

# Variations dynamiques de la puissance consommée dans les centres de données et les salles réseau

Par Jim Spitaels

Livre blanc n° 43

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

## Résumé de l'étude

Les besoins en puissance des centres de données et des salles réseau varient minute par minute, en fonction de la charge informatique. L'amplitude de cette variation s'est accrue et continue de croître énormément en raison du déploiement des technologies de gestion de l'alimentation sur les serveurs et tout équipement de communication. Cette variation génère de nouveaux problèmes relatifs à la disponibilité et à la gestion.

## Introduction

La consommation électrique totale des centres de données et des salles réseau est la somme des puissances consommées par l'équipement informatique installé. Par le passé, la puissance consommée par l'équipement variait très légèrement selon la charge informatique ou le mode de fonctionnement.

Avec l'arrivée des ordinateurs portables, la gestion de l'alimentation du processeur est devenue une nécessité afin d'augmenter l'autonomie de la batterie. La technologie de gestion de l'alimentation a permis une réduction de la puissance consommée par les processeurs d'ordinateurs portables de près de 90 % lorsqu'ils sont peu chargés. Cette technologie s'est améliorée et a commencé à migrer vers les architectures de serveurs. Désormais, la puissance consommée par les nouveaux serveurs peut varier énormément en fonction de la charge au cours du temps.

Lorsque la consommation électrique varie au cours du temps, plusieurs problèmes se posent en matière d'architecture et de gestion des centres de données et des salles réseau. Il y a quelques années, ce problème était négligeable. Il est aujourd'hui très important et son ampleur ne cesse de croître.

Les fluctuations de la consommation électrique peuvent avoir des conséquences imprévues et indésirables sur les centres de données ou les salles réseau, notamment le déclenchement des disjoncteurs, la surchauffe et la perte de redondance pour les systèmes d'alimentation redondants. Cette situation entraîne de nouveaux défis pour les concepteurs ou les gestionnaires de centres de données et de salles réseau.

## Amplitude de la variation dynamique de la consommation électrique

Dans les années 1990, la consommation électrique était plus ou moins identique pour la quasi-totalité des serveurs. Les principaux facteurs de variation de la puissance consommée sur les serveurs étaient liés à la rotation des lecteurs de disque et aux changements de vitesse des ventilateurs régulés par la température. La charge informatique placée sur les processeurs et dans les sous-systèmes de mémoire entraînait une variation sensible de la puissance consommée globale. Dans les petites entreprises ou sur les serveurs d'entreprise, la variation totale de la consommation électrique était de l'ordre de 5 % et était presque indépendante de la charge informatique.

Des baisses significatives de la consommation électrique demandent une coopération entre le BIOS, le jeu de puces, le processeur et le système d'exploitation. Dans ce type de système à alimentation gérée, lorsque l'utilisation des capacités des processeurs est inférieure à 100 %, le système d'exploitation exécute un thread inactif qui entraîne l'activation d'un mode de faible puissance pour les processeurs. La durée d'activation de ce mode est inversement proportionnelle à la charge informatique sur le système (c'est-à-dire que le processeur qui fonctionne à 20 % de ses capacités passera 80 % du temps en mode de faible puissance).

Les techniques utilisées pour obtenir des modes de faible puissance varient d'un fournisseur à l'autre et d'un processeur à l'autre, mais parmi les plus répandues, nous pouvons citer le ralentissement ou l'arrêt des horloges, ou encore la suppression ou la réduction des tensions appliquées à certains composants du processeur, du jeu de puces et de la mémoire.

Les fournisseurs de processeurs ont récemment présenté des techniques permettant d'économiser l'énergie pendant que l'unité centrale travaille. Ces méthodes impliquent un changement de fréquence des horloges et de l'amplitude des tensions appliquées aux processeurs de sorte qu'elles correspondent mieux à la charge de travail affectée au processeur en mode actif.

Il est important de noter que toute technique qui réduit sous certaines conditions la puissance du processeur diminue uniquement la puissance moyenne consommée par le système. La puissance maximale reste identique et tend à augmenter avec les nouvelles générations d'unités centrales. Il faut également remarquer que lorsque la consommation du processeur constitue une part plus importante de la consommation totale du serveur, les variations de la puissance totale consommée par le serveur et générées par la charge informatique deviennent proportionnellement plus importantes exprimées en pourcentage. Les serveurs à plusieurs processeurs et ceux possédant peu de lecteurs de disques (par exemple, les serveurs lames) obtiendront donc, en pourcentage, la variation dynamique de puissance consommée la plus élevée.

