

# Mise en œuvre de datacenters écoénergétiques

Par Neil Rasmussen

Livre blanc n°114

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## Résumé de l'étude

Les coûts d'utilisation de l'électricité sont devenus une fraction croissante du coût total de possession (TCO) des datacenters. Il est heureusement possible de réduire sensiblement la consommation électrique des datacenters typiques par une conception appropriée de l'infrastructure physique de réseau critique et la conception de l'architecture informatique. Ce livre blanc explique comment quantifier les économies d'électricité et fournit quelques exemples de méthodes permettant de réduire sensiblement la consommation d'électricité.

# Introduction

L'utilisation de l'électricité n'est généralement pas un critère dans la conception des datacenters et elle n'est pas réellement traitée comme une dépense. Pourtant, les coûts de l'électricité sur la durée de vie d'un datacenter peuvent dépasser ceux du système électrique, onduleur compris, ainsi que le coût de l'équipement informatique. Les raisons de cette situation sont les suivantes :

- Les coûts facturés de l'électricité viennent après que les frais ont été encourus et ne sont pas clairement liés à des décisions ou des pratiques d'exploitation particulières. Ils sont donc considérés comme inévitables.
- Les outils de modélisation des coûts électriques des datacenters ne sont pas largement disponibles et ne sont pas couramment utilisés lors de la conception des centres.
- Les coûts facturés de l'électricité ne relèvent souvent pas de la responsabilité ou du budget du groupe exploitant le datacenter.
- La facture d'électricité du datacenter est souvent englobée dans une facture plus large et peut ne pas être disponible séparément.
- Les décideurs ne reçoivent pas suffisamment d'informations lors des décisions de planification et d'achat liées aux coûts électriques.

Ce livre blanc montrera qu'il y a lieu de corriger tous ces manquements, car des économies financières substantielles sont généralement possibles. Le principal avantage peut être réalisé dans la conception de nouvelles installations, mais certaines économies sont également possible dans les installations existantes et changeantes. **Des décisions simples et non coûteuses prises dans la conception d'un nouveau datacenter peuvent entraîner des économies de 20 à 50 % de la facture d'électricité ; un effort systématique permettra même d'éviter jusqu'à 90 % de cette facture.**

## Quel est le coût de la consommation d'électricité ?

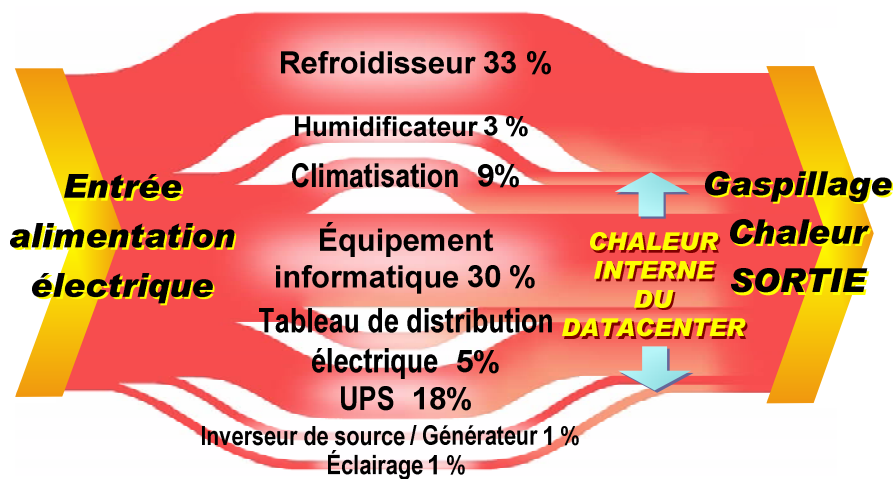
Le coût de l'électricité est généralement de 0,12 \$ par kW/h. Le coût annuel de l'électricité de la charge informatique est donc d'environ 1000 \$ par kW. Sur les 10 années de vie d'un datacenter, cela équivaut à environ 10 000 \$ par kW de charge.

En règle générale, environ la moitié de l'énergie utilisée dans un datacenter est affectée aux charges informatiques. L'autre moitié va aux équipements de l'infrastructure physique, y compris les équipements d'alimentation. Cela signifie que, **pour chaque kW de charge informatique, le coût de l'électricité sur 10 ans est d'environ 20 000 \$**. Par exemple, un datacenter de 200 kW coûterait en 10 ans 4 000 000 \$ d'électricité. Il s'agit d'un coût de matériel pour toutes les entreprises et tous les professionnels de l'informatique devraient comprendre où va cet argent et quelle partie en est évitable.

