



Stockage

ONTAP Select

NetApp
January 29, 2026

Sommaire

Stockage	1
Stockage ONTAP Select : concepts généraux et caractéristiques	1
Phases de configuration du stockage	1
Stockage géré ou non géré	1
Illustration de l'environnement de stockage local	2
Illustration de l'environnement de stockage externe sur ESXi	4
Services RAID matériels pour le stockage local connecté ONTAP Select	6
Configuration du contrôleur RAID pour le stockage local connecté	7
Mode RAID	8
Disques locaux partagés entre ONTAP Select et le système d'exploitation	8
Disques locaux répartis entre ONTAP Select et le système d'exploitation	9
Plusieurs LUN	10
Limites du système de fichiers de la machine virtuelle VMware vSphere	10
ONTAP Select	11
Provisionnement de disque virtuel	11
NVRAM virtualisée	12
Explication du chemin de données : NVRAM et contrôleur RAID	12
Services de configuration RAID logiciel ONTAP Select pour le stockage local connecté	13
Configuration RAID logicielle pour le stockage local connecté	14
ONTAP Select les disques virtuels et physiques	15
Périphériques de transfert (DirectPath IO) vs. Cartes de périphériques bruts (RDM)	17
Provisionnement de disques physiques et virtuels	18
Associez un disque ONTAP Select au disque ESX ou KVM correspondant	18
Pannes de disques multiples lors de l'utilisation du RAID logiciel	19
NVRAM virtualisée	22
ONTAP Select vSAN et configurations de baies externes	22
Architecture vNAS	22
NVRAM vNAS	23
Colocaliser les nœuds ONTAP Select lors de l'utilisation de vNAS sur ESXi	24
Augmenter la capacité de stockage ONTAP Select	26
Augmentez la capacité d' ONTAP Select avec le RAID logiciel	29
Prise en charge de l'efficacité du stockage ONTAP Select	30

Stockage

Stockage ONTAP Select : concepts généraux et caractéristiques

Découvrez les concepts généraux de stockage qui s'appliquent à l'environnement ONTAP Select avant d'explorer les composants de stockage spécifiques.

Phases de configuration du stockage

Les principales phases de configuration du stockage hôte ONTAP Select incluent les suivantes :

- Prérequis avant le déploiement
 - Assurez-vous que chaque hôte hyperviseur est configuré et prêt pour un déploiement ONTAP Select .
 - La configuration implique les disques physiques, les contrôleurs et groupes RAID, les LUN, ainsi que la préparation réseau associée.
 - Cette configuration est effectuée en dehors d' ONTAP Select.
- Configuration à l'aide de l'utilitaire administrateur de l'hyperviseur
 - Vous pouvez configurer certains aspects du stockage à l'aide de l'utilitaire d'administration de l'hyperviseur (par exemple, vSphere dans un environnement VMware).
 - Cette configuration est effectuée en dehors d' ONTAP Select.
- Configuration à l'aide de l'utilitaire d'administration ONTAP Select Deploy
 - Vous pouvez utiliser l'utilitaire d'administration Déployer pour configurer les structures de stockage logique principales.
 - Cela est effectué soit explicitement via des commandes CLI, soit automatiquement par l'utilitaire dans le cadre d'un déploiement.
- Configuration post-déploiement
 - Une fois le déploiement ONTAP Select terminé, vous pouvez configurer le cluster à l'aide de l'interface de ligne de commande ONTAP ou du Gestionnaire système.
 - Cette configuration est effectuée en dehors d' ONTAP Select Deploy.

Stockage géré ou non géré

Le stockage accessible et directement contrôlé par ONTAP Select est un stockage géré. Tout autre stockage sur le même hôte hyperviseur est un stockage non géré.

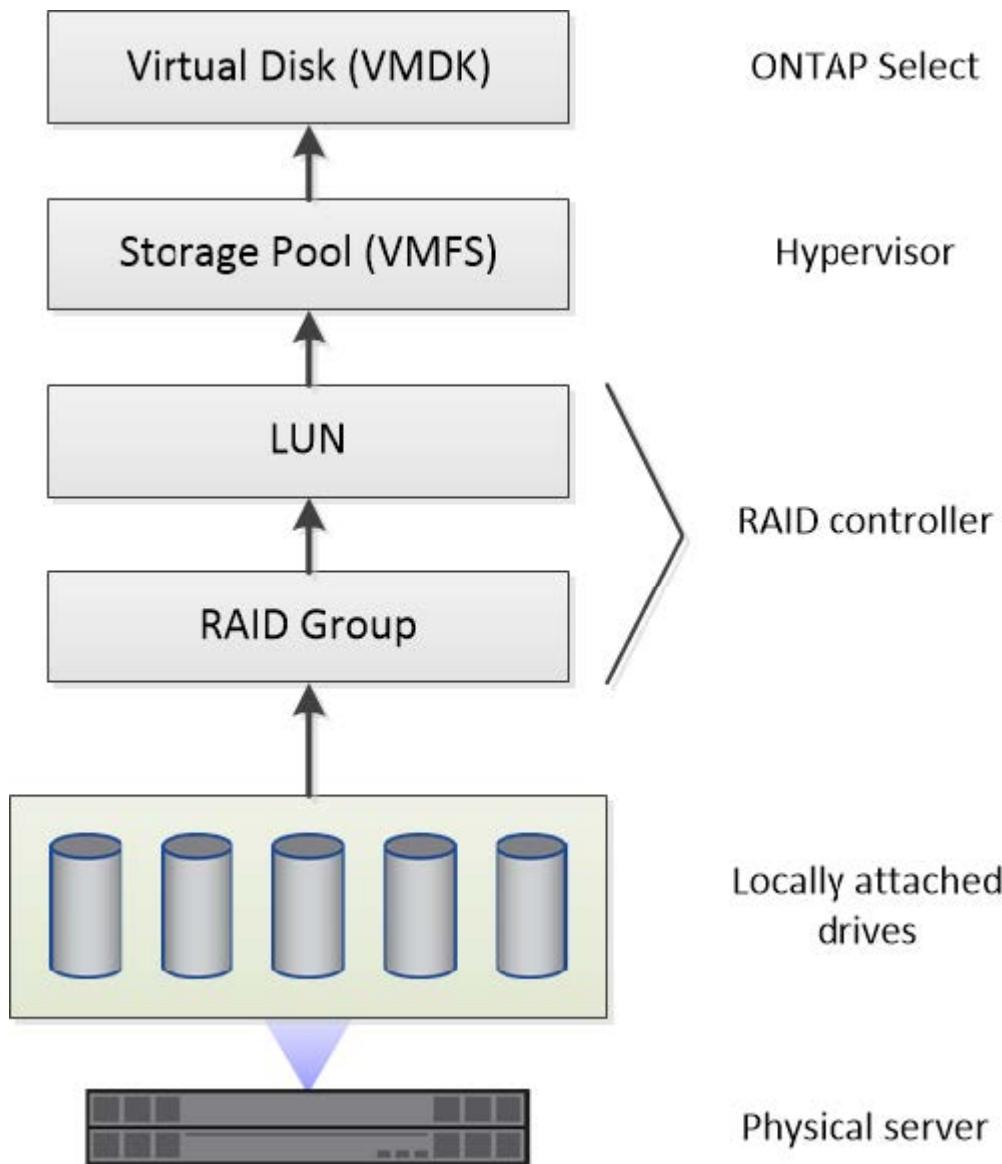
Stockage physique homogène

Tous les disques physiques composant le stockage géré ONTAP Select doivent être homogènes. Autrement dit, tout le matériel doit être identique sur les points suivants :

- Type (SAS, NL-SAS, SATA, SSD)
- Vitesse (tr/min)

Illustration de l'environnement de stockage local

Chaque hôte hyperviseur contient des disques locaux et d'autres composants de stockage logiques utilisables par ONTAP Select. Ces composants de stockage sont organisés en couches, à partir du disque physique.



Caractéristiques des composants de stockage local

Plusieurs concepts s'appliquent aux composants de stockage local utilisés dans un environnement ONTAP Select. Familiarisez-vous avec ces concepts avant de préparer un déploiement ONTAP Select. Ils sont classés par catégorie : groupes RAID et LUN, pools de stockage et disques virtuels.

Regroupement des disques physiques en groupes RAID et LUN

Un ou plusieurs disques physiques peuvent être connectés localement au serveur hôte et mis à disposition d'ONTAP Select. Ces disques physiques sont affectés à des groupes RAID, qui sont ensuite présentés au système d'exploitation hôte de l'hyperviseur sous la forme d'un ou plusieurs LUN. Chaque LUN est présenté au système d'exploitation hôte de l'hyperviseur comme un disque dur physique.

Lors de la configuration d'un hôte ONTAP Select, vous devez tenir compte des éléments suivants :

- Tout le stockage géré doit être accessible via un seul contrôleur RAID
- Selon le fournisseur, chaque contrôleur RAID prend en charge un nombre maximal de disques par groupe RAID

Un ou plusieurs groupes RAID

Chaque hôte ONTAP Select doit disposer d'un seul contrôleur RAID. Il est recommandé de créer un seul groupe RAID pour ONTAP Select. Cependant, dans certaines situations, il peut être judicieux d'en créer plusieurs. Se référer à "[Résumé des meilleures pratiques](#)" .

Considérations relatives aux pools de stockage

Il existe plusieurs problèmes liés aux pools de stockage dont vous devez être conscient dans le cadre de la préparation du déploiement ONTAP Select.



Dans un environnement VMware, un pool de stockage est synonyme de banque de données VMware.

Pools de stockage et LUN

Chaque LUN est considéré comme un disque local sur l'hôte hyperviseur et peut faire partie d'un pool de stockage. Chaque pool de stockage est formaté avec un système de fichiers exploitable par le système d'exploitation hôte hyperviseur.

Vous devez vous assurer que les pools de stockage sont correctement créés dans le cadre d'un déploiement ONTAP Select . Vous pouvez créer un pool de stockage à l'aide de l'outil d'administration de l'hyperviseur. Par exemple, avec VMware, vous pouvez utiliser le client vSphere pour créer un pool de stockage. Ce pool est ensuite transmis à l'utilitaire d'administration ONTAP Select Deploy.

Gérer les disques virtuels sur ESXi

Il existe plusieurs problèmes liés aux disques virtuels dont vous devez être conscient dans le cadre de la préparation du déploiement ONTAP Select.

Disques virtuels et systèmes de fichiers

La machine virtuelle ONTAP Select se voit allouer plusieurs disques virtuels. Chaque disque virtuel est en réalité un fichier contenu dans un pool de stockage et géré par l'hyperviseur. ONTAP Select utilise plusieurs types de disques, principalement des disques système et des disques de données.

Vous devez également être conscient des points suivants concernant les disques virtuels :

- Le pool de stockage doit être disponible avant que les disques virtuels puissent être créés.
- Les disques virtuels ne peuvent pas être créés avant la création de la machine virtuelle.
- Vous devez vous fier à l'utilitaire d'administration ONTAP Select Deploy pour créer tous les disques virtuels (c'est-à-dire qu'un administrateur ne doit jamais créer un disque virtuel en dehors de l'utilitaire Deploy).

Configuration des disques virtuels

Les disques virtuels sont gérés par ONTAP Select. Ils sont créés automatiquement lors de la création d'un cluster à l'aide de l'utilitaire d'administration Deploy.

Illustration de l'environnement de stockage externe sur ESXi

La solution vNAS ONTAP Select permet à ONTAP Select d'utiliser des banques de données hébergées sur un stockage externe à l'hôte hyperviseur. Ces banques de données sont accessibles via le réseau via VMware vSAN ou directement sur une baie de stockage externe.

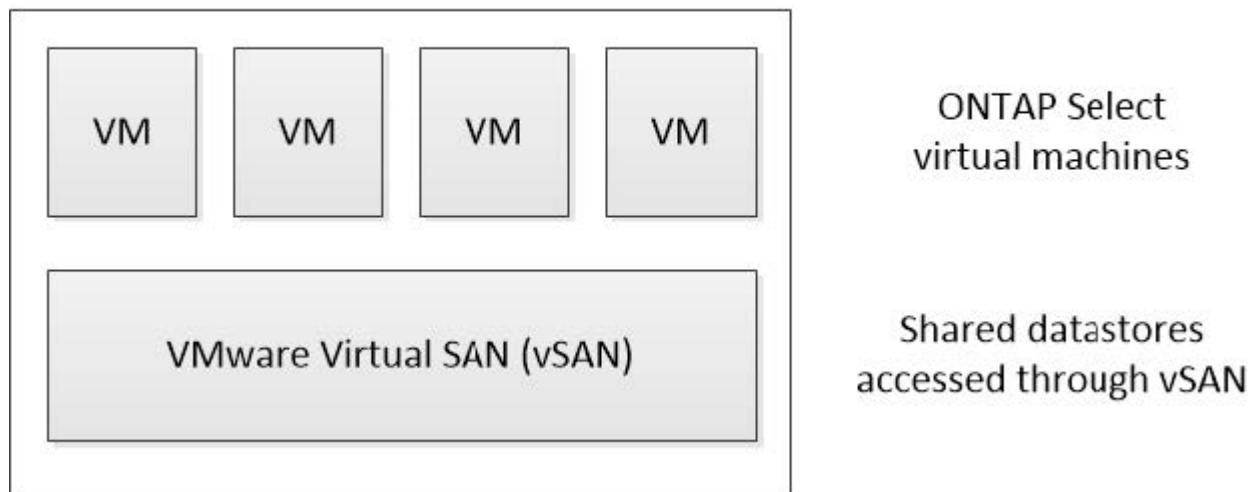
ONTAP Select peut être configuré pour utiliser les types suivants de banques de données réseau VMware ESXi qui sont externes à l'hôte hyperviseur :

- vSAN (SAN virtuel)
- VMFS
- NFS

magasins de données vSAN

Chaque hôte ESXi peut disposer d'un ou plusieurs datastores VMFS locaux. Normalement, ces datastores ne sont accessibles qu'à l'hôte local. Cependant, VMware vSAN permet à chaque hôte d'un cluster ESXi de partager tous les datastores du cluster comme s'ils étaient locaux. La figure suivante illustre comment vSAN crée un pool de datastores partagés entre les hôtes du cluster ESXi.

