



Configuration des hôtes avec NVMe-of

ONTAP SAN Host Utilities

NetApp
January 29, 2026

Sommaire

Configuration des hôtes avec NVMe-oF	1
Découvrez comment configurer les hôtes SAN ONTAP avec NVMe-oF	1
Configurer AIX avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP	1
Étape 1 : Confirmez la configuration multi-chemins pour votre hôte	3
Étape 2 : Configurer NVMe/FC	3
Étape 3 : Valider NVMe/FC	6
Étape 4 : Examiner les problèmes connus	7
Étape 5 : Dépannage	8
VMware ESXi	8
Configuration d'hôte NVMe-oF pour ESXi 8.x avec ONTAP	8
Configuration NVMe-oF de l'hôte pour ESXi 7.x avec ONTAP	16
Oracle Linux	22
Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes Oracle Linux.	22
Configurer Oracle Linux 9.x avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP	24
Configurer Oracle Linux 8.x avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP	47
Configurer Oracle Linux 7.x avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP	63
Proxmox	70
Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes Proxmox.	71
Configurer Proxmox VE 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	71
Configurer Proxmox VE 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	87
RHEL	104
Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes RHEL.	105
Configurer RHEL 10.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	106
Configurer RHEL 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	130
Configurer RHEL 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	156
Rocky Linux	169
Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour Rocky Linux.	169
Configurer Rocky Linux 10.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	170
Configurer Rocky Linux 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	193
Configurer Rocky Linux 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	221
SUSE Linux Enterprise Server	240
Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour SUSE Linux Enterprise Server	240
Configurer SUSE Linux Enterprise Server 16 pour NVMe-oF avec le stockage ONTAP	241
Configurer SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	277
Ubuntu	311
Configuration hôte NVMe-oF pour Ubuntu 24.04 avec ONTAP	311
Configuration hôte NVMe-oF pour Ubuntu 24.04 avec ONTAP	326
Répertoires de base	336
Configuration de Windows Server 2025 avec NVMe/FC pour ONTAP	336
Configuration de Windows Server 2022 avec NVMe/FC pour ONTAP	342
Configuration d'hôte NVMe/FC pour Windows Server 2019 avec ONTAP	348
Configuration de Windows Server 2016 avec NVMe/FC pour ONTAP	354
Configuration de Windows Server 2012 R2 avec NVMe/FC pour ONTAP	360

Dépannage NVMe-oF avec ONTAP Storage pour les utilitaires hôtes Linux	366
Activer la journalisation détaillée	366
Erreurs courantes liées à « nvme-cli » et solutions de contournement	368
Quand contacter le support technique	370

Configuration des hôtes avec NVMe-of

Découvrez comment configurer les hôtes SAN ONTAP avec NVMe-oF

Vous pouvez configurer les hôtes SAN pris en charge pour utiliser le protocole NVMe over Fabrics (NVMe-oF) avec ONTAP comme cible de stockage. NVMe-oF inclut NVMe sur Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe sur TCP (NVMe/TCP). Selon votre système d'exploitation hôte et la version ONTAP , vous configurez et validez le protocole NVMe/FC ou NVMe/TCP, ou les deux sur l'hôte.

Informations associées

- ["Base de connaissances NetApp : En savoir plus sur NVMe-oF"](#) .

Configurer AIX avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP

Les hôtes IBM AIX et Virtual I/O Server (VIOS)/PowerVM prennent en charge le protocole NVMe/FC avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA est équivalent au multipathing d'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité \(IMT\)](#)" .

Description de la tâche

Vous pouvez utiliser la prise en charge et les fonctionnalités suivantes avec la configuration d'hôte NVMe-oF pour les hôtes AIX. Vous devez également examiner les limitations connues avant de démarrer le processus de configuration.

- Support disponible :
 - À partir d' ONTAP 9.13.1, la prise en charge NVMe/FC est ajoutée pour IBM AIX 7.2 TL5 SP6, AIX 7.3 TL1 SP2 et VIOS 3.1.4.21 avec prise en charge du démarrage SAN pour les piles physiques et virtuelles. Consultez la documentation IBM pour plus d'informations sur la configuration de la prise en charge du démarrage SAN.
 - NVMe/FC est pris en charge par les serveurs IBM Power9 et Power10.
 - Un PCM (Path Control Module) distinct, tel que Host Utilities pour la prise en charge AIX SCSI Multipath I/O (MPIO), n'est pas requis pour les périphériques NVMe.
 - La prise en charge de la virtualisation avec NetApp (VIOS/PowerVM) est introduite avec le logiciel VIOS 3.1.4.21. Ceci est *uniquement* pris en charge via le mode de virtualisation du stockage NPIV (N_portID Virtualization) à l'aide du serveur IBM Power10.
- Limitations connues :
 - Les HBA Qlogic/Marvel 32G FC sur un hôte AIX ne prennent pas en charge NVMe/FC.
 - Le démarrage SAN n'est pas pris en charge pour les périphériques NVMe/FC utilisant le serveur IBM Power9.

Avant de commencer

- Vérifiez que vous disposez d'adaptateurs Emulex FC 32 Gb (EN1A, EN1B, EN1L, EN1M) ou d'adaptateurs

FC 64 Go (EN1N, EN1P) avec micrologiciel d'adaptateur 12.4.257.30 et versions ultérieures.

- Si vous disposez d'une configuration MetroCluster, NetApp recommande de modifier le délai d'interruption par défaut (All Path Down) pour la prise en charge des événements de basculement non planifiés MetroCluster afin d'éviter que le système d'exploitation AIX n'applique un délai d'expiration d'E/S plus court. Pour plus d'informations et pour connaître les modifications recommandées des paramètres par défaut, reportez-vous à la section Bugs NetApp en ligne - "[1553249](#)".
- Selon votre version AIX, le délai d'expiration de la transition d'accès à l'espace de noms asymétrique (ANATT) pour le système d'exploitation hôte AIX est de 30 secondes ou 60 secondes par défaut. Si la valeur par défaut de l'ANATT pour votre hôte est de 30 secondes, vous devez installer un correctif intermédiaire IBM (ifix) à partir du site Web IBM qui définit l'ANATT sur 60 secondes pour garantir que tous les flux de travail ONTAP ne sont pas perturbateurs.

 Pour la prise en charge NVMe/FC AIX, vous devez installer un ifix sur la version GA du système d'exploitation AIX. L'ifix n'est pas requis pour le système d'exploitation VIOS/PowerVM.

 Vous devez installer les ifix sur une version AIX sans aucun ifix précédemment installé lié à `devices.pcier.pcierclass.010802.rte` sur le système. Les correctifs précédemment installés peuvent entrer en conflit avec la nouvelle installation.

Réglez ANATT sur 60 secondes

La durée ANATT par défaut pour les versions AIX niveau 72-TL5-SP6-2320 et AIX niveau 73-TL1-SP2-2320 est de 30 secondes. IBM fournit un correctif qui définit l'ANATT sur 60 secondes. L'ifix est disponible via l'ID de dossier IBM TS018079082 et vous pouvez l'installer pour les versions AIX suivantes :

- Pour AIX niveau 72-TL5-SP6-2320, installez `IJ46710s6a.230509.pkg.Z` création de package.
- Pour AIX niveau 73-TL1-SP2-2320, installez `IJ46711s2a.230509.pkg.Z` création de package.

La valeur par défaut de l'ANATT est de 60 secondes

La valeur par défaut de l'ANATT est de 60 secondes pour les versions AIX suivantes :

- AIX niveau 73-TL2-SP3-2446
- AIX niveau 73-TL2-SP2-2420
- AIX niveau 72-TL5-SP8-2420

En option, définissez ANATT sur 120 secondes

IBM fournit un correctif qui définit l'ANATT sur 120 secondes. Lorsque vous définissez ANATT sur 120 secondes, cela améliore les performances lors des événements de basculement de stockage ONTAP . L'ifix est disponible via l'ID de cas IBM TS012877410 et vous pouvez l'installer pour les versions AIX suivantes :

- Pour AIX niveau 73-TL3-SP0-2446, installez le `IJ53487s0a.250130.pkg.Z` emballer.
- Pour AIX niveau 72-TL5-SP9-2446, installez le `IJ53445s9a.250130.pkg.Z` emballer.

 La version minimale du micrologiciel du serveur pour les serveurs Power9 pour la prise en charge NVMe/FC est FW 950.

La version minimale du micrologiciel du serveur pour les serveurs Power10 pour la prise en charge NVMe/FC est FW 1010.

Pour plus d'informations sur la gestion des ifexes, reportez-vous à la section "["Gestion des correctifs provisoires sous AIX"](#)".

Étape 1 : Confirmez la configuration multi-chemins pour votre hôte

Lorsque vous installez le système d'exploitation AIX, IBM MPIO utilisé pour le multiacheminement NVMe est activé par défaut.

Étapes

1. Vérifiez que le multipathing NVMe est activé :

```
lsmpio -l hdisk1
```

Montrer l'exemple

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

Étape 2 : Configurer NVMe/FC

Vous devez configurer NVMe/FC pour les adaptateurs Broadcom/Emulex sur VIOS car la prise en charge du protocole NVMe/FC est désactivée dans le Virtual Fibre Channel (vFC) sur VIOS. La prise en charge du protocole NVMe/FC est activée par défaut dans le FC physique.

Étapes

1. ["Vérifiez que vous utilisez l'adaptateur pris en charge"](#) .
2. Récupérer une liste d'adaptateurs virtuels :

```
lsmap -all -npiv
```

Montrer l'exemple

Name	Physloc	ClntID	ClntName
ClntOS			
-----	-----	-----	-----
vfchost0	U9105.22A.785DB61-V2-C2	4	s1022-iop-
mcc- AIX			
Status:LOGGED_IN			
FC name:fcs4	FC loc code:U78DA.ND0.WZS01UY-P0-C7-		
T0			
Ports logged in:3			
Flags:0xea<LOGGED_IN,STRIP_MERGE,SCSI_CLIENT,NVME_CLIENT>			
VFC client name:fcs0	VFC client DRC:U9105.22A.785DB61-V4-		
C2			

3. Activez la prise en charge du protocole NVMe/FC sur un adaptateur en exécutant `ioscli vfcctrl` Commande sur le VIOS :

```
vfcctrl -enable -protocol nvme -vadapter vfchost0
```

Exemple de sortie

```
The "nvme" protocol for "vfchost0" is enabled.
```

4. Vérifiez que la prise en charge a été activée sur la carte :

```
lsattr -El vfchost0
```

Montrer l'exemple

alt_site_wwpn	WWPN to use - Only set after migration	False
current_wwpn 0	WWPN to use - Only set after migration	False
enable_nvme yes	Enable or disable NVME protocol for NPIV	True
label	User defined label	True
limit_intr false	Limit NPIV Interrupt Sources	True
map_port fcs4	Physical FC Port	False
num_per_nvme 0	Number of NPIV NVME queues per range	True
num_per_range 0	Number of NPIV SCSI queues per range	True

5. Activez le protocole NVMe/FC pour tous les adaptateurs :

- Modifiez le `dflt_enabl_nvme` valeur d'attribut de `viosnpiv0` pseudo-pérophérique vers yes.
- Réglez le `enable_nvme` valeur d'attribut vers yes Pour tous les périphériques hôtes VFC.

```
chdev -l viosnpiv0 -a dflt_enabl_nvme=yes
```

```
lsattr -El viosnpiv0
```

Montrer l'exemple

```
bufs_per_cmd      10    NPIV Number of local bufs per cmd  
True  
dflt_enabl_nvme yes  Default NVME Protocol setting for a new NPIV  
adapter True  
num_local_cmds   5     NPIV Number of local cmds per channel  
True  
num_per_nvme     8     NPIV Number of NVME queues per range  
True  
num_per_range    8     NPIV Number of SCSI queues per range  
True  
secure_va_info   no   NPIV Secure Virtual Adapter Information  
True
```

6. Activez le protocole NVMe/FC pour certains adaptateurs en modifiant le `enable_nvme` Valeur de l'attribut de périphérique hôte VFC à yes.

