



SDS, RAID matériel et RAID logiciel Quel sera l'avenir ?

Dans ce livre blanc, nous examinons l'évolution rapide des capacités du stockage NVMe et sa coexistence avec les technologies SATA/SAS qui, ensemble, offrent un éventail de possibilités de provisioning avancé.

Déterminer le rythme du changement : aperçu du stockage pour le présent et l'avenir

Depuis plus d'une décennie, l'expression « défini par logiciel » préfigure la virtualisation d'une gamme de services informatiques traditionnellement gérés comme des instances matérielles distinctes.

Cela a commencé par la mise en réseau définie par logiciel (SDN) et bientôt, le calcul défini par logiciel (SDC), le stockage défini par logiciel (SDS) et même l'ensemble du datacenter lui-même (SDDC) ont été virtualisés pour fonctionner comme des éléments d'une infrastructure hyperconvergée (HCI).

Le catalyseur de toute cette connectivité est PCIe (Peripheral Component Interconnect Express), le bus à grande vitesse qui a évolué de l'intégration du CPU, du GPU, du stockage et de la mise en réseau à la prise en charge de la virtualisation des entrées/sorties. PCIe accueille également l'interface NVMe (mémoire non-volatile express),

conçue pour une connectivité optimale avec une nouvelle gamme de SSD proposés dans plusieurs formats différents.

Par rapport à SAS et SATA, les SSD NVMe représentent une avancée considérable en termes de bande passante, de latence et de consommation d'énergie. Depuis sa standardisation en 2011, l'interface de stockage NVMe a progressé pour s'adapter aux gains de débit qui doublent à chaque nouvelle génération PCIe, passant de 5 GT/s avec PCIe 2.0 à 16 GT/s avec PCIe 4.0. Bien que PCIe 5.0 soit arrivé avec ses 32 GT/s, il est encore loin de s'être généralisé.

La feuille de route actuelle a déjà établi la spécification PCIe 6.0 offrant des vitesses de 64 GT/s et la spécification PCIe 7.0 prévue pour 2025 dont l'objectif est de 128 GT/s, tout en maintenant la compatibilité avec les générations précédentes. Par association, le stockage NVMe bénéficiera de tous ces avantages.

Établir les connexions

Aujourd'hui, le matériel prenant en charge PCIe 3.0 et PCIe 4.0 est abondant et la transition vers les SSD NVMe semble, en apparence, assez simple. Par exemple, les cartes d'extension (AIC) peuvent être utilisées pour s'insérer directement dans les logements PCIe. Les SSD NVMe dotés de l'interface U.3 « tri-connecteur » s'intègrent facilement dans les baies de serveurs aux côtés du stockage SATA et SAS. Avec des baies de disques situées à l'avant, pour simplifier l'entretien, les déploiements U.2 sont plus pratiques que les AIC, difficiles d'accès, pour de nombreuses opérations des datacenters.

Par ailleurs, l'interface M.2 offre une connectivité pour les SSD NVMe à leur pleine performance PCIe x4, à condition que la clé de connecteur de type M appropriée soit en place sur la carte mère ou l'AIC. Les connecteurs de type B n'offrent que des vitesses SATA 3 ou PCIe x2. Et si vous pouvez voir des SSD avec un clavetage B+M, ce sont très certainement des appareils SATA 3 qui offrent une compatibilité entre les deux types de socket.

Ainsi, si ces formats physiques permettent d'installer un stockage NVMe dans un système, c'est ce qui se trouve en dessous qui importe vraiment et qui amène à repenser

complètement la meilleure façon de gérer le stockage dans un écosystème NVMe.