ESXi cluster



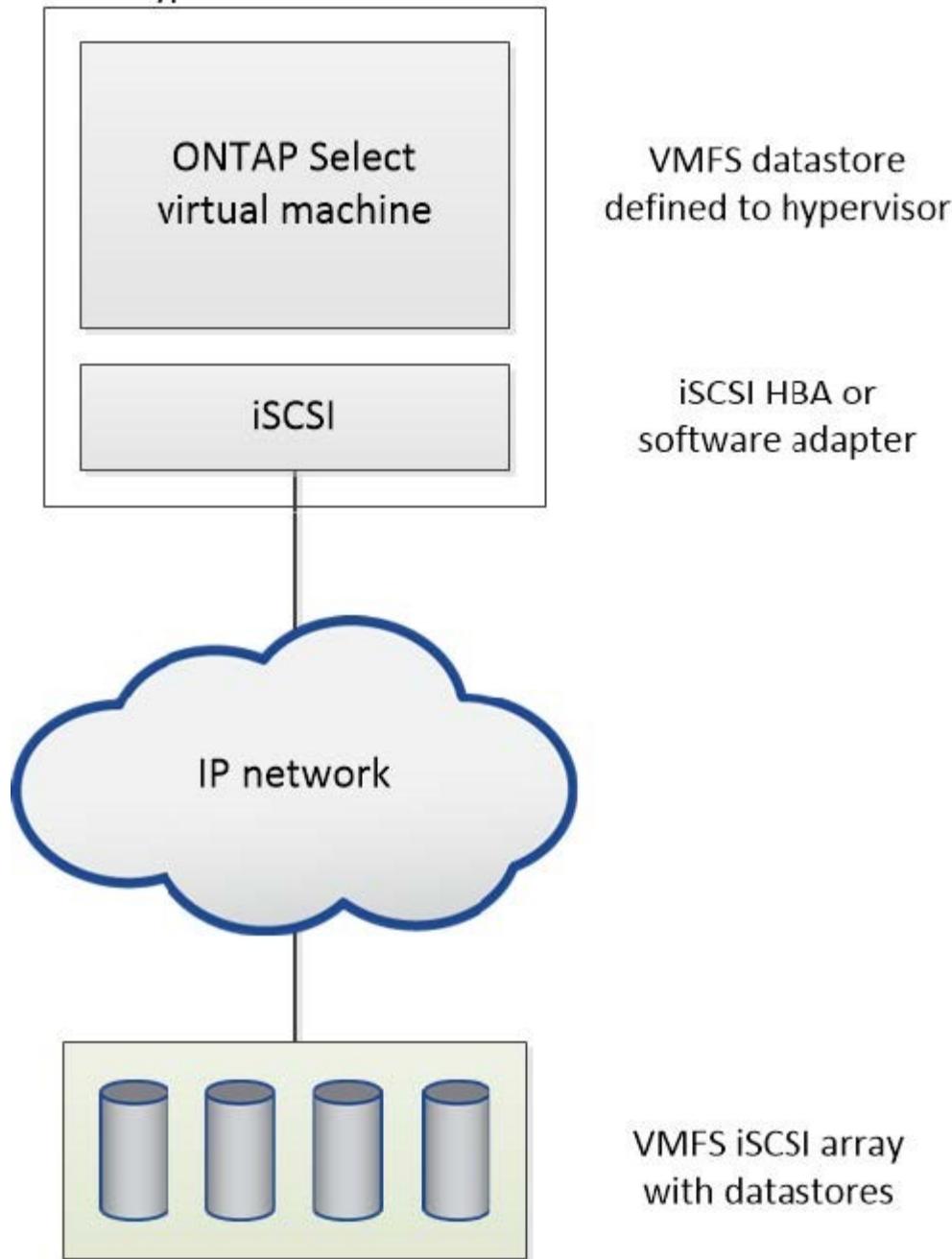
Banque de données VMFS sur une baie de stockage externe

Vous pouvez créer une banque de données VMFS résidant sur une baie de stockage externe. L'accès au stockage s'effectue via différents protocoles réseau. La figure suivante illustre une banque de données VMFS sur une baie de stockage externe accessible via le protocole iSCSI.



ONTAP Select prend en charge toutes les baies de stockage externes décrites dans la documentation de compatibilité VMware Storage/SAN, y compris iSCSI, Fiber Channel et Fiber Channel sur Ethernet.

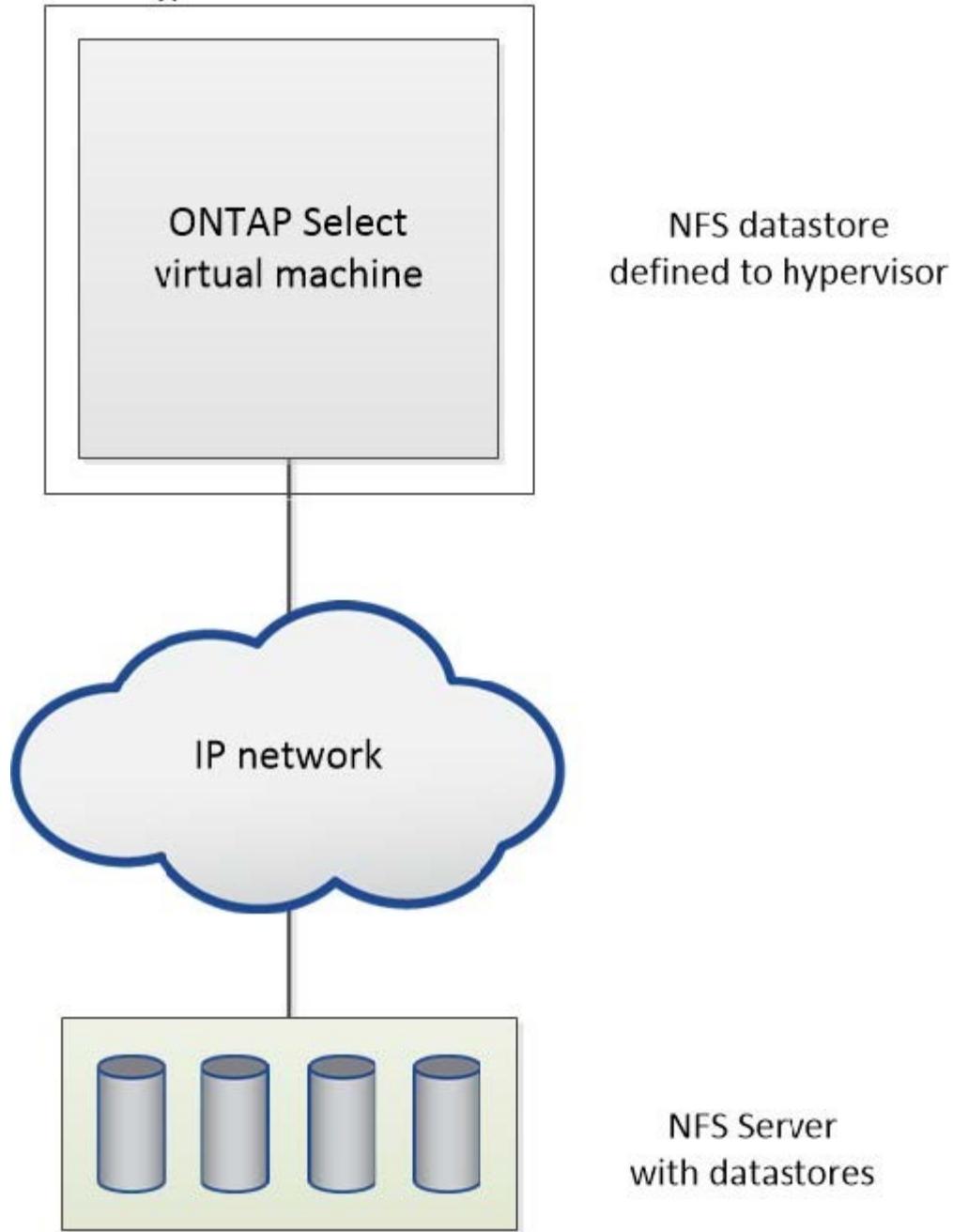
ESXi hypervisor host



Banque de données NFS sur une baie de stockage externe

Vous pouvez créer une banque de données NFS résidant sur une baie de stockage externe. L'accès au stockage s'effectue via le protocole réseau NFS. La figure suivante illustre une banque de données NFS sur un stockage externe accessible via le serveur NFS.

ESXi hypervisor host



Services RAID matériels pour le stockage local connecté ONTAP Select

Lorsqu'un contrôleur RAID matériel est disponible, ONTAP Select peut déplacer les services RAID vers ce contrôleur afin d'optimiser les performances d'écriture et de protéger contre les pannes de disques physiques. Ainsi, la protection RAID de tous les nœuds du cluster ONTAP Select est assurée par le contrôleur RAID connecté localement, et non par le RAID logiciel ONTAP .



Les agrégats de données ONTAP Select sont configurés pour utiliser le niveau RAID 0, car le contrôleur RAID physique assure l'agrégation RAID sur les disques sous-jacents. Aucun autre niveau RAID n'est pris en charge.

Configuration du contrôleur RAID pour le stockage local connecté

Tous les disques connectés localement qui fournissent un stockage de secours à ONTAP Select doivent être placés derrière un contrôleur RAID. La plupart des serveurs grand public proposent plusieurs options de contrôleur RAID, à différents prix et avec des niveaux de fonctionnalités variés. L'objectif est de prendre en charge le plus grand nombre possible de ces options, à condition qu'elles répondent à certaines exigences minimales imposées au contrôleur.



Vous ne pouvez pas détacher de disques virtuels des machines virtuelles ONTAP Select utilisant la configuration RAID matérielle. La déconnexion de disques est uniquement prise en charge pour les machines virtuelles ONTAP Select utilisant la configuration RAID logicielle. Voir "[Remplacer un disque défectueux dans une configuration RAID logicielle ONTAP Select](#)" pour plus d'informations.

Le contrôleur RAID qui gère les disques ONTAP Select doit répondre aux exigences suivantes :

- Le contrôleur RAID matériel doit disposer d'une unité de secours sur batterie (BBU) ou d'un cache d'écriture flash (FBWC) et prendre en charge un débit de 12 Gbit/s.
- Le contrôleur RAID doit prendre en charge un mode capable de résister à au moins une ou deux pannes de disque (RAID 5 et RAID 6).
- Le cache du lecteur doit être désactivé.
- La politique d'écriture doit être configurée pour le mode d'écriture différée avec un repli vers l'écriture en cas de panne de la batterie de secours ou du flash.
- La politique d'E/S pour les lectures doit être définie sur mise en cache.

Tous les disques connectés localement qui fournissent un stockage de sauvegarde à ONTAP Select doivent être placés dans des groupes RAID exécutant RAID 5 ou RAID 6. Pour les disques SAS et SSD, l'utilisation de groupes RAID jusqu'à 24 disques permet à ONTAP de bénéficier de la répartition des requêtes de lecture entrantes sur un plus grand nombre de disques. Cela offre un gain de performances significatif. Avec les configurations SAS/SSD, des tests de performances ont été effectués sur des configurations à LUN unique et à LUN multiples. Aucune différence significative n'a été constatée ; par souci de simplicité, NetApp recommande donc de créer le moins de LUN possible pour répondre à vos besoins de configuration.

Les disques NL-SAS et SATA requièrent des bonnes pratiques différentes. Pour des raisons de performances, le nombre minimum de disques est toujours de huit, mais la taille du groupe RAID ne doit pas dépasser 12 disques. NetApp recommande également d'utiliser un disque de secours par groupe RAID ; toutefois, des disques de secours globaux peuvent être utilisés pour tous les groupes RAID. Par exemple, vous pouvez utiliser deux disques de secours pour trois groupes RAID, chaque groupe RAID étant composé de huit à douze disques.



La taille maximale de l'étendue et de la banque de données pour les anciennes versions d'ESX est de 64 To, ce qui peut affecter le nombre de LUN nécessaires pour prendre en charge la capacité brute totale fournie par ces disques de grande capacité.

Mode RAID

De nombreux contrôleurs RAID prennent en charge jusqu'à trois modes de fonctionnement, chacun représentant une différence significative dans le chemin emprunté par les requêtes d'écriture. Ces trois modes sont les suivants :

- Écriture directe. Toutes les requêtes d'E/S entrantes sont écrites dans le cache du contrôleur RAID, puis immédiatement vidées sur le disque avant de renvoyer la requête à l'hôte.
- Écriture de contournement. Toutes les requêtes d'E/S entrantes sont écrites directement sur le disque, contournant ainsi le cache du contrôleur RAID.
- Écriture différée. Toutes les requêtes d'E/S entrantes sont écrites directement dans le cache du contrôleur et immédiatement acquittées auprès de l'hôte. Les blocs de données sont vidés sur le disque de manière asynchrone via le contrôleur.

Le mode d'écriture différée offre le chemin de données le plus court, l'accusé de réception des E/S se produisant immédiatement après l'entrée des blocs en cache. Ce mode offre la latence la plus faible et le débit le plus élevé pour les charges de travail mixtes en lecture/écriture. Cependant, sans batterie de secours ni technologie flash non volatile, les utilisateurs courrent le risque de perdre des données en cas de panne de courant du système.

ONTAP Select nécessite la présence d'une batterie de secours ou d'une unité flash ; nous pouvons donc être sûrs que les blocs mis en cache sont vidés sur le disque en cas de panne de ce type. C'est pourquoi le contrôleur RAID doit être configuré en mode écriture différée.

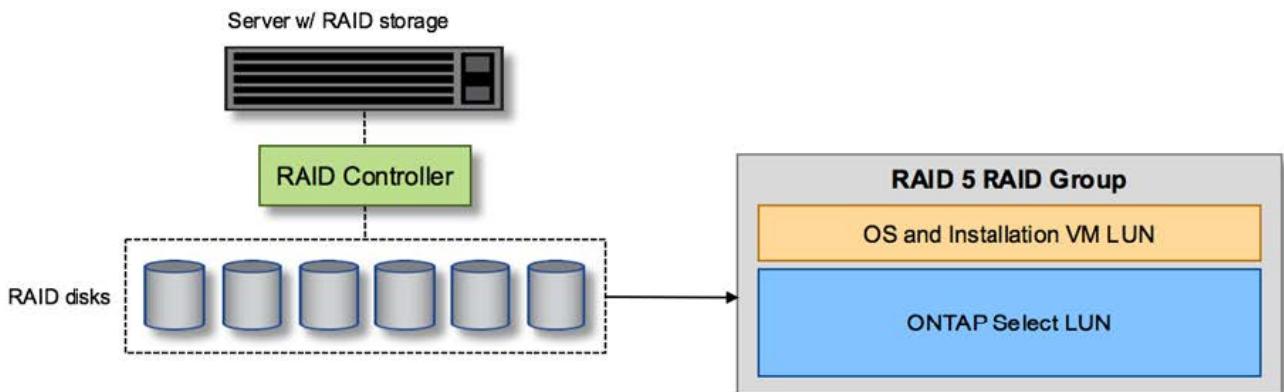
Disques locaux partagés entre ONTAP Select et le système d'exploitation

La configuration de serveur la plus courante est celle où tous les disques connectés localement sont placés derrière un seul contrôleur RAID. Vous devez provisionner au moins deux LUN : un pour l'hyperviseur et un pour la machine virtuelle ONTAP Select .