7. Vérifiez-le FC-NVMe Protocol Device a été créé sur le serveur :

```
lsdev | grep fcnvme
```

Exemple de sortie

```
fcnvme0          Available 00-00-02      FC-NVMe Protocol Device  
fcnvme1          Available 00-01-02      FC-NVMe Protocol Device
```

8. Enregistrez le NQN hôte à partir du serveur :

```
lsattr -El fcnvme0
```

Montrer l'exemple

```
attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State           True
host_nqn   nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

```
lsattr -El fcnvme1
```

Montrer l'exemple

```
attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State           True
host_nqn   nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

9. Vérifiez le NQN hôte et assurez-vous qu'il correspond à la chaîne NQN hôte du sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_s922-55-lpar2
```

Exemple de sortie

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_s922-55-lpar2	subsystem_s922-55-lpar2	nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-8a378dec31e8

10. Vérifiez que les ports initiateurs sont opérationnels et que les LIF cibles s'affichent.

Étape 3 : Valider NVMe/FC

Vérifiez que les espaces de noms ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe/FC.

Étapes

1. Vérifiez que les espaces de noms ONTAP se reflètent correctement sur l'hôte :

```
lsdev -Cc disk |grep NVMe
```

Exemple de sortie

```
hdisk1 Available 00-00-02 NVMe 4K Disk
```

2. En option, vérifiez l'état du multipathing :

```
lsmpio -l hdisk1
```

Montrer l'exemple

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

Étape 4 : Examiner les problèmes connus

La configuration de l'hôte NVMe/FC pour AIX avec stockage ONTAP présente les problèmes connus suivants :

ID de Burt	Titre	Description
"1553249"	Temps APD par défaut AIX NVMe/FC à modifier pour la prise en charge des événements de basculement MCC non planifiés	Par défaut, les systèmes d'exploitation AIX utilisent une valeur de délai d'expiration All path down (APD) de 20 secondes pour NVMe/FC. Cependant, ONTAP MetroCluster les flux de travail de basculement automatique non planifié (AUSO) et initié par Tiebreaker peuvent prendre un peu plus de temps que la fenêtre APD timeout, ce qui provoque des erreurs d'E/S.
"1546017"	La connectivité NVMe/FC AIX plafonne à 60 s, au lieu de 120 s comme annoncé par ONTAP	ONTAP annonce le délai d'expiration de la transition ANA (Asymmetric Namespace Access) dans l'identification du contrôleur à 120 s. Actuellement, avec ifix, AIX lit le délai d'expiration de la transition ANA à partir du contrôleur Identify, mais le fixe à 60 s s'il dépasse cette limite.

ID de Burt	Titre	Description
"1541386"	AIX NVMe/FC frappe EIO après expiration ANATT	Pour tout événement de basculement du stockage (SFO), si la transition ANA (Asymmetric Namespace Access) dépasse le délai maximal de transition ANA sur un chemin donné, l'hôte NVMe/FC AIX échoue et affiche une erreur d'E/S alors que d'autres chemins sains sont disponibles pour le namespace.
"1541380"	AIX NVMe/FC attend l'expiration de l'ANATT demi-complet avant de reprendre les E/S après ANA AEN	IBM AIX NVMe/FC ne prend pas en charge certaines notifications asynchrones (AENs) publiées par ONTAP. Cette manipulation non optimale de l'ANA se traduira par des performances sous-optimales pendant les opérations SFO.

Étape 5 : Dépannage

Avant de résoudre les problèmes de NVMe/FC, vérifiez que vous exécutez une configuration conforme aux "[IMT](#)" caractéristiques. Si vous continuez à avoir des problèmes, contactez "[Support NetApp](#)" .

VMware ESXi

Configuration d'hôte NVMe-of pour ESXi 8.x avec ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fabrics (NVMe-of) sur les hôtes initiateurs exécutant ESXi 8.x et ONTAP comme cible.

Prise en charge

- Depuis ONTAP 9.16.1, l'allocation d'espace est activée par défaut pour tous les nouveaux espaces de noms NVMe.
- À partir de la version ONTAP 9.9.1 P3, le protocole NVMe/FC est pris en charge pour ESXi 8 et les versions ultérieures.
- Depuis la version ONTAP 9.10.1, le protocole NVMe/TCP est pris en charge pour ONTAP.

Caractéristiques

- Les hôtes initiateurs ESXi peuvent exécuter le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur. Voir la "[Hardware Universe](#)" Pour obtenir la liste des contrôleurs et adaptateurs FC pris en charge, Voir la "[Matrice d'interopérabilité NetApp](#)" pour obtenir la liste la plus récente des configurations et versions prises en charge.
- Pour ESXi 8.0 et les versions ultérieures, HPP (plug-in haute performance) est le plug-in par défaut pour les périphériques NVMe.

Limites connues

- Le mappage RDM n'est pas pris en charge.

Activation de NVMe/FC

NVMe/FC est activé par défaut dans les versions de vSphere.

Vérifiez le NQN de l'hôte

Vous devez vérifier la chaîne NQN de l'hôte VMware ESXi et vérifier qu'elle correspond à la chaîne NQN de l'hôte pour le sous-système correspondant sur la baie ONTAP.

```
# esxcli nvme info get
```

Exemple de résultat :

```
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-0000c9f1a436
```

```
# vserver nvme subsystem host show -vserver nvme_fc
```

Exemple de résultat :

```
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
nvme_fc nvme_ss nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-0000c9f1a436
```

Si les chaînes NQN hôte ne correspondent pas, vous devez utiliser la commande `vserver nvme subsystem host add` permettant de mettre à jour la chaîne NQN hôte correcte sur votre sous-système ONTAP NVMe correspondant.

Configurez Broadcom/Emulex et Marvell/Qlogic

Le `lpfc` le conducteur et le `qlnativefc` La fonctionnalité NVMe/FC est activée par défaut dans vSphere 8.x du pilote.

Reportez-vous à la section "[Matrice d'interopérabilité](#)" pour vérifier si la configuration est prise en charge par le pilote ou le micrologiciel.

Validation de la spécification NVMe/FC

La procédure suivante permet de valider NVMe/FC.

Étapes

1. Vérifiez que l'adaptateur NVMe/FC est répertorié sur l'hôte ESXi :

```
# esxcli nvme adapter list
```

Exemple de résultat :

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
vmhba64	aqn:lpfc:100000109b579f11	FC	lpfc
vmhba65	aqn:lpfc:100000109b579f12	FC	lpfc
vmhba66	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e286	FC	qlnativefc
vmhba67	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e287	FC	qlnativefc

2. Vérifier que les namespaces NVMe/FC sont correctement créés :

Les UID dans l'exemple suivant représentent les périphériques d'espace de noms NVMe/FC.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d)
    vmhba64:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
    20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
    20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:05:d0:39:ea:3a:b2:1f
    vmhba64:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
    20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
    20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:07:d0:39:ea:3a:b2:1f
    vmhba65:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
    20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
    20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:08:d0:39:ea:3a:b2:1f
    vmhba65:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
    20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
    20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:06:d0:39:ea:3a:b2:1f
```

Dans ONTAP 9.7, la taille de bloc par défaut d'un namespace NVMe/FC est de 4 Ko. Cette taille par défaut n'est pas compatible avec ESXi. Par conséquent, lorsque vous créez des espaces de noms pour ESXi, vous devez définir la taille du bloc d'espace de noms sur **512B**. Vous pouvez le faire en utilisant la `vserver nvme namespace create` commande.



Exemple

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path
/vol/nsvol/namespace1 -size 100g -ostype vmware -block-size 512B
```

Reportez-vous à la "Pages de manuel de commande ONTAP 9" pour plus d'informations.

3. Vérifiez l'état des chemins ANA individuels des périphériques d'espace de noms NVMe/FC respectifs :

```
# esxcli storage hpp path list -d uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2005d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
    Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
    Path State: active unoptimized
    Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2008d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
    Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
    Path State: active
    Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2006d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L3
    Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
    Path State: active unoptimized
    Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2007d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L3
    Device: uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaaa1ae55e6b3411d)
    Path State: active
    Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}
```

Configurez NVMe/TCP

Dans ESXi 8.x, les modules NVMe/TCP requis sont chargés par défaut. Pour configurer le réseau et l'adaptateur NVMe/TCP, reportez-vous à la documentation de VMware vSphere.

Validation du protocole NVMe/TCP

La procédure suivante permet de valider NVMe/TCP.

Étapes

1. Vérifiez le statut de l'adaptateur NVMe/TCP :

```
esxcli nvme adapter list
```

Exemple de résultat :

Adapter Associated Devices	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
vmhba65	aqn:nvmetcp:ec-2a-72-0f-e2-30-T	TCP	nvmetcp
vmnic0			
vmhba66	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a0-T	TCP	nvmetcp
vmnic2			
vmhba67	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a1-T	TCP	nvmetcp
vmnic3			

2. Récupérer la liste des connexions NVMe/TCP :

```
esxcli nvme controller list
```

Exemple de résultat :

Name	Controller Number
Adapter Transport Type Is Online Is VVOL	
-----	-----
nqn.2014-08.org.nvmeexpress.discovery#vhba64#192.168.100.166:8009	256
vmhba64 TCP true false	
nqn.1992-	
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vhba64#192.168.100.165:4420	258
258 vmhba64 TCP true false	
nqn.1992-	
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vhba64#192.168.100.168:4420	259
259 vmhba64 TCP true false	
nqn.1992-	
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vhba64#192.168.100.166:4420	260
260 vmhba64 TCP true false	
nqn.2014-08.org.nvmeexpress.discovery#vhba64#192.168.100.165:8009	261
vmhba64 TCP true false	
nqn.2014-08.org.nvmeexpress.discovery#vhba65#192.168.100.155:8009	262
vmhba65 TCP true false	
nqn.1992-	
08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a11ed8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vhba64#192.168.100.167:4420	264
264 vmhba64 TCP true false	

3. Récupérer la liste du nombre de chemins d'accès à un namespace NVMe :

```
esxcli storage hpp path list -d uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
```

Exemple de résultat :

```

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.165:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L5
    Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
    Path State: active
    Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.168:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Runtime Name: vmhba64:C0:T3:L5
    Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
    Path State: active unoptimized
    Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.166:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Runtime Name: vmhba64:C0:T2:L5
    Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
    Path State: active unoptimized
    Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.167:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L5
    Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
    Path State: active
    Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

```

Désallocation NVMe

La commande NVMe Deallocate est prise en charge pour ESXi 8.0u2 et versions ultérieures avec ONTAP 9.16.1 et versions ultérieures.

La prise en charge de désallocation est toujours activée pour les espaces de noms NVMe. La désallocation permet également au système d'exploitation invité d'effectuer des opérations « UNMAP » (parfois appelées « TRIM ») sur des datastores VMFS. Les opérations de désallocation permettent à un hôte d'identifier les blocs de données qui ne sont plus nécessaires parce qu'ils ne contiennent plus de données valides. Le système de stockage peut ensuite supprimer ces blocs de données afin que l'espace puisse être consommé par ailleurs.

Étapes

1. Sur votre hôte ESXi, vérifiez le paramètre de désallocation DSM avec la prise en charge TP4040 :

```
esxcfg-advcfg -g /Scsi/NVmeUseDsmTp4040
```

La valeur attendue est 0.

2. Activez le paramètre de désallocation DSM avec la prise en charge TP4040 :

