

Analyse coûts-avantages des déploiements de micro datacenters dans une architecture Edge Computing

Livre blanc 223

Révision n°0

par Victor Avelar

Résumé général

Plusieurs tendances observées dans le développement des technologies de l'information, notamment l'Internet des objets (IdO) et les réseaux de diffusion de contenu (CDN), renforcent la nécessité de réduire la latence des réseaux de télécommunications, ainsi que les coûts liés à la bande passante. La distribution des « micro datacenters » et leur installation à proximité des points d'utilisation permettent de réduire la latence et les coûts liés au cloud ou à la mise en œuvre d'autres datacenters distants. Cette architecture de datacenter distribuée offre également les avantages d'une infrastructure physique qui s'appliquent à tout datacenter de petite taille, indépendamment des besoins en matière de latence. Ce livre blanc décrit les avantages des micro datacenters afin de tirer parti de l'infrastructure existante et montre comment cette architecture permet de réduire les dépenses d'investissement de 42 % par rapport à une architecture conventionnelle. D'autres avantages sont également mis en lumière, notamment les délais d'exécution de projets plus courts.

Introduction

La consommation croissante de services numériques sur nos appareils mobiles à la maison, au bureau et dans d'innombrables autres domaines d'application (fabrication, exploitation minière, pétrole et gaz, etc.) transforme le déploiement des datacenters. À mesure que les datacenters sont de plus en plus sollicités pour assurer ces services, les données prennent davantage de temps pour atteindre leur destination. De manière générale, plus la distance séparant l'utilisateur du datacenter est grande, plus le temps nécessaire pour fournir les services numériques augmente, avec des besoins de bande passante accrus. L'approche visant à rapprocher les datacenters du point d'utilisation est connue sous le nom de « Edge Computing ». L'entreprise [EdgeConneX](#) déploie ainsi des datacenters de colocalisation à la périphérie du réseau afin de réduire les temps de latence et les coûts liés à la bande passante¹ au bénéfice de ses clients. Pour en savoir plus sur ce sujet, consultez le livre blanc 226, [Les tendances et les bénéfices du « Edge Computing »](#).

Ce livre blanc explique pourquoi les micro datacenters représentent le meilleur choix pour la mise en œuvre d'une architecture Edge Computing par rapport à d'autres alternatives, telles que les salles de serveurs et les datacenters conventionnels. Nous décrivons en premier lieu les facteurs qui favorisent l'adoption des micro datacenters, puis nous abordons les technologies informatiques qui permettent la conception de micro datacenters sous la forme d'un rack simple hauteur, et nous soulignons les avantages offerts par les micro datacenters en termes de coûts d'investissement, en comparant ceux-ci aux datacenters centralisés. Enfin, nous proposons une future architecture de micro datacenter susceptible de remplacer les datacenters d'entreprise conventionnels pour certaines applications. Les micro datacenters sont également des solutions efficaces pour les environnements de filiales d'entreprises, bien que ce sujet ne soit pas traité dans ce livre blanc. Pour en savoir plus sur ce sujet, consultez le livre blanc 174, [Options pratiques pour le déploiement de petites salles de serveurs et de micro datacenters](#).

Dans ce livre blanc, nous définissons un micro datacenter en rack simple hauteur² (**Figure 1**) comme un environnement informatique autonome et sécurisé qui inclut l'ensemble des ressources de stockage, de traitement et de mise en réseau nécessaires pour exécuter des applications. Les micro datacenters sont livrés dans un boîtier unique et comprennent tous les systèmes d'alimentation, de refroidissement, de sécurité et les outils de gestion associés (DCIM). Les micro datacenters sont assemblés et testés dans un environnement d'usine.

¹ <http://www.edgeconnex.com/company/news-events/in-the-media/acg-research-produces-white-paper-the-growing-value-of-content-at-the-edge/>

² Les micro datacenters sont également disponibles sous la forme d'un module préfabriqué avec un facteur de forme équivalent au volume d'un conteneur d'expédition, mais dans ce livre blanc, nous nous concentrons spécifiquement sur les micro datacenters en rack simple hauteur. Consultez le livre blanc 165, [Types de datacenters modulaires préfabriqués](#).