Prenons l'exemple d'un HP DL380 g8 équipé de six disques internes et d'un seul contrôleur RAID Smart Array P420i. Tous les disques internes sont gérés par ce contrôleur RAID, et aucun autre stockage n'est présent sur le système.

La figure suivante illustre ce type de configuration. Dans cet exemple, aucun autre stockage n'est présent sur le système ; par conséquent, l'hyperviseur doit partager le stockage avec le nœud ONTAP Select .

Configuration LUN du serveur avec uniquement des broches gérées par RAID



Le provisionnement des LUN du système d'exploitation à partir du même groupe RAID qu'ONTAP ONTAP Select permet au système d'exploitation de l'hyperviseur (et à toute machine virtuelle cliente également provisionnée à partir de ce stockage) de bénéficier de la protection RAID. Cette configuration empêche la panne d'un seul disque de mettre hors service l'ensemble du système.

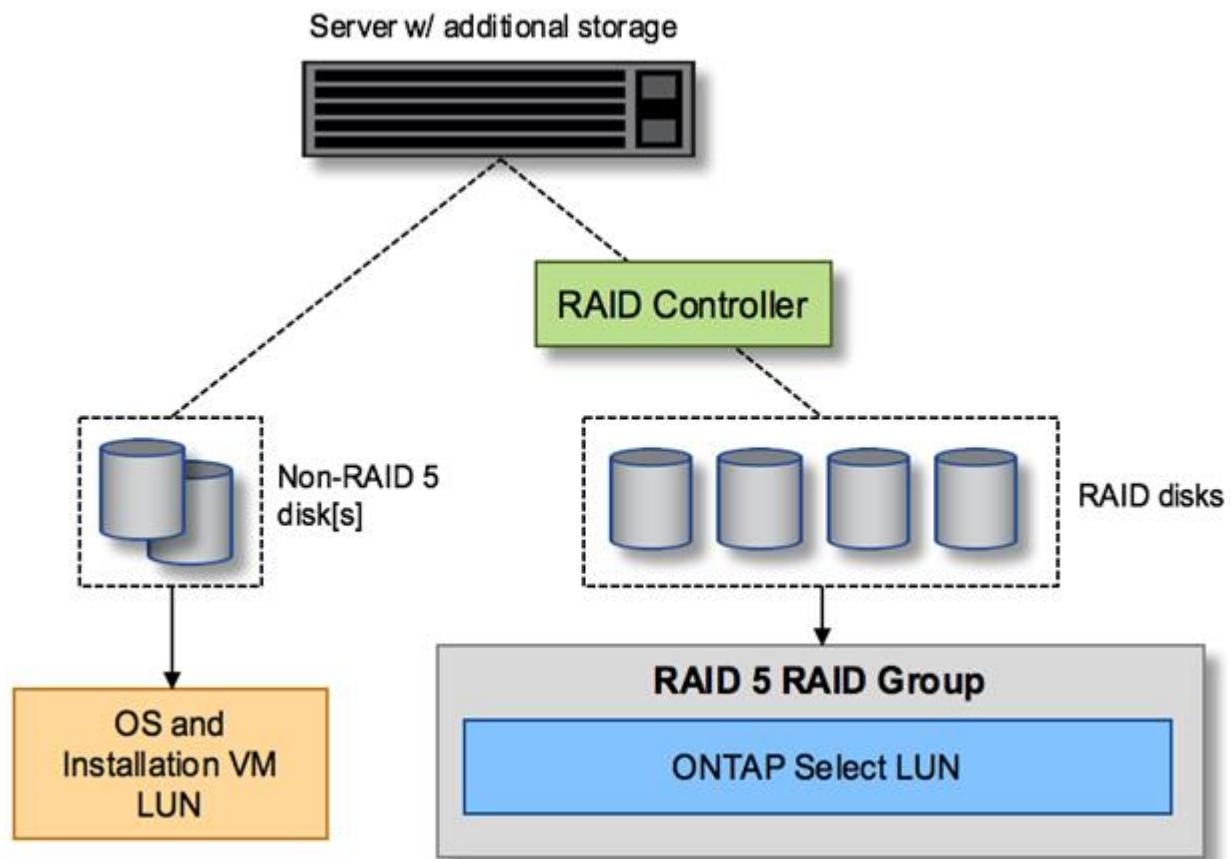
Disques locaux répartis entre ONTAP Select et le système d'exploitation

L'autre configuration possible proposée par les fournisseurs de serveurs consiste à configurer le système avec plusieurs contrôleurs RAID ou de disques. Dans cette configuration, un ensemble de disques est géré par un contrôleur de disques, qui peut ou non offrir des services RAID. Un second ensemble de disques est géré par un contrôleur RAID matériel capable d'offrir des services RAID 5/6.

Avec ce type de configuration, l'ensemble des axes de disques situés derrière le contrôleur RAID capable de fournir les services RAID 5/6 doit être utilisé exclusivement par la machine virtuelle ONTAP Select. Selon la capacité de stockage totale gérée, vous devez configurer les axes de disques en un ou plusieurs groupes RAID et un ou plusieurs LUN. Ces LUN seront ensuite utilisés pour créer un ou plusieurs magasins de données, tous protégés par le contrôleur RAID.

Le premier ensemble de disques est réservé au système d'exploitation de l'hyperviseur et à toute machine virtuelle cliente qui n'utilise pas le stockage ONTAP, comme illustré dans la figure suivante.

Configuration LUN du serveur sur un système mixte RAID/non RAID



Plusieurs LUN

Il existe deux cas où les configurations de groupe RAID unique/LUN unique doivent être modifiées. Avec des disques NL-SAS ou SATA, la taille du groupe RAID ne doit pas dépasser 12 disques. De plus, un LUN unique peut dépasser les limites de stockage de l'hyperviseur sous-jacent, soit la taille maximale de l'extension du système de fichiers, soit la taille maximale du pool de stockage total. Le stockage physique sous-jacent doit alors être divisé en plusieurs LUN pour permettre la création réussie du système de fichiers.

Limites du système de fichiers de la machine virtuelle VMware vSphere

La taille maximale d'un magasin de données sur certaines versions d'ESX est de 64 To.

Si un serveur dispose de plus de 64 To de stockage, il peut être nécessaire de provisionner plusieurs LUN, chacun d'une taille inférieure à 64 To. La création de plusieurs groupes RAID pour améliorer le temps de reconstruction RAID des disques SATA/NL-SAS entraîne également le provisionnement de plusieurs LUN.

Lorsque plusieurs LUN sont nécessaires, il est essentiel de s'assurer que ces LUN présentent des performances similaires et cohérentes. Ceci est particulièrement important si tous les LUN doivent être utilisés dans un seul agrégat ONTAP. Par ailleurs, si un sous-ensemble d'un ou plusieurs LUN présente un profil de performances nettement différent, nous recommandons fortement d'isoler ces LUN dans un agrégat ONTAP distinct.

Plusieurs extensions de système de fichiers peuvent être utilisées pour créer un seul datastore jusqu'à sa taille maximale. Pour limiter la capacité nécessitant une licence ONTAP Select, veillez à spécifier une limite de capacité lors de l'installation du cluster. Cette fonctionnalité permet à ONTAP Select d'utiliser (et donc de nécessiter une licence) uniquement une partie de l'espace d'un datastore.

Alternativement, il est possible de commencer par créer un seul datastore sur un seul LUN. Si de l'espace supplémentaire nécessitant une licence ONTAP Select de plus grande capacité est nécessaire, cet espace peut être ajouté au même datastore sous forme d'extension, jusqu'à la taille maximale du datastore. Une fois cette taille maximale atteinte, de nouveaux datastores peuvent être créés et ajoutés à ONTAP Select. Les deux types d'extension de capacité sont pris en charge et peuvent être réalisés grâce à la fonctionnalité d'ajout de stockage ONTAP Deploy. Chaque nœud ONTAP Select peut être configuré pour prendre en charge jusqu'à 400 To de stockage. Le provisionnement de capacité à partir de plusieurs datastores nécessite un processus en deux étapes.

La création initiale du cluster permet de créer un cluster ONTAP Select consommant tout ou partie de l'espace du datastore initial. Une deuxième étape consiste à effectuer une ou plusieurs opérations d'ajout de capacité en utilisant des datastores supplémentaires jusqu'à atteindre la capacité totale souhaitée. Cette fonctionnalité est détaillée dans la section "[Augmenter la capacité de stockage](#)".

 La surcharge VMFS n'est pas nulle (voir l'article 1001618 de la base de connaissances VMware), et la tentative d'utiliser l'intégralité de l'espace indiqué comme libre par un datastore a entraîné des erreurs parasites lors des opérations de création de cluster.

Une mémoire tampon de 2 % est laissée inutilisée dans chaque banque de données. Cet espace ne nécessite pas de licence de capacité, car il n'est pas utilisé par ONTAP Select. ONTAP Deploy calcule automatiquement le nombre exact de gigaoctets pour la mémoire tampon, tant qu'aucune limite de capacité n'est spécifiée. Si une limite de capacité est spécifiée, cette taille est appliquée en premier. Si la taille de la limite de capacité est inférieure à la taille de la mémoire tampon, la création du cluster échoue et affiche un message d'erreur spécifiant la taille maximale correcte pouvant servir de limite de capacité :

```
"InvalidPoolCapacitySize: Invalid capacity specified for storage pool  
"ontap-select-storage-pool", Specified value: 34334204 GB. Available  
(after leaving 2% overhead space): 30948"
```

VMFS 6 est pris en charge pour les nouvelles installations et comme cible d'une opération Storage vMotion d'une machine virtuelle ONTAP Deploy ou ONTAP Select existante.

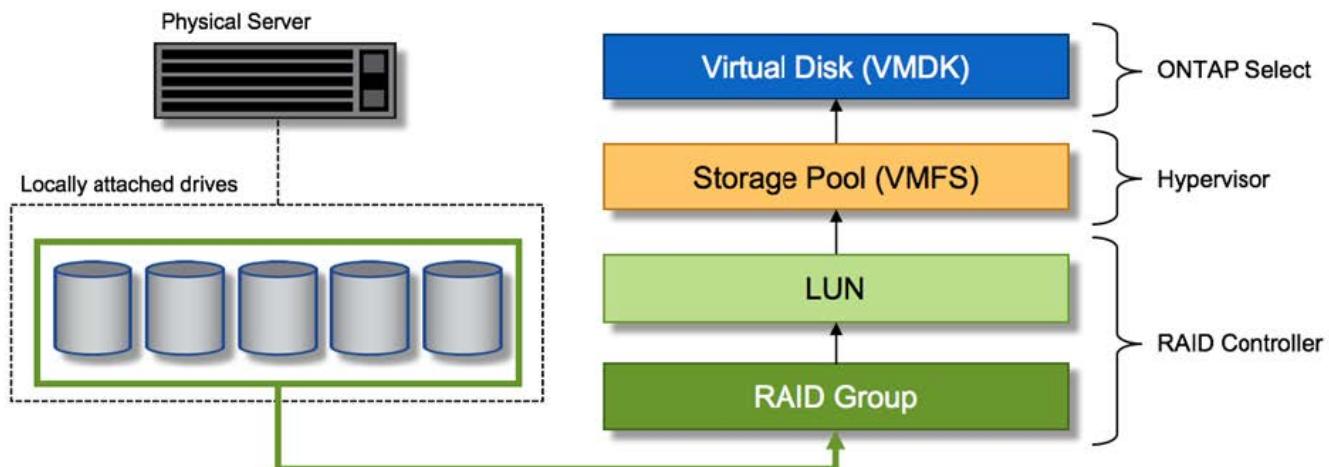
VMware ne prend pas en charge les mises à niveau sur place de VMFS 5 vers VMFS 6. Par conséquent, Storage vMotion est le seul mécanisme permettant à une machine virtuelle de passer d'une banque de données VMFS 5 à une banque de données VMFS 6. Cependant, la prise en charge de Storage vMotion avec ONTAP Select et ONTAP Deploy a été étendue pour couvrir d'autres scénarios que la transition de VMFS 5 vers VMFS 6.

ONTAP Select

ONTAP Select présente à ONTAP un ensemble de disques virtuels provisionnés à partir d'un ou plusieurs pools de stockage. ONTAP dispose d'un ensemble de disques virtuels qu'il traite comme physiques, tandis que le reste de la pile de stockage est abstrait par l'hyperviseur. La figure suivante illustre cette relation plus en détail, en mettant en évidence la relation entre le contrôleur RAID physique, l'hyperviseur et la machine virtuelle ONTAP Select .

- La configuration du groupe RAID et des LUN s'effectue depuis le logiciel du contrôleur RAID du serveur. Cette configuration n'est pas requise lors de l'utilisation de VSAN ou de baies externes.
- La configuration du pool de stockage s'effectue à partir de l'hyperviseur.
- Les disques virtuels sont créés et détenus par des machines virtuelles individuelles ; dans cet exemple, par ONTAP Select.

Mappage de disque virtuel vers disque physique



Provisionnement de disque virtuel

Pour une expérience utilisateur simplifiée, l'outil de gestion ONTAP Select , ONTAP Deploy, provisionne automatiquement les disques virtuels du pool de stockage associé et les associe à la machine virtuelle ONTAP Select . Cette opération s'effectue automatiquement lors de la configuration initiale et de l'ajout de stockage. Si

le nœud ONTAP Select fait partie d'une paire HA, les disques virtuels sont automatiquement attribués à un pool de stockage local et miroir.

ONTAP Select divise le stockage sous-jacent en disques virtuels de taille égale, chacun ne dépassant pas 16 To. Si le nœud ONTAP Select fait partie d'une paire HA, au moins deux disques virtuels sont créés sur chaque nœud de cluster et affectés aux plex locaux et miroirs pour être utilisés dans un agrégat en miroir.