## Où va cette énergie ?

Environ la moitié ou moins de l'énergie utilisée dans un datacenter est affectée aux charges informatiques. L'autre moitié va aux équipements de l'infrastructure physique de réseau critique (NCPI), y compris les équipements d'alimentation, de refroidissement et d'éclairage. La **Figure 1** illustre le flux typique de l'électricité dans un datacenter type à haute disponibilité. Notez que toute l'énergie consommée par le datacenter termine en chaleur dissipée qui est rejetée à l'extérieur dans l'atmosphère. La **Figure 1** repose sur un datacenter typique, avec un équipement d'alimentation 2N et un équipement de refroidissement N+1, fonctionnant à environ 30 % de la capacité maximale.

*Figure 1 – Répartition des postes de consommation dans un datacenter typique*



Le datacenter ci-dessus sera présenté comme efficace à 30 %, sur la base d'une fraction de la puissance d'entrée qui va effectivement à la charge informatique. Pour mieux comprendre où va l'énergie électrique et comment les différents types d'équipements contribuent à la charge, consultez le livre blanc APC n°113, « Modélisation de l'efficacité électrique des datacenters. »

## L'efficacité électrique : un médiocre outil de mesure

Lorsque l'on parle de consommation d'électricité, il est souvent question « d'efficacité ». Si la signification de termes tels que « améliorer l'efficacité » est facilement compréhensible, l'utilisation technique du terme « efficacité » pour une évaluation quantitative des datacenters prête à confusion. Pour la clarté des discussions, il vaut mieux se baser sur la consommation électrique (kW) plutôt que sur une mesure de l'efficacité. Par exemple, si deux appareils différents dans un datacenter offrent une efficacité respective de 50 % et de 80 %, il est difficile de déterminer comment combiner ces deux données en une seule valeur d'efficacité liée aux coûts. En fait, les coûts de l'électricité seraient en fait dépendants de la quantité d'électricité circulant dans chaque appareil. Qui plus est, certains équipements tels que les ordinateurs ou l'éclairage ont une efficacité de zéro, un concept qui porte à confusion et ne fournit aucune information quantitative quant à leur consommation d'électricité.

En revanche, la consommation d'électricité est une base de mesure simple et sans ambiguïté.

La consommation totale d'électricité est simplement la somme de la consommation de tous les appareils utilisés dans le datacenter. Si un appareil consomme 10 \$ d'électricité par mois et un autre en 20 \$, il est très facile d'additionner ces valeurs. Donc, dans ce livre blanc, la consommation d'électricité sera le terme quantitatif utilisé en lieu et place du terme « efficacité », plus courant mais ambigu. La modélisation de la consommation d'énergie des datacenters est l'objet du livre blanc APC n°113.

## La valeur d'un watt

L'électricité est vendue en unités d'énergie appelées kilowatts-heure (kW/h), représentant la quantité d'énergie fournie en une heure à une puissance de 1000 watts (1 kW). La distinction entre **alimentation** et **énergie** est très importante en termes d'analyse économique. Les coûts de **capacité d'alimentation** sont ceux associés aux systèmes qui fournissent l'énergie et augmentent selon le niveau de puissance maximal du système. Des exemples de coûts induits par la capacité d'alimentation sont ceux des onduleurs, générateurs, climatiseurs et équipements de distribution d'électricité. Les **coûts énergétiques** sont les coûts associés à la facture du fournisseur d'électricité.

Un principe clé à comprendre est qu'une **réduction de la consommation d'énergie permet de réduire les coûts liés à la capacité d'alimentation ainsi que les coûts de l'énergie**. Autrement dit, une solution mise en œuvre pour économiser l'électricité permettra souvent de réduire aussi les coûts d'infrastructure physique, lesquels sont essentiellement basés sur la demande d'électricité de la charge. Un autre principe clé à comprendre est la différence entre la réduction temporaire de la consommation d'énergie et la réduction permanente de la consommation d'énergie. Des économies temporaires telles que le délestage ou la gestion de la puissance des serveurs réduisent les coûts de l'électricité mais ne diminuent pas nécessairement la puissance nominale des systèmes d'infrastructure physique et les coûts d'infrastructure NCPI y associés. Des changements permanents ou structurels tels que des serveurs à haute densité ou des onduleurs à haute efficacité réduisent à la fois les coûts de l'électricité et de l'infrastructure. Ces principes sont illustrés au **Tableau 1** avec des exemples chiffrés.

