



DATACENTERS

Optimiser la consommation énergétique

Les centres de données ont jusqu'à présent réussi à maîtriser leur demande énergétique à environ 2 % de la consommation mondiale. Or cet équilibre est aujourd'hui menacé par la popularité croissante de technologies très gourmandes en calcul, comme la vidéo à la demande, la voiture autonome ou encore la 5G. Les acteurs de la filière font alors feu de tout bois pour maximiser l'efficacité énergétique des datacenters.

Quand ABB a commencé à s'intéresser aux centres de données il y a plus d'un quart de siècle, fiabilité et disponibilité étaient les deux mots d'ordre. S'est bientôt rajoutée une nouvelle préoccupation : la demande en énergie. À partir de 2007 et de la publication du rapport de l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) sur la consommation énergétique des datacenters [1], des projections erronées quant à l'évolution de cette consommation →01 ont taxé le secteur d'ogre énergétique. Heureusement, la réalité a démenti ce pessimisme.

D'après un rapport du Lawrence Berkeley National Laboratory [2], la consommation énergétique des datacenters aux États-Unis n'a progressé qu'à la marge ces six dernières années, passant de 70 milliards de kilowattheures (kWh) en 2014 (soit 1,8 % de la consommation totale du pays) à quelque 73 milliards en 2020, toujours autour de 2 % de la consommation nationale →02. Une hausse somme toute insignifiante au regard de la prolifération des dispositifs connectés et de l'explosion des applications en ligne, partout dans le monde.



Dave Sterlace
ABB Data Center Solutions
Philadelphie
(Pennsylvanie,
États-Unis)

dave.sterlace@
us.abb.com

Plusieurs leviers facilement actionnables ont permis ces gains de performance : élévation de la température de fonctionnement des centres, diminution de la proportion de serveurs sous-exploités grâce à la virtualisation, meilleur rendement des alimentations sans interruption (ASI), remplacement des registres de réglage des débits de ventilation par des variateurs de fréquence.

D'autres facteurs ont également joué, notamment l'amélioration constante de la performance des serveurs, baies de stockage et infrastructures physiques. L'augmentation de la taille des centres de données (*hyperscale*) et l'essor du cloud sont allés de pair avec une meilleure éco-performance, conséquence directe d'un refroidissement proportionnellement plus efficace. Aujourd'hui, ce type de datacenters est moins énergivore que les sites de moindre envergure tout en drainant une fraction de plus en plus importante du trafic de données. Pour autant,

il n'est pas toujours envisageable, techniquement et économiquement, de viser les très hauts rendements des datacenters des géants du Net, pour qui chaque watt compte. Quelles stratégies s'offrent alors à court terme pour alléger la facture électrique ?

Efficacité énergétique

Pendant des années, le PUE (*Power Usage Effectiveness*), qui mesure le rapport entre la consommation totale d'un site et celle de son équipement informatique, a été l'indicateur phare

—
La consommation énergétique des datacenters aux États-Unis est restée stable au cours des six dernières années.

de performance énergétique des datacenters. Plus le PUE était faible, meilleur était le datacenter, le summum étant évidemment un ratio de 1, soit un rendement de 100 %. La valeur moyenne se situe cependant autour de 1,67 : sur 1,67 W de consommation totale, seulement 1 W va à l'informatique.

La puissance totale correspond à l'énergie nécessaire au fonctionnement de tout le site, tandis que la charge informatique (IT) correspond à la consommation des serveurs (gestion, routage, stockage et traitement des données).

Si cette métrique sert de référence pour évaluer la performance d'une installation par rapport à une autre, la diversité de ses modes de calcul ne facilite pas les comparaisons.

Vue globale

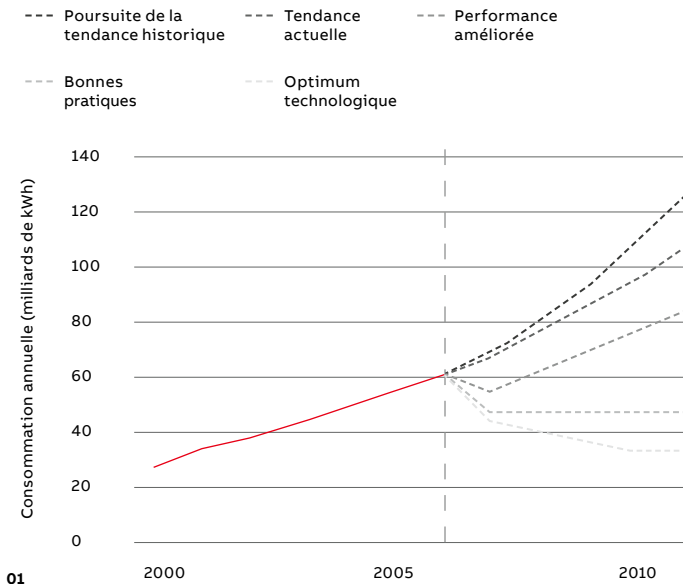
Le secteur a besoin d'indicateurs de performance plus complets que le seul PUE. Ce dernier n'indique en effet que l'efficacité globale de l'ensemble de l'infrastructure accueillant le datacenter, mais ne renseigne aucunement sur la performance IT.

