les aspects suivants doivent être pris en compte :

- Les systèmes ASI doivent être installés dans un conteneur ou une enceinte ventilée et climatisée - la chaleur générée par les convertisseurs (pertes de rendement) doit être évacuée afin d'éviter la surchauffe de l'électronique de puissance.
- Les batteries doivent également être installées dans un environnement ventilé et climatisé. Un contrôle correct et précis de la température à l'intérieur de l'enceinte est très important pour la performance et la durée de vie des batteries. Selon la technologie de batterie utilisée, la température optimale est de 20 à 25°C. Si les températures sont trop basses, les performances de la batterie diminuent, tandis que des températures élevées compromettent la durée de vie de la batterie.

- Si le système ASI doit pouvoir alimenter la charge pendant de longues interruptions (dépassant l'autonomie de la batterie, qui est généralement de 5 à 15 minutes), il faut ajouter un générateur diesel (ou une autre source d'énergie ayant une autonomie suffisamment grande) à la configuration. Le générateur doit être connecté en amont du système ASI, avec un commutateur de source automatique. Ce commutateur a deux entrées (le réseau électrique et le générateur) et transfère automatiquement l'alimentation du système ASI au générateur en cas de panne du réseau électrique (après le démarrage et la stabilisation de la tension de sortie du générateur). Lorsque la tension du réseau électrique revient dans les limites de tolérance pour l'alimentation du système ASI, le commutateur retransfère l'alimentation du système ASI au réseau électrique et arrête le générateur. Le générateur diesel doit être installé dans un conteneur ou une enceinte séparée – voir la section Générateur diesel pour plus de détails à ce sujet.
- Si l'on utilise des unités de stockage d'énergie cinétique (volants d'inertie) comme source d'énergie pour le système ASI, il faut veiller à ne pas exposer ces unités à des chocs (très probable pendant le transport ou l'installation du système mobile). Les volants d'inertie sont équipés de roulements magnétiques – tout désalignement dû à des chocs peut entraîner un dysfonctionnement ou endommager le volant d'inertie.



(Photo 2 - stockage de la batterie)

Systèmes ASI Dynamique

Un système ASI dynamique (ou DRUPS, abréviation de diesel rotary UPS system, voir Figure 2) se compose des éléments suivants :

- Machine synchrone - fonctionnant comme un moteur en opération normale (entraînant l'unité de stockage d'énergie cinétique), fonctionnant comme un générateur en mode d'urgence, alimentant les charges critiques.
- Stockage d'énergie - un système ASI rotatif comprend une unité de stockage d'énergie cinétique, dont les détails varient selon le fabricant. Cette unité de stockage entraîne le générateur directement après la déconnexion du réseau, jusqu'à ce que le moteur diesel soit prêt à entraîner le générateur et l'unité de stockage.
- Moteur diesel - assure l'entraînement du générateur (et le stockage de l'énergie cinétique) en cas de panne prolongée du réseau. Le moteur est préchauffé afin de garantir un démarrage en douceur.
- Filtre inducteur - intégré en série avec le réseau électrique et les charges afin de réaliser un découplage partiel entre le côté réseau et le côté charge. De cette manière, la machine synchrone de l'ASI devient une source d'énergie très puissante pour les charges locales, capable de contrôler les paramètres de la tension d'alimentation subie par les charges. Avec la machine synchrone, l'inducteur se comporte comme un filtre (en utilisant le principe du diviseur de tension), réduisant les écarts de tension du réseau vers les charges et diminuant les harmoniques de courant tirées par les charges vers le réseau électrique.