Figure 1
Exemples de micro
datacenters



Facteurs d'adoption des micro data centers

Les facteurs d'adoption motivent ou encouragent certaines actions. Quatre principaux facteurs incitent à opter pour les micro datacenters pour prendre en charge les applications de Edge Computing, en remplacement de solutions alternatives telles que les salles de serveurs et les datacenters conventionnels. Nous abordons chacun de ces facteurs dans les sous-sections suivantes.

- Évolutivité
- Rapidité de déploiement
- Fiabilité
- Externalisation vers le cloud et colocalisation

Évolutivité

L'évolutivité est une stratégie visant à préserver votre capital en ne payant que ce dont vous avez besoin, lorsque vous en avez besoin. Il s'agit de l'un des enseignements tirés de l'explosion de la bulle Internet du début des années 2000, lorsque des datacenters surdimensionnés ont été construits pour répondre à des besoins qui ne se sont jamais matérialisés. Les micro datacenters peuvent plus facilement être « échelonnés et agrégés » afin de s'adapter à la croissance des besoins en matière de puissance de calcul. Une fois qu'un datacenter est pleinement utilisé, un autre est déployé au sein de la même installation ou dans une installation différente en fonction de la puissance électrique, de l'espace et de la bande passante disponibles. Leur conception normalisée et leur construction préfabriquée, associées à la possibilité d'augmenter la capacité énergétique par incréments de puissance (en kW) plus petits, font des micro datacenters une solution hautement évolutive par rapport aux datacenters conventionnels conçus sur mesure.

Rapidité de déploiement

Certaines entreprises rencontrent des situations dans lesquelles elles doivent déployer une solution informatique rapidement. Du fait que les micro datacenters constituent une solution d'infrastructure physique complète (incluant notamment les équipements informatiques et, parfois, les logiciels), il devient ainsi possible de réduire considérablement le délai d'exécution d'un projet par rapport à un datacenter ou une salle de serveurs conventionnels. En effet, les micro datacenters éliminent la nécessité de concevoir, de spécifier, d'acquérir et d'intégrer un ensemble hétérogène de composants. La rapidité de déploiement d'un micro datacenter est fortement liée à son niveau de normalisation. Plus le micro datacenter est normalisé, plus il est probable qu'il s'agisse d'un article stocké. Cependant, à mesure que la capacité en kW d'un micro

datacenter augmente, il devient moins probable qu'il s'agisse d'un article stocké, compte tenu du coût de possession plus élevé. Les déploiements d'installations informatiques plus importantes (par exemple, pour une capacité de 1 MW) nécessitent toujours des datacenters spécifiques ou de colocalisation. Cependant, un micro datacenter sera toujours plus rapide à déployer par rapport à un datacenter ou à une salle de serveurs conventionnels. Dans certains cas, des outils de configuration (Figure 2) sont disponibles pour personnaliser facilement et rapidement les solutions standard en permettant aux utilisateurs de modifier l'alimentation, la sécurité et l'équipement informatique d'un boîtier. Un moteur de configuration basé sur des règles doit vérifier les incompatibilités entre les composants et, une fois la configuration terminée, une commande peut être créée.

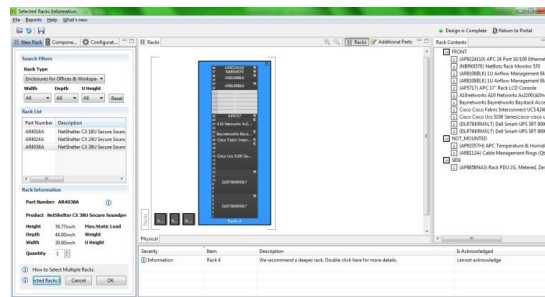


Figure 2
Exemple d'outil de configuration de micro datacenter

Fiabilité

D'une manière générale, la fiabilité d'un datacenter est liée au degré de personnalisation de ses systèmes critiques. C'est la raison pour laquelle un véhicule automobile de grande série est, par exemple, plus fiable et moins coûteux qu'un véhicule de petite série. Bien que les grands datacenters puissent eux aussi être normalisés, il est beaucoup plus facile et pratique de normaliser des datacenters plus petits. Il s'agit d'un atout essentiel des micro datacenters en termes de fiabilité. Pour en savoir plus sur ce sujet, consultez le livre blanc 116, [Normalisation et modularité dans l'infrastructure physique du datacenter](#).