**Tableau 1 – Les avantages économiques d'une réduction de 1 kW de la consommation d'électricité**  
*dans un datacenter typique à haute disponibilité,*  
*avec une comparaison entre diminution temporaire et réduction structurelle*

	Réduction temporaire de la consommation	Réduction structurelle de la consommation	Commentaires
Méthode d'économie	Gestion de l'alimentation Délestage Économiseur	Serveurs haute efficacité Onduleur haute efficacité Adaptation des dimensions	
Économies d'électricité sur 1 an	<b>960 \$</b>	<b>960 \$</b>	En supposant 0,12 \$ par kW /h
Économies d'électricité sur 10 ans (informatique)	<b>9 600 \$</b>	<b>9 600 \$</b>	Durée de vie typique d'un datacenter
Économies d'électricité sur 10 ans (NCPI)	<b>960 \$</b>	<b>13 760 \$</b>	Les économies structurelles permettent de réduire la consommation liée à la capacité
Économies CapEx NCPI	<b>0 \$</b>	<b>13 300 \$</b>	Les économies structurelles permettent de réduire la capacité de l'équipement
Économies OpEx NCPI	<b>0 \$</b>	<b>6 600 \$</b>	La réduction des équipements réduit les frais d'exploitation tels que la maintenance
Économies totales sur 10 ans, par kW	<b>10 560 \$</b>	<b>43 260 \$</b>	

Dans l'exemple ci-dessus, le datacenter est de type redondant 2N et opère à une charge typique de 30 %. Notez que, pour un datacenter non redondant, les économies seraient fortement réduites, à environ la moitié des économies indiquées. Notez aussi que, dans une situation typique, il n'est pas possible d'éviter tous les besoins de capacité d'alimentation et de refroidissement par une réduction structurelle et que les économies peuvent donc encore être réduites. Cependant, en général, selon une estimation raisonnable, la réduction de consommation structurelle vaut deux fois la réduction temporaire.

**Le point essentiel à comprendre ici est qu'il existe deux types de réduction de la consommation d'énergie : Celles qui évitent de consommer mais ne réduisent pas les besoins de capacité et celles qui permettent aussi de réduire la capacité d'alimentation installée. Nous appellerons « temporaires » les réductions de consommation qui évitent de consommer sans réduire la capacité installée ; nous appellerons « structurelles » celles qui permettent de réduire la capacité installée. Pour les datacenters, une règle générale veut en outre que la réduction de consommation structurelle vaut environ deux fois la réduction temporaire.**

## Réduction de consommation d'énergie dans les équipements informatiques

La première source de consommation électrique est évidemment l'électricité consommée par les équipements informatiques. Les équipements informatiques contribuent directement à la facture d'électricité, mais aussi indirectement en exigeant divers équipements d'alimentation et de refroidissement qui consomment des volumes comparables d'électricité. Par conséquent, tous les membres du personnel informatique devraient se soucier de réduire la consommation électrique des équipements informatiques.

Les méthodes de contrôle de cette consommation ont été très faibles par le passé. Par exemple, les fournisseurs d'équipements informatiques n'ont pas donné aux utilisateurs d'informations adéquates pour leur permettre de prendre des décisions basées sur la consommation d'électricité. Les utilisateurs ne comprennent généralement pas qu'ils ont des choix en informatique qui peuvent affecter la consommation d'électricité. Cependant, la situation est en train de s'améliorer et les utilisateurs peuvent prendre des mesures opérationnelles et d'aménagement qui réduiront systématiquement la consommation d'électricité.

La réduction de la consommation électrique des systèmes informatiques repose sur plusieurs approches :

- Mesures opérationnelles retirer des systèmes, exploiter les systèmes existants de manière efficace et migrer vers des plates-formes plus économes en énergie
- Mesures d'aménagement virtualisation et standardisation

Nous allons les étudier tour à tour.

## Mesure opérationnelle : retrait de systèmes informatiques

La plupart des datacenters ont d'anciennes plates-formes technologiques qui restent en service à des fins d'archivage ou de recherche. En fait, la plupart des datacenters ont des serveurs d'applications qui sont opérationnels mais qui n'ont pas d'utilisateurs. Il est utile de recenser ces systèmes et de prévoir un plan de retrait. Souvent, ces systèmes peuvent être mis hors ligne et éteints, même si on ne les retire pas physiquement.

Une autre possibilité consiste à réunir sur de nouveaux serveurs les applications dispersées sur plusieurs anciennes plates-formes, et à réduire ainsi le nombre de serveurs. Ce type de consolidation n'exige aucune virtualisation (voir plus loin).

