

L'efficacité énergétique : un sujet chaud



Aujourd'hui, l'un des problèmes les plus largement débattus à travers le monde concerne le prix et la demande en forte augmentation de l'approvisionnement en énergie. Cela s'accompagne d'une prise de conscience de l'impact sur l'environnement et de l'épuisement des combustibles fossiles de plus en plus répandue qui a entraîné un mouvement naturel vers l'économie d'énergie et de forts encouragements pour utiliser de nouvelles énergies renouvelables, adopter de meilleures pratiques de conservation de l'énergie, développer et faire progresser des normes, des processus et des technologies à haut rendement énergétique.

Les conditions environnementales qui se dégradent de plus en plus, ont fait naître un un fort sentiment d'incertitude concernant l'avenir de l'approvisionnement en énergie et conduit à une recherche mondiale d'économie d'énergie.

Sur ce sujet se trouvent au premier plan les industries dont les activités contribuent de façon substantielle à l'ensemble de la consommation d'énergie en raison de leurs besoins constants mais tout autant cruciaux en énergie. La dépendance des entreprises actuelles en termes d'alimentation fiable représente une pression les menant à chercher des moyens de diminuer leur consommation d'énergie tout en évitant par dessus tout de mettre en péril la continuité de leur activité.

Là où le temps de disponibilité est d'une importance capitale pour nombre de ces sociétés leaders dans le monde, la présence d'une ASI est une condition préalable indispensable pour une infrastructure capable de fournir une protection et une conservation de charge maximales.

Les ASI fournissent une alimentation sans interruption aux systèmes électroniques tels que des réseaux et des serveurs informatiques, des systèmes de gestion de site et des systèmes de sécurité. Ils protègent également contre les coupures de courant qui peuvent potentiellement entraîner un arrêt des activités, une perte d'informations, de productivité et de bénéfices pour les entreprises. En outre, les ASI fournissent une alimentation propre à la charge, garantissant que la faible qualité de l'approvisionnement du réseau public d'électricité est minimisée ou totalement éliminée afin d'éviter toute perturbation en aval.

Ainsi, la préservation de la qualité d'alimentation et la recherche du rendement énergétique maximal sont destinées à devenir les futurs éléments de référence d'une nouvelle génération d'ASI : **une fiabilité exceptionnelle associée à un rendement énergétique maximal pour une disponibilité de 100 %**.

On considère que le rendement énergétique d'une ASI est le rapport de la puissance d'entrée de l'ASI sur la puissance de sortie de l'ASI

alimentant la charge. À chaque fois que le courant passe à travers des composants internes d'une ASI, une certaine quantité d'énergie est dissipée sous forme de chaleur, ce qui représente des pertes d'énergie. De l'énergie supplémentaire est aussi consommée lorsque l'air conditionné fonctionne pour maintenir l'installation à température ambiante idéale.

Tandis qu'une certaine quantité¹ de pertes d'énergie est inévitable, il est évident que la réduction de la consommation des ASI et l'amélioration résultante de son rendement vont contribuer de manière significative à la diminution du gaspillage d'énergie excessive, et par conséquent à l'optimisation de l'ensemble des économies de coûts de fonctionnement sur la facture d'énergie. Les économies effectuées 24 heures sur 24 et 365 jours par an sur une période de cinq ans non seulement reviendraient au coût d'achat d'une ASI, mais cela contribuerait aussi activement à réduire les émissions de CO2 et autres émissions participant au réchauffement global, ce qui assurerait l'impact environnemental le plus faible pour la solution de protection d'alimentation choisie.

¹Tel que stipulé dans la deuxième loi de la thermodynamique, à chaque fois que de l'énergie est transformée d'un type à un autre, une certaine quantité de cette énergie est dissipée sous forme de chaleur. En termes simples : c'est pour cette raison que les moteurs de voiture sont chauds lorsqu'ils tournent, que les batteries de téléphone portable chauffent lorsqu'elles sont en recharge et que les réacteurs nucléaires nécessitent un refroidissement constant.

La solution d'ASI optimale pour l'efficacité énergétique

Compte tenu de la demande sans précédent en conservation de l'énergie et la technologie d'ASI actuellement disponible, en termes d'efficacité énergétique, nous pouvons concevoir que l'ASI idéale serait capable de prédire la nature des perturbations et pannes sur le réseau et d'adopter, en temps réel, la meilleure solution pour y remédier, utilisant l'énergie minimale nécessaire pour fournir la meilleure qualité d'alimentation à la charge.