Les mesures réelles de certains serveurs sont indiquées dans le **tableau 1**. Ce dernier indique les variations de puissance consommée de courant alternatif mesurées lorsque l'ordinateur dispose de charges informatiques différentes.

**Tableau 1** – Variation dynamique de la puissance consommée de serveurs réels

Plate-forme	Processeur	Consommation en faible charge	Consommation en charge lourde	Pourcentage de variation
Dell PowerEdge 1150	Dual Pentium III - 1000	110 W	160 W	45 %
Intel Whitebox	Pentium 4 - 2000	69 W	142 W	106 %
IBM BladeCenter HS20 Châssis plein – 14 lames	Dual Xeon 3,4 GHz	2,16 kW	4,05 kW	88 %
HP BladeSystem BL20pG2 Châssis plein – 8 lames	Dual Xeon 3,06 GHz	1,55 kW	2,77 kW	79 %

# Problèmes liés à la variation dynamique de la puissance consommée

La variation dynamique de la puissance consommée soulève les nouveaux problèmes suivants :

## Surcharge du circuit de dérivation

La plupart des serveurs fonctionnent la plupart du temps avec des charges informatiques légères. Pour les serveurs disposant d'une gestion de l'alimentation, cela signifie qu'ils consomment moins que leur consommation potentielle. La plupart du personnel d'installation ou de maintenance des centres de données ou des salles réseau ignore que la puissance type observée consommée par les serveurs peut être bien inférieure à la puissance consommée potentielle lorsque la charge informatique est élevée. Cette situation peut amener l'opérateur ou le personnel informatique du centre de données ou de la salle réseau à connecter accidentellement trop de serveurs sur le circuit de dérivation.

Lorsque la somme des puissances maximales consommées par les serveurs sur un circuit de dérivation dépasse la valeur nominale du circuit de dérivation, il y a un risque de surcharge. Dans ce cas, un groupe de serveurs fonctionnera normalement jusqu'à ce que suffisamment de serveurs soient soumis simultanément à une charge lourde. Les conditions informatiques qui mènent à une telle surcharge peuvent se produire très rarement et le système peut alors fonctionner normalement sans panne pendant des semaines, voire des mois.

En cas de surcharge provoquée par la situation décrite ci-dessus, le circuit de dérivation fonctionne avec un courant plus élevé que la valeur nominale du circuit. Dans un centre de données ou une salle réseau, la conséquence la plus remarquable de cette situation est que le disjoncteur peut se déclencher et couper toute l'alimentation de l'équipement informatique. Cela est évidemment fort peu souhaitable. En outre, étant donné que la charge informatique est élevée lorsque cela se produit, cela implique un nombre de transactions gérées par l'équipement informatique important. La défaillance risque par conséquent de se produire au plus mauvais moment.

## Surchauffe

Dans les centres de données et les salles réseau, toute la puissance électrique consommée par l'équipement informatique se transforme en chaleur (à l'exception des commutateurs alimentés par Ethernet qui envoient une partie importante de leur alimentation sur les câbles Ethernet vers les téléphones VoIP, les points d'accès Wi-Fi et autres périphériques). Lorsque la puissance consommée par l'équipement informatique varie en raison de la charge informatique, la dissipation thermique varie également. Si l'équipement d'une partie du centre de données augmente subitement sa consommation, un point chaud local risque d'apparaître. Le système de refroidissement du centre de données peut être équilibré grâce à un système de dissipation d'énergie et le fait de doubler l'alimentation dans une zone locale peut entraîner une hausse de température indésirable pour laquelle le système de refroidissement n'est pas conçu. Cela peut provoquer l'arrêt de l'équipement en raison d'une température trop élevée, un dysfonctionnement de l'équipement ou une annulation de la garantie de ce dernier.

## Perte de redondance

De nombreux serveurs possèdent des entrées d'alimentation redondantes et grâce à cela, la plupart des centres de données et salles réseau à haute disponibilité peuvent fournir une double alimentation au serveur. Ces systèmes peuvent surmonter une panne totale de n'importe quel point de la voie d'alimentation et continuer à fonctionner. Au cours d'un fonctionnement normal, les deux voies d'alimentation des ordinateurs sont prévues pour se répartir équitablement la charge.

