

## Aperçu des stratégies et techniques d'énergie verte pour les centres de données modernes

### Introduction

Les centres de données assurent le fonctionnement des équipements informatiques professionnels stratégiques, notamment des serveurs, ainsi que des périphériques réseau et de stockage. Même si les centres de données prennent en charge des milliards d'utilisateurs en ligne dans le monde entier, les centres de données consomment également de grosses quantités d'énergie. Des améliorations tangibles concernant l'efficacité énergétique des centres de données doivent donc être élaborées pour réaliser des économies d'énergie significatives. Les opérateurs de centres de données existants doivent gérer avec une grande efficacité leurs centres de données afin d'en tirer des avantages à la fois environnementaux et économiques.

La première étape visant à accroître l'efficacité énergétique des centres de données consiste en une évaluation minutieuse de l'indicateur d'efficacité énergétique (PUE). En termes simples, le PUE est la puissance totale du centre de données divisée par la quantité de puissance utilisée par l'informatique, ou la puissance totale de l'infrastructure divisée par la puissance des équipements informatiques. Le PUE est un indicateur défini par un groupe de travail composé de chefs de gouvernement et de dirigeants industriels convoqués par l'association Green Grid. Comme il offre un niveau de confiance élevé et peut mesurer l'efficacité énergétique des centres de données, il peut être appliqué à tous les centres de données standards. Il vise à établir un « indicateur cohérent et reproductible » que les opérateurs de centres de données peuvent utiliser pour surveiller et améliorer continuellement leur consommation d'énergie. L'étude menée par l'Uptime Institute en 2014 a révélé que la moyenne industrielle pour le PUE était de 1,7. C'était supérieur à 1,67 en 2013, mais inférieur à 1,8 en 2012, ceci indiquant que l'efficacité énergétique des centres de données peut encore être améliorée (voir fig. 1).

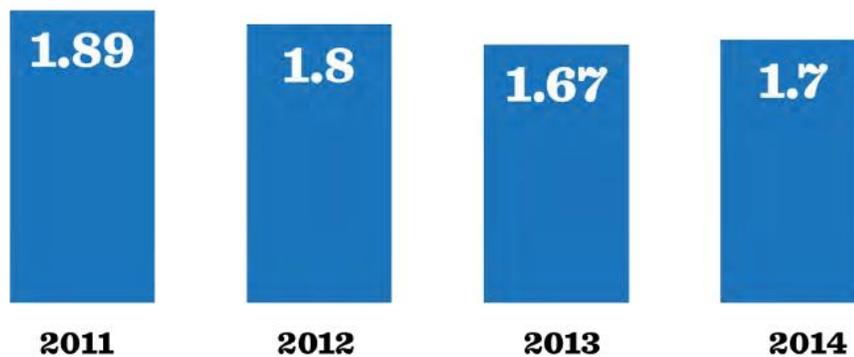


Figure 1 : Rapport sur le PUE moyen des centres de données, 2011 ~ 2014

Source : Résultats de l'étude industrielle sur les centres de données réalisée en 2014 par l'Uptime Institute



L'augmentation des mégadonnées et de l'Internet des Objets (IdO) au cours des dernières années a favorisé la poursuite de la construction de centres de données. Une prise de conscience écologique croissante a également souligné l'importance de « centres de données économiques en énergie ». Tout d'abord, la part des coûts d'alimentation se place juste derrière celle des coûts de personnel s'agissant du coût total de propriété (TCO) d'un centre de données. Les centres de données sont souvent accusés d'être « non respectueux de l'environnement » (voir les évaluations annuelles publiées par Greenpeace). En réalité, les centres de données aux États-Unis, par exemple, représentent seulement 2 % de la consommation totale d'énergie, ce qui est inférieur à la moyenne mondiale. Il en ressort que de nombreux centres de données utilisent toujours divers moyens de réaliser des économies d'énergie et de réduire les émissions de carbone.

Toutefois, de nombreux centres de données n'ont toujours pas, à ce jour, adopté d'indicateur d'efficacité, il n'y a donc pas de norme s'agissant des économies d'énergie. Malgré le débat continu sur le PUE, il reste la principale méthode de mesure de l'efficacité de l'infrastructure des centres de données et offre une référence utile lors de l'élaboration et de la mise en œuvre de stratégies de développement durable au niveau des centres de données.