En moyenne, cette solution permet de réduire de 20 % la consommation d'électricité. Même si vous ne récupérez pas d'espace au sol, **la capacité récupérée peut s'avérer très précieuse.**

## Mesure opérationnelle : exploitation efficace des systèmes existants

De nos jours, la plupart des nouveaux serveurs offrent des fonctions de gestion de l'énergie. Ils permettent de réduire la consommation d'électricité lorsque la charge de calcul est réduite. Ce n'était pas le cas voilà quelques années, quand la consommation d'électricité de quasi tous les équipements informatiques était constante et indépendante de la charge de calcul. Les utilisateurs doivent être conscients de ce changement dans les technologies informatiques et connaître l'état des fonctions de gestion de l'énergie sur leurs systèmes. Dans la mesure du possible, les fonctions de gestion de l'énergie doivent être activées sur tous les appareils qui les proposent. Notez que de nombreux fabricants fournissent des équipements sur lesquels ces fonctions sont désactivées par défaut. Il peut être nécessaire de mettre à jour les applications afin de s'assurer qu'elles exploitent au maximum les fonctions de gestion de l'énergie. Ces fonctions réduisent la consommation électrique totale, mais pas les besoins de capacité.

## Mesure opérationnelle : migration vers des plates-formes de calcul économes en énergie

La migration vers des plates-formes plus économes en électricité est une autre stratégie efficace pour réduire la consommation d'énergie. La plupart des datacenters ont des serveurs dits « faible densité » vieux de 3 à 5 ans. Ces serveurs consomment généralement moins ou la même quantité d'énergie par serveur que les serveurs lames et sont physiquement plus gros. La migration progressive, serveur par serveur, vers des serveurs lames modernes ne réduit généralement PAS la consommation totale d'électricité et peut même l'augmenter. Cependant, cette migration permettra des aménagements de serveurs bien plus denses. Les serveurs lames ne génèrent pas plus de chaleur que les serveurs 1U équivalents, mais ils dissipent cette chaleur dans un espace plus restreint, ce qui pose des problèmes d'élimination de cette chaleur.



Si l'on planifie un nouveau déploiement de serveurs, le recours à des serveurs lames plutôt qu'à des serveurs traditionnels permettra normalement de réduire de 20 % la consommation électrique. En effet, les serveurs lames sont généralement équipés d'alimentations à plus haut rendement et partagent certaines fonctions générales telles que les ventilateurs. Il importe de comprendre que le choix de serveurs lames réduit la consommation par rapport à d'autres facteurs de forme dans le déploiement de nouveaux équipements, même si les lames en soi ne consomment pas nécessairement moins que les anciens serveurs.

On peut déduire de cette discussion qu'une migration serveur par serveur n'entraînera pas nécessairement une réduction significative de la consommation d'électricité. Pour déterminer le potentiel d'économie d'énergie qu'offre la migration vers des serveurs lames serveur par serveur, il convient de comparer la consommation du serveur existant à celle du serveur lame envisagé. Il faut en outre comparer les performances des deux serveurs afin de parvenir à une mesure de la performance par watt. De nos jours, les grands fabricants tels que Dell, HP et IBM proposent des outils de configuration utilisateur qui rapportent avec précision la consommation réelle d'électricité de diverses configurations de serveurs lames. Pour déterminer la consommation des serveurs, la seule méthode réaliste consiste à la mesurer à l'aide d'un wattmètre. En comparant les valeurs ainsi obtenues, il sera possible d'estimer les économies d'énergie que permettrait une migration à grande échelle des serveurs. Néanmoins, les stratégies de migration suivantes sont généralement les plus efficaces :

- Utiliser un serveur à double alimentation ou un serveur monoprocesseur double cœur pour remplacer plusieurs anciens serveurs
- Utiliser un serveur lame basé sur un processeur à faible ou moyenne tension pour remplacer un ancien serveur
- Pour les serveurs ayant des lecteurs de disques dédiés, utiliser des lecteurs de disque plus écoénergétiques de classe d'entreprise 2,5" au lieu de 3,5"
- Utiliser un serveur monoprocesseur double cœur pour remplacer un serveur biprocesseur
- Utiliser un serveur double cœur à double alimentation au lieu d'un serveur à quadruple alimentation

Cela suggère que la migration n'est généralement par la manière la plus efficace de réduire la consommation d'énergie. Les nouvelles technologies de serveurs peuvent contribuer de manière optimale à réduire la consommation électrique par la consolidation d'applications sur des serveurs afin de réduire le nombre total de serveurs, ou par la virtualisation de serveurs.