```
esxcfg-advcfg -s 1 /Scsi/NvmeUseDsmTp4040
```

3. Vérifiez que le paramètre de désallocation DSM avec prise en charge TP4040 est activé :

```
esxcfg-advcfg -g /Scsi/NVmeUseDsmTp4040
```

La valeur attendue est 1.

Pour plus d'informations sur le désallocation NVMe dans VMware vSphere, reportez-vous à la section "[Récupération d'espace de stockage dans vSphere](#)"

Problèmes connus

La configuration hôte NVMe-of pour ESXi 8.x avec ONTAP présente les problèmes connus suivants :

ID de bug NetApp	Titre	Description
"1420654"	Nœud ONTAP non opérationnel lorsque le protocole NVMe/FC est utilisé avec ONTAP version 9.9.1	ONTAP 9.9.1 a introduit la prise en charge de la commande « abort » NVMe. Lorsque ONTAP reçoit la commande « abort » pour abandonner une commande fusionnée NVMe en attente de sa commande partenaire, une interruption du nœud ONTAP se produit. Le problème est remarqué uniquement avec les hôtes qui utilisent des commandes fusionnées NVMe (par exemple, ESX) et un transport Fibre Channel (FC).
1543660	Une erreur d'E/S se produit lorsque les machines virtuelles Linux utilisant des adaptateurs vNVMe rencontrent une fenêtre long All paths Down (APD)	Les machines virtuelles Linux exécutant vSphere 8.x et versions ultérieures et utilisant des adaptateurs virtuels NVMe (vNVME) rencontrent une erreur d'E/S, car l'opération de nouvelle tentative vNVMe est désactivée par défaut. Pour éviter une interruption sur les machines virtuelles Linux exécutant des noyaux plus anciens lors d'une panne de tous les chemins (APD) ou d'une charge d'E/S importante, VMware a introduit un « VSCSIDisableNvmeRetry » ajustable pour désactiver l'opération de nouvelle tentative vNVMe.

Informations associées

"VMware vSphere avec ONTAP" "Prise en charge de VMware vSphere 5.x, 6.x et 7.x avec NetApp MetroCluster (2031038)" "Prise en charge de VMware vSphere 6.x et 7.x avec la synchronisation active NetApp SnapMirror"

Configuration NVMe-of de l'hôte pour ESXi 7.x avec ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fabrics (NVMe-of) sur les hôtes initiateurs exécutant ESXi 7.x et ONTAP comme cible.

Prise en charge

- Depuis ONTAP 9.7, la prise en charge de NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) est ajoutée pour les versions de VMware vSphere.
- Depuis 7.0U3c, la fonction NVMe/TCP est prise en charge pour l'hyperviseur ESXi.
- La fonctionnalité NVMe/TCP est prise en charge par ONTAP depuis la version ONTAP 9.10.1.

Caractéristiques

- L'hôte initiateur ESXi peut exécuter à la fois le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur. Consultez la "[Hardware Universe](#)" pour obtenir la liste des adaptateurs et contrôleurs FC pris en charge. Pour obtenir la liste actuelle des configurations et versions prises en charge, reportez-vous au "[Matrice d'interopérabilité](#)".
- La fonctionnalité NVMe/FC est prise en charge depuis ONTAP 9.9.1 P3 pour ESXi 7.0, la mise à jour 3.
- Pour ESXi 7.0 et versions ultérieures, HPP (plug-in haute performance) est le plug-in par défaut pour les périphériques NVMe.

Limites connues

Les configurations suivantes ne sont pas prises en charge :

- Mappage RDM
- VVols

Activation de NVMe/FC

1. Vérifiez la chaîne NQN de l'hôte ESXi et vérifiez qu'elle correspond à la chaîne NQN de l'hôte pour le sous-système correspondant de la baie ONTAP :

```
# esxcli nvme info get
Host NQN: nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx

# vserver nvme subsystem host show -vserver vserver_nvme
Vserver Subsystem          Host NQN
-----
vserver_nvme_ss_vserver_nvme nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx
```

Configurer Broadcom/Emulex

1. Vérifiez si la configuration est prise en charge avec le pilote/micrologiciel requis en "[Matrice d'interopérabilité](#)" vous reportant à la section .
2. Définissez le paramètre du pilote `lpfc lpfc_enable_fc4_type=3` Pour l'activation de la prise en charge NVMe/FC dans le `lpfc` et redémarrez l'hôte.



À partir de vSphere 7.0 mise à jour 3, le `brcmnnvmefc` le pilote n'est plus disponible. Par conséquent, le `lpfc` Le pilote inclut désormais la fonctionnalité NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) fournie précédemment avec `brcmnnvmefc` conducteur.



Le `lpfc_enable_fc4_type=3` Le paramètre est défini par défaut pour les adaptateurs de la série LPe35000. Vous devez exécuter la commande suivante pour la définir manuellement pour les adaptateurs de la série LPe32000 et LPe31000.

```
# esxcli system module parameters set -m lpfc -p lpfc_enable_fc4_type=3

#esxcli system module parameters list -m lpfc | grep lpfc_enable_fc4_type
lpfc_enable_fc4_type           int      3      Defines what FC4 types
are supported

#esxcli storage core adapter list
HBA Name   Driver   Link State   UID
Capabilities          Description
-----  -----  -----  -----
-----  -----  -----
vmhba1    lpfc     link-up     fc.200000109b95456f:100000109b95456f
Second Level Lun ID (0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter   FC HBA
vmhba2    lpfc     link-up     fc.200000109b954570:100000109b954570
Second Level Lun ID (0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter   FC HBA
vmhba64   lpfc     link-up     fc.200000109b95456f:100000109b95456f
(0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
vmhba65   lpfc     link-up     fc.200000109b954570:100000109b954570
(0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
```

Configurez Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez si la configuration est prise en charge avec le pilote/micrologiciel requis en "[Matrice d'interopérabilité](#)" vous reportant à la section .
2. Réglez le `qlnativefc` paramètre conducteur `ql2xnvmesupport=1` Pour l'activation de la prise en charge NVMe/FC dans le `qlnativefc` et redémarrez l'hôte.

```
# esxcfg-module -s 'ql2xnvmesupport=1' qlnativefc
```



Le qlnativefc Le paramètre driver est défini par défaut pour les cartes QLE de la série 277X. Vous devez exécuter la commande suivante pour la définir manuellement pour les adaptateurs de la série QLE 277x.

```
esxcfg-module -l | grep qlnativefc  
qlnativefc          4      1912
```

3. Vérifiez si nvme est activé sur l'adaptateur :

```
#esxcli storage core adapter list  
HBA Name   Driver      Link State  UID  
Capabilities    Description  
-----  -----  -----  
-----  
vmhba3    qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae  
Second Level Lun ID (0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb  
Fibre Channel to PCIe Adapter   FC Adapter  
vmhba4    qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af  
Second Level Lun ID (0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb  
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter  
vmhba64   qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae  
(0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe  
Adapter   NVMe FC Adapter  
vmhba65   qlnativefc  link-up     fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af  
(0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe  
Adapter   NVMe FC Adapter
```

Validation de la spécification NVMe/FC

1. Vérifiez que l'adaptateur NVMe/FC est répertorié sur l'hôte ESXi :

```
# esxcli nvme adapter list  
  
Adapter  Adapter Qualified Name          Transport Type  Driver  
Associated Devices  
-----  -----  -----  
-----  
vmhba64  aqn:qlnativefc:21000024ff1817ae  FC          qlnativefc  
vmhba65  aqn:qlnativefc:21000024ff1817af  FC          qlnativefc  
vmhba66  aqn:lpfc:100000109b579d9c       FC          lpfc  
vmhba67  aqn:lpfc:100000109b579d9d       FC          lpfc
```

2. Vérifier que les espaces de noms NVMe/FC sont correctement créés :

Les UID dans l'exemple suivant représentent les périphériques d'espace de noms NVMe/FC.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
    vmhba65:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
    20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
    20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:2f:00:a0:98:df:e3:d1
        vmhba65:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
        20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
        20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:1a:00:a0:98:df:e3:d1
            vmhba64:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
            20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
            20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:18:00:a0:98:df:e3:d1
                vmhba64:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
                20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
                20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:19:00:a0:98:df:e3:d1
```



Dans ONTAP 9.7, la taille de bloc par défaut d'un namespace NVMe/FC est de 4 Ko. Cette taille par défaut n'est pas compatible avec ESXi. Par conséquent, lors de la création d'espaces de noms pour ESXi, vous devez définir la taille du bloc d'espace de noms comme 512 octets. Vous pouvez le faire en utilisant la vserver nvme namespace create commande.

Exemple

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path /vol/nsvol/namespacel -size 100g -ostype vmware -block-size 512B
```

Reportez-vous à la "[Pages de manuel de commande ONTAP 9](#)" pour plus d'informations.

3. Vérifiez l'état des chemins ANA individuels des périphériques d'espace de noms NVMe/FC respectifs :

```

esxcli storage hpp path list -d uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201800a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L1
    Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
    Path State: active
    Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:201a00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L1
    Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
    Path State: active
    Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:202f00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L1
    Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
    Path State: active unoptimized
    Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201900a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L1
    Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
    Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
    Path State: active unoptimized
    Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

```

Configurez NVMe/TCP

À partir de 7,0U3c, les modules NVMe/TCP requis seront chargés par défaut. Pour configurer le réseau et l'adaptateur NVMe/TCP, reportez-vous à la documentation de VMware vSphere.

Validation du protocole NVMe/TCP

Étapes

1. Vérifiez l'état de l'adaptateur NVMe/TCP.

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme adapter list
Adapter      Adapter Qualified Name
-----
vmhba64      aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-ca-e0-T
vmhba65      aqn:nvmetc:34-80-13d-30-ca-e1-T
list
Transport Type   Driver     Associated Devices
-----
TCP           nvmetcp    vmnzc2
TCP           nvmetcp    vmnzc3
```

2. Pour lister les connexions NVMe/TCP, utilisez la commande suivante :

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme controller list
Name
-----
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.100.11:4420
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.101.11:4420
Controller Number  Adapter     Transport Type   IS Online
-----
1580            vmhba64    TCP          true
1588            vmhba65    TCP          true
```

3. Pour lister le nombre de chemins vers un namespace NVMe, utilisez la commande suivante :