## **Stratégie des centres de données écologiques**

Selon l'article « Caractéristiques des centres de données à faible émission de carbone » publié sur [Nature Climate Change](#), l'efficacité et les émissions de carbone des équipements informatiques, tels que les serveurs, le stockage, la communication, l'infrastructure (ventilateurs, refroidissement, pompes, distribution de puissance) sont les principaux facteurs qui influent sur la production de gaz à effet de serre (GES) par les centres de données. Certaines des suggestions faites dans cet article au sujet de l'amélioration de la consommation d'énergie peuvent faire une différence importante dans les projets écologiques des centres de données.

Les sept stratégies principales en matière de centres de données écologiques sont énumérées ci-après. Elles contribueront à améliorer la consommation d'énergie des centres de données et à optimiser le PUE :

### **Stratégie 1 : Audits réguliers du matériel**

Les géants informatiques mondiaux tels que Facebook, Google et Apple continuent tous à étudier les moyens d'améliorer l'efficacité des centres de données. Leurs méthodes peuvent sembler très impressionnantes, mais la première stratégie suggérée ici concerne une action que la plupart des entreprises peuvent entreprendre: une inspection régulière de l'ensemble du matériel existant.

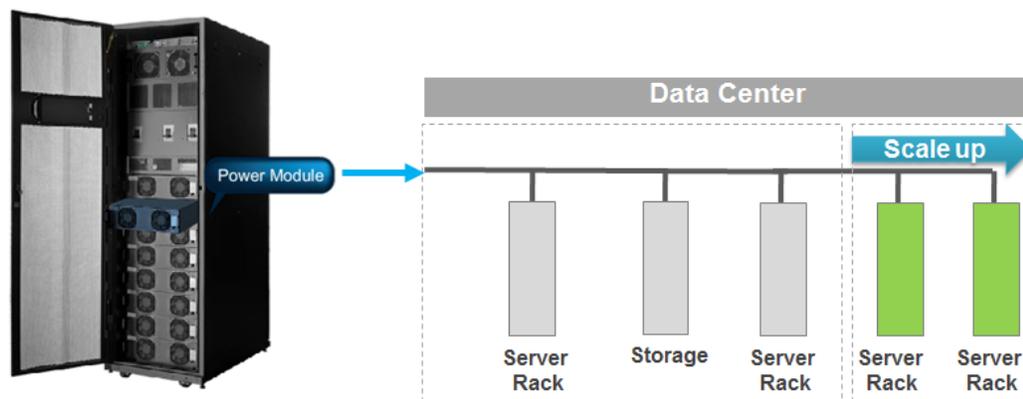
Les centres de données disposent généralement de nombreux équipements informatiques inutiles. « Les serveurs comateux » se réfèrent à des serveurs qui sont toujours branchés dans la baie, mais qui ne sont plus effectivement utilisés. Ils occupent toujours un espace précieux dans la baie, consomment de grosses quantités d'énergie et dégradent le PUE. L'Uptime Institute a mené une étude en 2013 afin de déterminer la prévalence du problème et a constaté que près de la moitié des répondants n'effectuait pas d'inspections systématiques et ne débranchait pas les serveurs inutiles. Une étude par échantillonnage réalisée par l'Agence pour la protection de l'environnement

américaine a également révélé que la plupart des centres de données manquaient de moyens efficaces permettant de surveiller l'ensemble de leur charge d'infrastructure et informatique sur site. Il en ressort que la route est encore longue pour améliorer la consommation d'énergie des centres de données.

La Banque Barclays, par exemple, en débranchant 9 124 serveurs inutiles en 2013, a réalisé des économies en matière d'énergie, de refroidissement et d'espace de baie utilisé. La puissance de traitement a augmenté et sa facture énergétique a été réduite de 4,5 millions de dollars. Le fait de réduire le nombre de serveurs offre donc des avantages indéniables.