Chloride a fait de cet idéal une solution réelle concrète en créant la première ASI à haut rendement énergétique global.

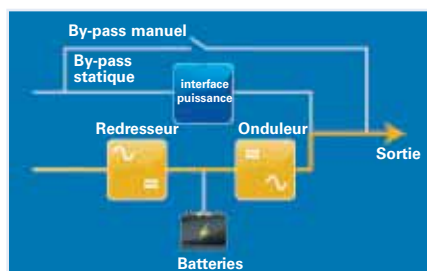
Chloride a développé **Trinergy**, une ASI révolutionnaire, capable d'analyser en continu l'environnement électrique dans lequel elle opère et, selon l'évaluation des conditions en entrée et des caractéristiques de la charge, est capable de choisir intuitivement la solu-

tion parfaite en termes de continuité d'alimentation, de conditionnement et d'économies d'énergie.

Cela est possible car les trois configurations d'ASI, acceptées dans une large mesure par la communauté d'experts des ASI et la Commission Électrotechnique Internationale (CEI), sont disponibles pour la première fois en une seule unité totalement compatible avec toutes les installations :

Contrôle maximal de la puissance (VFI)

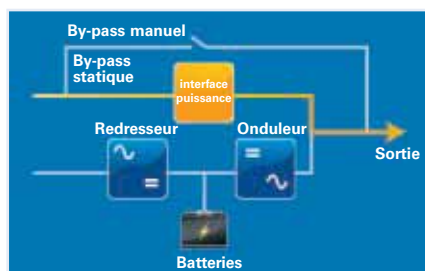
permet de fournir la puissance optimale à la charge à chaque fois que le système détecte que l'environnement électrique nécessite un conditionnement.



En cas de dégradation des conditions du réseau et si les paramètres surveillés sont hors tolérance, le mode Contrôle maximal de puissance permet un conditionnement complet et une alimentation de la charge en utilisant le mode double conversion avec un rendement de 95 %.

Économies d'énergie maximales (VFD)

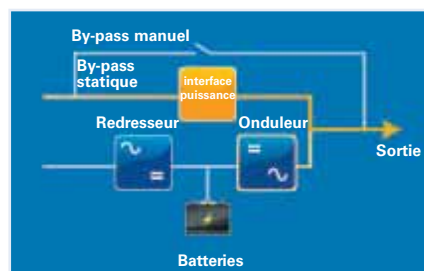
détecte lorsque l'énergie fournie par le secteur à l'unité est de qualité idéale et que le besoin de conditionnement est inexistant.



Lorsque les conditions du réseau sont stables, le mode Économies d'énergie maximales est sélectionné, permettant à l'énergie de passer à travers la ligne de by-pass, atteignant un rendement de 99 %.

Rendement élevé & conditionnement de la puissance (VI)

permet au système de conditionner suffisamment l'alimentation en énergie sans avoir à passer à la configuration de contrôle maximal de la puissance.



Lorsqu'une charge non linéaire est connectée à l'ASI et en présence d'harmoniques, **Trinergy** est capable de compenser en fonctionnant comme un filtre actif, et en ne consommant que l'énergie nécessaire pour compenser les perturbations sur la ligne. Elle atteint ainsi le rendement le plus élevé possible, sur la base de la qualité des perturbations, compris entre 96 % et 98 %.

Conjointement à ces trois modes de fonctionnement, **Trinergy** exploite aussi les caractéristiques fondamentales d'une ASI de haute qualité.

L'exclusivité qui distingue **Trinergy** des autres ASI est la combinaison de paramètres de rendement énergétique, de continuité d'alimentation et de performances exceptionnelles présents pour la première fois dans un même produit :

- Disponibilité maximale de la charge
- Rendement optimal
- Qualité d'alimentation optimale à la charge
- Totale compatibilité avec toute source en amont
 - Faible distorsion harmonique totale en entrée
 - Facteur de puissance élevé en entrée
- Adaptabilité maximale pour alimenter toute charge
- Conformité démontrée avec les normes d'installation et d'équipement



Une étude de cas avec un centre de données

Les centres de données dépendent d'ASI pour conditionner l'alimentation et éliminer les coupures, affaiblissements, crêtes, et autres écarts par rapport à une alimentation propre et en phase de manière à assurer la continuité et la sécurité du réseau dans lesquels ils opèrent.