Par exemple, la connexion d'un seul SSD NVMe U.2 ou M.2 utilisera, pour un débit optimal, quatre lignes PCIe (PCIe x4) par appareil. Le problème des anciens systèmes était qu'un processeur avec, disons, 24 lignes PCIe pouvait rapidement être à court une fois qu'un GPU utilisant des lignes PCIe x16 était en place. Avec le matériel plus récent, doté de plusieurs cœurs permettant jusqu'à 128 lignes PCIe, et la commutation PCIe qui augmente le nombre de voies, ce problème est moins important. Malgré tout, le provisioning des voies PCIe doit être pris en compte dans toute planification de mise à niveau de l'infrastructure afin de garantir une utilisation optimale des allocations.

Le stockage NVMe exige une approche différente du déploiement. Bien qu'il existe des options familières pour configurer les SSD, telles que le RAID logiciel et le RAID matériel, leur utilisation a évolué afin de profiter des avantages que le stockage NVMe offre par rapport aux SSD SATA et SAS.

RAID logiciel

Le stockage NVMe présente un avantage évident : tous les principaux systèmes d'exploitation disposent de pilotes NVMe pour le prendre en charge. Si vous ajoutez un SSD NVMe, peu importe l'hôte (Windows, Linux, macOS ou Solaris, pour n'en citer que quelques-uns), cet appareil sera accessible. Les environnements virtualisés de VMware prennent en charge les pilotes NVMe, ce qui permet d'offrir davantage d'options bien adaptées aux applications de stockage définies par logiciel.

Cette disponibilité des appareils de stockage NVMe vient compléter les applications RAID logicielles qui sont proposées en standard sur tous les systèmes d'exploitation courants. Peu compliquées et gratuites, les fonctions RAID logicielles sont à la disposition de tous, sous une forme ou une autre : utilisateurs finaux grand public, passionnés de jeux et créateurs de contenu, jusqu'aux déploiements d'entreprise complets. Elles offrent donc une passerelle pratique vers un ensemble fondamental de fonctions de gestion de stockage avancées.

Les applications logicielles RAID de base peuvent n'offrir que le RAID 0 (stripe) et le RAID 1 (miroir) pour les performances et la sécurité des données, respectivement. **En effet, le RAID matériel offre beaucoup plus de niveaux RAID que ses alternatives logicielles.** Malgré cela, des applications telles que mdraid, l'application RAID logicielle par défaut sous Linux, proposent également les niveaux RAID 4, 5, 6 et 10 : des combinaisons qui offrent un équilibre entre performances et sécurité des données.

Comme les SSD n'ont pas encore atteint la capacité des disques durs individuels, les besoins de stockage globaux pour un nombre donné de disques sont également une considération majeure lors de la configuration d'une matrice RAID. De plus, l'utilisation de logiciels pour gérer les fonctions de distribution des données et de vérification de la parité dans les environnements de stockage RAID a un impact sur le CPU hôte qui exécute ces routines. Les opérations algorithmiques peuvent varier en complexité (par exemple, les écritures sont plus gourmandes en ressources informatiques que les lectures). Si le volume du débit de données est important, avec un niveau élevé de redondance dans la configuration RAID, ces tâches peuvent avoir un impact sur la performance globale.

Et lorsque les licences logicielles sont calculées sur une base par cœur, est-il vraiment judicieux de charger un système de tâches de stockage ? C'est depuis longtemps l'argument en faveur du RAID matériel, mais nous ne sommes plus dans un environnement SATA/SAS. Dans une certaine mesure, les pénalités de performance inhérentes au RAID logiciel ont été compensées par les gains de latence et de débit de NVMe et son accès direct au bus PCIe.

Une meilleure conception

De plus, l'interface SATA a été conçue pour les disques durs ; son utilisation avec les SSD a toujours été un compromis. Le gain de vitesse que les SSD SATA présentent par rapport aux disques durs est extrêmement productif, mais il ne représente qu'une fraction de ce que le stockage flash peut réellement offrir. L'interface AHCI (interface avancée du contrôleur hôte) utilisée par SATA, avec toutes ses particularités héritées (plus de 120 commandes construites autour des contraintes physiques des disques rotatifs) permet la compatibilité de mise à niveau du système avec la flash, mais elle constitue en fin de compte un goulot d'étranglement. En revanche, NVMe peut fonctionner sur un minimum de 13 commandes : 10 d'administration et trois d'E/S (lecture, écriture, vider).