```
[root@R650-8-45:~] esxcli storage hpp path list -d
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
tcp.vmnic2:34:80:Od:30:ca:eo-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active unoptimized
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

tcp.vmnic3:34:80:Od:30:ca:el-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}
```

Problèmes connus

La configuration hôte NVMe-of pour ESXi 7.x avec ONTAP présente les problèmes connus suivants :

ID de bug NetApp	Titre	Solution de contournement
"1420654"	Nœud ONTAP non opérationnel lorsque le protocole NVMe/FC est utilisé avec ONTAP version 9.9.1	Rechercher et corriger tout problème de réseau dans la structure hôte. Si cela ne résout pas le problème, mettez à niveau vers un correctif qui corrige ce problème.

Informations associées

["VMware vSphere avec ONTAP"](#) ["Prise en charge de VMware vSphere 5.x, 6.x et 7.x avec NetApp MetroCluster \(2031038\)"](#) ["Prise en charge de VMware vSphere 6.x et 7.x avec la synchronisation active NetApp® SnapMirror"](#)

Oracle Linux

Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes Oracle Linux.

Les fonctionnalités prises en charge pour la configuration hôte avec NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varient en fonction de votre version d'ONTAP et d'Oracle Linux.

Fonctionnalité	Version hôte Oracle Linux	Version ONTAP
L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte Oracle Linux et un contrôleur ONTAP.	9.4 ou version ultérieure	9.12.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP est une fonctionnalité d'entreprise entièrement prise en charge	9.0 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP fournit des espaces de noms utilisant le natif <code>nvme-cli</code> emballer	8.2 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
Le trafic NVMe et SCSI est pris en charge sur le même hôte grâce à NVMe multipath pour les espaces de noms NVMe-oF et à dm-multipath pour les LUN SCSI.	7.7 ou version ultérieure	9.4 ou version ultérieure



NetApp `sanlun` L'utilitaire hôte n'est pas pris en charge par NVMe-oF. Vous pouvez utiliser le plug-in NetApp inclus dans la version native. `nvme-cli` pour tous les transports NVMe-oF.

ONTAP prend en charge les fonctionnalités hôtes SAN suivantes, quelle que soit la version ONTAP exécutée sur votre système.

Fonctionnalité	Version hôte Oracle Linux
La règle udev native dans le package <code>nvme-cli</code> fournit l'équilibrage de charge de la profondeur de file d'attente pour le multipathing NVMe	9.6 ou version ultérieure
Le démarrage SAN est activé via le protocole NVMe/FC	9.5 ou version ultérieure
Le multipathing NVMe intégré au noyau pour les espaces de noms NVMe est activé par défaut	8.3 ou version ultérieure
Le <code>nvme-cli</code> Ce package inclut des scripts de connexion automatique, éliminant ainsi le besoin de scripts tiers.	8.3 ou version ultérieure
La règle udev native dans le paquet <code>nvme-cli</code> fournit l'équilibrage de charge round-robin pour le multipathing NVMe	8.3 ou version ultérieure



Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)" .

Quelle est la prochaine étape

Si votre version d'Oracle Linux est ..	Découvrez...
Série 9	"Configuration de NVMe pour Oracle Linux 9.x"
Série 8	"Configuration de NVMe pour Oracle Linux 8.x"
Série 7	"Configuration de NVMe pour Oracle Linux 7.x"

Informations associées

"Découvrez comment gérer les protocoles NVMe"

Configurer Oracle Linux 9.x avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP

Les hôtes Oracle Linux prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Oracle Linux 9.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités d'Oracle Linux ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec Oracle Linux 9.x présente la limitation connue suivante :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. ["Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte"](#) .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.

Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.

3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez Oracle Linux et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Utilisez la procédure suivante pour valider les versions logicielles minimales prises en charge par Oracle Linux 9.x.

Étapes

1. Installez Oracle Linux 9.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Oracle Linux 9.x spécifié.

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Oracle Linux :

```
6.12.0-1.23.3.2.el9uek.x86_64
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. Sur l'hôte Oracle Linux 9.x, vérifiez le hostnqn chaîne à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur le système de stockage ONTAP :

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_203
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_203 Nvme1    regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
    Nvme10   regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
    Nvme11   regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
    Nvme12   regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
    Nvme13   regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
    Nvme14   regular   nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
```



Si les hostnqn chaînes ne correspondent pas, vous pouvez utiliser vserver modify la commande pour mettre à jour la hostnqn chaîne de votre sous-système de tableau ONTAP correspondant afin qu'elle corresponde à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64-D  
LPe36002-M64-D
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LPe36002-M64-D 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64-D 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

L'exemple suivant montre les versions du firmware :

```
14.4.576.17, sli-4:6:d  
14.4.576.17, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.8
```

+

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/<port_name>
```

L'exemple suivant montre les identités de port :

```
0x2100f4c7aa9d7c5c  
0x2100f4c7aa9d7c5d
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x100000620b3c0869 WWNN x200000620b3c0869
DID x080e00 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2001d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021401 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x20e2d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02141f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2011d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021429 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2002d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021003 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x20e4d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02100f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2012d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021015 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000027ccf Cmpl 0000027cca Abort 00000014
LS XMIT: Err 00000005 CMPL: xb 00000014 Err 00000014
Total FCP Cmpl 0000000000613ff Issue 0000000000613fc OutIO
fffffffffffffd
    abort 00000007 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000000a Err 0000000d
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x100000620b3c086a WWNN x200000620b3c086a
DID x080000 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2004d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x021501 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x20e3d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02150f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2014d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021515 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2003d039eabac36f WWNN x2000d039eabac36f
DID x02110b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x20e5d039eabac36f WWNN x20e1d039eabac36f
DID x02111f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2013d039eabac36f WWNN x2010d039eabac36f
DID x021129 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
```

```
LS: Xmt 0000027ca3 Cmpl 0000027ca2 Abort 00000017
LS XMIT: Err 00000001 CMPL: xb 00000017 Err 00000017
Total FCP Cmpl 000000000006369d Issue 000000000006369a OutIO
fffffffffffffd
    abort 00000007 noxri 00000000 nondlp 00000011 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000008 Err 0000000c
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2872 FW:v9.15.03 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP. connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut récupérer les données de la page de journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP prises en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 8
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr: 192.168.31.99
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr: 192.168.30.99
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 7
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr: 192.168.31.98
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:discovery
traddr:  192.168.30.98
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.31.99
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.30.99
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr:  192.168.31.98
```

```
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.064a9b19b3ee11f09dcad039eabac370:subsystem.subs
ys_kvm
traddr: 192.168.30.98
eflags: none
sectype: none
```

2. Vérifier que les autres combinaisons de LIF cible-initiateur NVMe/TCP peuvent récupérer les données de la page du journal de détection :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.59
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.58
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.59
```

3. Exécuter le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.58
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.10 -a 192.168.30.59
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.58
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.10 -a 192.168.31.59
```

À partir d'Oracle Linux 9.4, le paramètre NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « off ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option -l).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.

Sous Oracle Linux 9.x, l'hôte définit la stratégie d'E/S par défaut pour NVMe-oF sur `round-robin`. À partir d'Oracle Linux 9.6, vous pouvez modifier la politique d'E/S en `queue-depth` en modifiant le fichier de règles udev.

Étapes

1. Ouvrez le fichier de règles udev dans un éditeur de texte avec des privilèges root :

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

2. Trouvez la ligne qui définit la politique d'E/S pour le contrôleur NetApp ONTAP .

L'exemple suivant illustre une règle :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystem}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. Modifier la règle afin que `round-robin` devient `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystem}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Rechargez les règles udev et appliquez les modifications :

```
udevadm control --reload
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Vérifiez la politique d'E/S actuelle de votre sous-système. Remplacez <subsystem>, par exemple, nvme-subsys0 .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

queue-depth.



La nouvelle politique d'E/S s'applique automatiquement aux périphériques NetApp ONTAP Controller correspondants. Aucun redémarrage n'est nécessaire.

Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la lpfc valeur de la lpfc_sg_seg_cnt paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le lpfc_sg_seg_cnt paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez dracut -f la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de lpfc_sg_seg_cnt est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe

À partir d'Oracle Linux 9.5, nvme-fc-boot-connections.service et nvmf-autoconnect.service Services de démarrage inclus dans NVMe/FC nvme-cl. Les paquets sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le nvme-fc-boot-connections.service et nvmf-

`autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Tue 2025-10-07 09:48:11 EDT; 1
week 0 days ago
     Main PID: 2620 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 19ms

Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: nvmf-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Oct 07 09:48:11 R650xs-13-211 systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Tue 2025-10-07 09:47:07 EDT; 1 week 0 days ago
     Main PID: 1651 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 14ms

Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Oct 07 09:47:07 R650xs-13-211 systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir la valeur définie pour iopolicy, par exemple :

```
queue-depth  
queue-depth
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	Generic	SN	Model
Namespace	Usage	Format	FW Rev
/dev/nvme102n1	/dev/ng102n1	81LLqNYTindCAAAAAAAk	NetApp ONTAP
Controller	0x1	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			
/dev/nvme102n2	/dev/ng102n2	81LLqNYTindCAAAAAAAk	NetApp ONTAP
Controller	0x2	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			
/dev/nvme106n1	/dev/ng106n1	81LLqNYTindCAAAAAAAs	NetApp ONTAP
Controller	0x1	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			
/dev/nvme106n2	/dev/ng106n2	81LLqNYTindCAAAAAAAs	NetApp ONTAP
Controller	0x2	2.25 GB / 5.37 GB	4 KiB + 0 B
9.17.1			

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f9c6d0cb4fef11f08579d039eaa8138c:discovery
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-
3a68dd61a1cb \ +- nvme2 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live optimized
+- nvme8 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live non-optimized
+- nvme8 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy98 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f9c6d0cb4fef11f08579d039eaa8138c:subsystem.Nvme
9
        hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:b1d95cd0-1f7c-11ec-b8d1-3a68dd61a1cb
\
    +- nvme100 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201dd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live non-optimized
    +- nvme101 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201cd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live non-optimized
    +- nvme98 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201bd039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5c:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5c live optimized
    +- nvme99 fc traddr=nn-0x201ad039eabac36f:pn-
0x201ed039eabac36f,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa9d7c5d:pn-
0x2100f4c7aa9d7c5d live optimized
[root@SR630-13-203 ~]#
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device Size	Vserver	Namespace Path	NSID	UUID

/dev/nvme102n1	vs_203	/vol/Nvmevol35/ns35	1	
00e760c9-e4ca-4d9f-b1d4-e9a930bf53c0		5.37GB		
/dev/nvme102n2	vs_203	/vol/Nvmevol83/ns83	2	
1fa97524-7dc2-4dbc-b4cf-5dda9e7095c0		5.37GB		

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme11n1",
      "Vserver": "vs_203",
      "Namespace_Path": "/vol/Nvmevol16/ns16",
      "NSID": 1,
      "UUID": "18a88771-8b5b-4eb7-bff0-2ae261f488e4",
      "LBA_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5368709120,
      "UsedBytes": 2262282240,
      "Version": "9.17.1"
    }
  ]
}
```

Étape 8 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte Oracle Linux 9.x et un

contrôleur ONTAP .

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à une clé DH-HMAC-CHAP pour configurer une authentification sécurisée. Une clé DH-HMAC-CHAP est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification sécurisée en bande à l'aide de l'interface de ligne de commande (CLI) ou d'un fichier de configuration JSON. Utilisez un fichier JSON de configuration si vous devez spécifier des clés dhchap différentes pour différents sous-systèmes.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générez la clé dhchap pour l'hôte Linux.

Le résultat suivant décrit les gen-dhchap-key paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633
DHHC-
1:03:xhAfbAD5IVLZDxiVbmFEOA5JZ3F/ERqTXhHzZQJKgkYkTbPI9dhRyVtr4dBD+SG
iAJ03by4FbnVtov1Lmk+86+nNc6k=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:  
DHHC-  
1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:  
1:03:Y5VkkESgmtTGNdX842qemNpFK6BXYYVwwnqErgt3IQKP5Fbjje\JSBOjG  
5Ea3NBLRfuiAuUSDUto6eY\GwKoRp6AwGkw=:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N
FtM0nBBIdx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N
FtM0nBBIdx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N
FtM0nBBIdx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
DHHC-
1:03:frpLlTrnOYtcWDxPzq4ccxU1UrH2FjV7hYw5s2XEDB+lo+TjMsOwHR\N
FtM0nBBIdx+gdoyUcC5s6hOOtTLDGcz0Kbs=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles dans la configuration du contrôleur ONTAP, vous pouvez utiliser le `/etc/nvme/config.json` fichier avec la `nvme connect-all` commande.

Utilisez le `-o` option pour générer le fichier JSON. Pour plus d'options de syntaxe, reportez-vous aux pages de manuel de NVMe Connect-all.

1. Configurez le fichier JSON :

Montrer l'exemple