## Mesure d'aménagement : virtualisation

La virtualisation de serveurs permet de réduire sensiblement les besoins d'énergie des équipements informatiques. La virtualisation permet presque toujours de réduire fortement le nombre de serveurs installés. Or, l'élimination d'un serveur est une mesure structurelle de réduction de la consommation qui permet de gagner 200 à 400 W, selon la technologie. Le gain de consommation est donc d'environ 380 \$ par an et par serveur éliminé et l'économie globale réalisée sur 10 ans par cette mesure structurelle est d'environ 7 680 \$ par serveur éliminé. **Ces économies sont nettement supérieures au coût du serveur proprement dit.**

## Mesure d'aménagement : standardisation

La standardisation sur des serveurs écoénergétiques est une approche très efficace, même sans virtualisation. De nos jours, les serveurs lames sont le type de serveurs les plus écoénergétiques. Cependant, les types de lames disponibles pour un système de serveurs lames donné peuvent varier sensiblement en termes de performances et de consommation d'énergie. Il est souvent difficile de prédire les besoins de performances d'une application basée sur un serveur, de sorte que les utilisateurs ont tendance à spécifier les plus hautes performances disponibles, au détriment de l'efficacité énergétique.

Lorsque des serveurs sont virtualisés, la stratégie visant à utiliser le serveur le plus performant est généralement la meilleure pour minimiser la consommation globale. Cependant, lorsque des serveurs sont déployés application par application, il peut être judicieux d'ajuster les performances du serveur aux besoins de l'application afin d'économiser l'énergie.

Les utilisateurs qui optent pour une standardisation sur un système de serveurs lames et déploient leurs serveurs application par application ont le choix d'une stratégie de standardisation basée sur deux lames, une à hautes performances/haute consommation et une à plus faibles performances/faible consommation. La différence de consommation peut passer du simple au double. Une stratégie logique consiste à déployer les applications sur la lame à plus faibles performances par défaut et à ne les déplacer vers la lame plus performante que si le besoin s'en ressent. La facilité de déploiement des serveurs lames facilite la mise en œuvre de cette stratégie. De cette manière, il est possible de réaliser une réduction structurelle de la consommation de la charge informatique de 10 % ou plus dans un datacenter typique.

# Réduction de consommation d'énergie dans les équipements d'infrastructure physique

La réduction de la consommation d'énergie peut se faire selon les techniques suivantes : ajustement des dimensions du système d'infrastructure à la charge, utilisation d'équipements d'infrastructure physique efficaces et conception d'un système écoénergétique. Il se peut que les utilisateurs soient sensibles à l'efficacité électrique des équipements lors de la procédure d'achat, mais il n'en reste pas moins que les données fournies par les fabricants sont généralement insuffisantes pour déterminer les différences réelles de consommation ; en outre, la juste adaptation des dimensions et la conception du système sont deux techniques qui ont un impact bien plus important sur la consommation électrique que le choix des équipements d'infrastructure physique.

## La bonne configuration

Configurer correctement l'infrastructure du datacenter a un impact important sur sa consommation électrique. La plupart des utilisateurs ne comprennent pas qu'il y a des pertes fixes dans les systèmes d'alimentation et de refroidissement même s'il n'y a pas de consommation. Ces pertes sont proportionnelles à l'architecture du datacenter. Ces pertes fixes sont très importantes dans une installation typique. Dans les installations où la consommation informatique est faible, les pertes fixes sont supérieures à la consommation informatique. Quand une installation est surdimensionnée, les pertes fixes représentent une part très importante de la facture d'électricité totale. Pour un système traditionnel qui fonctionne à 30 % de sa capacité, le coût d'électricité par kW de consommation informatique est d'environ 2 300 \$ par kW par an. Si le système est bien dimensionné, ce coût tombe à environ 1 440 \$ par kW par an, soit une économie de 38 % de la facture électrique, ce qui est démontré dans le **Tableau 4**.

*Tableau 4 – Les avantages économiques d'un dimensionnement correct du datacenter (économies par kW sur 10 ans)*

	Cas de référence	Dimensions ajustées	Commentaires
Électricité de la charge informatique	9 600 \$	9 600 \$	En supposant 0,12 \$ par kW /h
NCPI – perte proportionnelle	960 \$	960 \$	
NCPI – perte fixe	12 800 \$	3 840 \$	Les économies structurelles permettent de réduire la consommation liée à la capacité
NCPI – coût d'investissement	13 330 \$	4 000 \$	Les économies structurelles permettent de réduire la capacité de l'équipement