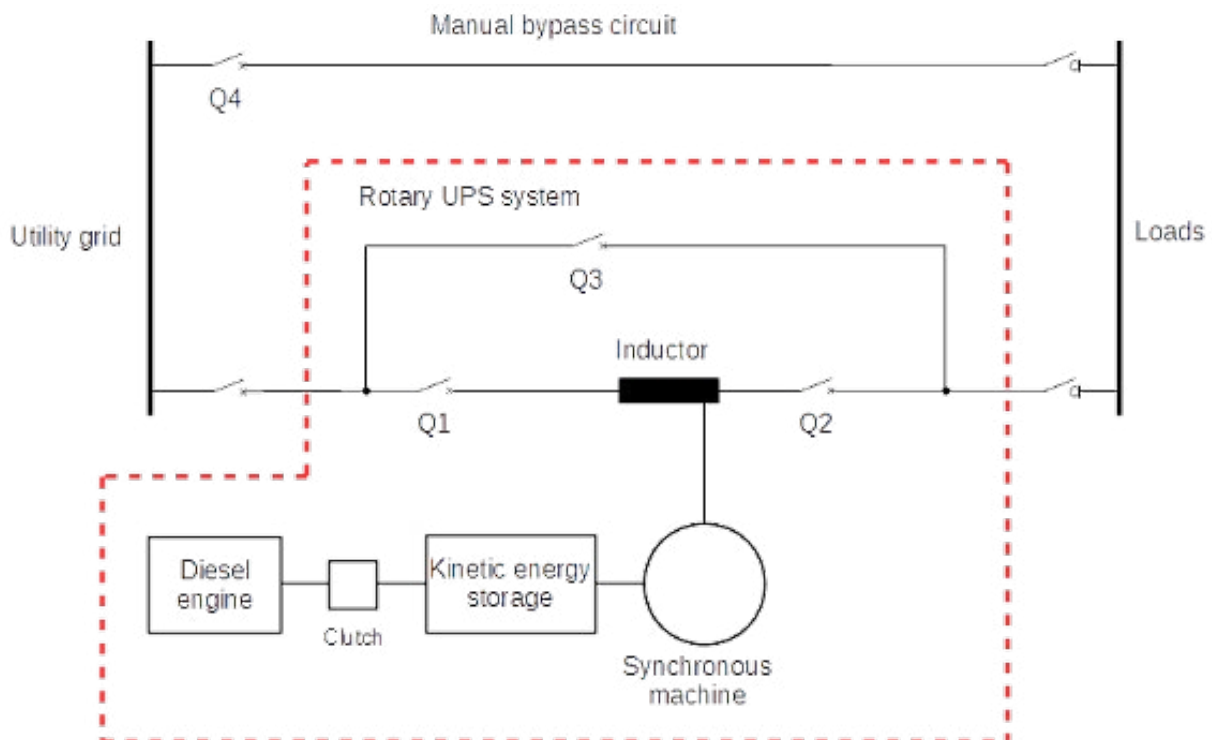


Figure 2: Topologie classique d'une ASI rotative

- Panneau d'alimentation - il comprend les connexions et les disjoncteurs nécessaires pour assurer une alimentation continue et sûre des charges critiques. Les disjoncteurs suivants sont généralement inclus :
 - Disjoncteur côté réseau (entrée) (Q1) : déconnecte l'onduleur (et les charges critiques) du réseau électrique si la tension du réseau ne répond pas aux exigences d'alimentation de l'onduleur. Ce disjoncteur se déclenche également en cas de court-circuit en amont de l'ASI.
 - Disjoncteur bypass (Q3) : en cas de surcharge ou de défaillance de l'un des composants de la transmission (machine synchrone - unité de stockage d'énergie cinétique) pendant le fonctionnement normal, l'alimentation électrique des charges est transférée sans problème au réseau de distribution (à l'aide du circuit de dérivation). Cette option n'est disponible que si le réseau est présent et se trouve dans les tolérances de tension et de fréquence nécessaires à l'alimentation des charges. Le circuit de bypass est également utilisé lors du démarrage du système ASI.
 - Disjoncteur côté charge (sortie) (Q2) : contrôle la (dé)connexion de la machine synchrone aux charges (par exemple, pendant les transitions entre le mode bypass et le fonctionnement normal). En cas de court-circuit en aval du système ASI, le disjoncteur Q2 peut se déclencher.

Les principaux avantages d'un système ASI rotatif classique sont les suivants :

- Robustesse : les principaux composants sont tous reliés par un arbre mécanique commun (avec un embrayage pour la connexion du moteur diesel), ce qui permet d'obtenir un système simple, fiable et robuste.
- Capacité de court-circuit élevée : cette topologie est capable de fournir un courant de court-circuit élevé pendant le fonctionnement d'urgence (ainsi que pendant le fonctionnement normal) en cas de défaut en aval de la sortie de l'ASI. Dans la plupart des cas, cela permet de conserver les réglages actuels des dispositifs de protection en aval.
- Système intégré : ce type de système ASI contient tous les composants nécessaires pour fournir une alimentation électrique ininterrompue capable de faire face aux interruptions courtes et longues du réseau électrique, tout en garantissant une qualité de tension très élevée pour les charges. D'autres systèmes nécessitent une combinaison de plusieurs systèmes afin de garantir ce niveau d'alimentation (par exemple, un système ASI statique avec une batterie de secours et un générateur diesel).

Le principal inconvénient est le suivant :

- Modularité : ce type de système ASI est le plus rentable pour les applications de haute puissance, utilisant une seule unité ou deux unités parallèles dans la plupart des cas (principalement, 3-8 unités peuvent être installées et fonctionner en parallèle, mais dans ce type de configurations, on doit souvent faire face à des courants très importants, nécessitant éventuellement une connexion au niveau de la haute tension).

Ce type de système ASI peut être réalisé sans moteur diesel, mais en utilisant cette topologie, l'autonomie est réduite à 10-15 s à pleine charge. Les autres spécifications et fonctions d'un système ASI rotatif restent valables. Cette configuration est appelée système ASI "ride-through" et offre l'avantage de réduire le coût et l'espace du moteur diesel et de ses circuits auxiliaires (système d'échappement, refroidissement du moteur, batteries de démarrage, réservoir de carburant et tuyauterie...). Les inconvénients les plus importants d'un système ASI "ride-through" sont la modularité et l'absence d'une source d'énergie à long terme.