S'agissant des files d'attente de commandes, la technologie AHCI/SATA n'en possède qu'une seule qui peut envoyer 32 commandes par file d'attente. En revanche, NVMe dispose de 64 000 files d'attente d'E/S, avec jusqu'à 64 000 commandes par file d'attente, ce qui se traduit par une utilisation nettement inférieure des cycles du CPU.

Le chemin de données PCIe rationalisé que le stockage NVMe utilise, ainsi que son énorme débit et son efficacité, permettent de considérer le RAID logiciel sous un jour différent dans ce domaine. Plutôt que d'être considéré comme ayant des limites, le RAID logiciel prouve son efficacité dans cet espace. En effet, pour beaucoup, il a été le seul choix, car le RAID matériel au sens conventionnel a dû évoluer pour offrir des fonctionnalités permettant la mise à l'échelle du stockage NVMe.

RAID matériel

Les cartes PCIe RAID matérielles possèdent une puce contrôleur dédiée qui exécute toutes les fonctions de calcul nécessaires pour créer et gérer une matrice RAID à partir du matériel de stockage ciblé. Le traitement est entièrement déchargé sur la carte RAID. Aussi, le RAID matériel peut offrir une large gamme de niveaux RAID avec une complexité variable, sans charge de traitement sur la plateforme hôte.

Comme les ressources coûteuses du processeur hôte ne sont pas impliquées dans le traitement des algorithmes RAID, les vitesses de lecture et d'écriture sont optimisées et le remplacement à chaud des disques est pris en charge. Avec le RAID logiciel, l'absence de traitement dédié augmente la latence, le débit dans les environnements SAS/SATA à haute capacité. Contrairement au RAID matériel, le remplacement des disques nécessite souvent des procédures de gestion du RAID avant leur retrait, ce qui nécessite généralement des redémarrages.

Bien que cela ait un coût, la faible latence, la protection des données et les fonctions de mise en cache des cartes PCIe RAID matérielles, ainsi que leurs capacités d'extension de la matrice de disques, leur valent une place au cœur de la gestion du stockage des entreprises. Et elles ont également évolué. Alors que les cartes RAID dédiées uniquement à NVMe sont encore relativement nouvelles sur le marché, SATA, SAS et NVMe combinés sont pris en charge dans les cartes RAID sur puce (ROC) PCIe Gen 4 tri-mode proposées par des fournisseurs comme Broadcom, Marvell et Microchip, entre autres.

Ces cartes RAID matérielles offrent une solution simplifiée pour que les SSD NVMe puissent coexister dans des environnements de stockage mixtes. En suivant les procédures de câblage de base, les fonds de panier U.2 peuvent être configurés pour utiliser des combinaisons de SSD SATA/SAS et NVMe de format U.2.

L'émergence de la norme U.3 fait progresser ce format d'un cran, en réduisant la complexité grâce à un câblage unifié permettant d'utiliser un véritable fond de panier tri-mode. Il y a cependant un hic : l'interface physique du disque U.3 est la même, mais la configuration des broches a changé. Par conséquent, les lecteurs U.3 peuvent être utilisés dans les fonds de panier U.2, mais les lecteurs U.2 ne sont pas compatibles avec les fonds de panier U.3.

Bien que les capacités de mélange et d'association de l'U.3 puissent sembler un objectif louable, la question de savoir dans quelle mesure de telles configurations sont susceptibles de se généraliser est une autre question.