	Cas de référence	Dimensions ajustées	Commentaires
NCPI – coût d'exploitation	6 667 \$	2 000 \$	La réduction des équipements réduit les frais d'exploitation tels que la maintenance
Coût électrique total du système NCPI	13 760 \$	4 800 \$	Total des frais fixes et proportionnels
Coût électrique total (NCPI + informatique)	23 360 \$	14 400 \$	
TCO pour 10 ans	43 360 \$	20 400 \$	Y compris la capacité d'alimentation et de refroidissement du système NCPI et les coûts de consommation électrique

Notez que, outre les économies d'électricité, un ajustement correct des dimensions permet d'économiser 1 400 \$ par kW par an de charge informatique en coûts d'investissement et d'exploitation du système NCPI, un montant presque équivalent aux économies d'électricité. Les chiffres ci-dessus représentent les économies potentielles pour un exemple spécifique ; les économies réelles varieront et seront moins importantes dans le cas de systèmes non redondants.

L'ajustement des dimensions permet d'éviter jusqu'à 50 % de la facture d'électricité dans des installations réelles. Cet avantage économique substantiel de l'ajustement des dimensions est une raison majeure de la transition du secteur vers des solutions modulaires et évolutives.

### Conception écoénergétique du système

Nombre d'utilisateurs pensent que la consommation électrique d'un système est déterminée par l'efficacité des différents composants et, donc, que la principale approche d'une réduction de la consommation est de s'intéresser à l'efficacité de ces composants. Ce raisonnement présente un grave défaut. La conception du système exerce un impact énorme sur la consommation d'énergie des datacenters, au point que deux datacenters composés des mêmes appareils peuvent avoir des factures d'électricité radicalement différentes. C'est pourquoi la conception du système est un facteur plus important encore que le choix d'équipements d'alimentation et de refroidissement dans l'efficacité d'un datacenter.

Voici quelques exemples de problèmes de conception qui réduisent fréquemment l'efficacité des datacenters à une valeur bien inférieure à ce que devrait donner l'addition des pertes des différents composants :

- Unités de distribution de l'alimentation et/ou transformateurs fonctionnant bien en dessous de leur capacité de charge maximale.
- Climatiseurs fonctionnant à de faibles températures de sortie, déshumidifiant en permanence l'air, qui doit être constamment réhumidifié avec un humidificateur.
- Climatiseurs qui chauffent en fait, alors que d'autres refroidissent dans la même pièce.
- Climatiseurs contraints à consommer trop pour pulser l'air à hautes pressions sur de longues distances.
- Climatiseurs fonctionnant à une température d'air de retour bien inférieure à la température de sortie des équipements informatiques, donc à efficacité et capacité réduites.
- Pompes de refroidissement dont le débit est ajusté à l'aide de vannes de régulation qui en réduisent considérablement l'efficacité.

Cette liste est essentiellement composée de problèmes de conception liés à la climatisation. En fait, la plupart des mauvaises pratiques de conception donnant lieu à des gaspillages d'énergie sont liées à la climatisation, car les architectures des systèmes d'alimentation sont davantage standardisées et donc moins sujettes à des erreurs de conception.

Les quelques problèmes de conception cités ci-dessus font que les datacenters consomment régulièrement **deux fois plus** d'électricité que nécessaire. En outre, tous ces problèmes peuvent être évités avec peu ou pas de frais par de simples décisions de conception. Il existe deux manières d'éviter ces problèmes :

- 1) Assurez-vous que la conception a été entièrement développée et testée de manière à éviter les problèmes, y compris avec une modélisation complexe CFD (Computational Fluid Dynamics) et un test de réception complet, ou
- 2) Procurez-vous un système d'infrastructure physique complet basé sur une conception standardisée, composé de modules qui ont été pré-développés, pré-testés et spécifiés de manière à éviter ces problèmes.

En raison des coûts prohibitifs et de la variabilité de la première approche, la seconde approche est appelée à devenir la manière standard de spécifier et acquérir des datacenters à l'avenir.

## Utilisation d'équipements d'infrastructures physiques efficaces

Bien que la sélection de composants NCPI, tels que les équipements d'alimentation et de refroidissement, ait moins d'impact sur la consommation globale du système que l'architecture informatique, l'ajustement des dimensions du système NCPI ou la conception du système NCPI, le choix des composants reste un facteur important dans la conception d'un datacenter écoénergétique.