(Photo 3 - Système ASI dynamique Luminus Solutions)

Pour les systèmes ASI mobiles, les aspects suivants doivent être pris en compte :

- Pendant le transport et l'installation, les chocs doivent être évités afin de ne pas endommager les roulements et l'unité de stockage de l'énergie cinétique. Des mesures sont prises pour empêcher la rotation des composants mobiles, ainsi que pour éviter d'endommager les amortisseurs de vibrations qui soutiennent le moteur diesel, l'unité de stockage d'énergie cinétique et la machine synchrone.
- L'installation peut comprendre un ou deux conteneurs, principalement en fonction de la puissance nominale de l'ASI. L'agrégat est toujours monté dans un conteneur (car ces composants sont mécaniquement reliés), mais certains systèmes auxiliaires (refroidisseur à sec, panneaux électriques,...) peuvent devoir être déplacés dans un second conteneur. Certains composants doivent être montés après l'installation du système sur le site. Par exemple, la sortie d'échappement n'est généralement pas montée pendant le transport afin de limiter la hauteur à celle d'un conteneur standard.
- Le système ASI mobile dispose d'un réservoir de carburant journalier, généralement capable de faire fonctionner le système en mode îloté pendant 1 à 3 heures à pleine charge. Si une entreprise souhaite une plus grande autonomie, un réservoir de carburant supplémentaire doit être installé sur place. Une connexion au circuit de carburant de l'ASI doit être réalisée (à l'aide des pompes, des vannes et du système de contrôle nécessaires pour fournir du carburant du réservoir externe au réservoir journalier au cas où ce dernier serait vide).

Systèmes ASI dynamique sans moteur diesel intégré

Les systèmes ASI rotatifs ou dynamiques sans moteur diesel intégré constituent une alternative aux systèmes ASI dynamiques décrits dans le chapitre précédent. La configuration, l'agencement, le fonctionnement et les avantages/inconvénients de ces systèmes sont très similaires à ceux du système ASI dynamique rotatif classique, à l'exception de l'absence de moteur diesel, qui permet au système ASI de protéger de manière autonome l'alimentation électrique pendant les longues coupures (dépassant l'autonomie fournie par le stockage de l'énergie cinétique). En raison de l'absence de moteur diesel, ce système ASI est moins coûteux (CAPEX et OPEX) et moins encombrant.

Ce système ASI rotatif sans moteur diesel intégré offre une solution rentable aux clients qui:

- Ne souffrent que de brefs creux/interruptions de tension (généralement 10s ou moins) - dans ce cas, l'énergie stockée dans l'accumulateur cinétique est suffisante pour alimenter les charges critiques pendant la coupure.
- Disposent déjà d'un générateur diesel sur site, d'une puissance suffisamment importante pour alimenter le système ASI. Dans ce cas, le système ASI peut être intégré en aval du générateur diesel et du commutateur de transfert automatique (assurant le transfert automatisé entre l'alimentation du réseau et celle du générateur en cas de panne du réseau et de retour de la tension du réseau). Il convient de prêter attention au temps de démarrage du générateur diesel : le délai entre la commande de démarrage du générateur diesel et la stabilisation de la tension de sortie du générateur doit être suffisamment court (typiquement 8 à 10 s, en fonction de l'autonomie présente dans l'accumulateur d'énergie cinétique).

Ce système UPS peut être livré avec une enceinte insonorisée, ou intégré dans un conteneur ou une enceinte sur mesure, selon les spécifications de l'entreprise. Les options comprennent, entre autres, le graissage automatique des roulements et la surveillance des vibrations, ce qui permet de suivre de près l'état de l'installation et de minimiser le risque de dommages et de défauts imprévus.

Différents protocoles de communication sont disponibles pour assurer l'échange de données avec le système de supervision du client. Les alimentations, les commandes et la supervision nécessaires sont incluses dans les tableaux électriques qui font partie de l'ensemble de l'ASI.



(Photo 4 - IEM ASI)



“Luminus Solutions se spécialise dans les défis plus difficiles, pour les clients dont les enjeux sont très élevés si quelque chose devait mal tourner. Il y a donc beaucoup d’ingénierie en jeu et il faut absolument que cela fonctionne à coup sûr. Il est rare qu’il s’agisse d’une solution prête à l’emploi. Mais nous avons une bonne adéquation entre des machines de haute qualité et une équipe qui a beaucoup d’expérience”

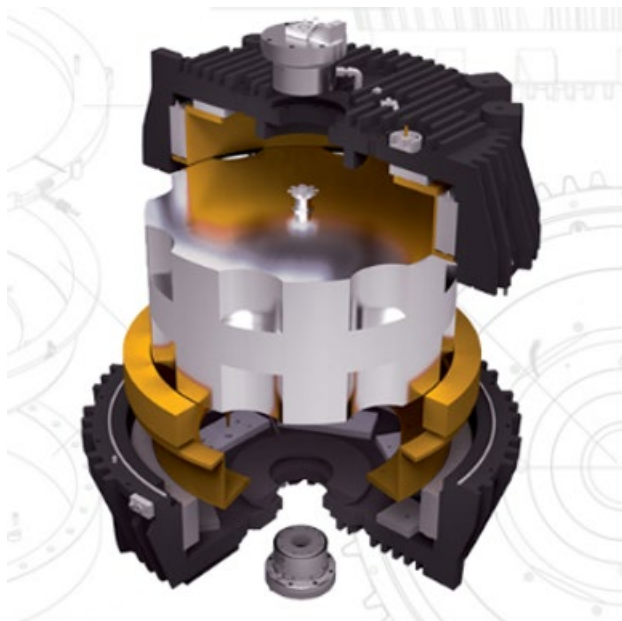
**Patrick Steegmans
Business Unit Director Power Quality
Luminus Solutions**

Système ASI hybride

Un système ASI hybride combine plusieurs éléments utilisés dans les configurations d'un système ASI statique et d'un système ASI rotatif (diesel) décrits précédemment.