Par exemple, une ONTAP Select peut attribuer une banque de données ou un LUN de 31 To (l'espace restant après le déploiement de la machine virtuelle et le provisionnement des disques système et racine). Quatre disques virtuels d'environ 7,75 To sont ensuite créés et attribués au plex local et miroir ONTAP approprié.

 L'ajout de capacité à une VM ONTAP Select génère probablement des VMDK de tailles différentes. Pour plus de détails, consultez la section "[Augmenter la capacité de stockage](#)". Contrairement aux systèmes FAS, des VMDK de tailles différentes peuvent coexister dans le même agrégat. ONTAP Select utilise une bande RAID 0 sur ces VMDK, ce qui permet d'exploiter pleinement l'espace de chaque VMDK, quelle que soit sa taille

NVRAM virtualisée

Les systèmes NetApp FAS sont traditionnellement équipés d'une carte PCI NVRAM physique, une carte hautes performances contenant de la mémoire flash non volatile. Cette carte améliore considérablement les performances d'écriture en permettant à ONTAP d'accuser réception immédiate des écritures entrantes auprès du client. Elle peut également planifier le déplacement des blocs de données modifiés vers le support de stockage lent, grâce à un processus appelé « destaging ».

Les systèmes courants ne sont généralement pas équipés de ce type d'équipement. Par conséquent, la fonctionnalité de cette carte NVRAM a été virtualisée et placée dans une partition du disque de démarrage du système ONTAP Select. C'est pourquoi le placement du disque virtuel système de l'instance est extrêmement important. C'est également pourquoi le produit nécessite la présence d'un contrôleur RAID physique avec cache résilient pour les configurations de stockage local.

La NVRAM est placée sur son propre VMDK. Le fractionnement de la NVRAM dans son propre VMDK permet à la VM ONTAP Select d'utiliser le pilote vNVMe pour communiquer avec son VMDK NVRAM. Cela nécessite également que la VM ONTAP Select utilise la version matérielle 13, compatible avec ESX 6.5 et versions ultérieures.

Explication du chemin de données : NVRAM et contrôleur RAID

L'interaction entre la partition système NVRAM virtualisée et le contrôleur RAID peut être mieux mise en évidence en parcourant le chemin de données emprunté par une demande d'écriture lorsqu'elle entre dans le système.

Les requêtes d'écriture entrantes vers la machine virtuelle ONTAP Select ciblent la partition NVRAM de la machine virtuelle. Au niveau de la couche de virtualisation, cette partition se trouve dans un disque système ONTAP Select, un VMDK attaché à la machine virtuelle ONTAP Select. Au niveau de la couche physique, ces requêtes sont mises en cache dans le contrôleur RAID local, comme toutes les modifications de blocs ciblant les axes sous-jacents. À partir de là, l'écriture est confirmée à l'hôte.

À ce stade, le bloc réside physiquement dans le cache du contrôleur RAID, en attente d'être vidé sur le disque. Logiquement, il réside dans la NVRAM, en attente d'être transféré vers les disques de données utilisateur appropriés.

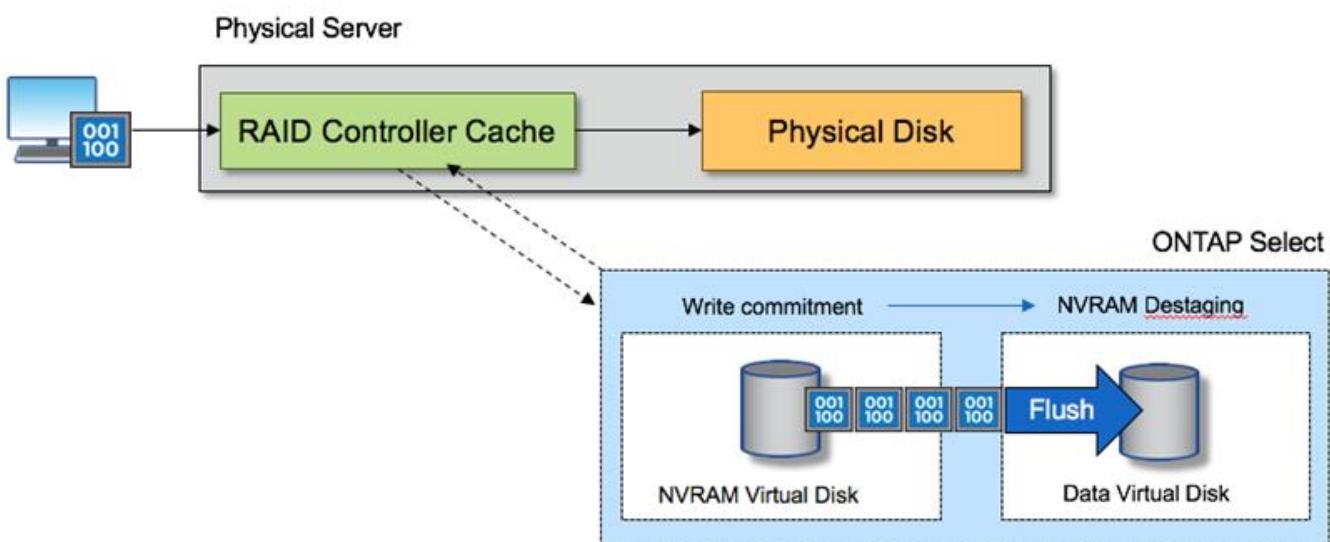
Les blocs modifiés étant automatiquement stockés dans le cache local du contrôleur RAID, les écritures entrantes sur la partition NVRAM sont automatiquement mises en cache et vidées périodiquement sur un

support de stockage physique. Il ne faut pas confondre ce phénomène avec le vidage périodique du contenu de la NVRAM vers les disques de données ONTAP. Ces deux événements sont indépendants et se produisent à des moments et des fréquences différents.

La figure suivante illustre le chemin d'E/S emprunté par une écriture entrante. Elle met en évidence la différence entre la couche physique (représentée par le cache et les disques du contrôleur RAID) et la couche virtuelle (représentée par la NVRAM et les disques virtuels de données de la machine virtuelle).

Informations Bien que les blocs modifiés sur la NVRAM VMDK soient mis en cache dans le cache du contrôleur RAID local, ce dernier ignore la structure de la VM ni ses disques virtuels. Il stocke tous les blocs modifiés sur le système, dont la NVRAM ne constitue qu'une partie. Cela inclut les requêtes d'écriture destinées à l'hyperviseur, si celui-ci est provisionné à partir des mêmes axes de sauvegarde.

*Écritures entrantes sur la machine ONTAP Select *



Informations La partition NVRAM est séparée sur son propre VMDK. Ce VMDK est connecté via le pilote vNVME disponible dans les versions ESX 6.5 et ultérieures. Ce changement est particulièrement important pour les installations ONTAP Select avec RAID logiciel, qui ne bénéficient pas du cache du contrôleur RAID.

Services de configuration RAID logiciel ONTAP Select pour le stockage local connecté

Le RAID logiciel est une couche d'abstraction RAID implémentée au sein de la pile logicielle ONTAP. Il offre les mêmes fonctionnalités que la couche RAID d'une plateforme ONTAP traditionnelle telle que FAS. La couche RAID effectue les calculs de parité des disques et assure une protection contre les pannes de disques individuels au sein d'un nœud ONTAP Select.

Indépendamment des configurations RAID matérielles, ONTAP Select propose également une option RAID logiciel. Un contrôleur RAID matériel peut ne pas être disponible ou être indésirable dans certains environnements, par exemple lorsque ONTAP Select est déployé sur un matériel standard compact. Le RAID

logiciel étend les options de déploiement disponibles à ces environnements. Pour activer le RAID logiciel dans votre environnement, voici quelques points à retenir :

- Il est disponible avec une licence Premium ou Premium XL.
- Il prend uniquement en charge les disques SSD ou NVMe (nécessite une licence Premium XL) pour les disques racine et de données ONTAP .
- Il nécessite un disque système distinct pour la partition de démarrage ONTAP Select VM.
 - Choisissez un disque séparé, soit un SSD, soit un lecteur NVMe, pour créer une banque de données pour les disques système (NVRAM, carte Boot/CF, Coredump et Mediator dans une configuration multi-nœuds).
 - Les termes disque de service et disque système sont utilisés de manière interchangeable.
 - Les disques de service sont les disques virtuels (VMDK) utilisés dans la machine virtuelle ONTAP Select pour gérer divers éléments tels que le clustering, le démarrage, etc.
 - Les disques de service sont physiquement situés sur un seul disque physique (appelé collectivement disque physique de service/système), vu depuis l'hôte. Ce disque physique doit contenir une banque de données DAS. ONTAP Deploy crée ces disques de service pour la machine virtuelle ONTAP Select lors du déploiement du cluster.
- Il n'est pas possible de séparer davantage les disques système ONTAP Select sur plusieurs banques de données ou sur plusieurs lecteurs physiques.
- Le RAID matériel n'est pas obsolète.

Configuration RAID logicielle pour le stockage local connecté

Lors de l'utilisation d'un RAID logiciel, l'absence de contrôleur RAID matériel est idéale, mais si un système dispose d'un contrôleur RAID existant, il doit respecter les exigences suivantes :

- Vous devez désactiver le contrôleur RAID matériel pour que les disques puissent être présentés directement au système (JBOD). Cette modification peut généralement être effectuée dans le BIOS du contrôleur RAID.
- Le contrôleur RAID matériel doit également être en mode HBA SAS. Par exemple, certaines configurations BIOS autorisent un mode « AHCI » en plus du RAID, ce qui vous permet d'activer le mode JBOD. Cela permet un transfert, permettant ainsi aux disques physiques d'être visibles tels quels sur l'hôte.

Selon le nombre maximal de disques pris en charge par le contrôleur, un contrôleur supplémentaire peut être nécessaire. Avec le mode HBA SAS, assurez-vous que le contrôleur d'E/S (HBA SAS) est pris en charge avec un débit minimum de 6 Gbit/s. Cependant, NetApp recommande un débit de 12 Gbit/s.

Aucun autre mode ou configuration de contrôleur RAID matériel n'est pris en charge. Par exemple, certains contrôleur prennent en charge le RAID 0, ce qui permet artificiellement le passage des disques, mais les conséquences peuvent être indésirables. La taille des disques physiques pris en charge (SSD uniquement) est comprise entre 200 Go et 16 To.



Les administrateurs doivent suivre les lecteurs utilisés par la machine virtuelle ONTAP Select et empêcher l'utilisation accidentelle de ces lecteurs sur l'hôte.

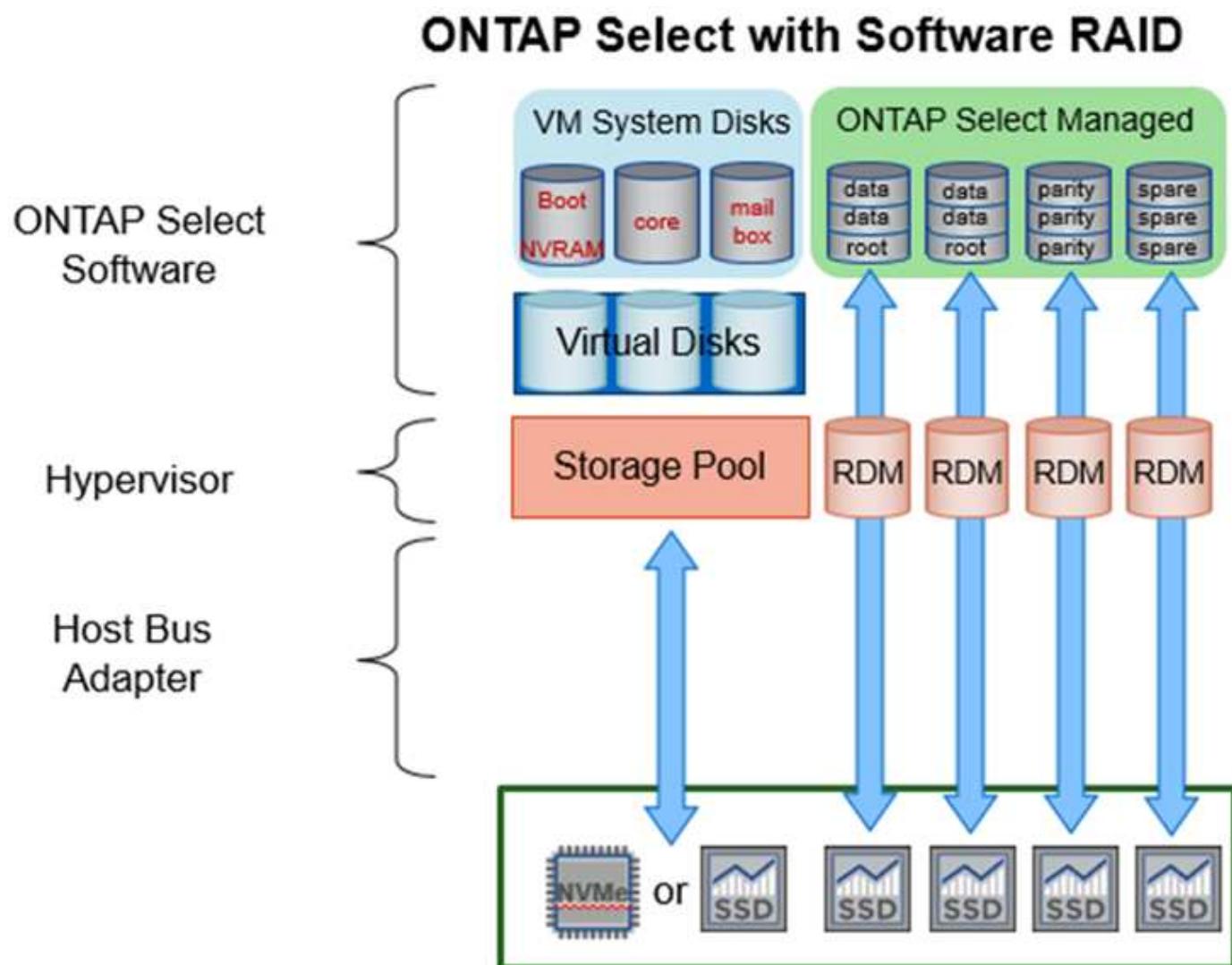
ONTAP Select les disques virtuels et physiques

Pour les configurations avec contrôleurs RAID matériels, la redondance des disques physiques est assurée par le contrôleur RAID. ONTAP Select propose un ou plusieurs VMDK à partir desquels l'administrateur ONTAP peut configurer des agrégats de données. Ces VMDK sont répartis en RAID 0, car le RAID logiciel ONTAP est redondant et inefficace en raison de la résilience matérielle. De plus, les VMDK utilisés pour les disques système se trouvent dans le même magasin de données que ceux utilisés pour stocker les données utilisateur.