Les pertes électriques entre des appareils du même type et utilisés dans les mêmes conditions peuvent varier fortement. Par exemple, un article de décembre 2005 de l'U.S. Electric Power Research Institute a montré que différents onduleurs utilisés à 30 % de leur capacité nominale présentaient des pertes variant de 4 % à 22 %, soit une variation de 500 %. Il importe de noter que cette variation ne peut pas être déduite des fiches techniques de ces produits. Ce livre blanc et d'autres documents d'APC montrent clairement que les pertes électriques dans les applications réelles ne peuvent être correctement prédites si les modèles appropriés ne sont pas utilisés et que les données des fabricants ne permettent généralement pas de prédire la consommation électrique des datacenters. Un exemple de comparaison appropriée de la consommation électrique de deux composants NCPI est présenté dans le livre blanc APC n°108, « Amélioration de l'efficacité des grands onduleurs ».

## Réduction pratique de la consommation d'énergie globale

Ce livre blanc a montré l'ampleur du problème de la consommation électrique et suggéré diverses stratégies pour réduire cette consommation. En combinant les approches présentées, il est possible de synthétiser les économies qui peuvent être réalisées lorsqu'un datacenter est optimisé pour réduire la consommation électrique, en comparaison d'une conception typique.

Le **Tableau 5** résume 10 stratégies efficaces utilisables pour réduire la consommation électrique et donne un ordre de grandeur des économies réalisables par rapport aux datacenters habituels. Ces stratégies sont efficaces pour de nouveaux datacenters et certaines peuvent être même déployées dans des datacenters existants.

*Tableau 5 – Stratégies pratiques pour réduire la consommation électrique des datacenters, avec les plages d'économies réalisables*

	Économies	Indications	Inconvénients
Ajustement des dimensions du système NCPI	10 – 30 %	Utilisation d'une architecture d'alimentation et de refroidissement modulaire, évolutive  Les économies sont plus importantes dans le cas de systèmes redondants	Pour les nouvelles conceptions et certaines extensions  Difficulté de rééquipement
Virtualisation des serveurs	10 – 40 %	Techniquement, ce n'est pas une solution d'infrastructure physique, mais son impact est radical  Implique la consolidation des applications sur un plus petit nombre de serveurs, généralement des serveurs lames  Libère de la capacité d'alimentation et de refroidissement pour une extension	Exige des changements majeurs dans les processus informatiques  Pour réaliser des économies dans une installation existante, il peut être nécessaire de désactiver certains équipements d'alimentation et de refroidissement
Architecture plus efficace	7 – 15 %	Une architecture de refroidissement par rangée est plus efficace pour une forte densité (livre blanc APC n°130)  Des trajectoires d'air plus courtes exigent moins de puissance de ventilation  Les températures d'entrée et de retour des climatisations sont plus élevées, ce qui augmente l'efficacité et la capacité et évite la déshumidification, réduisant ainsi considérablement les coûts d'humidification	Pour les nouvelles conceptions  Avantages limités aux conceptions à haute densité
Modes économiques des climatiseurs	4 – 15 %	Nombre de climatiseurs offrent des modes économiques  Cela permet de réaliser des économies d'énergie substantielles, selon la région  Certains datacenters ont des climatiseurs offrant des modes économiques, <i>mais ces modes sont désactivés</i>	Pour les nouvelles conceptions  Difficulté de rééquipement

	Économies	Indications	Inconvénients
Aménagement au sol plus efficace	5 – 12 %	L'aménagement au sol influence fortement l'efficacité du système de climatisation  Implique un aménagement allée chaude/allée froide avec des emplacements appropriés des climatiseurs (livre blanc APC n°122)	Pour les nouvelles conceptions et les extensions  Difficulté de rééquipement
Équipement d'alimentation plus efficace	4 – 10 %	Les nouveaux onduleurs présentent 70% de pertes en moins que les anciens UPS à des charges typiques  L'efficacité à faible charge est le paramètre clé, PAS l'efficacité à pleine charge  N'oubliez pas que la chaleur dissipée par les onduleurs exige un refroidissement, ce qui en double le coût	Pour les nouvelles conceptions ou les rééquipements
Climatiseurs coordonnés	0 – 10 %	Nombre de datacenters ont plusieurs climatiseurs qui agissent contradictoirement  L'un peut en fait chauffer alors qu'un autre refroidit  L'un peut déshumidifier alors qu'un autre humidifie  Le résultat est un gaspillage  Un bon diagnostic peut exiger l'intervention d'un professionnel	Pour les datacenters dotés de plusieurs climatiseurs
Positionnement correct des dalles d'aération	1 – 6 %	Souvent, les dalles d'aération sont mal situées ou leur nombre ne convient pas  Les emplacements corrects ne sont PAS évidents  Une évaluation par un professionnel peut assurer un résultat optimal  Avantage secondaire – moins de points chauds	Uniquement pour les datacenters avec faux plancher  Facile, mais exige des conseils experts pour obtenir les meilleurs résultats
Éclairage écoénergétique	1 – 3 %	Éteignez certaines lampes ou toutes, selon l'heure ou les mouvements  Utilisez une technologie d'éclairage plus efficace  N'oubliez pas que la chaleur des lampes exige un refroidissement, ce qui en double le coût  L'avantage est plus grand pour des datacenters à faible densité ou partiellement équipés	Applicable à la plupart des datacenters.