Un système ASI hybride typique (Figure 3) comporte un ou plusieurs volants d'inertie fonctionnant comme une unité de stockage d'énergie. Les volants d'inertie ne sont pas mécaniquement interconnectés avec les machines synchrones ou le moteur diesel, ce qui permet de déterminer et de faire varier la vitesse de rotation indépendamment de l'amplitude et de la fréquence de la tension de sortie du système. Ces volants d'inertie fonctionnent souvent à une vitesse très élevée, ce qui optimise l'efficacité de la conversion de l'énergie cinétique en énergie électrique. Les volants d'inertie sont connectés au réseau électrique et aux charges par l'intermédiaire de convertisseurs électroniques de puissance dos à dos et éventuellement d'un inducteur de filtrage. Dans le circuit d'alimentation du réseau et le circuit bypass, des contacteurs, des interrupteurs statiques (utilisant des thyristors ou des IGBT connectés en antiparallèle) et des disjoncteurs ou des fusibles sont utilisés pour contrôler le flux d'énergie et protéger le système en cas de court-circuit ou de défaillance.

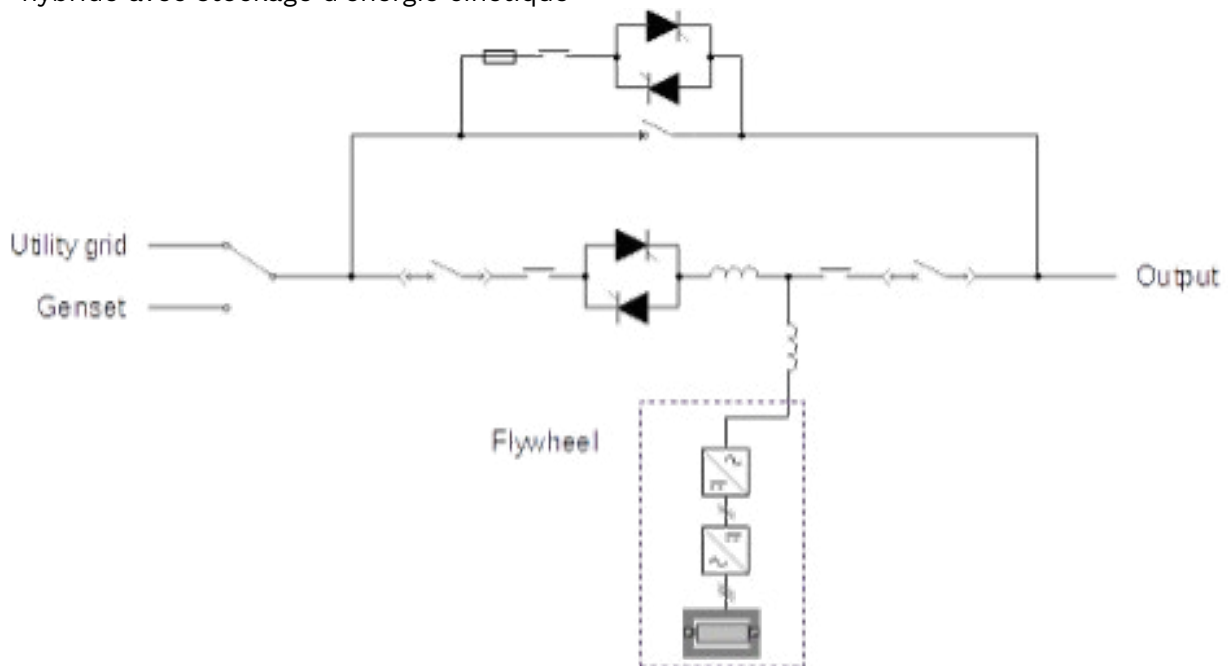
Le principe de fonctionnement ressemble fortement à celui du système ASI rotatif interactif en ligne présenté précédemment, la principale différence étant l'absence d'une source d'énergie capable de fournir une alimentation à long terme (le volant d'inertie a généralement une autonomie de 15 à 20 s à la puissance de sortie nominale). Afin d'offrir une alimentation électrique continue en cas de panne prolongée du réseau, un générateur diesel (comprenant un système de transfert automatique pour passer de l'alimentation par le réseau à l'alimentation par le générateur) doit être installé.