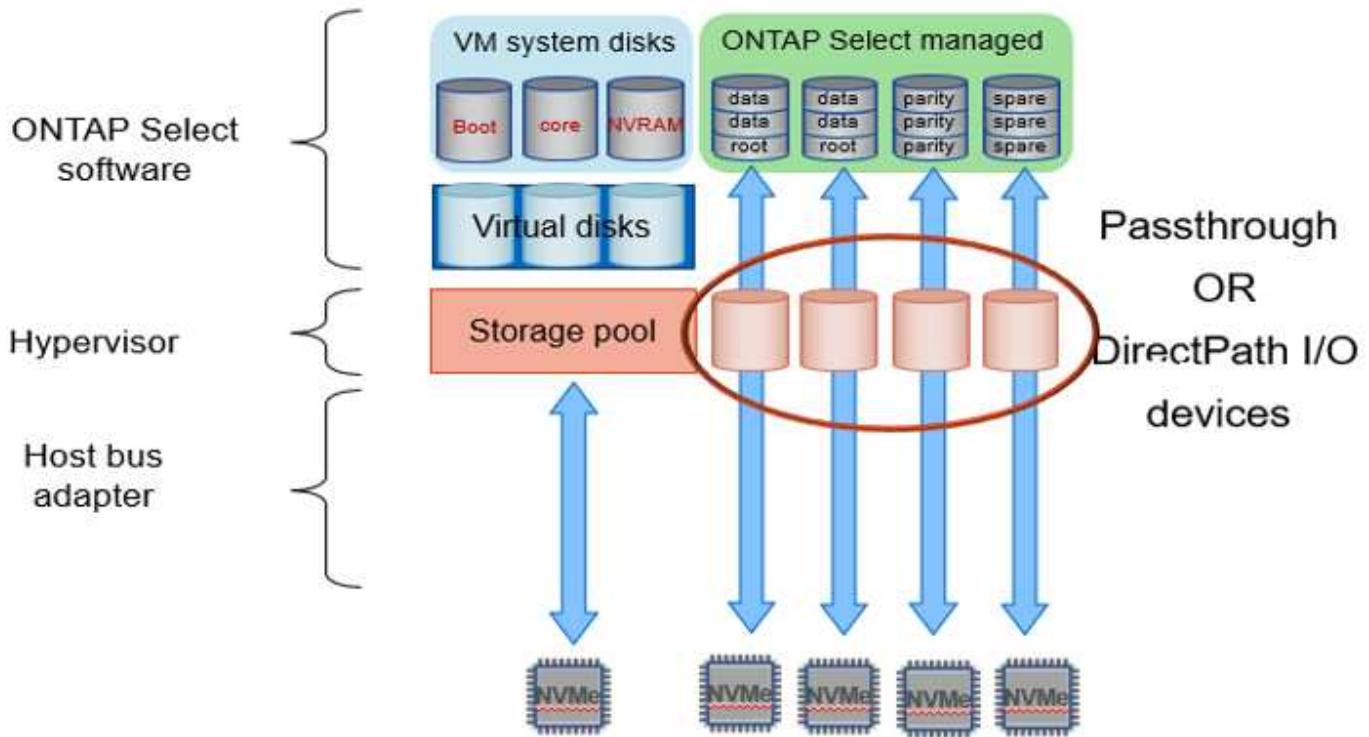
Lors de l'utilisation du RAID logiciel, ONTAP Deploy présente à ONTAP Select un ensemble de VMDK et de disques physiques, de mappages de périphériques bruts [RDM] pour les SSD et de périphériques d'E/S passthrough ou DirectPath pour NVMe.

Les figures suivantes illustrent cette relation plus en détail, en soulignant la différence entre les disques virtualisés utilisés pour les composants internes de la machine ONTAP Select et les disques physiques utilisés pour stocker les données utilisateur.

- RAID logiciel ONTAP Select : utilisation de disques virtualisés et de RDM*



Les disques système (VMDK) résident dans le même magasin de données et sur le même disque physique. Le disque NVRAM virtuel nécessite un support rapide et durable. Par conséquent, seuls les magasins de données de type NVMe et SSD sont pris en charge.



Les disques système (VMDK) résident dans le même magasin de données et sur le même disque physique. Le disque NVRAM virtuel nécessite un support rapide et durable. Par conséquent, seuls les magasins de données de type NVMe et SSD sont pris en charge. Si vous utilisez des disques NVMe pour les données, le disque système doit également être un périphérique NVMe pour des raisons de performances. Une carte Intel Optane est un bon choix pour le disque système dans une configuration entièrement NVMe.

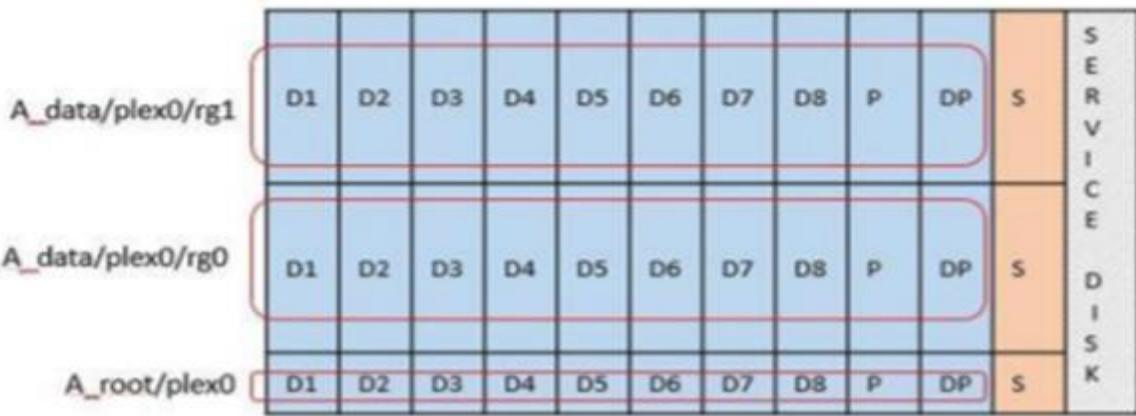


Avec la version actuelle, il n'est pas possible de séparer davantage les disques système ONTAP Select sur plusieurs banques de données ou plusieurs lecteurs physiques.

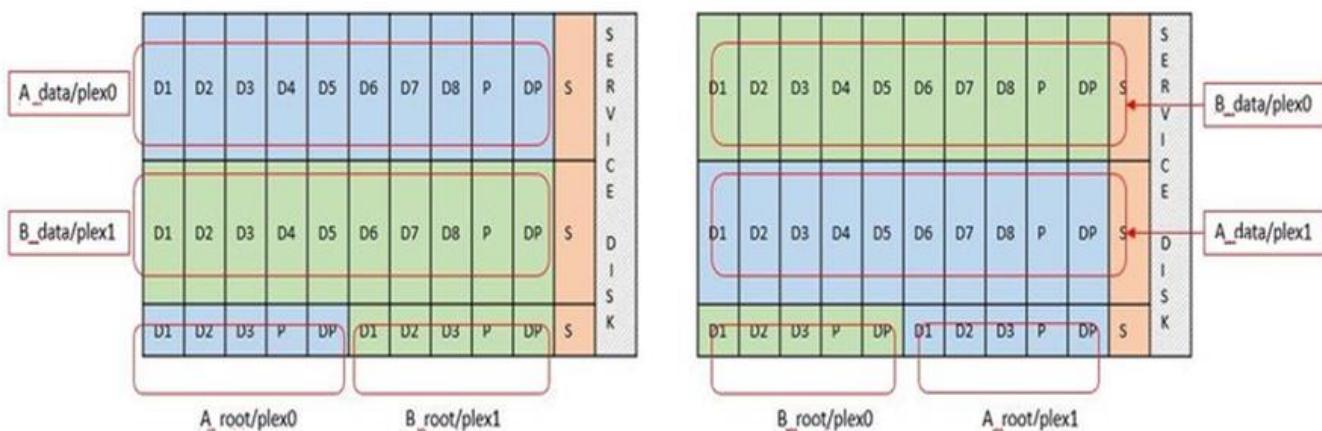
Chaque disque de données est divisé en trois parties : une petite partition racine (stripe) et deux partitions de taille égale pour créer deux disques de données visibles dans la machine virtuelle ONTAP Select. Les partitions utilisent le schéma RD2 (Root Data Data), comme illustré dans les figures suivantes pour un cluster à nœud unique et pour un nœud d'une paire haute disponibilité (HA).

P` désigne une démarche de parité, `DP désigne un lecteur à double parité, et S indique un disque dur de rechange.

Partitionnement de disque RDD pour les clusters à nœud unique



Partitionnement de disque RDD pour clusters multinœuds (paires HA)



Le RAID logiciel ONTAP prend en charge les types RAID suivants : RAID 4, RAID-DP et RAID-TEC. Il s'agit des mêmes structures RAID que celles utilisées par les plateformes FAS et AFF . Pour le provisionnement racine, ONTAP Select prend uniquement en charge RAID 4 et RAID-DP. Lorsque RAID-TEC est utilisé pour l'agrégation de données, la protection globale est RAID-DP. ONTAP Select HA utilise une architecture sans partage qui réplique la configuration de chaque nœud sur l'autre. Cela signifie que chaque nœud doit stocker sa partition racine et une copie de celle de son homologue. Un disque de données possède une seule partition racine. Le nombre minimal de disques de données varie donc selon que le nœud ONTAP Select appartient ou non à une paire HA.

Pour les clusters à nœud unique, toutes les partitions de données servent au stockage des données locales (actives). Pour les nœuds faisant partie d'une paire HA, une partition de données sert au stockage des données locales (actives) de ce nœud, tandis que la seconde partition de données sert à refléter les données actives de l'homologue HA.

Périphériques de transfert (DirectPath IO) vs. Cartes de périphériques bruts (RDM)

Les hyperviseurs ESX et KVM ne prennent pas en charge les disques NVMe comme cartes de périphériques bruts (RDM). Pour permettre à ONTAP Select de prendre directement le contrôle des disques NVMe, vous devez configurer ces disques comme périphériques de transfert dans ESX ou KVM. La configuration d'un périphérique NVMe comme périphérique de transfert nécessite la prise en charge du BIOS du serveur et un

redémarrage de l'hôte peut être nécessaire. De plus, le nombre de périphériques de transfert pouvant être attribués par hôte est limité, et peut varier selon la plateforme. Cependant, ONTAP Deploy limite ce nombre à 14 périphériques NVMe par nœud ONTAP Select . Cela signifie que la configuration NVMe offre une densité d'IOPS très élevée (IOPS/To) au détriment de la capacité totale. Si vous souhaitez une configuration hautes performances avec une capacité de stockage plus importante, nous recommandons une configuration ONTAP Select de grande taille, une carte Intel Optane pour le disque système et un nombre nominal de disques SSD pour le stockage des données.



Pour profiter pleinement des performances NVMe, tenez compte de la grande taille de la machine virtuelle ONTAP Select .

Il existe une différence supplémentaire entre les périphériques de transfert et les RDM. Les RDM peuvent être mappés à une machine virtuelle en cours d'exécution. Les périphériques de transfert nécessitent un redémarrage de la machine virtuelle. Cela signifie que tout remplacement de disque NVMe ou extension de capacité (ajout de disque) nécessite un redémarrage de la machine virtuelle ONTAP Select . Ces opérations sont gérées par un workflow dans ONTAP Deploy. ONTAP Deploy gère le redémarrage ONTAP Select pour les clusters à nœud unique et le basculement/la restauration automatique pour les paires haute disponibilité. Cependant, il est important de noter la différence entre l'utilisation de disques de données SSD (aucun redémarrage/basculement ONTAP Select requis) et l'utilisation de disques de données NVMe (redémarrage/basculement ONTAP Select requis).

Provisionnement de disques physiques et virtuels

Pour une expérience utilisateur simplifiée, ONTAP Deploy provisionne automatiquement les disques système (virtuels) à partir du datastore spécifié (disque système physique) et les associe à la machine virtuelle ONTAP Select . Cette opération s'effectue automatiquement lors de la configuration initiale afin que la machine virtuelle ONTAP Select puisse démarrer. Les RDM sont partitionnés et l'agrégat racine est automatiquement créé. Si le nœud ONTAP Select fait partie d'une paire HA, les partitions de données sont automatiquement affectées à un pool de stockage local et à un pool de stockage miroir. Cette affectation s'effectue automatiquement lors des opérations de création de cluster et d'ajout de stockage.

Étant donné que les disques de données sur la machine virtuelle ONTAP Select sont associés aux disques physiques sous-jacents, la création de configurations avec un plus grand nombre de disques physiques a des conséquences sur les performances.



Le type de groupe RAID de l'agrégat racine dépend du nombre de disques disponibles. ONTAP Deploy sélectionne le type de groupe RAID approprié. Si le nombre de disques alloués au nœud est suffisant, il utilise RAID-DP ; sinon, il crée un agrégat racine RAID-4.

Lors de l'ajout de capacité à une machine virtuelle ONTAP Select via RAID logiciel, l'administrateur doit tenir compte de la taille du disque physique et du nombre de disques requis. Pour plus de détails, voir "["Augmenter la capacité de stockage"](#)" .

Comme pour les systèmes FAS et AFF , vous ne pouvez ajouter que des disques de capacité égale ou supérieure à un groupe RAID existant. Les disques de plus grande capacité sont dimensionnés de manière optimale. Si vous créez de nouveaux groupes RAID, la taille du nouveau groupe RAID doit correspondre à celle du groupe RAID existant afin de garantir une performance globale optimale.

Associez un disque ONTAP Select au disque ESX ou KVM correspondant

Les disques ONTAP Select sont généralement étiquetés NET xy. Vous pouvez utiliser la commande ONTAP suivante pour obtenir l'UUID du disque :

```

<system name>::> disk show NET-1.1
Disk: NET-1.1
Model: Micron_5100_MTFD
Serial Number: 1723175C0B5E
UID:
*500A0751:175C0B5E*:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:
00000000:00000000
BPS: 512
Physical Size: 894.3GB
Position: shared
Checksum Compatibility: advanced_zoned
Aggregate: -
Plex: -This UID can be matched with the device UID displayed in the
'storage devices' tab for the ESX host

```

Name	LUN	Type	Capacity	Operational State	Hardware Acceleration	Drive Type	Transport
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d93)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d35)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local IDE-SI CD-ROM (mpn:vhba1:C0:T4.L0)	0	cdrom		Attached	Not supported	HDD	Block Adapter
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d81)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
NETAPP Fibre Channel Disk (naa.500a0751175c017...)	0	disk	10.00 GB	Attached	Supported	HDD	Fibre Channel
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d76)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d94)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d95)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS

Dans le shell ESXi ou KVM, vous pouvez entrer la commande suivante pour faire clignoter la LED d'un disque physique donné (identifié par son naa.unique-id).