L'un des moyens utilisés par les concepteurs pour accroître la fiabilité des datacenters conventionnels « sur mesure » consiste à ajouter des systèmes redondants. Lorsqu'ils sont répartis géographiquement, par exemple dans le cadre d'une architecture Edge Computing, les datacenters bénéficient également d'une fiabilité accrue grâce à la redondance géographique associée à la mise en miroir et à l'orchestration automatisées de la charge de travail³. Cette solution est similaire à la distribution des disques de stockage d'une matrice RAID à travers le pays et l'utilisation de logiciels pour récupérer des données si l'un des disques tombe en panne. En ce qui concerne les datacenters, les machines virtuelles et leurs données sont préservées de manière identique. Plus les datacenters sont petits, plus ils sont distribués, tout en étant moins surdimensionnés, et plus le regroupement de ces datacenters devient résilient. Il s'agit d'un atout supplémentaire des micro datacenters en termes de fiabilité.

Externalisation vers le cloud et colocalisation

Les DSI qui décident de transférer leurs équipements informatiques des datacenters sur site vers des installations de colocalisation, ou qui décident d'externaliser des applications aux fournisseurs de services cloud, se retrouvent avec une certaine quantité de matériel informatique à gérer dans les bureaux de

³ La redondance géographique signifie que plusieurs datacenters sont déployés à une distance suffisamment éloignée les uns des autres, de façon à ce que les temps d'arrêt subis par les uns n'affectent pas les autres (c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de défaillance commune).

l'entreprise et de ses filiales. Dans ces cas de figure, les micro datacenters représentent le choix idéal pour prendre en charge ces équipements en raison de leur faible encombrement et de leur capacité à être placés dans les espaces de bureau ouverts. Cela permet ainsi de convertir l'espace existant du datacenter ou de la salle des serveurs en espace de bureau ou de le louer. Par exemple, l'armoire illustrée sur la **Figure 3** peut être confondue avec un meuble de bureau, mais il s'agit en réalité d'un micro datacenter installé dans un environnement de bureau. Pour en savoir plus sur ce sujet, consultez le livre blanc 256, [Pourquoi le Cloud Computing nous oblige à repenser la résilience duEdge](#).



Figure 3

Exemple de micro datacenter dans un environnement de bureau

Technologies de l'information jouant le rôle de « facilitateurs »

Les « éléments facilitateurs » rendent possible ou plus aisé l'accomplissement de certaines actions. Trois technologies de l'information permettent de prédire l'essor de la demande en matière de micro datacenters. Les facteurs d'adoption des datacenters, décrits précédemment, sont indépendants des éléments facilitateurs. Nous expliquons brièvement ces technologies et nous décrivons comment elles simplifient et/ou réduisent le coût des déploiements des micro datacenters.

- Informatique hyperconvergée
- Compactage
- Virtualisation

Informatique hyperconvergée

Si les micro datacenters étaient déployés avec des composants informatiques disparates (serveurs, baies de stockage, commutateurs réseau, logiciels de gestion, câbles d'interconnexion, etc.), leur intégration limiterait la rapidité de déploiement des micro datacenters.

Fondamentalement, l'[informatique hyperconvergée](#) se réfère à l'intégration de ressources de calcul (processeurs), de stockage (disques durs) et de mise en réseau au sein d'un système unifié (rack, châssis). Lorsque tous ces composants sont intégrés sous la forme d'une solution unique, vous améliorez la vitesse de déploiement pour l'ensemble du micro datacenter. En outre, la fiabilité du système informatique s'améliore et, dans une certaine mesure, la quantité d'espace physique occupée est réduite car la pile logicielle convergée est conçue comme une solution unique dès le départ.

Compactage

Bien qu'il existe un certain niveau de compactage par rapport à l'informatique hyperconvergée, le compactage auquel nous nous référons ici est le résultat d'améliorations technologiques dans les équipements informatiques. Par exemple, la diminution constante de la taille des transistors a permis de diminuer la taille des processeurs présents dans les équipements informatiques, tout en améliorant les performances. Les données stockées ont également fait l'objet d'un compactage significatif, en particulier avec l'avènement des disques SSD. L'ensemble de ces possibilités de compactage réunies dans un faible encombrement, associé à une

amélioration simultanée des performances, a permis de créer un rack de serveurs unique capable de traiter la même charge de travail informatique que 13 racks de serveurs 8 ans auparavant.⁴

Virtualisation

Alors que le compactage permet de consolider 13 racks de serveurs en un seul rack, la virtualisation permet aux administrateurs d'exploiter toute cette puissance de calcul en allouant celle-ci à différentes charges de travail. La virtualisation peut se référer au serveur, au stockage et à la mise en réseau, et l'abstraction de ces trois ressources permet aux micro datacenters géographiquement distribués d'apparaître comme un seul et unique datacenter physique.