Cette dernière correspondrait au rapport entre la puissance en sortie et celle en entrée de l'informatique.

Comment la mesurer ? Le consortium industriel Green Grid considère que, pour être précise, la mesure de la puissance fournie aux serveurs doit intervenir après toutes les opérations de conversion, de commutation, de filtrage et de stabilisation du courant : autrement dit, en sortie de l'unité de distribution d'alimentation (PDU).

La puissance informatique peut aussi désigner la performance effective du datacenter, en termes d'« utilité informatique » (nombre de pages web ou d'applications). Il s'agit alors de quantifier la puissance de sortie utile pour une alimentation électrique donnée. L'efficacité de l'infrastructure indique ainsi la puissance réellement fournie à la charge IT et celle prélevée par les systèmes de refroidissement et de secours. Ces deux valeurs

Dans le monde, 30 % des serveurs sont sous-exploités et occasionnent 30 milliards de dollars de pertes chaque année.



permettent de suivre la performance énergétique au fil du temps, mais aussi d'identifier les leviers d'économies d'énergie : augmentation de la puissance IT et baisse concomitante de la puissance d'entrée par la diminution des sources de perte et d'inefficacité dans les systèmes de soutien [3].

Haro sur les consommations cachées

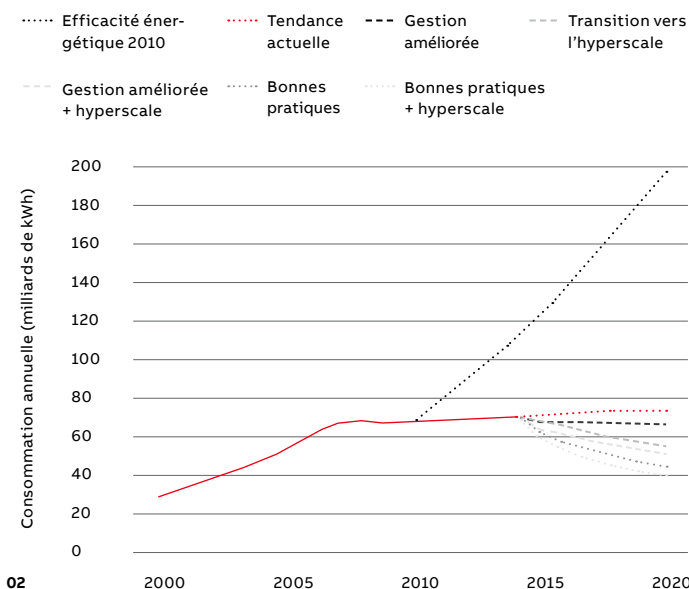
Les équipements informatiques sont généralement sous-employés au regard de leurs capacités : le taux d'utilisation tourne autour de 5 à 15 % pour les serveurs, 10 à 20 % pour les processeurs, 20 à 40 % pour les dispositifs de stockage et 60 à 80 % pour les équipements réseau.

Or un appareil en veille consomme toujours une fraction non négligeable de sa puissance maximale, environ 30 à 40 % pour un serveur classique.

D'après l'Uptime Institute, 30 % des serveurs mondiaux sont inutilisés et consomment de l'électricité en pure perte. Ce bilan, sans impact sur le PUE, coûte quand même 30 milliards de dollars au secteur chaque année. Un des remèdes consiste à répartir la charge sur plusieurs ordinateurs fonctionnant en parallèle comme une seule machine. De même, augmenter le nombre de centres travaillant de concert améliore mécaniquement la puissance de calcul et évite d'avoir à construire des sites spécialisés pour chaque usage.