Surveillance des baies

Il est certain que l'arrivée de la norme Universal Backplane Management (UBM) permet davantage de déploiements de stockage mixte et est compatible avec les conceptions U.2 et U.3. Défendu par un consortium de plus de 20 grands fournisseurs de matériel de stockage, UBM permet aux appareils hôtes et contrôleurs de découvrir les capacités du fond de panier et prend en charge la détection et la surveillance des différents types de disques (SATA, SAS et NVMe), même au sein d'une seule baie de disques. UBM fonctionne également avec les expandeurs SATA/SAS et les commutateurs PCIe et fournit une gamme de fonctions pratiques de gestion du fond de panier qui améliorent encore davantage les architectures système U.2 et U.3.

Une carte RAID ou HBA (adaptateur de bus matériel) tri-mode utilisera des voies hôtes PCIe x8 ou x16 et disposera d'une commutation PCIe pour multiplier le nombre de voies et augmenter efficacement la bande passante. Les spécifications de la carte peuvent mentionner la prise en charge de, disons, jusqu'à 32 disques NVMe, mais ce n'est pas la même chose que de prendre en charge huit SSD NVMe à pleine vitesse x4, ce qui nécessiterait 32 voies PCIe. En théorie, il est possible de prendre en charge 32 disques NVMe physiques à vitesse x1 et, même dans un environnement PCIe 3.0, chacun d'entre eux fonctionnerait à 1 000 Mo/s, soit deux tiers de plus que le débit de 600 Mo/s de SATA. Même ainsi, une telle configuration serait une utilisation sous-optimale du stockage SSD NVMe, étant donné que ses capacités de performance supérieures sont considérablement augmentées par le parallélisme des voies PCIe. Dans un scénario d'utilisation mixte, le contrôleur tri-mode peut ne dédier que des voies x8 ou x16 disponibles au stockage NVMe, ce qui implique à nouveau un choix entre moins de disques ou un débit réduit.

Il reste à voir si différents types de disques, intégrés de manière transparente dans un fond de panier, inspireront des systèmes de boutique capables de gérer les demandes de stockage à chaud (NVMe), tiède (SAS/SATA) et à froid (SATA/HDD) dans un seul châssis.

Après tout, diviser les allocations de voies PCIe pour maintenir la compatibilité avec les anciens appareils de stockage est un compromis qui, tout en permettant l'adoption de NVMe, a ses limites et ses coûts. De nombreuses opérations, actuellement satisfaites des déploiements de stockage SAS/SATA existants, pourraient n'être concernées que par l'actualisation des disques pour garantir la fiabilité et l'amélioration de la capacité. S'il est probable que le stockage U.2 perdurera encore un certain temps, les configurations utilisant un seul type

de voie d'appareil seront probablement courantes afin d'utiliser les ressources de stockage SAS/SATA existantes et les contrôleurs et expandeurs dédiés à moindre coût. De même, pour maximiser les gains de performance et la capacité, il est préférable d'utiliser exclusivement des SSD NVMe.

Le rythme d'adoption du stockage NVMe dépendra largement de l'intensité des charges de travail et de la manière dont il vient compléter les systèmes existants. Les fournisseurs de services cloud qui investissent dans d'importants déploiements exclusivement NVMe en réalisent déjà les avantages, car les énormes gains de bande passante permettent de proposer de nouveaux services à plusieurs niveaux pour répondre à un large éventail de besoins de la clientèle.



Revoir les attentes

Quelque part au milieu de ces deux extrêmes, du fournisseur cloud agile enrichi de NVMe au datacenter plus traditionnel, se trouve les entreprises qui exigent davantage de fonctionnalités, une efficacité et une évolutivité accrues.

Elles adoptent le NVMe mais avec une approche plus ciblée : une adoption échelonnée au fur et à mesure que les coûts, les avantages, l'intégration et l'optimisation sont étudiés.

Les lacunes du système, telles que les applications codées de manière inefficace qui freinent les gains de latence et de débit attendus, sont rapidement mises en évidence lorsque le stockage NVMe est utilisé pour la mise en cache. D'autres goulots d'étranglement se révèlent et devront être traités pour réaliser les avantages en termes de performances d'un écosystème PCIe/NVMe.