ESX

```
esxcli storage core device set -d <naa_id> -l=locator -L=<seconds>
```

KVM

```
cat /sys/block/<block_device_id>/device/wwid
```

Pannes de disques multiples lors de l'utilisation du RAID logiciel

Il est possible qu'un système soit confronté à une situation où plusieurs disques sont en panne simultanément. Le comportement du système dépend de la protection RAID globale et du nombre de disques défaillants.

Un agrégat RAID4 peut survivre à une panne de disque, un agrégat RAID-DP peut survivre à deux pannes de

disque et un agrégat RAID-TEC peut survivre à trois pannes de disque.

Si le nombre de disques défaillants est inférieur au nombre maximal de pannes pris en charge par le type RAID et si un disque de secours est disponible, le processus de reconstruction démarre automatiquement. En l'absence de disques de secours, l'agrégat fournit les données dans un état dégradé jusqu'à l'ajout de disques de secours.

Si le nombre de disques défaillants est supérieur au nombre maximal de pannes pris en charge par le type RAID, le plex local est marqué comme défaillant et l'état de l'agrégat est dégradé. Les données sont servies depuis le deuxième plex résidant sur le partenaire HA. Cela signifie que toutes les requêtes d'E/S du nœud 1 sont envoyées via le port d'interconnexion de cluster e0e (iSCSI) aux disques physiquement situés sur le nœud 2. Si le deuxième plex tombe également en panne, l'agrégat est marqué comme défaillant et les données sont indisponibles.

Un plex défaillant doit être supprimé puis recréé pour que la mise en miroir des données reprenne correctement. Notez qu'une panne multidisque entraînant la dégradation d'un agrégat de données entraîne également la dégradation d'un agrégat racine. ONTAP Select utilise le schéma de partitionnement root-data-data (RDD) pour diviser chaque disque physique en une partition racine et deux partitions de données. Par conséquent, la perte d'un ou plusieurs disques peut affecter plusieurs agrégats, notamment la racine locale ou la copie de l'agrégat racine distant, ainsi que l'agrégat de données local et la copie de l'agrégat de données distant.

Un plex défaillant est supprimé et recréé dans l'exemple de sortie suivant :

```
C3111E67::> storage aggregate plex delete -aggregate aggr1 -plex plex1
Warning: Deleting plex "plex1" of mirrored aggregate "aggr1" in a non-
shared HA configuration will disable its synchronous mirror protection and
disable
    negotiated takeover of node "sti-rx2540-335a" when aggregate
"aggr1" is online.

Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 78] Job succeeded: DONE

C3111E67::> storage aggregate mirror -aggregate aggr1
Info: Disks would be added to aggregate "aggr1" on node "sti-rx2540-335a"
in the following manner:
    Second Plex
        RAID Group rg0, 5 disks (advanced_zoned checksum, raid_dp)
                                         Usable

Physical
    Position    Disk          Type          Size
Size
    -----
    -----
    shared     NET-3.2      SSD           -
-
    shared     NET-3.3      SSD           -
-
    shared     NET-3.4      SSD           208.4GB
```

```

208.4GB
      shared     NET-3.5
      SSD          208.4GB
208.4GB
      shared     NET-3.12
      SSD          208.4GB
208.4GB

      Aggregate capacity available for volume use would be 526.1GB.
      625.2GB would be used from capacity license.
Do you want to continue? {y|n}: y

C3111E67::> storage aggregate show-status -aggregate aggr1
Owner Node: sti-rx2540-335a
Aggregate: aggr1 (online, raid_dp, mirrored) (advanced_zoned checksums)
  Plex: /aggr1/plex0 (online, normal, active, pool0)
    RAID Group /aggr1/plex0/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)
                                         Usable
Physical
  Position Disk
  Size Status      Pool Type      RPM      Size
----- ----- -----
----- -----
  shared     NET-1.1      0   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-1.2      0   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-1.3      0   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-1.10     0   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-1.11     0   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  Plex: /aggr1/plex3 (online, normal, active, pool1)
    RAID Group /aggr1/plex3/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)
                                         Usable
Physical
  Position Disk
  Size Status      Pool Type      RPM      Size
----- ----- -----
----- -----
  shared     NET-3.2      1   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-3.3      1   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-3.4      1   SSD      -  205.1GB
447.1GB (normal)
  shared     NET-3.5      1   SSD      -  205.1GB

```

```

447.1GB (normal)
    shared   NET-3.12
447.1GB (normal)
10 entries were displayed..

```

Pour tester ou simuler une ou plusieurs pannes de disque, utilisez le `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate` commande. Si le système dispose d'un disque de secours, l'agrégat commencera sa reconstruction. Vous pouvez vérifier l'état de la reconstruction à l'aide de la commande `storage aggregate show`. Vous pouvez supprimer le lecteur défaillant simulé à l'aide ONTAP Deploy. Notez ONTAP a marqué le lecteur comme `Broken`. Le lecteur n'est pas endommagé et peut être réinstallé via ONTAP Deploy. Pour effacer l'étiquette « Cassé », saisissez les commandes suivantes dans l'interface de ligne de commande ONTAP Select



```

set advanced
disk unfail -disk NET-x.y -spare true
disk show -broken

```

La sortie de la dernière commande doit être vide.

NVRAM virtualisée

Les systèmes NetApp FAS sont traditionnellement équipés d'une carte PCI NVRAM physique. Cette carte hautes performances, dotée d'une mémoire flash non volatile, améliore considérablement les performances d'écriture. Elle permet à ONTAP d'accuser réception immédiate des écritures entrantes auprès du client. Elle peut également planifier le déplacement des blocs de données modifiés vers des supports de stockage plus lents, grâce à un processus appelé « destaging ».

Les systèmes courants ne sont généralement pas équipés de ce type d'équipement. Par conséquent, la fonctionnalité de la carte NVRAM a été virtualisée et placée dans une partition du disque de démarrage du système ONTAP Select. C'est pourquoi le placement du disque virtuel système de l'instance est extrêmement important.

ONTAP Select vSAN et configurations de baies externes

Les déploiements de NAS virtuel (vNAS) prennent en charge les clusters ONTAP Select sur SAN virtuel (vSAN), certains produits HCI et les types de banques de données externes. L'infrastructure sous-jacente de ces configurations assure la résilience des banques de données.

La condition minimale requise est que l'hyperviseur que vous utilisez (VMware ESXi ou KVM sur un hôte Linux pris en charge) prenne en charge la configuration sous-jacente. Si l'hyperviseur est ESXi, il doit figurer sur les listes de compatibilité matérielle (HCL) VMware correspondantes.

Architecture vNAS

La nomenclature vNAS est utilisée pour toutes les configurations qui n'utilisent pas DAS. Pour les clusters ONTAP Select multinœuds, cela inclut les architectures où les deux nœuds ONTAP Select d'une même paire

HA partagent un même datastore (y compris les datastores vSAN). Les nœuds peuvent également être installés sur des datastores distincts à partir de la même baie externe partagée. Cela permet d'optimiser l'efficacité du stockage côté baie et de réduire l'empreinte globale de l'ensemble de la paire HA ONTAP Select . L'architecture des solutions vNAS ONTAP Select est très similaire à celle d' ONTAP Select sur DAS avec un contrôleur RAID local. Autrement dit, chaque nœud ONTAP Select conserve une copie des données de son partenaire HA. Les politiques d'efficacité du stockage ONTAP sont définies par nœud. Par conséquent, l'optimisation de l'efficacité du stockage côté baie est préférable, car elle peut potentiellement s'appliquer aux ensembles de données des deux nœuds ONTAP Select .

Il est également possible que chaque nœud ONTAP Select d'une paire HA utilise une baie externe distincte. C'est un choix courant lors de l'utilisation ONTAP Select Metrocluster SDS avec stockage externe.

Lorsque vous utilisez des baies externes distinctes pour chaque nœud ONTAP Select , il est très important que les deux baies fournissent des caractéristiques de performances similaires à la machine virtuelle ONTAP Select .

Architectures vNAS versus DAS local avec contrôleurs RAID matériels

L'architecture vNAS est logiquement très similaire à celle d'un serveur avec DAS et contrôleur RAID. Dans les deux cas, ONTAP Select consomme de l'espace de stockage. Cet espace est découpé en VMDK, qui constituent les agrégats de données ONTAP traditionnels. ONTAP Deploy s'assure que les VMDK sont correctement dimensionnés et affectés au bon plex (dans le cas de paires HA) lors des opérations de création de cluster et d'ajout de stockage.

Il existe deux différences majeures entre un vNAS et un DAS avec contrôleur RAID. La principale différence réside dans le fait que le vNAS ne nécessite pas de contrôleur RAID. Il suppose que la baie externe sous-jacente assure la persistance et la résilience des données qu'un DAS avec contrôleur RAID offrirait. La deuxième différence, plus subtile, concerne les performances de la NVRAM .

NVRAM vNAS

La NVRAM ONTAP Select est un VMDK. Cela signifie ONTAP Select émule un espace adressable par octet (NVRAM traditionnel) sur un périphérique adressable par bloc (VMDK). Cependant, les performances de la NVRAM sont essentielles aux performances globales du nœud ONTAP Select .

Pour les configurations DAS avec un contrôleur RAID matériel, le cache du contrôleur RAID matériel fait office de cache NVRAM , car toutes les écritures dans le VMDK NVRAM sont d'abord hébergées dans le cache du contrôleur RAID.

Pour les architectures VNAs, ONTAP Deploy configure automatiquement les nœuds ONTAP Select avec un argument de démarrage appelé Single Instance Data Logging (SIDL). Lorsque cet argument est présent, ONTAP Select contourne la NVRAM et écrit la charge utile de données directement dans l'agrégat de données. La NVRAM sert uniquement à enregistrer l'adresse des blocs modifiés par l'opération d'écriture (WRITE). L'avantage de cette fonctionnalité est d'éviter une double écriture : une écriture dans la NVRAM et une seconde lors de la désactivation de la NVRAM . Cette fonctionnalité est uniquement activée pour les vNAS, car les écritures locales dans le cache du contrôleur RAID présentent une latence supplémentaire négligeable.

La fonctionnalité SIDL n'est pas compatible avec toutes les fonctionnalités d'optimisation du stockage ONTAP Select . Elle peut être désactivée au niveau agrégé à l'aide de la commande suivante :

```
storage aggregate modify -aggregate aggr-name -single-instance-data
-logging off
```

Notez que les performances d'écriture sont affectées si la fonctionnalité SIDL est désactivée. Il est possible de réactiver la fonctionnalité SIDL après avoir désactivé toutes les politiques d'efficacité de stockage sur tous les volumes de cet agrégat :

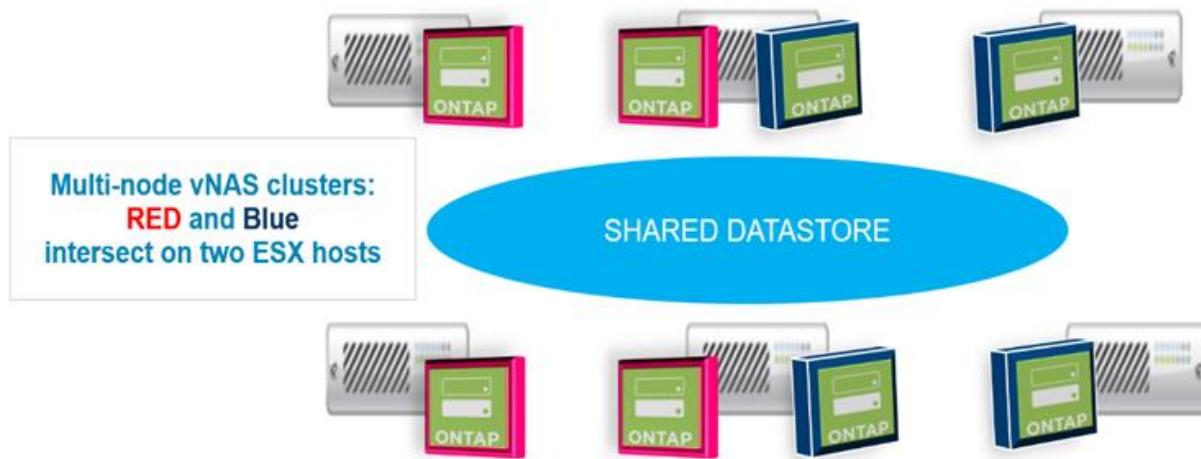
```
volume efficiency stop -all true -vserver * -volume * (all volumes in the affected aggregate)
```

Colocaliser les nœuds ONTAP Select lors de l'utilisation de vNAS sur ESXi

ONTAP Select prend en charge les clusters ONTAP Select multinœuds sur un stockage partagé. ONTAP Deploy permet la configuration de plusieurs nœuds ONTAP Select sur le même hôte ESX, à condition qu'ils ne fassent pas partie du même cluster. Notez que cette configuration est uniquement valable pour les environnements VNAs (datastores partagés). L'utilisation de plusieurs instances ONTAP Select par hôte n'est pas prise en charge avec le stockage DAS, car elles sont en concurrence pour le même contrôleur RAID matériel.

ONTAP Deploy garantit que le déploiement initial du cluster VNAs multinœud ne place pas plusieurs instances ONTAP Select du même cluster sur le même hôte. La figure suivante illustre un exemple de déploiement correct de deux clusters à quatre nœuds qui se croisent sur deux hôtes.

Déploiement initial de clusters VNAs multinœuds



Après le déploiement, les nœuds ONTAP Select peuvent être migrés entre les hôtes. Cela pourrait entraîner des configurations non optimales et non prises en charge, où deux ou plusieurs nœuds ONTAP Select d'un même cluster partagent le même hôte sous-jacent. NetApp recommande la création manuelle de règles d'anti-affinité de VM afin que VMware maintienne automatiquement la séparation physique entre les nœuds d'un même cluster, et pas seulement entre les nœuds d'une même paire HA.