Virtualisation du traitement et du stockage

Dans l'industrie, nombreux sont les exemples de serveurs et de baies de stockage déployés tous





03

— 01 Prévisions d'évolution de la consommation électrique des datacenters aux États-Unis (rapport EPA 2007)

— 02 Consommation réelle (ligne rouge) et projetée (pointillés) du parc complet de datacenters aux États-Unis, y compris l'alimentation des serveurs, des baies de stockage, des équipements réseau et de l'infrastructure physique

— 03 Distribution d'alimentation ABB SMISSLINE. L'unité de traitement d'un serveur est responsable à elle seule de plus de la moitié de sa consommation.

azimuts pour une même application, et ce sans aucun souci d'efficacité. La virtualisation met fin à cette situation : une plate-forme commune agrège les serveurs et les équipements de stockage tout en maintenant la distinction entre systèmes d'exploitation, applications, données et utilisateurs.

La plupart des applications tournent sur des « machines virtuelles » indépendantes mais qui, en arrière-plan, partagent le même matériel. Pour les datacenters, la virtualisation dope l'utilisation du matériel et se traduit par une diminution du nombre de serveurs et de disques de stockage énergivores. Le taux d'activité des serveurs peut alors atteindre 50 à 60 % [4].

Consolidation à tous les étages

Opter pour des serveurs lames peut vraiment améliorer l'efficacité énergétique : affichant une puissance de traitement par watt supérieure à celle des serveurs classiques, ils réduisent de 20 à 40 % la consommation de ce poste.

Autre axe d'amélioration : le stockage. L'efficacité énergétique des disques durs augmentant avec

leur capacité, la consolidation du stockage accroît la mémoire disponible tout en abaissant la consommation de courant.

Enfin, il est possible de rassembler sur un même site plusieurs centres sous-exploités et ainsi de mutualiser les systèmes de secours et de refroidissement pour réaliser d'importantes économies.

La demande en électricité des datacenters est restée stable ces cinq dernières années, en partie grâce à la multiplication des centres hyperscale, à l'efficacité énergétique redoutable. Leur architecture structurée et uniformisée peut accueillir plusieurs dizaines de milliers de serveurs.

En moyenne, un serveur de centre hyperscale correspond à 3,75 serveurs de centre classique. Le rapport du Lawrence Berkeley National Laboratory [2] estime que si 80 % des serveurs présents dans les petits datacenters aux États-Unis migraient vers des centres hyperscale, la consommation énergétique globale chuterait d'un quart.

Charge IT

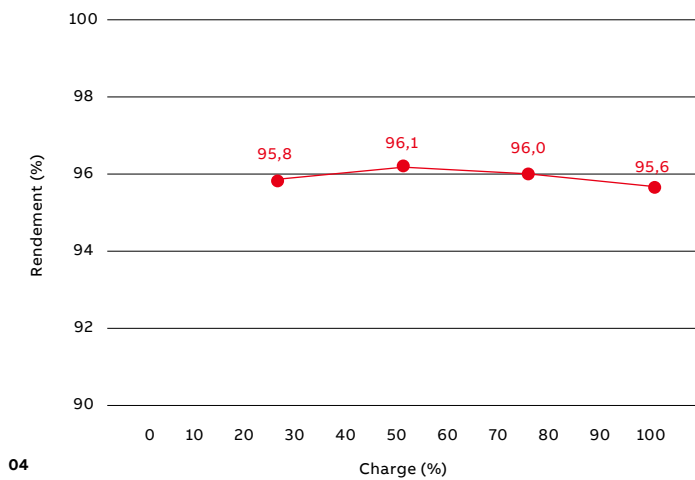
L'unité de traitement d'un serveur est responsable à elle seule de plus de la moitié de sa consommation → 03. Les processeurs employés

— La virtualisation peut faire grimper le taux d'utilisation des serveurs de 10-20 % à plus de 50-60 %.

sont de plus en plus éco-performants, tandis que les architectures multicœurs autorisent plus de traitements avec moins de puissance électrique.

D'autres solutions permettent également de réduire la consommation des processeurs. Ces derniers disposent souvent de fonctionnalités de gestion de la puissance, qui optimisent la consommation en adaptant automatiquement la tension et la fréquence d'horloge aux besoins de performance, et réduisent ainsi le gaspillage d'énergie.

L'exploitant du datacenter peut ainsi alléger sa facture électrique sans rogner sur la capacité de traitement : une manne lorsque le taux d'occupation des processeurs est variable.



04

Amélioration de l'alimentation

Le module de puissance (PSU) transforme le courant alternatif (CA) d'entrée en courant continu (CC). C'est le deuxième poste de consommation électrique après le processeur (environ 25 % de la charge serveur). Les régulateurs de point de charge, qui déclinent la tension de 12 V en différentes valeurs exigées par les processeurs et jeux de puces, sont eux aussi de gros consommateurs. Diverses certifications, dont le label « 80+ » garantissant qu'une alimentation électrique délivre plus de 80 % de l'énergie à l'appareil qu'elle équipe, améliorent d'ores et déjà le rendement des composants informatiques.