Mais où va donc l'énergie ? Avant d'atteindre le rack d'équipement informatique, l'électricité est d'abord fournie à l'ASI, dans laquelle elle passe par les composants internes et est traitée avant de quitter l'ASI pour alimenter directement le centre de données.

L'électricité consommée dans cette chaîne d'alimentation représente une part substantielle de l'ensemble de l'énergie utilisée pour alimenter un centre de données.

Dans une installation typique d'un data centre, les conditions du réseau et les caractéristiques électriques de la charge varient principalement en fonction du trafic, résultant en variations de puissance et présentant alors des conditions de charge électrique différentes devant être protégées par l'ASI.

Dans l'environnement électrique donné, l'ASI influe sur la distribution en amont via le facteur de puissance en entrée (PF) et le THDi (distorsion harmonique totale du courant) en entrée. Ces caractéristiques électriques varient de façon significative, respectivement entre 0,8 et 0,9 et entre 6 % et 20 % pour le PF et le THDi, selon les fluctuations de la charge, causant ainsi des problèmes d'harmoniques et de courant réactif, nécessitant de ce fait différents niveaux de conditionnement.

L'ASI joue un rôle fondamental en conditionnant le courant tiré par la charge car cela

contribue à éviter que le courant réactif et les harmoniques n'atteignent les sources d'alimentation et ne causent potentiellement des problèmes au niveau de l'équipement en amont et sur tout le réseau électrique, avec par ex. une surchauffe du transformateur, un vieillissement accéléré des composants, la nécessité de surdimensionner les câbles et des coûts d'installation et de fonctionnement plus élevés.

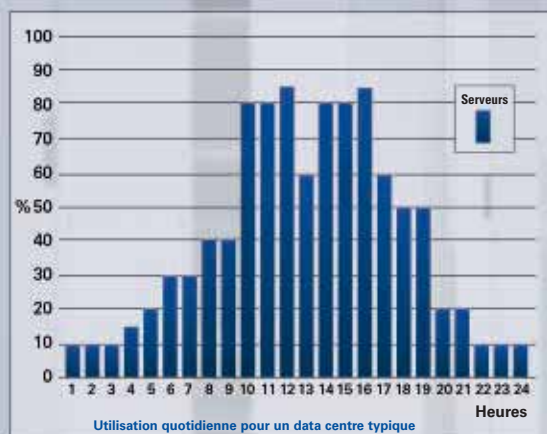
Aujourd'hui, les ASI standards communément utilisées dans les centres de données garantissent la qualité élevée de l'alimentation et le conditionnement en fonctionnant en mode double conversion. Le mode double conversion convertit la puissance CA (puissance d'entrée) en CC et la puissance CC en CA (puissance de sortie), fournissant une forme d'onde parfaite en sortie quelle que soit la qualité en entrée. L'inconvénient du fonctionnement continu en mode double conversion, par ex. même lorsque les perturbations sont minimales, est la dissipation d'énergie excessive élevée et largement inutile.

La solution de conditionnement de puissance idéale pour des installations de centre de données serait donc une solution capable de conditionner intuitivement le courant et les harmoniques en utilisant le moins d'énergie possible.

Trinergy est de fait capable de fonctionner selon un mode numérique interactif distinct dans lequel l'onduleur fonctionne comme un filtre parallèle actif et compense ainsi le THDi et le FP (facteur de puissance) de la charge. Dans le même temps, **Trinergy** peut fonctionner comme un filtre série actif pour améliorer les tolérances en tension de la fenêtre d'entrée en cas d'affaiblissements ou de crêtes de tension, avec un rendement global remarquable pouvant atteindre 98 %.

Si un fort conditionnement de puissance est nécessaire ou en cas de conditions du réseau particulièrement mauvaises, **Trinergy** est capable de réagir immédiatement et de maintenir la meilleure qualité de puissance en sortie en fonctionnant en mode double conversion.

En conclusion, contrairement à l'ASI standard, qui fonctionne en mode double conversion quelles que soient les conditions du réseau, **Trinergy** surveille tout d'abord les conditions de fonctionnement ambiantes sur le réseau avant de choisir intuitivement le moyen le plus efficace pour compenser les perturbations. Elle n'utilise alors que l'énergie nécessaire, lui permettant de fournir un rendement de 4 à 7 % plus élevé que l'ASI standard. Elle garantit donc un niveau de rendement plus élevé tout en fournissant la même haute qualité de conditionnement de puissance que l'ASI à double conversion.