Hormis les audits des équipements informatiques, l'infrastructure non informatique, p. ex. les systèmes d'alimentation sans coupure (ASC) des centres de données, doit également être régulièrement contrôlée. Contrairement aux ASC monobloc conventionnels avec transformateur, la tendance actuelle est de choisir des ASC modulaires sans transformateur. Les deux conditions mentionnées ci-après doivent être prises en compte lors de la sélection des ASC afin de réaliser des économies d'énergie au sein des centres de données :

- **Evolutivité** : Les ASC modulaires permettent d'augmenter le nombre de modules d'alimentation afin de pouvoir faire face à l'extension des centres de données. Cela ne nécessite pas d'investir des capitaux importants lorsque la salle de serveurs est configurée et ne prend pas d'espace supplémentaire. Une « extension transparente » des ASC peut donc être réalisée tandis que le secteur des serveurs continue de croître (fig. 2). Hormis les modules d'alimentation supplémentaires, les ASC doivent également prendre en charge de multiples périphériques fonctionnant en parallèle pour permettre une extension d'échelle.



**Vertical expansion  
within a single cabinet**

Figure 2: ASC modulaire permettant de répondre à la demande d'une extension transparente de la part d'un centre de données

- **Haute efficacité à faible charge** : Les centres de données installent généralement des blocs d'alimentation redondants N+X, voire des bus doubles 2N afin de garantir la fiabilité. Cela signifie que le pourcentage de charge se situe généralement autour de 30 ~ 40 %, voire moins. La haute efficacité

vantée par les ASC à « pleine charge » est donc peu susceptible d'être atteinte. Un rapport établi par la société d'études de marché Gartner en 2013 indiquait que, outre l'efficacité des ASC à pleine charge, il conviendrait également de prêter une attention particulière à la courbe d'efficacité (voir fig. 3) entre 20 ~ 100 % de charge dans le but d'atteindre l'état idéal de « haute efficacité à faible charge ». Prenons l'exemple d'un ASC modulaire à haute efficacité d'une capacité de 200 kVA. Si l'on prend en compte la différence entre la charge de jour et la charge de nuit d'un centre de données, un ASC à haute efficacité consomme environ 5 % d'énergie en moins qu'un ASC conventionnel.

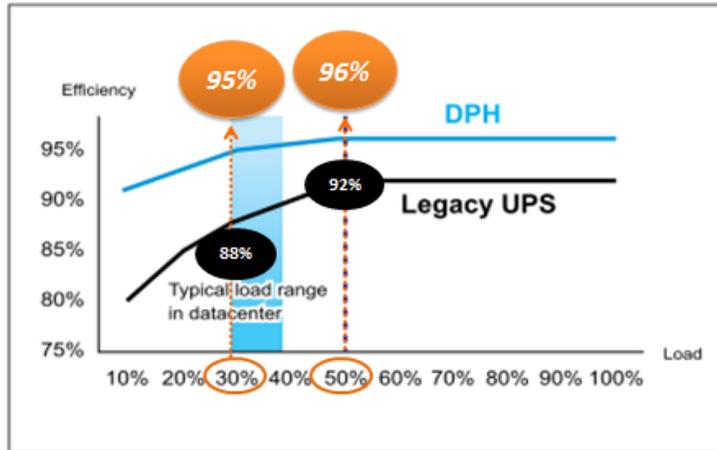


Figure 3 : Courbe d'efficacité d'ASC

ASC 200 kVA pris en compte	ASC modulaire à haute efficacité	ASC conventionnel	
Energie fournie de jour, charge de 50 %	100	100	kW
Pertes supplémentaires d'après la différence d'efficacité	0 %	4 %	
Consommation totale	100	104	kW
Consommation de jour, 14 heures prises en compte	1 400	1 456	kWh
Energie fournie de nuit, charge de 30 %	60	60	kW
Pertes supplémentaires d'après la différence d'efficacité	0 %	7 %	
Consommation totale	60	64,2	kW
Consommation de nuit, 10 heures prises en	600	642	kWh

compte			
Consommation journalière (jour+nuit)	2 000	2 098	kWh
Consommation annuelle, 365 jours	730 000	765 770	kWh
Consommation sur la durée de vie, 8 ans	5 840 000	6 126 160	kWh
Dépenses d'électricité sur la durée de vie, 0,1 EUR/kWh	584 000	612 616	EUR
Economies d'énergie pour un fonctionnement sur 8 ans	286 160		kWh
Dépenses d'électricité économisées pour un fonctionnement sur 8 ans	28 616		EUR
Pourcentage d'économies	5 %		