Avantages en termes de coûts d'investissement

L'avantage le plus important en termes de dépenses d'investissement offert par les micro datacenters par rapport à un datacenter centralisé conventionnel, c'est qu'ils peuvent généralement fonctionner au sein de l'infrastructure physique existante d'un bâtiment. Dans de nombreux cas, les bâtiments existants ont une capacité de production d'énergie supplémentaire suffisante pour prendre en charge un micro datacenter, à la fois au niveau du système d'alimentation du bâtiment et du groupe électrogène de secours. En d'autres termes, les micro datacenters permettent d'exploiter les « coûts irrécupérables » liés à l'alimentation en énergie (appareillage électrique), au refroidissement (groupes de production d'eau glacée) et à la construction du clos et du couvert du bâtiment, ce qui représente des économies d'échelle significatives par rapport à la construction d'un nouveau datacenter.

Le recours aux micro datacenters présente également un avantage sur le plan fiscal. Ils sont en effet généralement considérés comme des « équipements de bureau », et non comme une « amélioration des bâtiments ». Ils peuvent ainsi être amortis sur une durée de vie plus courte. Le livre blanc 115, [Avantages financiers et fiscaux d'une infrastructure de datacenter modulaire et portable](#), fournit davantage de détails sur ce sujet.

Méthodologie d'analyse

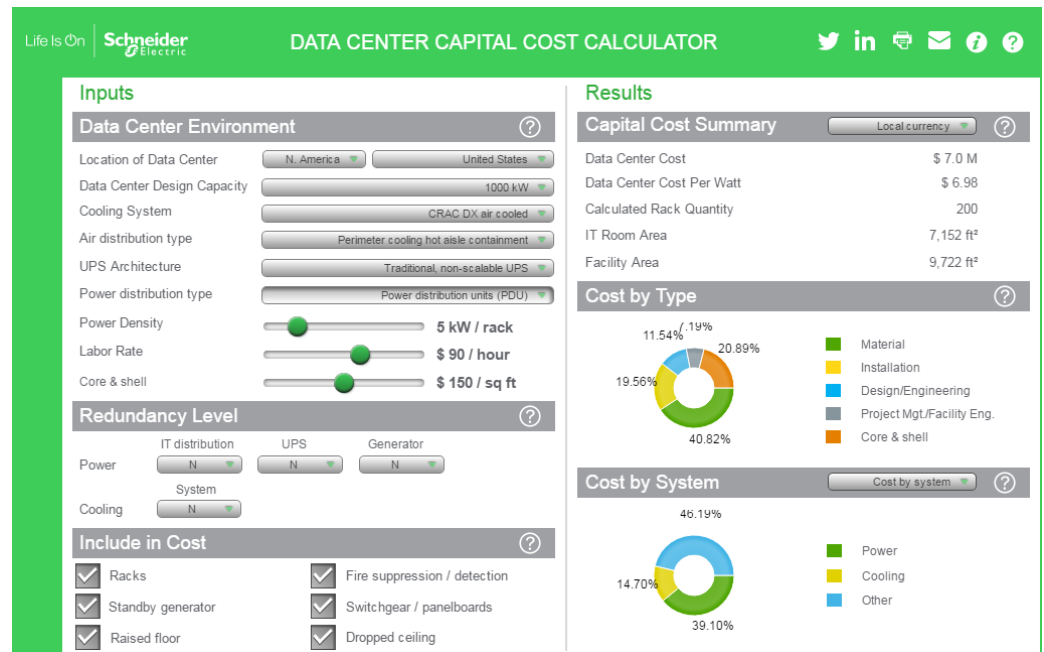
Nous avons réalisé une analyse des coûts d'investissement d'une architecture de datacenter déployée à l'aide de micro datacenters, et nous l'avons comparée à un datacenter centralisé conventionnel. Pour cette analyse, nous avons utilisé le même modèle de dépenses d'investissement de datacenter que celui utilisé par l'outil TradeOff Tool [Data Center Capital Cost Calculator](#) (Calculateur de coût d'investissement de datacenter) illustré à la **Figure 4**. L'outil estime les coûts d'investissement liés aux équipements, à la main-d'œuvre et à la conception pour chaque sous-système d'un datacenter. Pour le datacenter conventionnel centralisé, nous avons utilisé la valeur de coût du datacenter indiquée dans la section des résultats de l'outil. Nous avons comparé ce datacenter conventionnel à 200 micro datacenters (rack simple hauteur à 5 kW/rack) répartis dans différents bâtiments. **Notez que cela ne signifie pas que 200 bâtiments sont nécessaires, puisque plusieurs micro datacenters peuvent être situés dans un même bâtiment.**