Cas réel d'exploitation

Les avantages exceptionnels de Trinergy lui permettent de différencier les conditions variables en entrée du réseau et de choisir le meilleur mode de fonctionnement en utilisant le minimum d'énergie nécessaire pour fournir la meilleure qualité de puissance en sortie et le meilleur conditionnement à la charge.

Pour mieux comprendre les avantages issus de cette architecture révolutionnaire et quantifier l'économie d'énergie réelle qu'il est possible d'obtenir avec **Trinergy**, une simulation des différentes technologies d'ASI actuellement disponibles sur le marché a été effectuée.

La crédibilité d'une simulation dépend de la prise en compte ou non des conditions réelles du réseau. C'est pourquoi Chloride a effectué une analyse des données réseau mesurées par son système de surveillance et de diagnostic à distance LIFE.net, un système de communication bidirectionnel actif 24 heures sur 24 tout au long de l'année conçu pour diagnostiquer et surveiller à distance l'état opérationnel d'ASI et de systèmes de distribution de puissance à travers son réseau mondial.

Les données relatives au fonctionnement des ASI dans les conditions réelles du réseau correspondent à un échantillon de 2 374 ASI surveillées 24 heures sur 24, 365 jours par an au Royaume-Uni. Une analyse LIFE.net sur 12 mois effectuée en 2008 a montré que, en moyenne, les ASI Chloride ont protégé des sociétés ainsi :

- 2 709 valeurs hors tolérance par ASI
- 8 sec. de durée moyenne hors tolérance
- 11 pannes de secteur par ASI
- 120 sec. de moyenne par panne de secteur

À chaque fois, il existait un risque potentiel pour la charge.

Les résultats ci-dessus se sont montrés fondamentaux lorsqu'ils ont été analysés conjointement aux technologies d'ASI existantes. Ils ont été rendus possibles grâce à un simulateur dédié spécialement développé

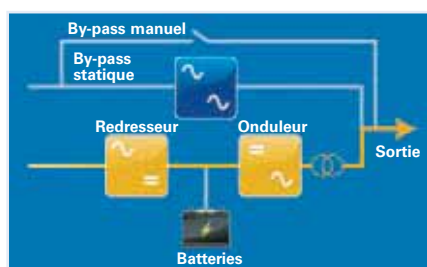
avec de nombreux paramètres incluant : les conditions du réseau, l'architecture des ASI, le rendement, l'algorithme des ASI.

La simulation a été effectuée avec pour base la disponibilité des données du réseau réel et l'indication de l'architecture. Le rendement de fonctionnement moyen des ASI fonctionnant dans chaque mode a été calculé tout en prenant en compte dans le même temps la puissance en entrée. Cela a donc permis d'obtenir la dissipation d'énergie totale sur une période d'un an. Les rendements moyens atteints figurent dans le tableau ci-dessous et sont utilisés dans le calcul et la comparaison des économies d'énergie des trois technologies différentes.

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des résultats de la comparaison entre les ASI fonctionnant avec chacune des technologies disponibles :

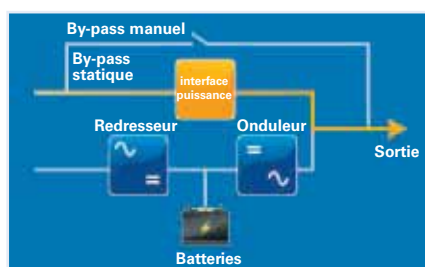
	Puissance apparente kVA	Puissance active kW	Rendement de fonctionnement moyen %	Puissance en entrée kW	Coefficient de refroidissement	Énergie dissipée kWh	Coût de l'énergie €/KWh	Économie d'énergie MWh	Économie par an €
Technologie standard existante (double conversion)	600	540	92	584	1,4	7 198 435	0,053		
Meilleure technologie existante (mode double conversion intelligente sans transfo)	600	540	95	569	1,4	6 971 116	0,053	230	12k
Technologie Trinergy	600	540	98	552	1,4	6 757 714	0,053	450	24k

*Modèle et outil de calcul décrits en détail dans l'Annexe.