	Économies	Indications	Inconvénients
Panneaux-caches	1 – 2 %	<p>Diminuez la température d'entrée du serveur</p> <p>Économies d'énergie aussi par l'augmentation de la température d'air de retour des climatisations</p> <p>Solution facile et bon marché avec les nouveaux panneaux à encliqueter tels que ceux d'APC</p>	Pour tous les datacenters, anciens ou nouveaux

Le **Tableau 5** résume les solutions les plus efficaces et pratiques pour réduire la consommation électrique des datacenters. Les réductions de consommation ont été chiffrées par des calculs énergétiques basés sur le livre blanc APC n°113 (déjà cité), appliqués à une série de conceptions de datacenters. Outre les solutions reprises dans la liste, il existe d'autres stratégies architecturales présentées dans ce document.

Certaines économies décrites peuvent être intégrées dans les équipements vendus par les fournisseurs, mais la plupart sont liées à la conception et à l'installation du système. Des conceptions standardisées prédéfinies sont disponibles chez certains fournisseurs. Ces solutions ont été optimisées et leur haute efficacité a été vérifiée. Consultez votre fournisseur. Les utilisateurs d'installations existantes cherchant à réduire leur consommation électrique peuvent tenter de mettre en œuvre les conseils prodigués plus haut. Certains fournisseurs tels qu'APC offrent un service d'évaluation de l'efficacité énergétique des datacenters, qui utilise des outils et des méthodes spécialement conçues pour ces datacenters.

## Conclusion

Le coût de l'électricité pour les datacenters est un coût d'exploitation non négligeable qui peut et devrait être géré. Un datacenter conçu pour une consommation électrique réduite permet aussi d'économiser sur d'autres coûts tels que les coûts d'investissement et d'exploitation associés aux systèmes d'alimentation et de refroidissement, ainsi que de gagner de la place.

La consommation électrique des datacenters existants peut être réduite selon diverses méthodes peu coûteuses, mais essentiellement par la migration vers des plates-formes informatiques plus écoénergétiques. Les nouveaux datacenters disposent d'autres options d'architecture informatique et d'architecture NCPI permettant de réaliser des économies plus substantielles encore.

La consommation électrique est généralement partagée entre les charges informatiques et les équipements NCPI. Toute approche rationnelle de la réduction de la consommation électrique doit donc traiter la conception combinée de l'informatique et du système NCPI comme un système afin de maximiser les avantages.

Certains fournisseurs d'équipements proposent des conceptions de datacenters standardisées spécialement développées pour en garantir l'efficacité et des services d'audit de l'efficacité énergétique sont disponibles pour ceux qui désirent réduire la consommation de datacenters existants.

Le potentiel d'économies, nous l'avons vu, est considérable, alors que **l'investissement requis pour les obtenir est minime voir nul dans certains cas**, en comparaison des approches traditionnelles de la conception des datacenters.

### À propos de l'auteur :

**Neil Rasmussen** est l'un des fondateurs d'American Power Conversion et occupe le poste de directeur des technologies. À ce titre, il est responsable du plus important budget de R&D au monde exclusivement consacré à l'infrastructure en racks, l'alimentation et le refroidissement des réseaux critiques. Les principaux centres de développement des produits APC sont situés dans le Massachusetts, le Missouri, le Rhode Island, à Taiwan, au Danemark et en Irlande. Neil Rasmussen gère actuellement le projet APC pour le développement de solutions évolutives et modulaires pour l'infrastructure des datacenters. C'est le principal architecte du système InfraStruXure d'APC.

Avant la fondation d'APC, en 1981, Neil Rasmussen a obtenu un diplôme d'ingénieur et une maîtrise en génie électrique au Massachusetts Institute of Technology avec une thèse sur l'analyse de l'alimentation de 200 MW d'un réacteur à fusion Tokamak. De 1979 à 1981, il a travaillé aux Lincoln Laboratories du MIT sur les systèmes de stockage d'énergie à volant d'inertie et sur la génération électrique à partir de l'énergie solaire.