Le coût d'investissement d'un micro datacenter a été estimé sur la base des micro datacenters disponibles sur le marché aujourd'hui. **Pour le micro datacenter, nous éliminons le coût d'investissement (équipements, main-d'œuvre et**

⁴ Sur la base de données issues de https://www.spec.org/power_ssj2008/results/ comparant les performances par unité processeur avec un pourcentage d'utilisation de 100 % de 2007 à 2017.

conception) lié aux sous-systèmes généralement présents dans les bâtiments (coût irrécupérable). Ces sous-systèmes comprennent le clos et le couvert, le faux-plancher, l'appareillage électrique et le générateur.

Figure 4
Modèle du [Data Center Capital Cost Calculator](#) (Calculateur de coût d'investissement de datacenter) utilisé pour l'estimation des dépenses d'investissement (CAPEX) liées à un datacenter conventionnel



Hypothèses

Le **Tableau 1** fournit les hypothèses pertinentes utilisées dans l'analyse des coûts d'investissement. La composante du coût « Sécurité environnementale » comprend les dépenses liées aux caméras et aux capteurs de température, d'humidité et de fumée. Les données présentées sur la **Figure 4** fournissent d'autres détails sur ce qui est traditionnellement inclus dans le calcul des coûts d'investissement.

Cette analyse suppose également que les applications s'exécutant dans un datacenter conventionnel peuvent être partitionnées sur plusieurs micro datacenters interconnectés par un réseau étendu (WAN). Ce datacenter « logique » est optimisé grâce à une infrastructure hyperconvergée et à des liaisons à faible latence entre les différents datacenters. Certaines applications peuvent ne pas être compatibles avec ce type d'architecture. Nous discutons de la possibilité de ce type d'architecture dans la section suivante.

Composante du coût	Datacenter conventionnel	Micro datacenter
Densité et quantité de racks	200 racks à 5 kW/rack	200 micro datacenters à 5 kW/rack
Redondance des systèmes d'alimentation et de refroidissement	1N	1N
Unité de refroidissement DX CRAC	Périmètre avec condenseur	Structure en rangées avec condenseur
Type de confinement	Allée chaude	Complète (avant et arrière)

Tableau 1
Hypothèses pour l'analyse des dépenses d'investissement d'un datacenter conventionnel vs. un micro datacenter

Composante du coût	Datacenter conventionnel	Micro datacenter
Coût lié à la construction du clos et du couvert	1 615 USD/m ² (150 USD/ft ²)	0 USD
Capacité totale onduleur (avec surveillance)	Capacité de 1,2 MW avec double conversion en ligne	Capacité de 1,6 MW avec double conversion en ligne
Sécurité environnementale	Oui	Oui
Protection incendie	Gicleur de pré-action	Cartouche NOVEC1230

Résultats

La dépense d'investissement pour la construction d'un datacenter centralisé unique évaluée pour une alimentation de 1 MW des équipements informatiques est de 6,98 millions de dollars ou 6,98 USD/W. La dépense d'investissement de 200 micro datacenters à 5 kW est de 4,05 millions de dollars ou 4,05 USD/W. **Les micro datacenter permettent de réaliser une économie de 42 % par rapport à un datacenter centralisé. Notez que si les équipements de protection incendie étaient retirés des datacenter conventionnels et des micro datacenters, l'économie globale augmenterait jusqu'à 48 %.** Cela est dû au fait que le coût du système de gicleurs de pré-action dans le datacenter conventionnel est considérablement inférieur au système d'agent de nettoyage NOVEC utilisé dans le micro datacenter.