Tableau 1 : Calcul et comparaison des dépenses d'électricité des ASC

### Stratégie 2 : Mesure régulière du PUE

Comme mentionné ci-dessus, le PUE est la principale norme industrielle permettant de quantifier l'efficacité énergétique. Dans la plupart des cas, c'est en raison de sa simplicité et de sa praticité. Il est cependant rarement mis en œuvre dans plusieurs secteurs observés. Des relevés irréguliers ne permettent pas de se faire une idée précise de la consommation d'énergie, de sorte que de nombreux experts du secteur préconisent de réaliser des mesures régulières du PUE afin de contrôler la façon dont le PUE des centres de données fluctue selon les saisons ou d'autres facteurs. Pour mesurer avec précision la puissance totale en temps réel et enregistrer le PUE réel, des capteurs doivent être installés au niveau de points de mesure clés pour enregistrer la puissance réelle (kW et kVA). La consommation d'énergie sur une durée donnée doit également être enregistrée afin de fournir la meilleure analyse possible (fig. 4).

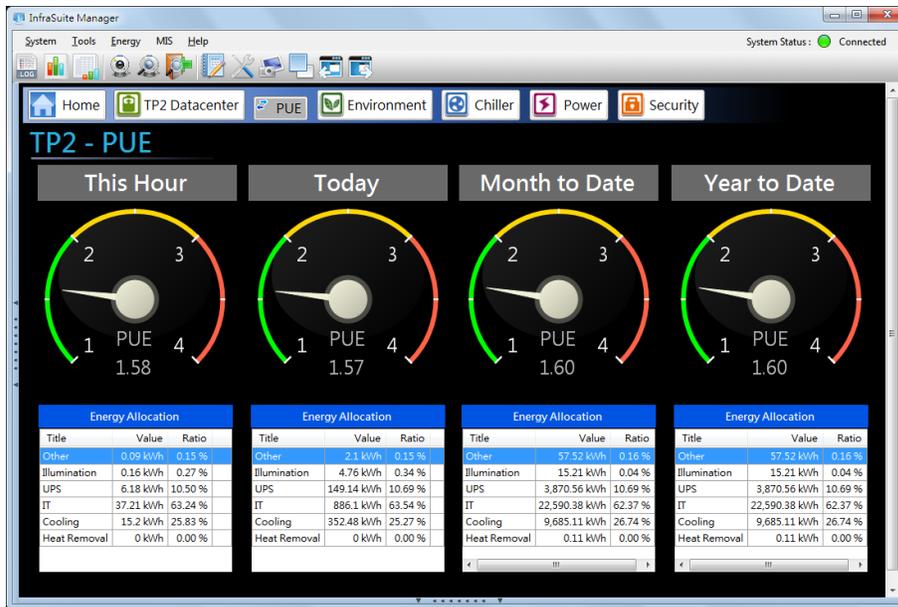


Figure 4 : Tableau de bord de suivi du PUE

### Stratégie 3 : Mise à niveau du matériel et amélioration de l'efficacité des serveurs

L'efficacité des serveurs a un impact direct sur le PUE et est indispensable pour améliorer le PUE. Toutefois, plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour évaluer avec précision l'efficacité des serveurs. Nous pouvons partir de l'utilisation des processeurs. S'agissant des processeurs médiocres délivrant de piètres performances, la technologie de virtualisation peut considérablement améliorer les performances des unités centrales et l'efficacité des serveurs sans avoir à remplacer les serveurs; la consommation de charge et d'énergie de chaque baie doit également être incluse dans les calculs d'efficacité. Les serveurs lames sont une solution permettant d'accroître la densité de baie (chaque baie pouvant contenir jusqu'à 1 024 cœurs de processeurs) tout en réduisant les besoins en énergie et en refroidissement.