```
[  
 {  
   "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-  
   5410-8048-c4c04f425633",  
   "hostid": "4c4c4544-0056-5410-8048-c4c04f425633",  
   "dhchap_key": "DHHC-  
   1:01:nFg06gV0FNpXqoiLOF0L+swULQpZU/PjU9v/McDeJHjTZFlF:",  
   "subsystems": [  
     {  
       "nqn": "nqn.1992-  
       08.com.netapp:sn.09035a8d8c8011f0ac0fd039eabac370:subsystem.subs  
       ys",  
       "ports": [  
         {  
           "transport": "tcp",  
           "traddr": "192.168.30.69",  
           "host_traddr": "192.168.30.10",  
           "trsvcid": "4420",  
           "dhchap_ctrl_key": "DHHC-  
           1:03:n3F8d+bvxKW/s+lEhqXaOohI2sxrQ9iLutzduuFq49JgdjjaFtTpDSO9kQ1  
           /bvZj+Bo3rdHh3xPxeP6a4xyhcRyqdds=:"  
         }  
       ]  
     }  
   ]  
 }]
```



Dans l'exemple précédent, `dhchap_key` correspond à `dhchap_secret` et `dhchap_ctrl_key` correspond à `dhchap_ctrl_secret`.

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy0/nvme0/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:nFg06gV0FNpXqoiLOF0L+swULQpZU/PjU9v/McDeJHjTZF1F:
```

b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
DHHC-
1:03:n3F8d+bvxKW/s+lEhqXaOohI2sxrQ9iLutzduuFq49Jgdj jaFtTpDS09kQ1/bvZ
j+Bo3rdHh3xPXeP6a4xyhcRyqdds=:
```

Étape 9 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Configurer Oracle Linux 8.x avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP

Les hôtes Oracle Linux prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Oracle Linux 8.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités d'Oracle Linux ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec Oracle Linux 8.x présente les limitations connues suivantes :

- Le démarrage SAN utilisant le protocole NVMe-oF n'est pas pris en charge.
- La prise en charge de l'utilitaire hôte sanlun de NetApp n'est pas disponible pour NVMe-oF sur un hôte Oracle Linux 8.x. Au lieu de cela, vous pouvez compter sur le plug-in NetApp inclus dans la version native nvme-cli package pour tous les transports NVMe-oF.
- Pour Oracle Linux 8.2 et versions antérieures, les scripts de connexion automatique NVMe/FC natifs ne sont pas disponibles dans le paquet nvme-cli. Utilisez les scripts de connexion automatique externes fournis par le fournisseur HBA.
- Pour Oracle Linux 8.2 et versions antérieures, l'équilibrage de charge round-robin n'est pas activé par défaut pour le multipathing NVMe. Pour activer cette fonctionnalité, passez à l'étape suivante : [écrire une règle udev](#).

Étape 1 : Installez Oracle Linux et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Utilisez la procédure suivante pour valider les versions logicielles minimales prises en charge par Oracle Linux 8.x.

Étapes

1. Installez Oracle Linux 8.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Oracle Linux 8.x spécifié.

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Oracle Linux :

```
5.15.0-206.153.7.1.el8uek.x86_64
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

3. Pour Oracle Linux 8.2 et versions antérieures, ajoutez la chaîne suivante en tant que règle udev distincte pour /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules . Cela permet un équilibrage de charge de type round-robin pour le multipath NVMe.

```
cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. Sur l'hôte Oracle Linux 8.x, vérifiez le hostnqn chaîne à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères

pour le sous-système correspondant sur le système de stockage ONTAP :

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- ----- -----
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
    nvme1
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
    nvme2
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
    nvme3
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:edd38060-00f7-47aa-a9dc-4d8ae0cd969a
4 entries were displayed.
```



Si les hostnqn chaînes ne correspondent pas, utilisez la vserver modify commande pour mettre à jour la hostnqn chaîne sur votre sous-système de matrice ONTAP correspondant afin qu'elle corresponde à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

6. Pour exécuter simultanément le trafic NVMe et SCSI sur le même hôte, NetApp recommande, en option, d'utiliser le multipath NVMe intégré au noyau pour les espaces de noms ONTAP et dm-multipath pour les LUN ONTAP respectivement. Cela devrait exclure les espaces de noms ONTAP de dm-multipath et prévenir dm-multipath de la revendication des périphériques de l'espace de noms ONTAP .

- a. Ajoutez le enable_foreign réglage au /etc/multipath.conf déposer.

```
cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

- b. Redémarrez le multipathd démon pour appliquer le nouveau paramètre.

```
systemctl restart multipathd
```

Étape 2 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

L'exemple suivant montre les versions du firmware :

```
14.4.317.10, sli-4:6:d  
14.4.317.10, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.2.0.13
```

+

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez que `lpfc_enable_fc4_type` est réglé sur « 3 » :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/<port_name>
```

L'exemple suivant montre les identités de port :

```
0x100000109bf0449c  
0x100000109bf0449d
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0449c WWNN x200000109bf0449c
DID x061500 ONLINE
NVME RPORT           WWPN x200bd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020e06 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2006d039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020a0a TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000002c Cmpl 000000002c Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000008ffe8 Issue 000000000008ffb9 OutIO
fffffffffffffd1
    abort 0000000c noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000000c Err 0000000c
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0449d WWNN x200000109bf0449d
DID x062d00 ONLINE
NVME RPORT           WWPN x201fd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x02090a TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x200cd039eab31e9c WWNN x2005d039eab31e9c
DID x020d06 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000041 Cmpl 0000000041 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000936bf Issue 000000000009369a OutIO
fffffffffffffdb
    abort 00000016 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000016 Err 00000016
```

FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2772 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.100-k  
QLE2772 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.100-k
```

2. Vérifiez-le ql2xnvmeenable est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

1. Vérifiez que le port initiateur peut récupérer les données de la page de journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP prises en charge :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24 Discovery
Log Number of Records 20, Generation counter 45
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.6.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.5.24
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.6.24
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:discovery
```

```

traddr: 192.168.5.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr: 192.168.6.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme
_tcp_4
.....

```

2. Vérifier que toutes les autres combinaisons de LIF NVMe/TCP initiator-target peuvent récupérer les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```

nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.25

```

3. Exécutez le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l  
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.24  
-l -1  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.1 -a 192.168.5.25  
-l -1  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.24  
-l -1  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.1 -a 192.168.6.25  
-l -1
```

NetApp recommande de configurer le `ctrl-loss-tmo` option à `-1` afin que l'initiateur NVMe/TCP tente de se reconnecter indéfiniment en cas de perte de signal.

Étape 3 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 4 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB	/ 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF
2	85.90 GB	/ 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF
3	85.90 GB	/ 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

```
nvme list-subsy /dev/nvme0n1
```

Afficher un exemple NVMe/FC

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:  
4b4d82566aab11ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme\  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203ad039eab31e9c  
host_traddr=nn-0x200034800d756a89:pn-0x210034800d756a89 live  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203cd039eab31e9c  
host_traddr=nn-0x200034800d756a88:pn-0x210034800d756a88 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x203ed039eab31e9c  
host_traddr=nn-0x200034800d756a89:pn-0x210034800d756a89 live non-  
optimized  
+- nvme7 fc traddr=nn-0x2038d039eab31e9c:pn-0x2039d039eab31e9c  
host_traddr=nn-0x200034800d756a88:pn-0x210034800d756a88 live non-  
optimized
```

Afficher un exemple NVMe/TCP

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:  
sn.e6c438e66ac211ef9ab8d039eab31e9d:subsystem.nvme_tcp_4  
\  
+- nvme1 tcp traddr=192.168.5.25 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.5.1 src_addr=192.168.5.1 live optimized  
+- nvme10 tcp traddr=192.168.6.24 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.6.1 src_addr=192.168.6.1 live optimized  
+- nvme2 tcp traddr=192.168.5.24 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.5.1 src_addr=192.168.5.1 live non-optimized  
+- nvme9 tcp traddr=192.168.6.25 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.6.1 src_addr=192.168.6.1 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device NSID UUID	Vserver	Namespace Path	Size
/dev/nvme0n1	vs_coexistence_QLE2772		
/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns	1	159f9f88-be00-4828-aef6-197d289d4bd9	10.74GB
/dev/nvme0n2	vs_coexistence_QLE2772		
/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns	2	2c1ef769-10c0-497d-86d7-e84811ed2df6	10.74GB
/dev/nvme0n3	vs_coexistence_QLE2772		
/vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns	3	9b49bf1a-8a08-4fa8-baf0-6ec6332ad5a4	10.74GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{  
    "ONTAPdevices" : [  
        {  
            "Device" : "/dev/nvme0n1",  
            "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",  
            "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",  
            "NSID" : 1,  
            "UUID" : "159f9f88-be00-4828-aef6-197d289d4bd9",  
            "Size" : "10.74GB",  
            "LBA_Data_Size" : 4096,  
            "Namespace_Size" : 2621440  
        },  
        {  
            "Device" : "/dev/nvme0n2",  
            "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",  
            "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",  
            "NSID" : 2,  
            "UUID" : "2c1ef769-10c0-497d-86d7-e84811ed2df6",  
            "Size" : "10.74GB",  
            "LBA_Data_Size" : 4096,  
            "Namespace_Size" : 2621440  
        },  
        {  
            "Device" : "/dev/nvme0n4",  
            "Vserver" : "vs_coexistence_QLE2772",  
            "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns",  
            "NSID" : 4,  
            "UUID" : "f3572189-2968-41bc-972a-9ee442dfaed7",  
            "Size" : "10.74GB",  
            "LBA_Data_Size" : 4096,  
            "Namespace_Size" : 2621440  
        }  
    ]  
}
```

Étape 5 : Activez éventuellement une taille d'E/S de 1 Mo

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 6 : passez en revue les problèmes connus

Voici les problèmes connus :

ID de bug NetApp	Titre	Description
"1479047"	Les hôtes Oracle Linux 8.x NVMe-oF créent des contrôleurs de découverte persistants (PDC) en double.	Toutefois, si vous exécutez Oracle Linux 8x avec un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque exécution de <code>nvme discover -p</code> . Lorsque cette commande est utilisée, un seul PDC doit être créé par combinaison initiateur-cible. Toutefois, si vous utilisez Oracle Linux 8.x avec un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque fois. <code>nvme discover -p</code> est exécuté. Cela entraîne une utilisation inutile des ressources, tant sur l'hôte que sur la cible.

Configurer Oracle Linux 7.x avec NVMe-oF pour le stockage ONTAP

Les hôtes Oracle Linux prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Oracle Linux 7.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités d'Oracle Linux ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec Oracle Linux 7.x présente les limitations connues suivantes :

- Le démarrage SAN utilisant le protocole NVMe-oF n'est pas pris en charge.

- La prise en charge de l'utilitaire hôte sanlun de NetApp n'est pas disponible pour NVMe-oF sur un hôte Oracle Linux 7.x. Au lieu de cela, vous pouvez compter sur le plug-in NetApp inclus dans la version native nvme-cli package pour tous les transports NVMe-oF.
- Les scripts natifs de connexion automatique NVMe/FC ne sont pas disponibles dans le pack nvme-cli. Utilisez les scripts de connexion automatique externes fournis par le fournisseur de HBA.
- L'équilibrage de charge Round-Robin n'est pas activé par défaut pour le multipathing NVMe. Pour activer cette fonctionnalité, écrivez une règle udev.

Étape 1 : Installez Oracle Linux et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Utilisez la procédure suivante pour valider les versions logicielles minimales prises en charge par Oracle Linux 7.x.