(Photo 5 - Puissance active du volant d'inertie)

En cas de défaillance du réseau, le volant d'inertie commence immédiatement à alimenter les charges. Le générateur diesel démarre et, après stabilisation de sa tension de sortie, le système de transfert passe à l'alimentation du générateur. La charge est progressivement transférée des volants d'inertie vers le générateur. Comme c'est le cas en fonctionnement normal, le volant d'inertie (et l'inducteur) est utilisé comme filtre de qualité d'énergie entre les charges et le réseau électrique. Au retour du réseau électrique (après un certain temps d'attente pour assurer une tension stable), le générateur diesel est arrêté, le volant d'inertie alimente temporairement les charges, le contacteur ou le disjoncteur côté réseau est fermé et le réseau électrique prend progressivement en charge l'alimentation des charges. En utilisant des disjoncteurs interconnectés, il est possible de synchroniser la tension de sortie du générateur avec la tension du réseau, ce qui permet de passer en douceur du mode d'urgence au mode de fonctionnement normal. Ce type de système a généralement un coût légèrement plus élevé et nécessite l'approbation de l'opérateur du réseau.

figure 3: Configuration d'un système ASI hybride avec stockage d'énergie cinétique



Les principaux avantages de ce système ASI sont les suivants :

- Rendement plus élevé : la vitesse du volant d'inertie est indépendante de la fréquence de la tension de sortie de 50 Hz et n'est pas mécaniquement reliée à l'arbre du générateur, ce qui permet de l'optimiser afin de réduire les pertes (vitesse de rotation plus élevée, roulements spéciaux, utilisation d'un environnement sous vide,...).
- Modularité : les unités à volant d'inertie sont disponibles en modules de puissance relativement faible et peuvent être connectées dans une configuration parallèle. De cette manière, la redondance du système peut être augmentée ou la puissance nominale de l'onduleur peut être augmentée en fonction de l'augmentation de la puissance de la charge critique.

Les principaux inconvénients sont les suivants :

- Robustesse : l'absence de connexion mécanique entre le volant d'inertie et le générateur diesel réduit la robustesse aux variations de charge (en raison de l'inertie plus faible du système). Dans cette configuration, les principaux composants sont connectés électriquement.
- Faible puissance de court-circuit : les modules du volant d'inertie sont connectés au réseau et aux charges par l'intermédiaire de convertisseurs électroniques de puissance, ce qui se traduit par une faible capacité de court-circuit pendant les opérations d'urgence (en général, seulement 2 à 3 fois le courant nominal). Cela peut nécessiter une adaptation des réglages des dispositifs de protection, voire l'installation d'unités de protection supplémentaires.
- Fiabilité : cette configuration comprend un plus grand nombre de composants qu'un système ASI rotatif, ce qui se traduit par une fiabilité moindre : plus le nombre de composants connectés en série est élevé, plus la probabilité d'une défaillance entraînant l'arrêt du système est grande.

Lorsque l'on envisage une installation mobile pour ce type de système ASI, les aspects suivants doivent être pris en compte :

- Les modules du volant d'inertie étant très sensibles aux chocs, des mesures doivent être prises pour protéger les modules pendant le transport et l'installation. Il peut être difficile de protéger les pièces mobiles contre la rotation pendant le transport, car le volant d'inertie est installé dans une enceinte sous vide et n'est pas facilement accessible.
- Afin d'assurer la protection des charges critiques pendant une longue coupure du réseau (dépassant l'autonomie des volants d'inertie), un générateur diesel (ou une autre source d'énergie à haute autonomie) doit être installé, ainsi qu'un commutateur de transfert automatique pour sélectionner la source d'alimentation du système ASI (soit le réseau électrique, soit le générateur diesel). Il est recommandé d'installer le panneau avec le commutateur de transfert à l'intérieur du conteneur de l'ASI. Le générateur diesel peut être installé dans un conteneur ou une enceinte séparée.
- Si l'autonomie fournie par le réservoir journalier du générateur n'est pas suffisante pour les besoins de l'entreprise, un réservoir externe peut être installé. Une connexion entre le réservoir externe et le réservoir journalier doit être établie, y compris toutes les pompes, vannes et commandes nécessaires pour alimenter le réservoir journalier avant qu'il ne soit vide.
- L'armoire de l'ASI doit être équipée des circuits auxiliaires nécessaires pour permettre un fonctionnement correct et continu, en particulier la ventilation et la climatisation.

Générateur diesel

Un générateur diesel se compose des éléments suivants :

- Machine synchrone fonctionnant comme un générateur.
- Moteur diesel : connecté mécaniquement au générateur et démarré lors d'une panne de réseau (si la tension du réseau est indisponible pendant un certain temps, une micro-interruption n'entraîne généralement pas le démarrage du moteur). Le moteur est préchauffé afin d'assurer un démarrage en douceur.
- Commutateur de transfert automatique : ce système comprend deux disjoncteurs (l'un pour l'alimentation du réseau, l'autre pour le générateur) avec des commandes communes. En cas de défaillance du réseau, le système de transfert ordonne au moteur diesel de démarrer. Après stabilisation de la tension de sortie du générateur, le système connecte les charges au générateur. Lorsque la tension du réseau électrique est rétablie, le système commute à nouveau



(Photo 6 - Générateur diesel Europower)

sur le réseau. Ce système de transfert peut être réalisé à l'aide d'un commutateur (auquel cas les charges subissent une brève interruption à chaque commutation) ou de deux disjoncteurs motorisés ou interrupteurs de charge (auquel cas les charges ne sont interrompues que lors d'un transfert de l'alimentation du réseau à l'alimentation du générateur).