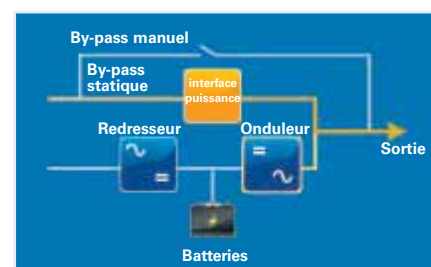
Technologie standard existante

Ce type d'ASI avec technologie de transformateur onduleur assure un rendement à pleine charge d'environ 92 %. Dans une installation à environnement contrôlé avec air conditionné, la dissipation d'énergie à pleine charge et pour un an est de 7200 MWh.



Meilleure technologie existante avec mode DIM

Ce type d'ASI avec double conversion intelligente (mode DIM) améliore grandement le rendement de fonctionnement du système, permettant à celui-ci d'aller jusqu'à 97 %. Ce type d'ASI fonctionnant en double conversion sans transformateur présente un rendement de fonctionnement moyen de 95 %, entraînant une économie d'énergie de 230 MWh par rapport à la technologie standard existante, ce qui offre une baisse significative des coûts.



Technologie Trinergy

La toute dernière architecture technologique révolutionnaire de Chloride présente des avantages extraordinaires.

En fonction des différentes conditions affectant la charge, **Trinergy** peut choisir intuitivement le mode de fonctionnement le plus approprié afin d'utiliser le moins d'énergie possible tout en garantissant une qualité de puissance parfaite et en allant jusqu'à 98 % de rendement de fonctionnement, ce qui représente une économie d'énergie, une baisse des coûts et un impact environnemental réduit.

Conclusion

Cherchant à sécuriser tous les équipements et processus à mission critique, nous pouvons conclure que jusqu'à présent nous pourrions choisir entre deux technologies principales : la technologie standard existante et la meilleure technologie existante avec mode DIM. Chacune de ces deux technologies largement acceptées a des avantages et des inconvénients en termes de rendement énergétique.

Lorsque l'ASI standard fonctionne en mode double conversion, elle fournit une protection de charge optimale dans toutes les situations, qu'il s'agisse d'une faible variation de tension ou d'une grosse défaillance de puissance. Dans les deux cas, l'énergie dissipée par l'ASI est la même. La question est alors de savoir s'il serait possible d'avoir une ASI capable de s'adapter individuellement aux deux conditions opposées du réseau en utilisant moins d'énergie, c'est-à-dire en minimisant la dissipation d'énergie pendant des événements de type faible variation de tension ?

La principale limite de l'ASI disposant de la meilleure technologie sans transformateur est que lorsqu'elle fonctionne en mode DIM, l'ASI n'est capable de fournir aucun type de conditionnement, même en cas de perturbations minimales. De plus, l'onduleur est inutilisable pour conditionner les harmoniques ou compenser les variations de tension, obligeant à passer en mode double conversion (double conversion intelligente) afin de conditionner la charge. Cela entraîne alors une dissipation d'énergie très élevée.

Ceci peut encore mieux être démontré à l'aide des données tirées de la surveillance et du diagnostic de LIFE.net, qui montrent clairement que les perturbations les plus fréquentes sur le réseau ne sont pas des pannes de secteur totales, mais principalement des valeurs légèrement hors tolérance ou des variations du réseau. Ainsi, pour une ASI fonctionnant avec la meilleure technologie et le mode DIM, la nécessité de passer du mode de double conversion au contrôle maximal de puissance interviendrait très souvent.

La nouvelle technologie révolutionnaire de Trinergy, offre d'énormes avantages :

Non seulement le rendement de chaque mode de fonctionnement existant a été optimisé, mais un nouvel algorithme a en outre été créé pour permettre à l'ASI de surveiller l'environnement dans lequel elle fonctionne et de sélectionner intuitivement le mode de fonctionnement afin de permettre une protection maximale de la charge et une économie d'énergie maximale tout en maintenant des performances d'ASI optimales.

Le niveau de rendement unique que **Trinergy** a démontré n'est pas le seul élément méritant des louanges. **Trinergy**, grâce à la combinaison unique de technologies, est également la meilleure solution à l'heure actuelle pour réduire les coûts de fonctionnement.