Étapes

1. Installez Oracle Linux 7.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Oracle Linux 7.x spécifié.

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Oracle Linux :

```
5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

3. Ajoutez la chaîne suivante en tant que règle udev distincte pour /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules . Cela permet un équilibrage de charge de type round-robin pour le multipath NVMe.

```
cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. Sur l'hôte Oracle Linux 7.x, vérifiez le hostnqn chaîne à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur le système de stockage ONTAP :

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Host NQN  
-----  
ol_157_nvme_ss_10_0  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```



Si les hostnqn chaînes ne correspondent pas, utilisez la vserver modify commande pour mettre à jour la hostnqn chaîne sur votre sous-système de matrice ONTAP correspondant afin qu'elle corresponde à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

6. Redémarrez l'hôte.

Étape 2 : Configurer NVMe/FC

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que `lpfc_enable_fc4_type` est réglé sur « 3 » :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

3. Installez les scripts de connexion automatique lpfc recommandés :

```
rpm -ivh nvmefc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
```

4. Vérifiez que les scripts de connexion automatique sont installés :

```
rpm -qa | grep nvmefc
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
nvmefc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

- Afficher le nom du port :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
0x10000090fae0ec61  
0x10000090fae0ec62
```

- Afficher le nom du port :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled  
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250  
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID  
x012000 ONLINE  
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201  
TARGET DISCSRVC ONLINE  
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601  
TARGET DISCSRVC ONLINE
```

Étape 3 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

- Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

- Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.
- Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 4 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

```
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB
/ 53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

```
nvme list-subsy /dev/nvme0n1
```

Montrer l'exemple

```
Nvme-subsyf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_n
vme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path	NSID	UUID	Size
/dev/nvme0n1	vs_nvme_10				
/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0			1	55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad	53.69GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path": "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID": 1,
      "UUID": "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size": "53.69GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 13107200
    }
  ]
}
```

Étape 5 : Examiner les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Proxmox

Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes Proxmox.

Les fonctionnalités prises en charge pour la configuration de l'hôte avec NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varient en fonction de votre version d'ONTAP et de Proxmox.

Fonctionnalité ONTAP	Version hôte Proxmox	Version ONTAP
NVMe/TCP est une fonctionnalité d'entreprise entièrement prise en charge	9.0	9.10.1 ou version ultérieure
Fournit des détails ONTAP pour les espaces de noms NVMe/FC et NVMe/TCP en utilisant le protocole natif nvme-cli emballer.	8.0	9.10.1 ou version ultérieure
Le trafic NVMe et SCSI est pris en charge sur le même hôte grâce à NVMe multipath pour les espaces de noms NVMe-oF et à dm-multipath pour les LUN SCSI.	8.0	9.4 ou version ultérieure

ONTAP prend en charge les fonctionnalités hôtes SAN suivantes, quelle que soit la version ONTAP exécutée sur votre système.

Fonctionnalité	Version hôte Proxmox
Le nvme-cli Ce package inclut des scripts de connexion automatique, éliminant ainsi le besoin de scripts tiers.	9.0
La règle udev native dans le paquet nvme-cli fournit l'équilibrage de charge round-robin pour le multipathing NVMe	9.0
Le multipathing NVMe natif est activé par défaut	8.0



Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "["Matrice d'interopérabilité"](#).

Quelle est la prochaine étape

Si votre version de Proxmox VE est ..	Découvrez...
Série 9	"Configuration de NVMe pour Proxmox VE 9.x"
Série 8	"Configuration de NVMe pour Proxmox VE 8.x"

Informations associées

["Découvrez comment gérer les protocoles NVMe"](#)

Configurer Proxmox VE 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

L'hôte Proxmox VE 9.x prend en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Proxmox VE 9.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec Proxmox VE 9.x présente la limitation connue suivante :

- La configuration de démarrage SAN pour NVMe-FC n'est pas prise en charge.

Étape 1 : Installez Proxmox VE et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez Proxmox VE 9.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Proxmox VE 9.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Proxmox VE 9.x :

```
6.14.8-2-pve
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
apt list|grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli/stable, now 2.13-2 amd64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
apt list|grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme-dev/stable 1.13-2 amd64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn valeur:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:39333550-3333-4753-4844-32594d4a524c
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_proxmox_FC_NVMeFC
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_proxmox_FC_NVMeFC
    sub_176
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:39333550-3333-4753-4844-32594d4a4834
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:39333550-3333-4753-4844-32594d4a524c
2 entries were displayed
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez le vserver modify commande pour mettre à jour le hostnqn chaîne sur votre sous-système de stockage ONTAP correspondant pour correspondre à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 2 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
SN1700E2P  
SN1700E2P
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA  
HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.4.473.14, sli-4:6:d  
14.4.473.14, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.7
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x10005ced8c531948  
0x10005ced8c531949
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x10005ced8c531948 WWNN x20005ced8c531948
DID x082400 ONLINE
NVME RPORT WWPN x200ed039eac79573 WWNN x200dd039eac79573
DID x060902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2001d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573
DID x060904 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000034 Cmpl 0000000034 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000142cfb Issue 000000000142cfb OutIO
0000000000000001
    abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
000000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000005 Err 00000005

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x10005ced8c531949 WWNN x20005ced8c531949
DID x082500 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039eac79573 WWNN x200dd039eac79573
DID x062902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2007d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573
DID x062904 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000034 Cmpl 0000000034 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000d39f1 Issue 00000000000d39f2 OutIO
0000000000000001
    abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
000000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000005 Err 00000005
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
SN1700Q FW:v9.15.05 DVR:v10.02.09.400-k  
SN1700Q FW:v9.15.05 DVR:v10.02.09.400-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.165.72 -a 192.168.165.51
Discovery Log Number of Records 4, Generation counter 47
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:discovery
traddr: 192.168.165.51
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:discovery
traddr: 192.168.166.50
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
traddr: 192.168.165.51
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
traddr: 192.168.166.50
eflags: none
sectype: none
```

- Exécutez la `nvme connect-all` Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.73 -a 192.168.166.50
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.73 -a 192.168.166.51
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.165.73 -a 192.168.165.50
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.165.73 -a 192.168.165.51
```

Le paramètre pour NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « désactivé ». Par conséquent:

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 3 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `1pfc` valeur de la `1pfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez la `update-initramfs` commande, puis redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 4 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
○ nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
  automatically during boot
    Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
  autoconnect.service; enabled; preset: enabled)
    Active: inactive (dead) since Thu 2025-10-16 18:00:39 IST; 6
  days ago
      Invocation: e146e0b2c339432aad6e0555a528872c
        Process: 1787 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all
--context=autoconnect (code=exited, status=0/SUCCESS)
      Main PID: 1787 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        Mem peak: 2.4M
          CPU: 12ms
Oct 16 18:00:39 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: Starting nvmf-
  autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
  during boot...
Oct 16 18:00:39 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: nvmf-
  autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 16 18:00:39 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: Finished nvmf-
  autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
  during boot.
```

2. Vérifiez que nvmefc-boot-connections.service est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2025-10-16 18:00:35 IST; 6 days ago
     Invocation: acf73ac1ef7a402198d6ecc4d075fab0
      Process: 1173 ExecStart=/bin/sh -c echo add > /sys/class/fc/fc_udev_device/nvme_discovery (code=exited, status=0/SUCCESS)
        Main PID: 1173 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       Mem peak: 2.1M
          CPU: 11ms

Oct 16 18:00:35 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Oct 16 18:00:35 HPE-DL365-14-176 systemd[1]: Finished nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 5 : Vérifier la configuration multivoie

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-oF appropriés (par exemple, le modèle défini sur NetApp ONTAP Controller et la stratégie d'E/S d'équilibrage de charge définie sur round-robin) pour les espaces de noms ONTAP apparaissent correctement sur l'hôte :
 - a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
queue-depth  
queue-depth
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	Generic	SN	Model
Namespace	Usage	Format	FW Rev
/dev/nvme2n1	/dev/ng2n1	81PqYFYq2aVAAAAAAAAB	NetApp ONTAP
Controller	0x1	17.88 GB / 171.80 GB	4 KiB + 0 B
		9.17.1	

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme3n9
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy3 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.94929fdb84eb11f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:39333550-
3333-4753-4844-32594d4a524c
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x2010d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
0x10005ced8c531949 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x200ed039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
0x10005ced8c531948 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x200fd039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
0x10005ced8c531949 live non-optimized
+- nvme7 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
0x2011d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
0x10005ced8c531948 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n3
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy2 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c770be5d934811f0b624d039eac809ba:subsystem.sub_
176
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:39333550-
3333-4753-4844-32594d4a524c
\
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.50,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.73,sr
c_addr=192.168.166.73 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.165.51,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.165.73,sr
c_addr=192.168.165.73 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.166.51,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.73,sr
c_addr=192.168.166.73 live non-optimized
+- nvme8 tcp
traddr=192.168.165.50,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.165.73,sr
c_addr=192.168.165.73 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme2n9	vs_proxmox_FC_NVMeFC	/vol/vol_180_data_nvmefc4/ns
NSID	UUID	Size
1	e3d3d544-de8b-4787-93af-bfec7769e909	32.21GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{  
    "Device": "/dev/nvme2n9",  
    "Vserver": "vs_proxmox_FC_NVMeFC",  
    "Subsystem": "sub_176",  
    "Namespace_Path": "/vol/vol_180_data_nvmefc4/ns",  
    "NSID": 9,  
    "UUID": "e3d3d544-de8b-4787-93af-bfec7769e909",  
    "LBA_Size": 4096,  
    "Namespace_Size": 32212254720,  
    "UsedBytes": 67899392,  
    "Version": "9.17.1"  
}  
]
```

Étape 6 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Configurer Proxmox VE 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

L'hôte Proxmox VE 8.x prend en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Proxmox VE 8.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "[Prise en charge et fonctionnalités ONTAP](#)".

NVMe-oF avec Proxmox VE 8.x présente la limitation connue suivante :

- La configuration de démarrage SAN pour NVMe-FC n'est pas prise en charge.

Étape 1 : Installez Proxmox VE et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez Proxmox 8.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Proxmox 8.x spécifié :

```
uname -r
```

L'exemple suivant illustre une version du noyau Proxmox :

```
6.8.12-10-pve
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
apt list|grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli/oldstable,now 2.4+really2.3-3 amd64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
apt list|grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme1/oldstable, now 1.3-1+deb12u1 amd64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn valeur:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:1536c9a6-f954-11ea-b24d-0a94efb46eaf
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver proxmox_120_122
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- ----- ----- -----
proxmox_120_122
proxmox_120_122
          regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:1536c9a6-f954-11ea-b24d-0a94efb46eaf
          regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:991a7476-f9bf-11ea-8b73-0a94efb46c3b
proxmox_120_122_tcp
          regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:1536c9a6-f954-11ea-b24d-0a94efb46eaf
          regular    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:991a7476-
f9bf-11ea-8b73-0a94efb46c3b
2 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez le vserver modify commande pour mettre à jour le hostnqn chaîne sur votre sous-système de stockage ONTAP correspondant pour correspondre à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 2 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à

l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe35002-M2  
LPe35002-M2
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.0.505.12, sli-4:6:d  
14.0.505.12, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.2.0.17
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x100000109b95467e  
0x100000109b95467f
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10005ced8c531948 WWNN x20005ced8c531948
DID x082400
ONLINE
NVME RPORT WWPN x200ed039eac79573 WWNN x200dd039eac79573 DID
x060902
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2001d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573 DID
x060904
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics LS: Xmt 000000034 Cmpl 000000034 Abort
00000000 LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000142cfb Issue 000000000142cfb OutIO
0000000000000001 abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000
qdepth 00000000 wqerr 00000000 err 00000000 FCP CMPL: xb
00000005 Err 00000005 NVME Initiator Enabled XRI Dist lpfc1
Total 6144 IO 5894 ELS 250 NVME LPORT lpfc1 WWPN
x10005ced8c531949 WWNN x20005ced8c531949 DID x082500
ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039eac79573 WWNN x200dd039eac79573 DID
x062902
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2007d039eac79573 WWNN x2000d039eac79573 DID
x062904
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics LS: Xmt 000000034 Cmpl 000000034 Abort
00000000 LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000d39f1 Issue 0000000000d39f2 OutIO
0000000000000001 abort 00000005 noxri 00000000 nondlp 00000000
qdepth 00000000 wqerr 00000000 err 00000000 FCP CMPL: xb
00000005 Err 00000005
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k  
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP `connect` ou `connect-all` opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.30