Il est important de noter qu'un générateur diesel n'est pas un système ASI : il n'effectue aucun filtrage de la tension du réseau pendant son fonctionnement normal, il ne démarre qu'après la perte de la connexion au réseau, ce qui entraîne une interruption de l'alimentation pour les charges connectées directement en aval de la sortie du générateur. Certains types de charges permettent une interruption temporaire de la tension d'alimentation et ne nécessitent pas de filtrage ni de compensation de la part de l'ASI - pour ces charges, un générateur diesel est une solution suffisante pour les protéger contre les longues coupures du réseau. Souvent, un générateur diesel est associé à un système ASI statique ou hybride, afin d'alimenter le système ASI en cas de panne prolongée du réseau (dépassant l'autonomie fournie par l'unité de stockage de l'ASI, généralement des batteries ou des volants d'inertie).

Un générateur diesel mobile est généralement installé dans une enceinte insonorisée, équipée de tous les circuits auxiliaires nécessaires (ventilation, radiateur du moteur, réservoir de carburant journalier et circuit d'alimentation du moteur, batteries de démarrage, circuit d'échappement et silencieux...) et adaptée à une installation à l'extérieur.

Comparaison des différentes technologies d'ASI

Ce chapitre présente brièvement les principales technologies d'ASI, avec leurs principaux avantages et inconvénients, ainsi que les principales difficultés d'une configuration mobile de chaque technologie d'ASI.

D'une manière générale, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Les technologies les plus robustes sont les plus adaptées à une configuration mobile : les générateurs diesel et les systèmes ASI dynamique sont généralement plus adaptés que les systèmes ASI hybrides. Ces derniers sont plus sensibles aux chocs et aux conditions environnementales pendant le transport.
- Pour les applications de faible puissance (300 kVA ou moins), les systèmes ASI statiques ou hybrides sont plus faciles à déployer (éventuellement combinés à un générateur diesel pour la protection pendant les pannes de longue durée), car ils sont disponibles en modules plus petits qu'un système ASI dynamique. Pour les applications de grande puissance (1000 kVA ou plus), le système ASI dynamique offre l'avantage d'une installation compacte, intégrant tous les composants nécessaires pour fournir une alimentation électrique ininterrompue et de haute qualité (capable de supporter des pannes de réseau courtes et longues ainsi que de filtrer les perturbations du réseau vers les charges) sur une petite surface au sol. Le coût total d'un système ASI dynamique tend à être inférieur à celui des systèmes ASI statiques et hybrides pour les applications de haute puissance (certainement pour les puissances > 2 MVA).
- L'efficacité d'un système ASI hybride est supérieure à celle d'un système ASI dynamique ou d'un système ASI statique, en particulier lorsque la puissance de la charge est inférieure à 50 % de la puissance nominale de l'ASI. En raison de leur configuration modulaire, les systèmes ASI statiques ont généralement un rendement plus élevé pour une charge partielle qu'un système ASI dynamique pour des puissances de charge comprises entre 70 % et 100 % de la puissance nominale de l'ASI, les systèmes ASI dynamique et les systèmes ASI statiques ont généralement un rendement similaire.
- Les systèmes d'ASI statiques avec stockage d'énergie par batterie sont les plus sensibles aux conditions environnementales, en particulier à la température ambiante. Les batteries nécessitent un contrôle très précis de la température à l'intérieur de l'enceinte, ce qui rend difficile la conception d'un système mobile adapté à un déploiement tout au long de l'année, dans une région étendue (cela donne une large gamme de conditions de température possibles, ce qui se traduit généralement par un coût de système élevé pour mettre en œuvre un système de refroidissement suffisamment performant). Le conteneur de la batterie doit comprendre les circuits nécessaires pour protéger l'enceinte et le site de l'entreprise d'une éventuelle contamination, d'un incendie, d'une explosion... (bacs de fuite pour contenir tout acide de batterie répandu, mesures d'évacuation des gaz de la batterie,...).

- Un système ASI dynamique est généralement installé dans un seul conteneur ou une seule enceinte (sauf pour les applications à haute puissance), tandis que les autres technologies nécessitent souvent deux ou plusieurs conteneurs ou enceintes (un ou deux pour le système ASI et son stockage d'énergie, un pour le générateur diesel). Si plusieurs enceintes doivent être installées sur le site, l'espace intermédiaire doit être suffisamment grand pour éviter un impact négatif sur la ventilation et le refroidissement, par exemple :
- Il faut éviter d'installer l'entrée d'air froid d'un conteneur à côté de la sortie d'air chaud d'un autre conteneur pour éviter la surchauffe.
- Lorsque l'on place un générateur diesel, l'échappement ne doit pas être placé à proximité de l'entrée d'air des autres conteneurs.
- Les entrées et sorties d'air doivent être libres et ne pas être bloquées par les autres enceintes ou les bâtiments adjacents.
- Une ASI dynamique offre l'avantage de pouvoir fournir un courant de court-circuit élevé en cas d'urgence (en l'absence du réseau électrique), alors que les autres technologies d'ASI ont généralement un faible courant de court-circuit en cas d'urgence. Un courant de court-circuit élevé permet le déclenchement sélectif du dispositif de protection le plus proche du défaut dans le délai exigé par le code électrique national. Si la section défectueuse n'est pas déconnectée à temps, toutes les charges du système ASI subiront une tension d'alimentation fortement réduite pendant une période excessivement longue, ce qui n'est pas bénéfique pour un fonctionnement correct et continu. En outre, les systèmes ASI ne peuvent généralement fournir ce courant de court-circuit que pendant une période limitée - si ce laps de temps s'écoule sans qu'un disjoncteur ne se déclenche, le système ASI s'arrêtera et les charges subiront une interruption.