L'onduleur du micro datacenter dispose d'une puissance d'alimentation totale supérieure à celui présent dans le datacenter conventionnel. Lors de la construction d'un unique datacenter de 1 MW, l'onduleur est généralement surdimensionné afin de supporter 1,2 fois la puissance d'alimentation des équipements informatiques. Cependant, lorsque l'onduleur est réparti sur 200 racks, un facteur de surdimensionnement de 1,2 conduit à mise en fonction d'un onduleur de 6 kW, ce qui peut s'avérer insuffisant. En raison de l'[effet de dispersion des charges](#), la puissance de l'onduleur dans une architecture distribuée doit être légèrement plus élevée pour tenir compte des densités de rack occasionnelles supérieures à la moyenne de 5 kW/rack. Dans cette analyse, nous avons utilisé un onduleur de 8 kW. L'effet de dispersion des charges est l'un des inconvénients des architectures distribuées en général. En dépit de cet inconvénient, les architectures distribuées offrent un avantage par rapport aux datacenters conventionnels, dans la mesure où elles sont hautement évolutives.

Les micro datacenters sont intrinsèquement évolutifs, car il est possible de les déployer dans leur intégralité uniquement en cas de besoin. Dans le cas de cette analyse, nous pouvons les déployer en procédant par incrément de 5 kW à la fois. Ce principe de paiement au gré de la croissance préserve les flux de trésorerie et est particulièrement utile dans les déploiements au sein des filiales d'entreprises.

L'introduction de l'infrastructure hyperconvergée et de ses logiciels de gestion a facilité la mise en œuvre du concept de [datacenter SDDC \(Software-Defined Data Center\)](#). En substance, le datacenter SDDC offre aux entreprises certains des avantages dont bénéficient les géants de l'Internet⁵. Les micro datacenters poussent encore plus loin le concept de datacenter SDDC en distribuant les

⁵ « [L'objectif est de faire ce que font les fournisseurs de services cloud Webscale, mais au lieu d'avoir construire une solution à partir de zéro, l'hyper-convergence permet d'intégrer un environnement cloud d'entreprise au sein d'un boîtier et de le commercialiser sous la forme d'une solution clé en main.](#) »

Une future architecture de micro-datacenter

ressources de calcul, de stockage et de mise en réseau sur différents sites géographiques, au lieu de localiser l'ensemble des équipements informatiques dans un datacenter unique centralisé.

Ce concept de gestion des charges de travail réparties entre plusieurs datacenters n'est pas nouveau, et il est utilisé par certains fournisseurs de services cloud, notamment Amazon et Google.⁶ Cependant, l'idée d'appliquer le concept de datacenter SDDC aux micro datacenters distribués et de les gérer comme un datacenter logique unique est nouvelle pour les entreprises qui n'ont pas l'envergure des géants de l'Internet. Un exemple de ce type d'entreprise est [Qarnot Computing](#). Cette société traite les données sur des micro datacenters distribués et utilise la chaleur résiduelle qu'ils produisent pour chauffer les logements résidentiels.

Cette architecture de datacenter permet aux entreprises d'éviter des dépenses d'investissement importantes, comme le démontre l'analyse ci-dessus. Un autre avantage est la réduction des dépenses d'exploitation liées à l'embauche d'administrateurs informatiques spécialisés dédiés au stockage, à la mise en réseau et au traitement des données. L'infrastructure hyperconvergée réalise l'abstraction de ces trois ressources dans une pile matérielle unique, en éliminant le recours à des équipements informatiques spécialisés pour chaque ressource. L'ensemble des micro datacenters distribués se comporte comme un datacenter unique qui fournit des services informatiques similaires à ceux d'un gestionnaire de réseau.

L'une des inconnues majeures, qui représente donc un risque, pour cette future architecture de datacenter est l'effet de la latence du réseau sur les micro datacenter distribués. Google utilise des liaisons fibre « privées » et dédiées entre ses datacenters pour permettre le passage des flux de données entre eux. Cela représente un coût prohibitif pour la plupart des entreprises. Par conséquent, les liaisons entre les micro datacenters doivent être assurées en utilisant des connexions WAN « privées » disposant d'une bande passante suffisante pour les applications prises en charge.