La consolidation et la virtualisation des serveurs physiques peuvent accroître l'efficacité des centres de données, de sorte que cela devrait être pris en compte par les administrateurs informatiques lors des mises à niveau du matériel. L'étude a démontré que la consolidation des serveurs présente les avantages suivants :

- Economies allant jusqu'à 560 dollars par serveur et par an
- Réduction de la production de chaleur et des coûts de refroidissement associés
- Libération d'espace supplémentaire et extension de la capacité de traitement

Notez que le seul inconvénient de la virtualisation et des serveurs lames réside dans l'augmentation de la chaleur et les besoins en refroidissement supplémentaires. Plusieurs solutions sont utilisées, lesquelles comportent désormais des techniques de gestion du débit d'air comme le « confinement des allées chaudes et froides » et le « refroidissement en rangée » (fig. 5). Tous ces dispositifs sont conçus pour résoudre le problème de haute densité dans les centres de données.

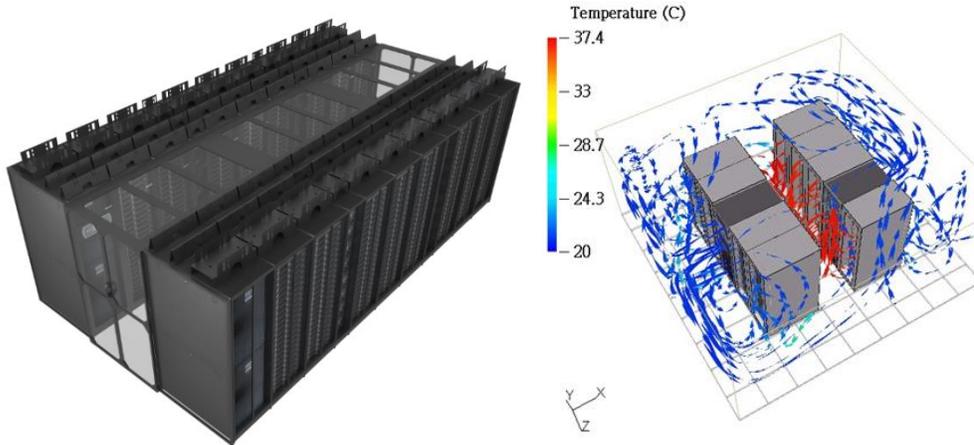


Figure 5 : Confinement des allées froides et refroidissement en rangée pour centres de données à haute densité de puissance

#### Stratégie 4 : Amélioration de l'efficacité de refroidissement dans les centres de données

Le refroidissement se place juste derrière la charge informatique en termes de consommation d'énergie. L'installation d'un mécanisme de surveillance et de mesure d'énergie est donc essentielle pour comprendre la manière dont le refroidissement affecte le PUE global et les techniques d'amélioration. Veuillez vous reporter aux quatre techniques qui suivent.

##### L'approche de Google

Google est désormais un chef de file du développement durable des centres de données avec un PUE de 1,12 suscitant l'envie de tout le secteur. Le récent rapport de [Android Emotions](#) a révélé que les nouveaux produits AI de Google cherchent des façons de réduire encore davantage le PUE. Google a même partagé les cinq techniques clés utilisées par ses gestionnaires et opérateurs de centre de données pour réduire le PUE dans le billet de blog [Efficacité : Comment d'autres peuvent le faire](#). Les trois approches visant à améliorer l'efficacité de refroidissement des centres de données étaient les suivantes :

- **Gestion du débit d'air** : Un confinement bien conçu des allées chaudes et froides évite le mélange d'air chaud et froid, rendant ainsi le système de refroidissement plus efficace. Pour éliminer les zones chaudes et mettre en place une gestion thermique idéale, des capteurs de température peuvent être installés à des endroits appropriés et des simulations informatiques peuvent ensuite être utilisées pour identifier les zones chaudes et les éliminer. Une étude menée par l'Agence pour la protection de l'environnement a révélé qu'un système efficace de confinement des allées chaudes et froides réduisait la consommation d'énergie des ventilateurs de 25 % et celle des refroidisseurs de 20 %.