Application des systèmes ASI mobiles

Cette section présente plusieurs cas dans lesquels un système ASI mobile est une solution appropriée pour protéger les charges critiques d'une entreprise. Tout d'abord, quelques exigences et spécifications générales pour l'installation d'un système ASI mobile sont discutées. Ensuite, plusieurs cas d'intégration d'un système ASI mobile sont présentés.

Exigences d'installation d'une ASI mobile

Afin de permettre l'intégration d'un système ASI mobile dans l'infrastructure électrique d'une entreprise, les aspects suivants doivent être pris en compte :

- Espace disponible :
- Le système ASI (et le générateur diesel, selon le type de système ASI et les exigences de l'entreprise en matière de protection de l'alimentation) doit être installé sur une surface plane et stable (de préférence en béton), capable de supporter le poids total.
- Un espace libre suffisant doit être disponible autour de l'armoire ou des armoires de l'ASI, par exemple pour une alimentation et une évacuation optimales de l'air, pour permettre l'entrée et l'entretien de l'armoire ...
- De préférence, la distance entre le système ASI, le panneau d'alimentation du réseau électrique et le(s) panneau(x) de distribution de la charge critique est limitée. Des longueurs de câble excessives peuvent entraîner des chutes de tension importantes et des pertes élevées.
- Panneaux électriques disponibles (voir figure 4 pour un exemple de l'installation électrique requise) :
- Les systèmes ASI décrits dans le présent document présentent tous la même configuration : le réseau électrique est connecté au système ASI en tant qu'entrée, la sortie du système ASI est connectée aux charges critiques.
- L'entreprise doit disposer d'un disjoncteur libre sur un tableau électrique en amont des charges critiques, permettant la connexion des câbles alimentant le système ASI. Il doit être possible de modifier les paramètres de protection de ce disjoncteur afin d'obtenir une protection correcte des câbles, en tenant compte des spécifications de l'ASI (utilisation de la puissance, courants d'appel possibles...). Nous recommandons également d'avoir un circuit de dérivation manuel pour le système ASI mobile.
- Afin de distribuer la puissance de sortie de l'ASI aux charges critiques, une connexion libre (équipée d'un interrupteur de charge ou d'un disjoncteur) doit être disponible sur chaque panneau de distribution devant être alimenté par le système ASI.

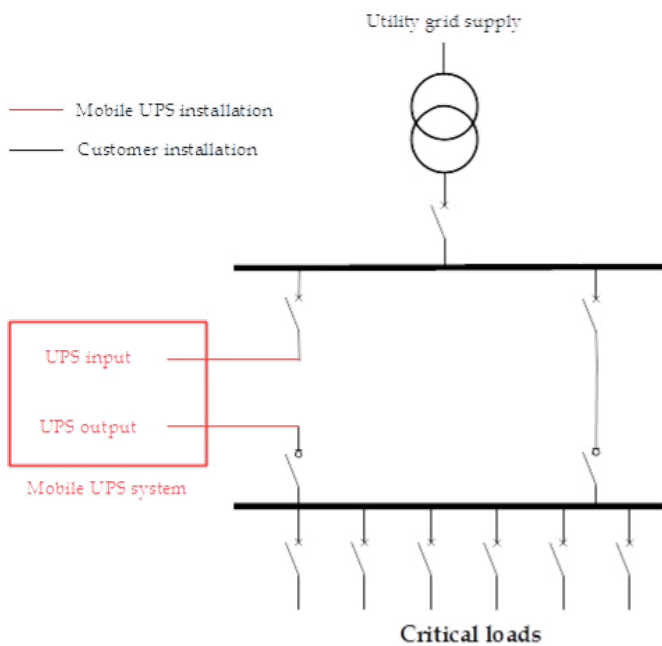


Figure 4: Installation préférée du client pour l'intégration du MUPS

- Gaz d'échappement::
 - En cas d'urgence, le moteur diesel émet des gaz d'échappement. Il est important d'installer le système ASI (ou le générateur diesel) dans un endroit où les gaz d'échappement n'ont pas d'impact négatif sur les activités de l'entreprise (par exemple, près de l'entrée d'air d'un bâtiment, directement à côté d'immeubles de bureaux).
 - Par ailleurs, si l'entreprise possède une ou plusieurs installations émettant des gaz chauds ou nocifs, il est recommandé de ne pas installer le système ASI mobile à proximité de ces processus, afin d'éviter l'introduction de ces gaz dans le système ASI.
- Câblage des ASI mobiles
 - Afin de faciliter la connexion du système ASI mobile à l'installation de l'entreprise, il est recommandé d'installer un tableau électrique à proximité de l'endroit où est installé le système ASI. Le câblage entre ce tableau et les tableaux de l'entreprise est permanent (éventuellement installé dans des chemins de câbles ou des trajectoires de sous-sol). Cela limite la longueur du câblage de l'ASI mobile temporaire, qui n'est généralement pas installé dans un chemin de câbles.