Les règles anti-affinité nécessitent que DRS soit activé sur le cluster ESX.

Consultez l'exemple suivant pour savoir comment créer une règle d'anti-affinité pour les machines virtuelles ONTAP Select. Si le cluster ONTAP Select contient plusieurs paires HA, tous les nœuds du cluster doivent être inclus dans cette règle.

Getting Started Summary Monitor **Configure** Permissions Hosts VMs Datastores Networks Update Manager

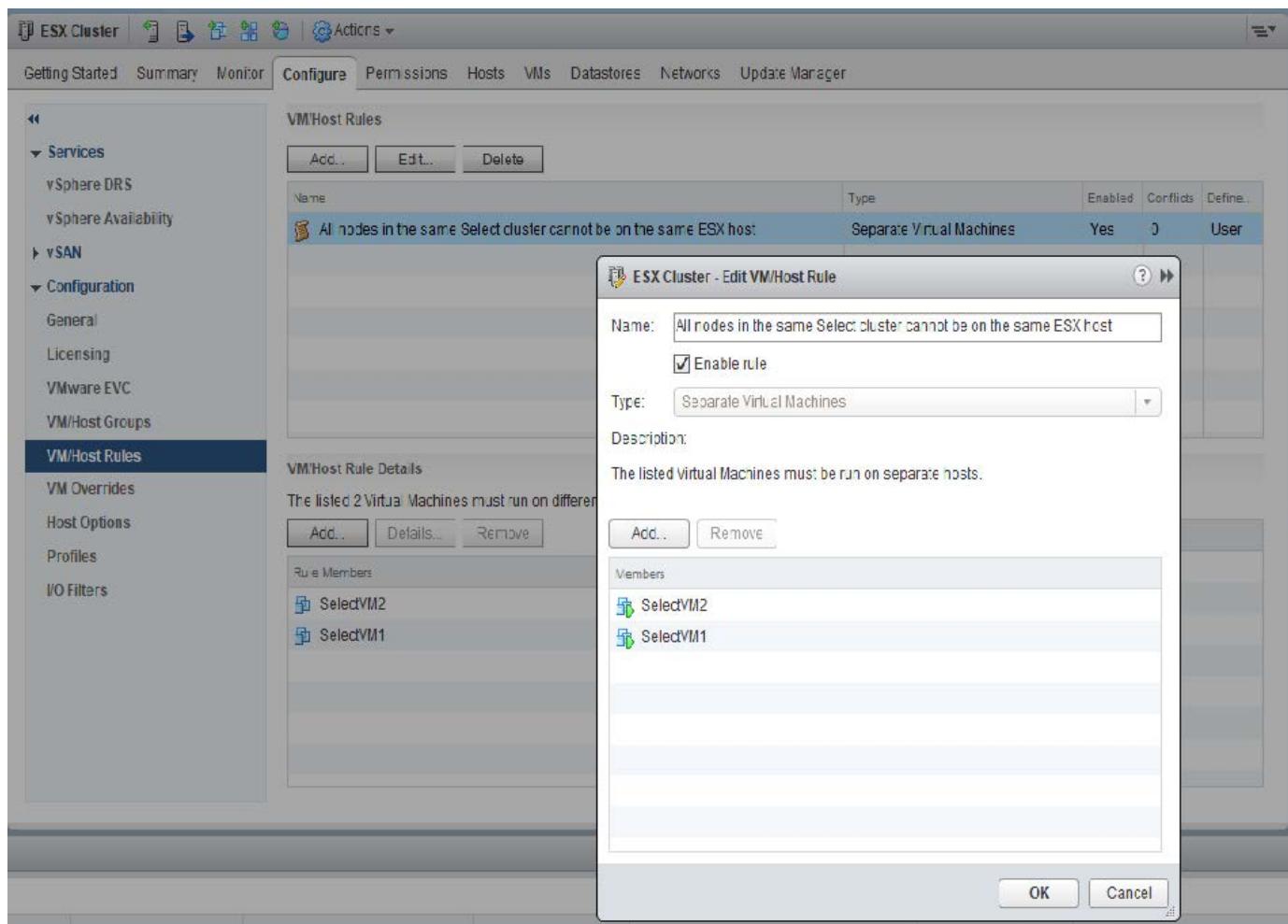
« Services vSphere DRS vSphere Availability vSAN General Disk Management Fault Domains & Stretched Cluster Health and Performance iSCSI Targets iSCSI Initiator Groups Configuration Assist Updates Configuration General Licensing VMware EVC VM/Host Groups **VM/Host Rules** VM Overrides Host Options Profiles I/O Filters

VM/Host Rules

Add... Edit... Delete

Name	Type	Enabled	Conflicts	Defined By
This list is empty.				

No VM/Host rule selected



Deux ou plusieurs nœuds ONTAP Select du même cluster ONTAP Select peuvent potentiellement être trouvés sur le même hôte ESX pour l'une des raisons suivantes :

- DRS n'est pas présent en raison des limitations de licence VMware vSphere ou si DRS n'est pas activé.
- La règle anti-affinité DRS est contournée car une opération VMware HA ou une migration de machine virtuelle initiée par l'administrateur est prioritaire.

Notez ONTAP Deploy ne surveille pas proactivelement les emplacements des machines virtuelles ONTAP Select. Cependant, une actualisation du cluster reflète cette configuration non prise en charge dans les journaux d'ONTAP Deploy :

 UnsupportedClusterConfiguration cluster 2018-05-16 11:41:19-04:00 ONTAP Select Deploy does not support multiple nodes within the same cluster sharing the same host:

Augmenter la capacité de stockage ONTAP Select

ONTAP Deploy peut être utilisé pour ajouter et octroyer une licence de stockage supplémentaire pour chaque nœud d'un cluster ONTAP Select.

La fonctionnalité d'ajout de stockage dans ONTAP Deploy est le seul moyen d'augmenter la capacité de stockage gérée. La modification directe de la VM ONTAP Select n'est pas prise en charge. L'illustration suivante montre l'icône « + » qui lance l'assistant d'ajout de stockage.

Cluster Details

Name	onenode95IP15	Cluster Size	Single node cluster
ONTAP Image Version	9.5RC1	Licensing	licensed
IPv4 Address	10.193.83.15	Domain Names	-
Netmask	255.255.255.128	Server IP Addresses	-
Gateway	10.193.83.1	NTP Server	216.239.35.0
Last Refresh	-		

Node Details

Node onenode95IP15-01 — 1.3 TB

Les considérations suivantes sont importantes pour la réussite de l'extension de capacité. L'ajout de capacité nécessite que la licence existante couvre la quantité totale d'espace (existant et nouveau). Une opération d'ajout de stockage entraînant un dépassement de la capacité autorisée du nœud échoue. Une nouvelle licence d'une capacité suffisante doit être installée en premier.

Si la capacité supplémentaire est ajoutée à un agrégat ONTAP Select existant, le nouveau pool de stockage (datastore) doit présenter un profil de performances similaire à celui du pool de stockage existant. Notez qu'il est impossible d'ajouter du stockage non SSD à un nœud ONTAP Select installé avec une personnalité de type AFF(Flash activé). La combinaison de stockage DAS et de stockage externe n'est pas non plus prise en charge.

Si un stockage local est ajouté à un système pour fournir des pools de stockage locaux (DAS) supplémentaires, vous devez créer un groupe RAID et un ou plusieurs LUN supplémentaires. Comme pour les systèmes FAS, veillez à ce que les performances du nouveau groupe RAID soient similaires à celles du groupe RAID d'origine si vous ajoutez de l'espace au même agrégat. Si vous créez un nouvel agrégat, la configuration du nouveau groupe RAID peut être différente si les implications en termes de performances sont bien comprises.

Le nouvel espace peut être ajouté à ce même magasin de données en tant qu'extension si sa taille totale ne dépasse pas la taille maximale prise en charge. L'ajout d'une extension à un magasin de données sur lequel ONTAP Select est déjà installé peut être effectué dynamiquement et n'affecte pas le fonctionnement du nœud ONTAP Select.

Si le nœud ONTAP Select fait partie d'une paire HA, certains problèmes supplémentaires doivent être pris en compte.

Dans une paire HA, chaque nœud contient une copie miroir des données de son partenaire. L'ajout d'espace au nœud 1 nécessite l'ajout d'une quantité d'espace identique à son partenaire, le nœud 2, afin que toutes les données du nœud 1 soient répliquées sur le nœud 2. Autrement dit, l'espace ajouté au nœud 2 lors de l'opération d'ajout de capacité pour le nœud 1 n'est ni visible ni accessible sur le nœud 2. L'espace est ajouté au nœud 2 afin que les données du nœud 1 soient entièrement protégées lors d'un événement HA.

Un autre point à prendre en compte concerne les performances. Les données du nœud 1 sont répliquées de manière synchrone vers le nœud 2. Par conséquent, les performances du nouvel espace (magasin de données) du nœud 1 doivent être identiques à celles du nouvel espace (magasin de données) du nœud 2. Autrement dit, l'ajout d'espace sur les deux nœuds, mais avec des technologies de disque ou des tailles de groupe RAID différentes, peut entraîner des problèmes de performances. Cela est dû à l'opération RAID SyncMirror utilisée pour conserver une copie des données sur le nœud partenaire.

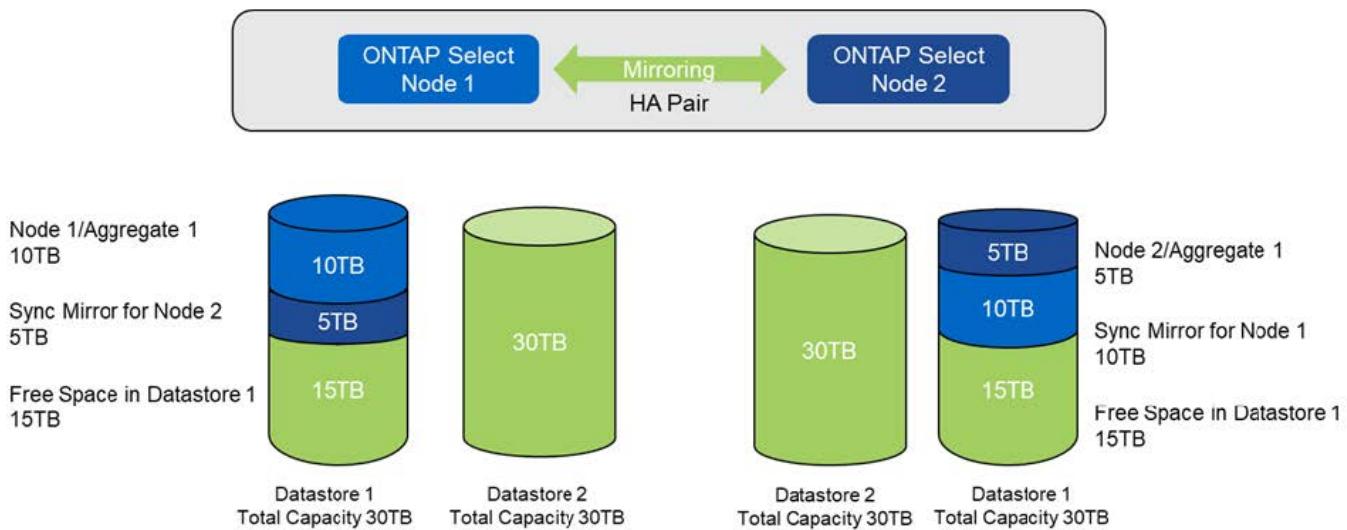
Pour augmenter la capacité accessible aux utilisateurs sur les deux nœuds d'une paire HA, deux ajouts de stockage doivent être effectués, un pour chaque nœud. Chaque ajout de stockage nécessite de l'espace

supplémentaire sur les deux nœuds. L'espace total requis sur chaque nœud est égal à l'espace requis sur le nœud 1 plus l'espace requis sur le nœud 2.

La configuration initiale comprend deux nœuds, chacun disposant de deux banques de données de 30 To chacune. ONTAP Deploy crée un cluster à deux nœuds, chaque nœud consommant 10 To d'espace de la banque de données 1. ONTAP Deploy configure chaque nœud avec 5 To d'espace actif par nœud.

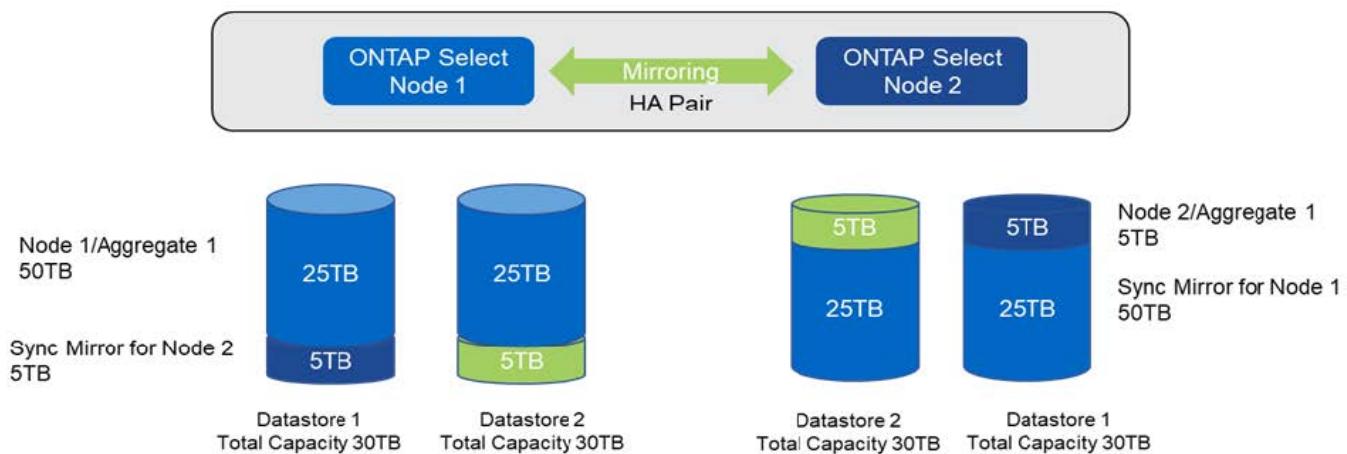
La figure suivante illustre les résultats d'une seule opération d'ajout de stockage pour le nœud 1. ONTAP Select utilise toujours la même quantité de stockage (15 To) sur chaque nœud. Cependant, le nœud 1 dispose de plus de stockage actif (10 To) que le nœud 2 (5 To). Les deux nœuds sont entièrement protégés, car chacun héberge une copie des données de l'autre. Il reste de l'espace libre dans le magasin de données 1, et le magasin de données 2 est toujours entièrement libre.