Il ne s'agit pas d'un remplacement à l'identique mais plutôt d'un vélo remplacé par un train à grande vitesse. À cet égard, les spécifications des SSD doivent également être

réévaluées, car les contrats de niveau de service peuvent insister sur des mesures opérationnelles qui ne tiennent pas compte de tout ce que vous pouvez faire de plus avec le stockage NVMe.

Par exemple, le chiffre DDPD (écritures sur disque par jour), utilisé pour déterminer l'endurance du stockage flash sur sa période de garantie. Les lecteurs flash souffrent de ce que l'on appelle l'amplification d'écriture, qui augmente l'usure du SSD en raison de la méthodologie employée pour stocker les données dans les cellules de mémoire. En substance, les cellules ne stockent pas directement les données, mais doivent d'abord être effacées avant de pouvoir être écrasées et, au fil du temps, cette procédure alambiquée contribue à la dégradation du stockage. L'over-provisioning, une sorte de réservoir de réserve de capacité SSD, est utilisé pour surmonter ces problèmes et effectuer des routines de nettoyage du disque, comme le « garbage collection ». Il s'agit d'un processus de réaffectation des données pour libérer des blocs de stockage (qui sont ensuite effacés en préparation des écritures) et constitue une cause majeure d'amplification des écritures.

Utiliser le zonage

La récente spécification NVMe 2.0 propose le ZNS (Zoned Namespaces), qui offre une nouvelle approche des procédures de lecture/écriture des SSD NVMe. Une interface de gestion zonée par blocs située entre l'hôte et le SSD NVMe. Le zonage présente certaines similitudes avec le partitionnement de disque, mais au niveau de l'application hôte. Le ZNS permet au SSD de communiquer avec l'hôte, en décrivant ou 'en donnant des indications sur les capacités de performance, par exemple, en fournissant des détails sur les meilleurs modèles et dispositions pour le placement des données, alors que les actions d'écriture et d'effacement du ZNS sont effectuées de manière séquentielle.

Cette interaction coopérative décharge l'application hôte d'une partie des fonctions de gestion du stockage, ce qui a pour avantage de réduire le besoin d'over-provisioning et d'exposer jusqu'à 20 % de capacité de stockage supplémentaire. La mise en œuvre du ZNS permet d'améliorer la latence des E/S et de réduire de 4 à 5 fois l'amplification des disques. De plus, différentes zones peuvent être attribuées à des charges de travail ou des types de données spécifiques pour assurer des schémas de performance plus prévisibles.

L'adoption du ZNS en est à ses débuts, mais il est déjà intégré au noyau Linux 5.9. De plus, la recherche sur le ZNS a été sponsorisée par Microsoft, Alibaba et NetApp (avec un œil sur les grandes opérations d'hyper-échantillonnage), ce qui suggère que l'adoption du ZNS à l'échelle industrielle n'est qu'une question de temps.

Les applications devront être mises à jour pour utiliser pleinement cet ensemble de fonctionnalités au fur et à mesure de son évolution Et, comme un nombre croissant de pilotes NVMe intègrent désormais le ZNS, la mise en œuvre avec les SSD NVMe existants peut ne nécessiter qu'une mise à jour du firmware dans certains cas.

Pour les architectes système, soucieux de respecter des spécifications exigeantes, il est temps de réécrire le livre des règles sur ce que signifie réellement le DWPD. Avec l'implémentation du ZNS, une amplification d'écriture nettement plus faible se traduit par des gains massifs en termes d'endurance du disque. De combien de disques avez-vous besoin ? L'over-provisioning étant fortement réduit, la capacité des disques est considérablement augmentée. En regardant l'avenir de la gestion des données, avec les SSD NVMe et l'interfaçage ZNS, vous obtenez réellement « plus avec moins ».