Discovery Log Number of Records 12, Generation counter 13
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 10
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr: 192.168.2.30
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 9
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr: 192.168.1.30
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 12
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr: 192.168.2.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 11
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:discovery
traddr: 192.168.1.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 10
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122
traddr: 192.168.2.30
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 9
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122
traddr: 192.168.1.30
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 12
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
```

```
mox_120_122
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 11
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 10
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr: 192.168.2.30
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 9
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr: 192.168.1.30
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
```

```

subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   12
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   11
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none

```

2. Vérifiez que les autres combinaisons LIF initiateur-cible NVMe/TCP peuvent récupérer avec succès les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```

nvme discover -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.30
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.30
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.25

```

3. Exécutez le `nvme connect-all` Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.30
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.30
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.22 -a 192.168.1.25
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.22 -a 192.168.2.25
```

Le paramètre pour NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « désactivé ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 3 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez la `update-initramfs` commande, puis redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 4 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Avec Proxmox 8.x, `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` Services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` Les paquets sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
○ nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
  automatically during boot
    Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
  enabled; preset: enabled)
    Active: inactive (dead) since Fri 2025-11-21 19:59:10 IST; 8s
  ago
      Process: 256613 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics
  (code=exited, status=0/SUCCESS)
      Process: 256614 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all
  (code=exited, status=0/SUCCESS)
      Main PID: 256614 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 18ms
  Nov 21 19:59:07 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
  Starting nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
  automatically during boot...
  Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in nvme[256614]:
  Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument
  Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in nvme[256614]:
  Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument
  Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmf-
  autoconnect.service: Deactivated successfully.
  Nov 21 19:59:10 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
  Finished nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems
  automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
○ nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on
FC-NVME devices found during boot
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
  connections.service; enabled; preset: enabled)
  Active: inactive (dead) since Thu 2025-11-20 17:48:29 IST; 1
    day 2h ago
    Process: 1381 ExecStart=/bin/sh -c echo add >
    /sys/class/fc/fc_udev_device/nvme_discovery (code=exited,
    status=0/SUCCESS)
    Main PID: 1381 (code=exited, status=0/SUCCESS)
      CPU: 3ms

Nov 20 17:48:29 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot..
Nov 20 17:48:29 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Nov 20 17:48:29 SR665-14-122.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
```

Étape 5 : Vérifier la configuration multivoie

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Y
```

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-oF appropriés (par exemple, le modèle défini sur NetApp ONTAP Controller et la stratégie d'E/S d'équilibrage de charge définie sur round-robin) pour les espaces de noms ONTAP apparaissent correctement sur l'hôte :

a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	Generic	SN
Model		Namespace Usage
Format	FW Rev	
/dev/nvme2n20	/dev/ng2n20	81K13BUDdygsAAAAAAAG
NetApp ONTAP Controller		10 5.56 GB /
91.27 GB	4 KiB + 0 B	9.18.1

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n20
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys2 - NQN= nqn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
  0x2010d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
  0x10005ced8c531949 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
  0x200ed039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
  0x10005ced8c531948 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
  0x200fd039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531949:pn-
  0x10005ced8c531949 live non-optimized
+- nvme7 fc traddr=nn-0x200dd039eac79573:pn-
  0x2011d039eac79573,host_traddr=nn-0x20005ced8c531948:pn-
  0x10005ced8c531948 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme2n3
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy2 - NQN= qn.1992-
08.com.netapp:sn.ae9f2d55a7ec11ef8751d039ea9e891c:subsystem.prox
mox_120_122_tcp
\
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.30,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.22,src_ad
dr=192.168.1.22 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.2.30,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.22,src_ad
dr=192.168.2.22 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.22,src_ad
dr=192.168.1.22 live non-optimized
+- nvme8 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.22,src_ad
dr=192.168.2.22 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme2n11	proxmox_120_122	/vol/vm120_tcp1/ns
NSID	UUID	Size
1	5aefea74-f0cf-4794-a7e9-e113c4659aca	37.58GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{  
    "Device": "/dev/nvme2n11",  
    "Vserver": "proxmox_120_122",  
    "Namespace_Path": "/vol/vm120_tcp1/ns",  
    "NSID": 1,  
    "UUID": "5aefea74-f0cf-4794-a7e9-e113c4659aca",  
    "Size": "37.58GB",  
    "LBA_Data_Size": 4096,  
    "Namespace_Size": 32212254720  
}  
]
```

Étape 6 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

RHEL

Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes RHEL.

Les fonctionnalités prises en charge pour la configuration hôte avec NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varient en fonction de votre version d'ONTAP et de RHEL.

Fonctionnalité	version hôte RHEL	Version ONTAP
L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte RHEL et un contrôleur ONTAP.	9.3 ou version ultérieure	9.12.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP fournit des espaces de noms utilisant le natif <code>nvme-cli</code> emballer	8.2 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP est une fonctionnalité d'entreprise entièrement prise en charge	9.0 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
Le trafic NVMe et SCSI est pris en charge sur le même hôte grâce à NVMe multipath pour les espaces de noms NVMe-oF et à dm-multipath pour les LUN SCSI.	8.2 ou version ultérieure	9.4 ou version ultérieure

ONTAP prend en charge les fonctionnalités hôtes SAN suivantes, quelle que soit la version ONTAP exécutée sur votre système.

Fonctionnalité	version hôte RHEL
Le multipathing NVMe natif est activé par défaut	10.0 ou version ultérieure
La règle udev native dans le package <code>nvme-cli</code> fournit l'équilibrage de charge de la profondeur de file d'attente pour le multipathing NVMe	9.6 ou version ultérieure
Le démarrage SAN est activé via le protocole NVMe/FC	9.4 ou version ultérieure
Le <code>nvme-cli</code> Ce package inclut des scripts de connexion automatique, éliminant ainsi le besoin de scripts tiers.	8.2 ou version ultérieure
La règle udev native dans le paquet <code>nvme-cli</code> fournit l'équilibrage de charge round-robin pour le multipathing NVMe	8.2 ou version ultérieure



Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

Quelle est la prochaine étape

Si votre version RHEL est ...	Découvrez ...
Série 10	"Configuration de NVMe pour RHEL 10.x"
Série 9	"Configuration de NVMe pour RHEL 9.x"
Série 8	"Configuration de NVMe pour RHEL 8.x"

Informations associées

["Découvrez comment gérer les protocoles NVMe"](#)

Configurer RHEL 10.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

Les hôtes Red Hat Enterprise Linux (RHEL) prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour RHEL 10.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités de RHEL ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec RHEL 10.x présente les limitations connues suivantes :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. "["Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte"](#) .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.
Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.
3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez RHEL et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez RHEL 10.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau RHEL 10.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau RHEL :

```
6.12.0-124.8.1.el10_1.x86_64
```

2. Installer le `nvme-cli` groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli-2.13-2.el10.x86_64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme-1.13-1.el10.x86_64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur le système de stockage ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_QLE2872
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_coexistence_QLE2872
    subsystem_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    subsystem_10
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    subsystem_11
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn chaîne sur votre sous-système de stockage ONTAP correspondant pour correspondre à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
SN1700E2P  
SN1700E2P
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA  
HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.4.393.25, sli-4:6:d  
14.4.393.25, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.9
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x10005cba2cfca7de  
0x10005cba2cfca7df
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10005cba2cfca7de WWNN x20005cba2cfca7de
DID x080f00 ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2023d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082209 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x200ed039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082203 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2022d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082609 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x200dd039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082604 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000501 Cmpl 0000000501 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000583b7 Issue 000000000005840d OutIO
0000000000000056
abort 0000010f noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000010f Err 0000010f

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10005cba2cfca7df WWNN x20005cba2cfca7df
DID x080b00 ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2024d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082309 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x200fd039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082304 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2025d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082708 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2010d039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082703 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000006eb Cmpl 00000006eb Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000004d600 Issue 000000000004d65f OutIO
000000000000005f
abort 000001c1 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000001c1 Err 000001c2
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
```

2. Vérifiez-le ql2xnvmeenable est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 8
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr: 192.168.21.29
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr: 192.168.20.29
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 7
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr: 192.168.21.28
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:   5
trsvcid: 8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr:   192.168.20.28
eflags:   explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   8
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:   192.168.21.29
eflags:   none
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   6
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:   192.168.20.29
eflags:   none
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   7
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
```

```
traddr: 192.168.21.28
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr: 192.168.20.28
eflags: none
sectype: non
```

2. Vérifiez que les autres combinaisons LIF initiateur-cible NVMe/TCP peuvent récupérer avec succès les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.28
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.29
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.29
```

3. Exécutez le `nvme connect-all` Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.28
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.29
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.29
```

À partir de RHEL 9.4, le paramètre NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « off ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.

RHEL 10.0 définit la stratégie d'E/S par défaut pour NVMe-oF sur `round-robin`. Si vous utilisez RHEL 10.0 et souhaitez modifier la politique d'E/S en `queue-depth`, modifiez le fichier de règles udev comme suit :

Étapes

1. Ouvrez le fichier de règles udev dans un éditeur de texte avec des privilèges root :

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-netapp.rules
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-netapp.rules
```

2. Recherchez la ligne qui définit la politique d'E/S pour le contrôleur NetApp ONTAP, comme indiqué dans l'exemple de règle suivant :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystem}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. Modifier la règle afin que `round-robin` devient `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsys_type}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Rechargez les règles udev et appliquez les modifications :

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Vérifiez la politique d'E/S actuelle de votre sous-système. Remplacez <subsystem>, par exemple, nvme-subsys0 .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

queue-depth.



La nouvelle politique d'E/S s'applique automatiquement aux périphériques NetApp ONTAP Controller correspondants. Vous n'avez pas besoin de redémarrer.

Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead) since Sun 2025-10-12 19:41:15 IST; 1 day 1h ago
       Invocation: 7b5b99929c6b41199d493fa25b629f6c
         Main PID: 10043 (code=exited, status=0/SUCCESS)
           Mem peak: 2.9M
             CPU: 50ms

Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Starting nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Finished nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Sun 2025-10-12 19:40:33 IST; 1 day 1h ago
       Invocation: 0ec258a9f8c342ffb82408086d409bc6
         Main PID: 4151 (code=exited, status=0/SUCCESS)
           Mem peak: 2.9M
             CPU: 17ms

Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Starting nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Finished nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que les paramètres NVMe-oF appropriés (tels que le modèle défini sur NetApp ONTAP Controller et la stratégie d'E/S d'équilibrage de charge définie sur queue-depth) pour les espaces de noms ONTAP respectifs s'affichent correctement sur l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/*iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
queue-depth  
queue-depth
```

2. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	Generic	SN	
Model			

/dev/nvme1n1	/dev/ng1n1	810cqJXhgWtsAAAAAAAI	
NetApp ONTAP Controller			
Namespace	Usage	Format	FW Rev

0x1	951.90 MB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	9.18.1

3. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme9n2
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.7c34ab26675e11f0a6c0d039eac03c33:subsystem.subs
ystem_46
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0056-5410-8048-c7c04f425633
\

+- nvme105 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-
0x201bd039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
+- nvme107 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-
0x2019d039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
+- nvme42 fc traddr=nn-0x201cd039eac03c33:pn-
0x201cd039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
+- nvme44 fc traddr=nn-0x201ad039eac03c33:pn-
0x201ad039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n2
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi-
rectional_DHCP_1_0
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-
0054-5110-8039-c3c04f523034
\
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.20.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.21.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
+- nvme7 tcp
traddr=192.168.21.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
```

4. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Subsystem
Namespace Path		
/dev/nvme0n1	vs_nvme_sanboot_tcp	rhel_sanboot_tcp170
	tcp_97	
NSID	UUID	Size
1	982c0f2a-6b8b-11f0-a6c0-d039eac03c33	322.12GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_nvme_sanboot_tcp",
      "Subsystem": "rhel_sanboot_tcp170",
      "Namespace_Path": "tcp_97",
      "NSID": 1,
      "UUID": "982c0f2a-6b8b-11f0-a6c0-d039eac03c33",
      "LBA_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 322122547200,
      "UsedBytes": 16285069312,
      "Version": "9.18.1"
    }
  ]
}
```

Étape 8 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte RHEL 10.x et un contrôleur ONTAP .