Lorsqu'une panne se produit sur l'une des voies d'alimentation, la charge totale du serveur est transférée sur l'autre voie. Par conséquent, la charge sur cette voie double. Par conséquent, les circuits de dérivation du circuit électrique principal de courant alternatif qui alimentent l'équipement dans un système à double circuit ne doivent pas être chargés à plus de 50 % du courant admissible nominal, de sorte qu'ils disposent d'une capacité restante suffisante pour prendre toute la charge si nécessaire.

Garantir que le circuit de dérivation est chargé à moins de 50 % de sa valeur nominale est rendu plus difficile lorsque les charges se caractérisent par une puissance consommée dynamique. Un système peut être testé lors de l'installation et présenter un fonctionnement des circuits de dérivation inférieur à 50 % de sa valeur nominale, et au moment d'une charge informatique élevée, le système peut fonctionner à plus de 50 % de sa valeur nominale.

Si le circuit de dérivation d'un système à double circuit se trouve dans la situation où la charge est supérieure à 50 % de sa capacité, la redondance de ce système est alors perdue. Si l'une des alimentations tombe en panne, la seconde est alors immédiatement surchargée et le disjoncteur se déclenche, comme décrit dans la section précédente. À nouveau, étant donné que la charge informatique est élevée lorsque cela se produit, cela implique un nombre de transactions gérées par l'équipement informatique important. La perte de redondance risque par conséquent de se produire au plus mauvais moment.

## Dissimulation du problème

Les équipements à consommation dynamique peuvent représenter une petite fraction de la puissance consommée totale du centre de données ou de la salle réseau. Si 5 % de l'équipement d'un centre de données présente une variation dynamique de la puissance consommée de 2 à 1 et que le reste de l'équipement ait une consommation constante, les mesures de consommation globale du centre de données au niveau de l'alimentation secteur principale ou de l'unité de distribution de l'alimentation peuvent ne varier que de 2,5 %. L'opérateur risque ainsi de croire qu'aucun problème de variation dynamique de puissance consommée notable ne se pose alors qu'en réalité, il existe un risque non négligeable de déclenchement du disjoncteur, de surchauffe et de perte de redondance. Il est par conséquent fort probable que le problème existe mais ne soit pas décelé par des opérateurs expérimentés.

# Gestion de la variation dynamique de la puissance consommée

Pour réduire les problèmes décrits dans les sections précédentes, les concepteurs et gestionnaires des centres de données et des salles réseau doivent s'adapter aux nouvelles réalités de la consommation électrique dynamique. Pour ce faire, il existe plusieurs méthodes, parmi lesquelles :

## Circuit de dérivation distinct pour chaque serveur

Si chaque serveur est équipé d'un circuit de dérivation distinct, il ne se produit pas de surcharge du circuit de dérivation. Ainsi, chaque serveur fonctionne à partir d'un circuit de dérivation dédié. Le problème de la surcharge du circuit de dérivation est donc résolu ainsi que celui de la perte de redondance. Les problèmes de surchauffe ne le sont pas, mais ils ne représentent pas le plus grand risque. Cette solution est toutefois onéreuse et très complexe pour les installations composées de petits serveurs, comme des serveurs 1U ou 2U, puisqu'elle peut demander un grand nombre de circuits de dérivation par rack. Dans un cas extrême, un rack contenant des serveurs 1U à double cordon peut avoir besoin de 84 circuits de dérivation, ce qui correspond à deux gros tableaux à disjoncteurs. Cette solution est plus pratique lors de l'utilisation de gros serveurs ou de serveurs lames.

## Mise en place de normes de marge de sécurité pour le pire des cas et mesure de la conformité lors de l'installation

La plupart des opérateurs de centres de données et de salles réseau disposent de normes concernant les marges de charge, qui sont en principe exprimées sous forme de fraction de la valeur nominale totale du circuit de dérivation. Les valeurs types choisies sont comprises entre 60 % et 80 % de la valeur nominale du circuit de dérivation, avec des valeurs de 75 % considérées comme un compromis correct entre la capacité d'alimentation, le coût et la disponibilité. Les charges réelles du circuit de dérivation sont mesurées afin de s'assurer de conformité avec les normes. Notez que cette approche présente un problème non négligeable dans le cas de systèmes à consommation électrique dynamique car il est très difficile de connaître la charge informatique au moment de la mesure. L'idéal serait d'avoir une charge informatique lourde sur l'équipement protégé au cours de la mesure afin de s'assurer de la conformité dans le pire des cas.