Stockage défini par logiciel

Le NVMe apporte avec lui un véritable mélange de voies d'adoption, des disques M.2 et des cartes d'extension PCIe au stockage U.2 ou U.3. Le nouveau format EDSFF (Enterprise and Data Centre SSD Form Factor) est un autre format de stockage conçu pour l'écosystème NVMe, avec des disques de deux largeurs (E.1 et E.3) dans des configurations longues et courtes (L et S). Les disques E.1L permettent une densité de stockage élevée dans un châssis 1U, tandis que la taille E.1S, plus flexible, présente des avantages d'efficacité thermique qui conviennent à l'évolutivité. Remplaçant les SSD U.2 2,5 pouces, les disques E.3 s'intègrent dans des châssis de serveur et de baie de disques 2U plus conventionnels et sont conçus pour accueillir davantage de puces de mémoire flash par disque afin d'augmenter la densité de stockage.

Il est certain que le fait que NVMe soit une norme commune, avec une prise en charge des pilotes sur tous les systèmes d'exploitation courants, facilite la mise en œuvre des options ci-dessus. Les choix dépendront des caractéristiques et des configurations de stockage qui correspondent le mieux aux charges de travail et aux exigences de redondance. Cela pourrait impliquer l'intégration d'un stockage NVMe sur les serveurs edge, le matériel SAS/SATA facilitant les opérations moins intensives. Les sauvegardes sur disque dur ou même sur bande pourraient également faire partie de l'infrastructure de stockage. Les plateformes propriétaires ne manquant pas dans la gestion du stockage d'entreprise, l'orchestration de ces systèmes de stockage disparates peut très rapidement devenir très complexe. C'est là que le stockage défini par logiciel (SDS) entre en jeu, en fournissant les moyens d'harmoniser les opérations d'un parc de stockage mixte et d'optimiser son utilisation.

Dans le domaine du stockage défini par logiciel, les ressources de stockage disponibles sont dissociées du matériel de stockage et virtualisées. À l'aide de protocoles standard de l'industrie, même le matériel propriétaire peut être accessible par la virtualisation SDS, les appareils de stockage monolithiques étant découplés pour faire partie d'un pool plus large qui pourrait également comporter un nouveau stockage évolutif à faible coût construit avec des serveurs de base. Ce découplage évite également toute perturbation lors du remplacement, de la mise à niveau ou de l'extension du matériel de stockage.

Avec tout le stockage disponible consolidé dans des pools virtuels, des décisions sur le provisioning devront être prises



et un large éventail de fonctionnalités existe pour aider à ces tâches, y compris l'automatisation. Le tableau de bord SDS identifie le stockage chaud, tiède et froid, sur la base des profils matériels du stockage dans les différents pools. Et en utilisant des scripts, des tâches peuvent être exécutées pour allouer et distribuer les charges de données qui correspondent le mieux à ces référentiels.

Grâce à sa couche de stockage virtuel, le SDS offre à la fois flexibilité et évolutivité. Il gère la création et le déploiement d'environnements de stockage adaptés aux demandes des entreprises et aux différents besoins des clients, de la mise en cache et du provisioning des machines virtuelles (VM) à la mise en miroir et à la réplication.

En ce qui concerne les SSD NVMe, les plateformes SDS peuvent accéder au stockage directement par le bus PCIe grâce à une fonction appelée « NVMe passthrough ». Par exemple, VMware dispose de son propre pilote de stockage NVMe pour sa plateforme SDS ESXi/vSAN. Il permet d'affecter directement le stockage NVMe aux machines virtuelles à l'aide d'une fonction appelée VMDirectPath I/O. Selon la configuration du processeur hôte, VM prend en charge un maximum de 16 appareils passthrough.