Figure 6 : Exemple de confinement d'allées chaudes

- **Augmentation de la température ambiante** : Google en a fini avec le mythe selon lequel les centres de données doivent être maintenus à 21 °C et a confirmé que le confinement d'allées froides peut fonctionner à 26 °F. L'augmentation de la température combinée à l'arrêt des réchauffeurs et des déshumidificateurs sont des méthodes rentables permettant de réduire la consommation d'énergie.
- **Refroidissement gratuit** : Les refroidisseurs des systèmes de refroidissement consomment de grosses quantités d'énergie. Un système de refroidissement gratuit peut être utilisé si les conditions météorologiques s'y prêtent. De l'air frais est aspiré de l'extérieur et utilisé avant d'être rejeté vers l'extérieur. D'autres sources de refroidissement gratuit comprennent: air de l'extérieur, vapeur ou mise en place de grands dispositifs de stockage de chaleur.

### Stratégie 5 : Augmentation de la température des centres de données

La démarche classique concernant les températures des centres de données induisait que les administrateurs informatiques ont longtemps été réticents à augmenter leur température. Toutefois, les dernières recommandations de l'ASHRAE concernant les températures de fonctionnement des centres de données fixent une plage comprise entre 18 °C ~ 27 °C. L'ASHRAE a également relevé la plage recommandée pour l'humidité. Ces changements signifient que les centres de données seront en mesure de réaliser plus d'économies sur les coûts de refroidissement et de mieux répondre aux exigences de refroidissement gratuit.

Si la température du centre de données est trop prudente et maintenue trop basse, cela va alors augmenter les coûts d'exploitation en raison d'un piètre PUE ou de coûts de refroidissement accrus. Une étude d'Intel a également révélé que le fait d'augmenter la température ambiante des centres de données de 1 °C réduisait les coûts de refroidissement d'environ 4 %. Cela a conduit au développement de plusieurs produits haute température économes en énergie tels que :

- **Serveur haute température économe en énergie** : « Haute température » signifie que le serveur peut fonctionner de manière fiable sans refroidissement à des températures comprises entre 5 °C et 47 °C. Comme le serveur peut tolérer des températures de centres de données plus élevées, cela signifie qu'il nécessite moins de refroidissement. Comparativement aux serveurs conventionnels, les serveurs haute température économes en énergie offrent une tolérance à haute température, une faible consommation d'énergie et une facilité de déploiement. Ils peuvent donc contribuer dans une large mesure à économiser l'énergie dans les centres de données.
- **Système de refroidissement par eau réfrigérée haute température** : La majeure partie de la chaleur d'un centre de données est de la chaleur sensible et seule une petite quantité de chaleur latente est présente. Cela signifie que le besoin de déshumidification est très faible. La température de l'eau d'entrée pour l'unité de refroidissement du centre de données peut être augmentée à partir de la température conventionnelle de 7 °C. Cela signifie une plus grande capacité de refroidissement du refroidisseur, une amélioration de l'efficacité énergétique et un accroissement des économies d'énergie du système de climatisation.

### Stratégie 6 : Introduction du système DCIM

Le système de gestion d'infrastructure de centre de données (DCIM) a été développé afin d'aider les gestionnaires et opérateurs de centre de données à atteindre une surveillance et un contrôle plus efficaces et complets du centre de données. Le DCIM peut utiliser une vue plongeante du centre de données afin d'aider les administrateurs informatiques à planifier, gérer et répondre aux risques potentiels et à réduire les temps d'immobilisation. Comme décrit précédemment, une faible utilisation de serveurs individuels est un problème commun à tous les centres de données. Le DCIM peut accroître l'efficacité en aidant l'administrateur du centre de données à identifier les serveurs comateux en vue de leur réaffectation. Il peut également mesurer avec précision l'utilisation des actifs et la consommation d'énergie par le centre de données.