Méthodes de déploiement

Il existe trois méthodes de base pour le déploiement de petits datacenters :

1. Construire le datacenter à partir de zéro en spécifiant, en achetant et en assemblant des composants individuels.
2. Construire le datacenter à l'aide d'une solution préconfigurée en assemblant ses composantes.
3. Construire le datacenter à l'aide de micro datacenters préfabriqués et entièrement assemblés.

En passant de la première méthode à la dernière méthode, vous disposez de capacités de normalisation accrues et d'un moindre choix dans la conception du datacenter. Les utilisateurs qui requièrent des schémas de couleurs personnalisés, des configurations de prises électriques particulières, un système de refroidissement spécifique, etc., peuvent avoir besoin d'utiliser la méthode numéro un. En outre, vous avez le choix entre l'achat de l'intégralité de la solution auprès d'un fournisseur unique et l'acquisition des composants auprès de plusieurs fournisseurs. L'achat de la solution complète auprès d'un unique fournisseur signifie que vous avez besoin d'un devis de chaque fournisseur (un minimum de

⁶ <http://allthingsd.com/20130613/what-is-the-software-defined-data-center-and-why-is-it-important/>
<http://searchsdn.techtarget.com/tip/Facebook-Google-use-SDN-to-boost-data-center-connectivity>

deux offres), tandis que l'achat de 6 composants distincts (rack, système d'alimentation, de refroidissement, de stockage, traitement et de mise en réseau) nécessite de disposer d'au moins 12 offres. Tous les composants doivent ensuite être intégrés, ce qui peut entraîner des coûts supplémentaires si vous faites appel à un intégrateur.

La tendance dans l'industrie des technologies informatiques est d'avoir recours à une infrastructure informatique hyperconvergée normalisée, facile à déployer et à utiliser. Si vous envisagez d'utiliser une solution informatique hyperconvergée, nous pensons qu'il est logique de déployer votre infrastructure physique à l'aide de micro datacenters. L'objectif de cette méthode est de déployer l'ensemble de la solution, notamment les équipements informatiques de traitement, de stockage et de mise en réseau, sous la forme d'un module unique. Cette méthode permet d'accroître la prévisibilité de l'installation, du fonctionnement et de la fiabilité globale du datacenter.

Conclusion

Les avantages liés à la commercialisation des micro datacenters sont qu'ils évoluent selon les besoins, qu'ils réduisent la latence informatique et le risque de devoir interrompre totalement l'exploitation du datacenter (c.-à-d. qu'ils réduisent les points de défaillance). À l'instar d'une architecture informatique distribuée, si l'on a besoin de plus de capacité par la suite, il suffit d'ajouter un autre micro datacenter. La standardisation de ces micro datacenters entraîne des bénéfices complémentaires, notamment une durée de déploiement réduite, une gestion simplifiée et des coûts de maintenance et d'investissement moindres.



À propos de l'auteur

Victor Avelar est directeur et analyste de recherche senior au sein du Data Center Science Center de Schneider Electric. Il est responsable de la recherche portant sur la conception et l'exploitation du datacenter. Il évalue, en collaboration avec les clients, le risque et les pratiques conceptuelles pour optimiser la disponibilité et l'efficacité de leurs environnements de datacenters. Victor est titulaire d'une licence en génie mécanique de l'institut polytechnique Rensselaer et d'un MBA du Babson College. Il est membre de l'AFCOM.



[Options pratiques pour le déploiement de petites salles de serveurs et de micro datacenters](#)

Livre blanc 174



[Types de datacenters modulaires préfabriqués](#)

Livre blanc 165



[Les tendances et les bénéfices du « Edge Computing »](#)

Livre blanc n° 226



[Avantages financiers et fiscaux d'une infrastructure de datacenter modulaire et portable](#)

Livre blanc 115



[Pourquoi le Cloud Computing nous oblige à repenser la résilience du Edge](#)

Livre blanc 256



[Consultez tous les livres blancs](#)

whitepapers.apc.com



[Consultez tous les outils TradeOff](#)

tools.apc.com

Contactez-nous

Pour des commentaires sur le contenu de ce livre blanc :

Data Center Science Center
dcsc@schneider-electric.com

Si vous êtes client et que vous avez des questions relatives à votre projet de datacenter :

Contactez votre représentant Schneider Electric
www.apc.com/support/contact/index.cfm