Dans l'ensemble, l'activation de NVMe passthrough minimise les interférences de l'hôte, améliore les performances et simplifie la configuration des SSD NVMe pour les instances VM et autres services. À cette fin, le fait qu'un contrôleur RAID logiciel ou matériel tiers prenne en charge les fonctions RAID NVMe devient moins problématique avec SDS, car il peut configurer directement un RAID logiciel NVMe.

Et si le SDS a le potentiel d'être la panacée pour la gestion des données, son coût et la complexité de sa configuration initiale peuvent faire réfléchir certaines entreprises dont les exigences sont plus simples. Mais comme le stockage lui-même, ces coûts sont évolutifs et différentes versions sont disponibles pour s'adapter à des déploiements matériels plus petits.



Adapter le rythme du changement

Le stockage évolue, mais il est rare qu'il change du jour au lendemain, car les actifs existants sont susceptibles de figurer dans une stratégie d'obsolescence planifiée. Par conséquent, le développement du stockage se poursuit avec des technologies telles que les disques durs et les SSD SATA. Ils ont leur place et continuent à rendre un service utile dans les baies de stockage. Par exemple, le [SSD SATA DC600M Enterprise 2,5 pouces à usage mixte](#) de Kingston, avec doublement de la capacité à 7,68 To.

Le RAID matériel et les adaptateurs de bus hôte restent dominants dans les datacenters du monde entier, et les fournisseurs continuent d'innover pour répondre aux demandes de l'industrie informatique en constante expansion.

Grâce à ses partenariats avec Broadcom et Microchip, les SSD Kingston sont soumis à des tests rigoureux pour s'assurer qu'ils répondent aux exigences des technologies actuelles axées sur les données.

En utilisant les adaptateurs de stockage de ces fournisseurs, les programmes de test impliquant des charges de travail intenses et des configurations difficiles garantissent que les SSD Enterprise de Kingston sont qualifiés pour offrir performance, endurance et fiabilité. Inutile de dire que le [SSD Enterprise U.2 DC1500M PCIe NVMe Gen3x4](#) de Kingston a été soumis à de nombreux tests. Avec une capacité allant jusqu'à 7,68 To, associée à 1 DWPD, il est plus qualifié pour figurer dans les serveurs et les baies de stockage de dernière génération.

Même si un ensemble de stockage défini par logiciel peut être construit autour de matériel de base, le choix du SSD devient encore plus critique avec un parc étendu. Les disques SSD de qualité grand public peuvent être intéressants en termes de coût, mais c'est une fausse économie par rapport aux disques SSD d'entreprise qui sont conçus pour l'endurance et les charges soutenues de bande passante élevée. La fourniture de services à partir d'une infrastructure hyperconvergée nécessite une prévisibilité des performances, afin que les charges de travail soient gérées efficacement et répondent aux attentes des clients. Les [SSD d'entreprise Kingston](#) sont qualifiés pour fonctionner avec les applications de stockage VMware, ce qui garantit que même dans le monde virtuel du stockage défini par logiciel, les objectifs du monde réel sont atteints.

Le provisioning du stockage évolue, mais le rythme du changement variera en fonction des différents modèles économiques. À tous les niveaux, il y a des améliorations, de la continuité des interfaces héritées à l'innovation NVMe. Et si la mise à niveau vous semble une tâche décourageante, le service [Demandez à un expert](#) de Kingston est là pour vous aider. Il offre une assistance gratuite pour prendre ces décisions vitales, en se basant sur les besoins de votre entreprise et votre budget. Aussi, quel que soit la phase dans laquelle vous vous trouvez, Kingston est avec vous.

#KingstonIsWithYou

©2023 Kingston Technology Europe Co LLP et Kingston Digital Europe Co LLP, Kingston Court, Brooklands Close, Sunbury-on-Thames, Middlesex, TW16 7EP, Angleterre.
Tél: +44 (0) 1932 738888 Fax: +44 (0) 1932 785469. Tous droits réservés. Toutes les marques commerciales et les marques déposées sont la propriété de leurs détenteurs respectifs.