En fait, comme notre analyse le montre, une ASI fonctionnant en mode standard ne fournit pratiquement aucune marge en termes d'économie d'énergie ou de baisse de coûts car elle

fonctionne en permanence en mode double conversion. Si l'on compare la technologie standard et la meilleure technologie d'ASI avec mode DIM, l'économie d'énergie et la baisse des coûts sont toutes deux nettes avec cette dernière. Mais au final, l'ASI fonctionnant avec la nouvelle technologie révolutionnaire de Chloride, intégrant toutes les technologies existantes en une seule, prouve qu'elle double les économies réalisées avec une ASI fonctionnant avec la meilleure technologie existante.

Trinergy est une véritable révolution pour le secteur des ASI dans le monde entier.

Annexe: méthode de calcul d'économie d'énergie

Pour pouvoir calculer la valeur de l'économie d'énergie de toute ASI donnée, nous devons d'abord calculer la quantité d'énergie dissipée par l'unité individuelle.

La vaste gamme d'ASI actuellement disponible sur le marché offre des technologies différentes, les ASI présentant ainsi des dissipations d'énergie différentes.

Pour calculer la dissipation d'énergie d'une ASI, nous commençons par le rendement de l'ensemble de l'unité qui est en fait l'expression de la quantité d'énergie dissipée par le système.

Formule : 1

$$\eta = \frac{P_u}{P_i}$$

La formule ci-dessus, rendement égal puissance active de sortie sur puissance active d'entrée, est utilisée pour obtenir le rendement de l'ASI.

L'économie d'énergie peut être ensuite calculée comme étant la différence entre les énergies dissipées par chaque ASI.

L'énergie dissipée (kWh) par l'ASI sur une période d'un an est obtenue à l'aide de la formule suivante :

Formule : 2

$$E \text{ (kWh)} = P_i \text{ (kW)} \times 365 \text{ (jours par an)} \times 24 \text{ (heures par jour)} \times 1,4 \text{ (coefficient d'air conditionné)}$$

Pour cette formule, la puissance d'entrée (Pi) peut être calculée en divisant la puissance active de sortie par le rendement. En outre, un coefficient d'air conditionné de 1,4 doit être appliqué à tous les systèmes pour un résultat plus réaliste.

Afin de maintenir une température contrôlée dans une installation réelle, un système d'air conditionné est en général nécessaire. Bien sûr, plus l'ASI dissipe d'énergie, plus elle dégage de chaleur, et par conséquent plus l'énergie dissipée par le système d'air conditionné augmente.

Pour calculer la dissipation d'énergie dans notre simulation, nous avons choisi une ASI de 600 kVA avec une puissance active de sortie de 540 kW. Afin d'obtenir la puissance d'entrée de l'ASI, et ainsi calculer l'économie d'énergie, nous devons d'abord connaître le rendement de chaque technologie à comparer.

Une ASI avec la technologie standard existante, fonctionnant en mode double conversion et connectée à une charge résistive de 540 kW, a un rendement d'une valeur fixe de 92 %.

Afin d'obtenir les valeurs de rendement de la meilleure technologie existante et de la technologie **Trinergy**, nous avons utilisé un simulateur dédié car ces technologies ont des modes de fonctionnement différents qui auraient des rendements différents en fonction des conditions du réseau.

Le simulateur nous permet de calculer l'économie d'énergie qui peut être obtenue avec ces technologies. En utilisant les données réseau réelles, nous sommes en mesure de prendre en compte le rendement, l'architecture et l'algorithme de la meilleure technologie existante et de la technologie **Trinergy**.

Le simulateur calcule automatiquement le rendement énergétique moyen de l'ASI en tenant compte de la durée de fonctionnement de l'ASI dans chaque mode, basée sur les conditions du réseau extraites du système de diagnostic et de surveillance à distance LIFE.net.

Effectuer la simulation avec la meilleure technologie existante signifie que le simulateur calcule le rendement de fonctionnement moyen de l'ASI en analysant les conditions en entrée et en calculant sur toute l'année la durée de fonctionnement de l'ASI en mode double conversion et en mode DIM.

Effectuer la simulation avec la nouvelle technologie révolutionnaire nous permet de calculer, sur la base des conditions réseau réelles, la durée de fonctionnement virtuelle de l'ASI dans chaque mode différent et d'obtenir ainsi le rendement de fonctionnement moyen global.

Pour conclure, la valeur de l'économie d'énergie a été calculée comme étant la différence entre les énergies dissipées par chaque ASI (calculées en utilisant la puissance active de sortie de la charge) et le rendement de fonctionnement moyen obtenu à l'aide du simulateur dédié.