## Mise en place de normes de marge de sécurité pour le pire des cas et calcul de la conformité

Dans un autre cas, un inventaire détaillé des éléments connectés à chaque circuit de dérivation est tenu et la charge maximum connue ou mesurée consommée par l'équipement est conservée et additionnée afin de garantir que le circuit de dérivation n'est pas surchargé. Vous trouverez des informations concernant la charge maximale pour divers équipements sur le site du fabricant de l'équipement (la charge y étant souvent considérablement surévaluée) ou à partir des applications de sélection d'onduleur comme celles proposées sur [www.apcc.com](http://www.apcc.com). La tenue d'un inventaire détaillé du circuit de dérivation est une pratique commune dans les grands centres de données à haute disponibilité. Toutefois, cela oblige l'opérateur à savoir exactement en permanence ce qui est branché sur chaque circuit. Pour la plupart des salles réseau et des petits centres de données, le contrôle des utilisateurs est insuffisant pour garantir que l'équipement n'est pas déplacé ou

échangé, ou simplement branché sur une autre prise. Par conséquent, cette approche n'est pas pratique pour de nombreuses installations.

Ces marges peuvent être réduites afin de permettre des accroissements dynamiques de puissance. Par exemple, la spécification de la marge de sécurité peut être telle que la charge du circuit mesurée ne peut pas dépasser 35 % de la valeur nominale du circuit de dérivation lorsque l'équipement est en mode inactif.

### **Mise en place de normes de marge de sécurité pour le pire des cas et surveillance continue de la conformité**

Dans ce cas, des marges de sécurité sont définies et tous les circuits de dérivation contrôlés de manière continue par un système de surveillance automatique. Des avertissements sont générés lorsque la charge du circuit entre dans la zone de marge de sécurité. Par exemple, lors de l'utilisation d'une norme de charge de circuit à 60 %, une alerte est envoyée lorsque la charge dépasse 60 %. La marge de sécurité est définie de sorte que les opérateurs soient prévenus suffisamment à l'avance du problème pour agir en fonction avant qu'une surcharge ne se produise. Cette méthode peut être utilisée avec les autres méthodes décrites plus haut. Le principal avantage de cette méthode est qu'elle fonctionne dans les situations où les utilisateurs sont susceptibles d'installer ou de déplacer l'équipement, ou même de le brancher sur une autre prise sans que le gestionnaire du centre de données en soit informé, situation très courante dans les salles réseau, les installations de colocalisation et les centres de données de sécurité de taille moyenne. Cette approche permet également de donner l'alerte en cas de perte imminente de la redondance. Il s'agit de l'outil le plus puissant que peut utiliser le gestionnaire du centre de données pour gérer les variations dynamiques de puissance consommée dans un environnement changeant.

## **Conclusion**

Le pourcentage des charges informatiques dans une salle réseau ou un centre de données, où la puissance consommée varie considérablement avec la charge, augmente avec le temps. Cette situation soulève un certain nombre de problèmes non anticipés pour les opérateurs de l'infrastructure du centre de données. Les procédures utilisées jusqu'ici pour limiter au maximum les risques de surcharge doivent être adaptées à cette nouvelle réalité. Une planification appropriée et une surveillance de l'alimentation du circuit de dérivation sont essentielles pour garantir la disponibilité dans les installations nouvelles et existantes où de nombreux serveurs sont installés.

### **À propos de l'auteur :**

**Jim Spitaels** est ingénieur conseil pour APC. Il est titulaire d'une maîtrise en génie électrique obtenue à l'institut polytechnique de Worcester (Worcester Polytechnic Institute). Au cours des 14 années passées chez APC, il a développé des onduleurs, des architectures, des protocoles et des produits de communication, ainsi que des armoires et des produits de distribution d'alimentation. Qui plus est, il a dirigé plusieurs équipes de développement de produits. Jim détient également 3 brevets américains concernant les onduleurs et les systèmes d'alimentation.