● Réservoir de carburant externe

si l'autonomie requise par l'entreprise dépasse l'autonomie fournie par le réservoir de carburant interne de l'ASI mobile, un réservoir externe doit être installé, y compris un circuit avec les pompes, les vannes et les commandes nécessaires pour fournir du carburant au réservoir interne de l'ASI mobile. Le raccordement de ce circuit de carburant à celui de l'ASI mobile doit être facile à réaliser.

Les paramètres et informations suivants sont nécessaires pour déterminer la puissance nominale de l'ASI mobile, le câblage et le réglage des disjoncteurs :

- Puissance de charge maximale à fournir par l'ASI (mesurée ou estimée) - il convient de faire la distinction entre la puissance de charge active (kW) et la puissance de charge apparente (kVA). Si les charges critiques consomment ou fournissent une quantité importante de puissance réactive (kVAR), cela a un impact important sur l'ASI. La communication du facteur de puissance le plus défavorable est utile pour évaluer correctement le système ASI mobile.
- Schéma électrique unifilaire ou détaillé de l'installation - en particulier pour la connexion de l'alimentation du réseau de l'ASI et la répartition de la charge de l'ASI. Des informations détaillées concernant les disjoncteurs et les interrupteurs de charge ainsi que la puissance des tableaux électriques en amont et en aval du système ASI mobile sont également nécessaires.
- Autonomie souhaitée en cas de panne de réseau.



(Photo 7 - système ASI mobile Luminus Solutions)

Cas d'application d'un système ASI mobile

Cette section présente plusieurs cas dans lesquels l'intégration d'un système ASI mobile est utile pour protéger l'alimentation électrique des charges critiques d'une entreprise:

Pour les entreprises en possession d'un système ASI "fixe" :

Un système ASI mobile peut être installé pendant la révision du système ASI "fixe". Dans le cadre de la maintenance tout au long de la durée de vie d'un système ASI dynamique, une révision de la machine synchrone et de l'unité de stockage de l'énergie cinétique est nécessaire (généralement tous les 7 à 10 ans). Ces composants doivent généralement être déplacés vers un atelier de révision, ce qui signifie une indisponibilité temporaire de l'alimentation ASI pour les charges critiques. Une procédure d'installation d'une ASI mobile avant le retrait des composants de l'ASI "fixe" permet de maintenir une alimentation électrique protégée par l'ASI. La procédure de basculement se présente généralement comme suit:

- Installation du système ASI mobile sur le site, connexion des câbles, éventuellement test du système mobile.
- Transfert du système ASI "fixe" vers le bypass.
- Connexion et démarrage du système ASI mobile en mode bypass.
- Mise hors service du système ASI "fixe" - déconnexion de l'ASI du réseau de l'entreprise (alimentation du réseau et distribution de la charge)
- Transfert du système ASI mobile vers un fonctionnement normal

Après cette étape, l'ASI mobile protège les charges critiques et l'ASI "fixe" peut être révisée.

- En cas de défaut ou de défaillance du système ASI "fixe", un système ASI mobile peut être intégré temporairement pour permettre d'inspecter et de tester l'ASI "fixe". Cela réduit le temps pendant lequel les charges critiques doivent être alimentées directement par le réseau électrique.
- Pour une augmentation temporaire de la redondance ou de la puissance de l'ASI : lorsqu'il existe un besoin d'augmenter temporairement la redondance de l'alimentation de l'ASI, un système ASI mobile peut être installé. Bien entendu, la compatibilité des commandes de l'ASI mobile avec celles des systèmes ASI "fixes" est nécessaire pour permettre le fonctionnement en parallèle des deux systèmes. L'installation « fixe » doit également être adaptée à cette capacité accrue de l'ASI (disjoncteurs, câbles et panneaux, sélectivité...). Il est également possible d'installer le système ASI mobile en série avec les systèmes ASI "fixes".

Pour une entreprise en cours d'acquisition d'un système ASI "fixe" :

Lors d'une commande d'un nouveau système ASI, le délai de livraison de l'installation électrique (panneaux, câblage) est souvent beaucoup plus court que celui du système ASI lui-même. Afin de réduire le temps nécessaire à l'obtention d'une alimentation électrique protégée par ASI pour les charges critiques, un système ASI mobile peut être installé après la mise en service des panneaux électriques et du câblage. Lorsque le système ASI "fixe" est livré sur le site, le système ASI mobile peut continuer à protéger les charges pendant que le système "fixe" est installé, testé et mis en service. Après la mise en service du système ASI "fixe", le système ASI mobile peut être arrêté et retiré du site.

Pour une entreprise n'ayant pas de système ASI "fixe" :

Si une entreprise a temporairement besoin d'une alimentation protégée pour (une partie des) charges, un système ASI mobile peut être installé sur place pour répondre à ce besoin, à condition que les conditions nécessaires à l'intégration d'un système ASI mobile soient remplies (voir la section 0).



(Photo 8 - Système ASI mobile de 1600 kVA Luminus Solutions)

Decouvrez nos formules
de location

www.luminussolutions.be

+32 16 76 80 40
info@luminussolutions.be
Bleyveldstraat 9
3320 Hoegaarden