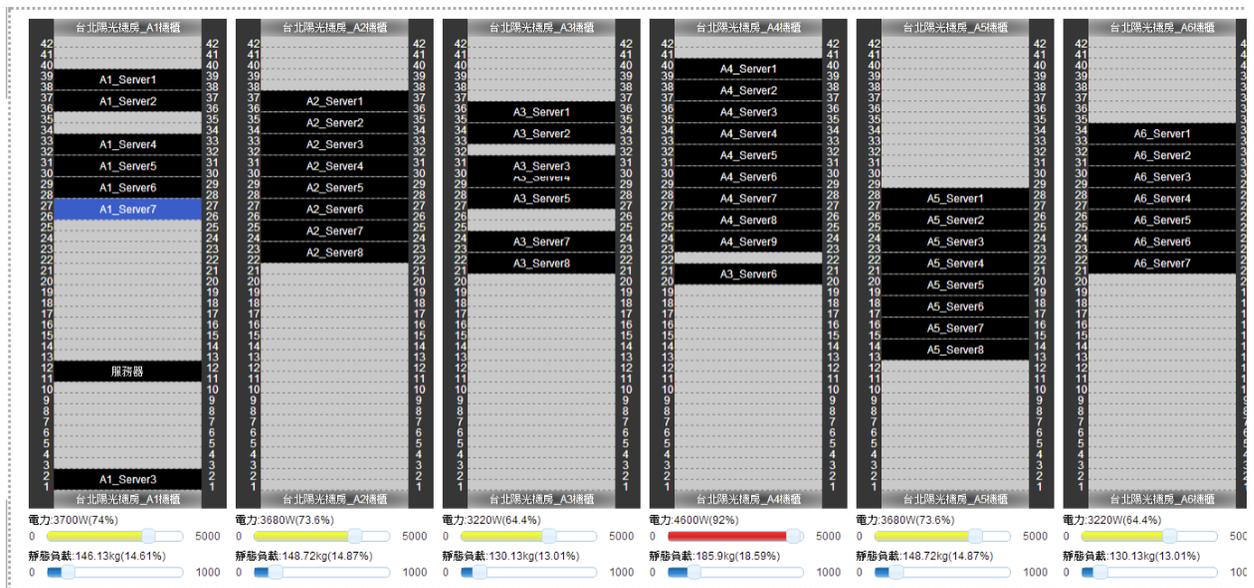


Figure 7 : Mur d'affichage et interface de gestion de baies du système DCIM

### Stratégie 7 : Utilisation des sources d'énergie propres et renouvelables

Une énergie propre à 100 % est un rêve lointain, mais de nombreuses entreprises ont adopté une stratégie « hybride » afin de se rapprocher de cet idéal. Cette stratégie inclut l'utilisation d'énergies renouvelables, la production d'énergie sur site et des réseaux à distance. Les géants informatiques tels qu'Apple ont installé 55 000 panneaux solaires, eBay utilise des piles à combustible au sein de son usine Quicksilver dans l'Utah, et Microsoft fait appel à l'énergie éolienne et solaire. Les petites et moyennes entreprises devraient pouvoir coopérer avec leurs services publics locaux pour accéder à l'électricité propre ou aux énergies renouvelables. Ils peuvent également envisager de créer de nouveaux centres de données à proximité de services publics de distribution d'énergie propre.

### Conclusion

L'« initiative de centres de données écologiques » nécessite beaucoup de créativité et ne devrait pas être freinée par la tradition. Le secteur regorge d'exemples concernant les nombreux avantages tangibles offerts par les centres de données écologiques. Le PUE peut constituer une base de mesure de l'efficacité énergétique et il est très important pour la création d'un centre de données écologique durable. Les géants informatiques tels que Google, Facebook, Apple et Microsoft ont tous investi des millions dans le développement de centres de données écologiques. Des solutions optimales destinées aux centres de données écologiques permettant aux centres de données de se rapprocher des PUE idéaux ont également été validées. Le secteur est unanime pour dire qu'un audit complet de l'infrastructure informatique est nécessaire afin d'améliorer l'efficacité des centres de données. Les entreprises ordinaires peuvent aussi utiliser des mesures régulières du PUE et des outils d'administration (comme le DCIM) pour détecter et corriger les zones de faible efficacité informatique. En réduisant l'empreinte carbone et en augmentant l'utilisation de serveurs individuels, les objectifs d'optimisation du PUE et du retour sur investissement peuvent être atteints.