La puissance en entrée du datacenter transite d'abord par l'ASI et les PDU avant d'arriver à l'informatique. Le rendement d'une PDU se situant généralement entre 94 et 98 %, c'est l'ASI qui détermine l'efficacité énergétique de ce poste.

Or évaluer une ASI en se focalisant sur un rendement maximal est trompeur car, en fait, les PDU ne fonctionnent pas à pleine charge : de nombreux équipements IT ayant recours à deux alimentations aux fins de redondance, le taux d'utilisation dépasse rarement 20 à 40 %. C'est pourquoi une courbe de rendement →04 est un outil bien plus parlant pour les spécialistes. Les progrès accomplis dans l'électronique de puissance des ASI ont contribué à aplanir la courbe et à la maintenir à un niveau élevé sur toute la plage de charge.

Montée en tension

La quasi-totalité des équipements informatiques est prévue pour fonctionner dans la plage normalisée de tension d'alimentation comprise entre 100 et 240 V. Le rendement étant proportionnel à la tension, il est possible d'alimenter directement un serveur et de réduire de 2 % supplémentaire la consommation du site avec une ASI délivrant une tension de 240/415 V triphasée sur 4 fils [5].

Bonnes pratiques de refroidissement

Le système de refroidissement d'un datacenter représente entre un et deux tiers de sa facture énergétique. Certes, les bonnes pratiques déjà en place permettent souvent de réduire la note. Mais à plus long terme, la densité des baies électroniques ne cessant d'augmenter, le refroidissement par liquide gagne en pertinence.

—
En moyenne, un serveur de centre hyperscale correspond à 3,75 serveurs de centre classique.

Le refroidissement classique par air a fait ses preuves en environnement contrôlé et sécurisé pour des densités de puissance de 2 à 3 kW, et jusqu'à 25 kW par baie. Néanmoins, pour les nouvelles architectures visant une densité supérieure à 30-50 kW, cette technologie atteint ses limites. D'autres solutions, comme les échangeurs thermiques à l'arrière des baies, sont prometteuses.

Élévation de la température ambiante

La température habituelle d'une salle informatique tourne autour de 22 °C, ce qui implique une température en sortie de climatiseur de 15-16 °C. L'American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) recommande des températures de 15 à 32 °C pour les appareils récents et une hygrométrie de 8 à 80 %.

Couplage au réseau électrique

Les réseaux du futur se caractérisent par des flux d'énergie et d'information bidirectionnels favorisant l'insertion de la production décentralisée et d'origine renouvelable (EnR) →05. L'intégration de fonctions de surveillance et de conduite automatisées permet de lisser l'intermittence des EnR pour stabiliser le réseau.

—
04 A La courbe de rendement d'une ASI indique sa performance en fonction de la charge.

—
05 De plus en plus de datacenters sont raccordés à des installations de production d'énergie renouvelable et peuvent ainsi injecter de l'électricité dans le réseau.

Bibliographie

[1] EPA, *Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, Public Law 109-431*, disponible sur : [https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/Report%20to%20Congress%20on%20Server%20and%20Data%20Center%20Energy%20Efficiency.pdf), 2 août 2007.

[2] Shehabi, A., *et al.*, *United States Data Center Energy Usage Report*, disponible sur : https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1005775_v2.pdf, juin 2016.

[3] Cole, D., *Data Center Energy Efficiency – Looking Beyond PUE*, livre blanc No Limits Software, https://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/WP_LinkedIN%20DataCenterEnergy.pdf, 2011.

[4] Mpitziopoulos, A., « Tom's Explains: What Do 80 PLUS Bronze, Silver, Gold & Titanium Signify? », *Tom's Hardware*, disponible sur : <https://www.tomshardware.com/news/what-80-plus-levels-mean,36721.html>, 12 avril 2018.

[5] US Department of Energy, *Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design*, disponible sur : <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/eedatacenterbestpractices.pdf>, mars 2011.



05

—
Le système de refroidissement d'un datacenter représente entre un et deux tiers de sa facture énergétique.

Les exploitants peuvent en tirer un double bénéfice : consommer une électricité propre et devenir à leur tour des producteurs d'énergie. Ces « prosommateurs » sont alors capables d'interagir en temps réel avec le réseau pour profiter d'incitations tarifaires ou procéder à des effacements de consommation.

Un watt est un watt

D'un point de vue pragmatique, chaque watt compte. Les diverses pistes d'amélioration évoquées dans cet article peuvent s'additionner et, globalement, faire chuter la consommation énergétique des datacenters. •