Répartition de la capacité : allocation et espace libre après une seule opération d'ajout de stockage



Deux opérations d'ajout de stockage supplémentaires sur le nœud 1 consomment le reste du datastore 1 et une partie du datastore 2 (en utilisant la capacité maximale). La première opération consomme les 15 To d'espace libre restant dans le datastore 1. La figure suivante illustre le résultat de la deuxième opération. À ce stade, le nœud 1 gère 50 To de données actives, tandis que le nœud 2 en gère les 5 To d'origine.

Répartition de la capacité : allocation et espace libre après deux opérations d'ajout de stockage supplémentaires pour le nœud 1



La taille maximale d'un VMDK utilisé lors des opérations d'ajout de capacité est de 16 To. La taille maximale d'un VMDK utilisé lors des opérations de création de cluster reste de 8 To. ONTAP Deploy crée des VMDK correctement dimensionnés en fonction de votre configuration (cluster à nœud unique ou multinœud) et de la capacité ajoutée. Cependant, la taille maximale de chaque VMDK ne doit pas dépasser 8 To lors des opérations de création de cluster et 16 To lors des opérations d'ajout de stockage.

Augmentez la capacité d' ONTAP Select avec le RAID logiciel

L'assistant d'ajout de stockage peut également être utilisé pour augmenter la capacité gérée des nœuds ONTAP Select utilisant le RAID logiciel. L'assistant affiche uniquement les disques SDD DAS disponibles et mappés en tant que RDM sur la machine virtuelle ONTAP Select .

Bien qu'il soit possible d'augmenter la capacité de la licence d'un seul To, avec un RAID logiciel, il est impossible d'augmenter physiquement la capacité d'un seul To. Comme pour l'ajout de disques à une matrice FAS ou AFF , certains facteurs déterminent la quantité minimale de stockage pouvant être ajoutée en une seule opération.

Notez que dans une paire HA, l'ajout de stockage au nœud 1 nécessite qu'un nombre identique de disques soit également disponible sur la paire HA du nœud (nœud 2). Les disques locaux et les disques distants sont utilisés par une opération d'ajout de stockage sur le nœud 1. Autrement dit, les disques distants servent à garantir que le nouveau stockage du nœud 1 est répliqué et protégé sur le nœud 2. Pour ajouter du stockage utilisable localement sur le nœud 2, une opération d'ajout de stockage distincte et un nombre égal de disques distincts doivent être disponibles sur les deux nœuds.

ONTAP Select partitionne tous les nouveaux disques dans les mêmes partitions racine, données et données que les disques existants. Le partitionnement a lieu lors de la création d'un nouvel agrégat ou de l'extension d'un agrégat existant. La taille de la bande de partition racine de chaque disque est définie pour correspondre à la taille de la partition racine existante sur les disques existants. Par conséquent, chacune des deux tailles de partition de données égales peut être calculée comme la capacité totale du disque moins la taille de la partition racine divisée par deux. La taille de la bande de partition racine est variable et est calculée lors de la configuration initiale du cluster comme suit : l'espace racine total requis (68 Go pour un cluster à nœud unique et 136 Go pour les paires HA) est divisé par le nombre initial de disques, moins les disques de secours et de parité. La taille de la bande de partition racine est maintenue constante sur tous les disques ajoutés au système.

Si vous créez un nouvel agrégat, le nombre minimum de disques requis varie en fonction du type de RAID et du fait que le nœud ONTAP Select fait partie d'une paire HA.

Si vous ajoutez du stockage à un agrégat existant, certaines considérations supplémentaires sont nécessaires. Il est possible d'ajouter des disques à un groupe RAID existant, à condition que celui-ci n'atteigne pas déjà sa limite maximale. Les bonnes pratiques FAS et AFF traditionnelles pour l'ajout de disques à des groupes RAID existants s'appliquent également, et la création d'un point chaud sur le nouveau disque peut poser problème. De plus, seuls des disques de tailles de partition de données égales ou supérieures peuvent être ajoutés à un groupe RAID existant. Comme expliqué précédemment, la taille de la partition de données diffère de la taille brute du disque. Si les partitions de données ajoutées sont plus grandes que les partitions existantes, les nouveaux disques sont dimensionnés correctement. Autrement dit, une partie de la capacité de chaque nouveau disque reste inutilisée.

Il est également possible d'utiliser les nouveaux disques pour créer un nouveau groupe RAID au sein d'un agrégat existant. Dans ce cas, la taille du groupe RAID doit correspondre à celle du groupe RAID existant.

Prise en charge de l'efficacité du stockage ONTAP Select

ONTAP Select offre des options d'efficacité de stockage similaires à celles des baies FAS et AFF .

Les déploiements de NAS virtuels (vNAS) ONTAP Select utilisant des baies VSAN entièrement flash ou flash génériques doivent suivre les meilleures pratiques pour ONTAP Select avec un stockage à connexion directe (DAS) non SSD.

Une personnalité de type AFF est automatiquement activée sur les nouvelles installations tant que vous disposez d'un stockage DAS avec des disques SSD et d'une licence premium.

Avec une personnalité de type AFF, les fonctionnalités SE en ligne suivantes sont automatiquement activées lors de l'installation :

- Détection de motif zéro en ligne
- Déduplication en ligne du volume
- Déduplication d'arrière-plan du volume
- Compression adaptative en ligne
- Compactage des données en ligne
- Déduplication agrégée en ligne
- Déduplication d'arrière-plan agrégée

Pour vérifier qu'ONTAP ONTAP Select a activé toutes les stratégies d'efficacité de stockage par défaut, exécutez la commande suivante sur un volume nouvellement créé :

```
<system name>::> set diag
Warning: These diagnostic commands are for use by NetApp personnel only.
Do you want to continue? {y|n}: y
twonode95IP15::*> sis config
Vserver: SVM1
Volume: _export1_NFS_volume
Schedule: -
Policy: auto
Compression: true
Inline Compression: true
Compression Type: adaptive
Application IO Si: 8K
Compression Algorithm: lzopro
Inline Dedupe: true
Data Compaction: true
Cross Volume Inline Deduplication: true
Cross Volume Background Deduplication: true
```



Pour les mises à niveau ONTAP Select à partir de la version 9.6, vous devez installer ONTAP Select sur un stockage SSD DAS avec une licence premium. De plus, vous devez cocher la case « Activer l'efficacité du stockage » lors de l'installation initiale du cluster avec ONTAP Deploy. L'activation d'une personnalité de type AFF après la mise à niveau ONTAP lorsque les conditions préalables ne sont pas remplies nécessite la création manuelle d'un argument de démarrage et le redémarrage du nœud. Contactez le support technique pour plus d'informations.

Configurations d'efficacité de stockage ONTAP Select

Le tableau suivant résume les différentes options d'efficacité de stockage disponibles, activées par défaut ou non activées par défaut mais recommandées, selon le type de support et la licence du logiciel.

Fonctionnalités ONTAP Select	SSD DAS (premium ou premium XL ¹)	Disque dur DAS (toutes licences)	vNAS (toutes licences)
Détection du zéro en ligne	Oui (par défaut)	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume
Déduplication en ligne du volume	Oui (par défaut)	Non disponible	Non pris en charge
Compression en ligne 32K (compression secondaire)	Oui Activé par l'utilisateur en fonction du volume.	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume	Non pris en charge
Compression en ligne 8K (compression adaptative)	Oui (par défaut)	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume	Non pris en charge
Compression d'arrière-plan	Non pris en charge	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume
Scanner de compression	Oui	Oui	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume
Compactage des données en ligne	Oui (par défaut)	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume	Non pris en charge
Scanner de compactage	Oui	Oui	Non pris en charge
Déduplication agrégée en ligne	Oui (par défaut)	S/O	Non pris en charge
Déduplication d'arrière-plan du volume	Oui (par défaut)	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume	Oui Activé par l'utilisateur sur une base par volume
Déduplication d'arrière-plan agrégée	Oui (par défaut)	S/O	Non pris en charge

¹ ONTAP Select 9.6 prend en charge une nouvelle licence (Premium XL) et une nouvelle taille de machine virtuelle (Large). Cependant, la grande machine virtuelle n'est prise en charge que pour les configurations DAS utilisant le RAID logiciel. Les configurations RAID matériel et vNAS ne sont pas prises en charge avec la grande machine virtuelle ONTAP Select de la version 9.6.

Remarques sur le comportement de mise à niveau pour les configurations SSD DAS

Après la mise à niveau vers ONTAP Select 9.6 ou une version ultérieure, veuillez patienter jusqu'à ce que... system node upgrade-revert show commande permettant d'indiquer que la mise à niveau est terminée avant de vérifier les valeurs d'efficacité de stockage pour les volumes existants.

Sur un système mis à niveau vers ONTAP Select 9.6 ou version ultérieure, un nouveau volume créé sur un

agrégat existant ou nouvellement créé présente le même comportement qu'un volume créé lors d'un nouveau déploiement. Les volumes existants mis à niveau vers ONTAP Select appliquent la plupart des mêmes politiques d'efficacité de stockage qu'un volume nouvellement créé, avec quelques variations :

Scénario 1

Si aucune politique d'efficacité du stockage n'a été activée sur un volume avant la mise à niveau, alors :

- Volumes avec space guarantee = volume Les fonctions de compactage des données en ligne, de déduplication en ligne agrégée et de déduplication en arrière-plan agrégée ne sont pas activées. Ces options peuvent être activées après la mise à niveau.
- Volumes avec space guarantee = none La compression en arrière-plan n'est pas activée. Cette option peut être activée après la mise à niveau.
- La politique d'efficacité du stockage sur les volumes existants est définie sur automatique après la mise à niveau.

Scénario 2

Si certaines fonctionnalités de stockage sont déjà activées sur un volume avant la mise à niveau, alors :

- Volumes avec space guarantee = volume Je ne vois aucune différence après la mise à jour.
- Volumes avec space guarantee = none Activer la déduplication agrégée en arrière-plan.
- Volumes avec storage policy inline-only ont configuré leur police d'assurance en mode automatique.
- Les volumes dotés de politiques d'efficacité de stockage définies par l'utilisateur ne subissent aucun changement de politique, à l'exception des volumes avec space guarantee = none . Ces volumes ont une déduplication d'arrière-plan agrégée activée.

Informations sur le copyright

Copyright © 2026 NetApp, Inc. Tous droits réservés. Imprimé aux États-Unis. Aucune partie de ce document protégé par copyright ne peut être reproduite sous quelque forme que ce soit ou selon quelque méthode que ce soit (graphique, électronique ou mécanique, notamment par photocopie, enregistrement ou stockage dans un système de récupération électronique) sans l'autorisation écrite préalable du détenteur du droit de copyright.

Les logiciels dérivés des éléments NetApp protégés par copyright sont soumis à la licence et à l'avis de non-responsabilité suivants :

CE LOGICIEL EST FOURNI PAR NETAPP « EN L'ÉTAT » ET SANS GARANTIES EXPRESSES OU TACITES, Y COMPRIS LES GARANTIES TACITES DE QUALITÉ MARCHANDE ET D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER, QUI SONT EXCLUES PAR LES PRÉSENTES. EN AUCUN CAS NETAPP NE SERA TENU POUR RESPONSABLE DE DOMMAGES DIRECTS, INDIRECTS, ACCESSOIRES, PARTICULIERS OU EXEMPLAIRES (Y COMPRIS L'ACHAT DE BIENS ET DE SERVICES DE SUBSTITUTION, LA PERTE DE JOUSSANCE, DE DONNÉES OU DE PROFITS, OU L'INTERRUPTION D'ACTIVITÉ), QUELLES QU'EN SOIENT LA CAUSE ET LA DOCTRINE DE RESPONSABILITÉ, QU'IL S'AGISSE DE RESPONSABILITÉ CONTRACTUELLE, STRICTE OU DÉLICTUELLE (Y COMPRIS LA NÉGLIGENCE OU AUTRE) DÉCOULANT DE L'UTILISATION DE CE LOGICIEL, MÊME SI LA SOCIÉTÉ A ÉTÉ INFORMÉE DE LA POSSIBILITÉ DE TELS DOMMAGES.

NetApp se réserve le droit de modifier les produits décrits dans le présent document à tout moment et sans préavis. NetApp décline toute responsabilité découlant de l'utilisation des produits décrits dans le présent document, sauf accord explicite écrit de NetApp. L'utilisation ou l'achat de ce produit ne concède pas de licence dans le cadre de droits de brevet, de droits de marque commerciale ou de tout autre droit de propriété intellectuelle de NetApp.

Le produit décrit dans ce manuel peut être protégé par un ou plusieurs brevets américains, étrangers ou par une demande en attente.

LÉGENDE DE RESTRICTION DES DROITS : L'utilisation, la duplication ou la divulgation par le gouvernement sont sujettes aux restrictions énoncées dans le sous-paragraphe (b)(3) de la clause Rights in Technical Data-Noncommercial Items du DFARS 252.227-7013 (février 2014) et du FAR 52.227-19 (décembre 2007).

Les données contenues dans les présentes se rapportent à un produit et/ou service commercial (tel que défini par la clause FAR 2.101). Il s'agit de données propriétaires de NetApp, Inc. Toutes les données techniques et tous les logiciels fournis par NetApp en vertu du présent Accord sont à caractère commercial et ont été exclusivement développés à l'aide de fonds privés. Le gouvernement des États-Unis dispose d'une licence limitée irrévocable, non exclusive, non cessible, non transférable et mondiale. Cette licence lui permet d'utiliser uniquement les données relatives au contrat du gouvernement des États-Unis d'après lequel les données lui ont été fournies ou celles qui sont nécessaires à son exécution. Sauf dispositions contraires énoncées dans les présentes, l'utilisation, la divulgation, la reproduction, la modification, l'exécution, l'affichage des données sont interdits sans avoir obtenu le consentement écrit préalable de NetApp, Inc. Les droits de licences du Département de la Défense du gouvernement des États-Unis se limitent aux droits identifiés par la clause 252.227-7015(b) du DFARS (février 2014).

Informations sur les marques commerciales

NETAPP, le logo NETAPP et les marques citées sur le site <http://www.netapp.com/TM> sont des marques déposées ou des marques commerciales de NetApp, Inc. Les autres noms de marques et de produits sont des marques commerciales de leurs propriétaires respectifs.