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à un DH-HMAC-CHAP clé pour configurer l'authentification sécurisée. A DH-HMAC-CHAP la clé est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande ou d'un fichier de configuration JSON. Si vous devez spécifier différentes clés dhchap pour différents sous-systèmes, vous devez utiliser un fichier JSON de configuration.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générez la clé dhchap pour l'hôte RHEL 10.x.

La sortie suivante décrit le gen-dhchap-key paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0054-5110-8039-c3c04f523034
DHHC-
1:03:AppJHkJygA6ZC4BxyQNTJST+4k4IOv47MAJk0xBITwFOHIC2nV/uE04RoSpy1z2
SXYqNW1bhLe9hJ+MDHigGexaG2Ig=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy4/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-1:01:2G71sg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:  
DHHC-1:01:2G71sg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:  
DHHC-1:01:2G71sg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:  
DHHC-1:01:2G71sg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsy4/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC-  
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv  
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:  
DHHC-  
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv  
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:  
DHHC-  
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv  
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:  
DHHC-  
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv  
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles sur le contrôleur ONTAP , vous pouvez utiliser le `/etc/nvme/config.json` fichier avec la commande `nvme connect-all`.

Utilisez la `-o` option pour générer le fichier JSON. Reportez-vous aux pages de manuel NVMe connect-all pour plus d'options de syntaxe.

1. Configurer le fichier JSON.



Dans l'exemple suivant, `dhchap_key` correspond à `dhchap_secret` et `dhchap_ctrl_key` correspond à `dhchap_ctrl_secret` .

Montrer l'exemple

```
[  
 {  
   "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0054-  
   5110-8039-c3c04f523034",  
   "hostid": "44454c4c-5400-1051-8039-c3c04f523034",  
   "dhchap_key": "DHHC-  
   1:01:2G7lsg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:",  
   "subsystems": [  
     {  
       "nqn": "nqn.1992-  
       08.com.netapp:sn.5857c8c9b22411f08d0ed039eac03c33:subsystem.Bidi  
       rectional_DHCP_1_0",  
       "ports": [  
         {  
           "transport": "tcp",  
           "traddr": "192.168.20.28",  
           "host_traddr": "192.168.20.21",  
           "trsvcid": "4420",  
           "dhchap_ctrl_key": "DHHC-  
           1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdG1TnvEJ  
           81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"  
         },  
         {  
           "transport": "tcp",  
           "traddr": "192.168.20.29",  
           "host_traddr": "192.168.20.21",  
           "trsvcid": "4420",  
           "dhchap_ctrl_key": "DHHC-  
           1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdG1TnvEJ  
           81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"  
         },  
         {  
           "transport": "tcp",  
           "traddr": "192.168.21.28",  
           "host_traddr": "192.168.21.21",  
           "trsvcid": "4420",  
           "dhchap_ctrl_key": "DHHC-  
           1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdG1TnvEJ  
           81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZIgkuFIx8=:"  
         },  
         {  
           "transport": "tcp",  
           "traddr": "192.168.21.29",  
           "host_traddr": "192.168.21.21",  
         }  
       ]  
     ]  
   ]  
 }
```

```
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdG1TnvEJ
81HDjBb+fGteUgInOfj8ASHZIgkuFIx8=:"
    }
]
}
]
}
]
```

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Montrer l'exemple

```
traddr=192.168.20.28 is already connected
traddr=192.168.20.28 is already connected
traddr=192.168.20.29 is already connected
traddr=192.168.20.29 is already connected
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système.

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy4/nvme4/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:2G7lsg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbawR/g:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subs4/nvme4/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdG1TnvEJ81HD
jBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8=:

Étape 9 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Configurer RHEL 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

Les hôtes Red Hat Enterprise Linux (RHEL) prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour RHEL 9.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités de RHEL ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec RHEL 9.x présente les limitations connues suivantes :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. ["Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte"](#) .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.

Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.

3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez RHEL et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez RHEL 9.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau RHEL 9.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau RHEL :

```
5.14.0-611.5.1.el9_7.x86_64
```

2. Installer le `nvme-cli` groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un `nvme-cli` version du paquet :

```
nvme-cli-2.13-1.el9.x86_64
```

3. Installer le `libnvme` groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un `libnvme` version du paquet :

```
libnvme-1.13-1.el9.x86_64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne `hostnqn` à `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un `hostnqn` version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le `hostnqn` La chaîne correspond à `hostnqn` chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur le système de stockage ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_188
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
-----
vs_188  Nvme1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme10
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme11
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme12
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
48 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn chaîne sur votre sous-système de stockage ONTAP correspondant pour correspondre à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.4.393.53, sli-4:6:d  
14.4.393.53, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.9
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

L'exemple suivant montre les identités de port :

```
0x100000109bf044b1  
0x100000109bf044b2
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b954518 WWNN x200000109b954518
DID x020700 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2022d039eaa7dfc8 WWNN x201fd039eaa7dfc8
DID x020b03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2023d039eaa7dfc8 WWNN x201fd039eaa7dfc8
DID x020103 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000548 Cmpl 0000000548 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001a68 Issue 000000000001a68 OutIO
0000000000000000
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b954519 WWNN x200000109b954519
DID x020500 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2027d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020b01 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000005ab Cmpl 00000005ab Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000086ce1 Issue 0000000000086ce2 OutIO
0000000000000001
          abort 0000009c noxri 00000000 nondlp 00000002 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000000b8 Err 000000b8

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2027d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020b01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2011d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x020b02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2002d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020b05 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```

NVME RPORT      WWPN x2026d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x021301 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2010d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x021302 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2001d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x021305 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000c186 Cmpl 000000c186 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000c348ca37 Issue 00000000c3344057 OutIO
fffffffffffffeb7620
    abort 0000815b noxri 000018b5 nondlp 00000116 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000915b Err 000c6091

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2028d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020101 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2012d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x020102 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2003d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020105 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2029d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x022901 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2013d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x022902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2004d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x022905 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000c186 Cmpl 000000c186 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000b5761af5 Issue 00000000b564b55e OutIO
fffffffffffffee9a69
    abort 000083d7 noxri 000016ea nondlp 00000195 qdepth
00000000 wqerr 00000002 err 00000000
FCP CMPL: xb 000094a4 Err 000c22e7

```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k  
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.48

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 8
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr: 192.168.31.49
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 7
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr: 192.168.31.48
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr: 192.168.30.49
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr: 192.168.30.48
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 8
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr: 192.168.31.49
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 7
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr: 192.168.31.48
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 6
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
```

```
38
traddr: 192.168.30.49
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr: 192.168.30.48
eflags: none
sectype: none
```

2. Vérifiez que les autres combinaisons LIF initiateur-cible NVMe/TCP peuvent récupérer avec succès les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.48
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.49
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.15 -a 192.168.31.48
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.15 -a 192.168.31.49
```

3. Exécutez le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.48
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.15 -a
192.168.30.49
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.15 -a
192.168.31.48
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.15 -a
192.168.31.49
```

À partir de RHEL 9.4, le paramètre NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « off ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.

RHEL 9.6 définit la stratégie d'E/S par défaut pour NVMe-oF sur `round-robin`. Si vous utilisez RHEL 9.6 et souhaitez modifier la politique d'E/S en `queue-depth`, modifiez le fichier de règles udev comme suit :

Étapes

1. Ouvrez le fichier de règles udev dans un éditeur de texte avec des privilèges root :

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

2. Recherchez la ligne qui définit la politique d'E/S pour le contrôleur NetApp ONTAP, comme indiqué dans l'exemple de règle suivant :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystem}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. Modifier la règle afin que `round-robin` devient `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsys_type}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Rechargez les règles udev et appliquez les modifications :

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Vérifiez la politique d'E/S actuelle de votre sous-système. Remplacez <subsystem>, par exemple, nvme-subsys0 .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

queue-depth.

 La nouvelle politique d'E/S s'applique automatiquement aux périphériques NetApp ONTAP Controller correspondants. Vous n'avez pas besoin de redémarrer.

Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.

 Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Wed 2025-10-29 00:42:03 EDT; 6h ago
     Main PID: 8487 (code=exited, status=0/SUCCESS) CPU: 66ms

Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset:enabled)
   Active: inactive (dead) since Wed 2025-10-29 00:41:51 EDT; 6h ago
     Main PID: 4652 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 13ms

Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
```

Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-oF appropriés (tels que le modèle défini sur NetApp ONTAP Controller et la stratégie d'E/S d'équilibrage de charge définie sur round-robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs s'affichent correctement sur l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
queue-depth  
queue-depth
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	Generic	SN		
Model				

/dev/nvme100n1	/dev/ng100n1	81LJCJYaKOHhAAAAAAf		
Controller		NetApp ONTAP		
Namespace	Usage	Format	FW	Rev

0x1	1.19 GB /	5.37 GB	4 KiB + 0 B	9.18.1

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme100n1
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.3623e199617311f09257d039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
31
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:
4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f42563
    \
+- nvme199 fc    traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2010d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b1:pn-
0x100000109bf044b1 live optimized
+- nvme246 fc    traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2011d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b1:pn-
0x100000109bf044b1 live non-optimized
+- nvme249 fc    traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2013d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b2:pn-
0x100000109bf044b2 live optimized
+- nvme251 fc    traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-
0x2012d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b2:pn-
0x100000109bf044b2 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
1
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33
\
+- nvme0 tcp
traddr=192.168.30.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.30.15,
src_addr=192.168.30.15 live optimized
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.30.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.30.15,
src_addr=192.168.30.15 live non-optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.31.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.31.15,
src_addr=192.168.31.15 live optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.31.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.31.15,
src_addr=192.168.31.15 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Subsystem	Namespace	Path
NSID				
-----	-----	-----	-----	-----

/dev/nvme0n1	vs_iscsi_tcp	Nvme1		/vol/Nvmenvol1/ns1
1				
UUID			Size	
-----	-----	-----	-----	-----
d8efef7d-4dde-447f-b50e-b2c009298c66			26.84GB	

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_iscsi_tcp",
      "Subsystem": "Nvme1",
      "Namespace_Path": "/vol/Nvmenvol1/ns1",
      "NSID": 1,
      "UUID": "d8efef7d-4dde-447f-b50e-b2c009298c66",
      "LBA_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 26843545600,
    },
  ]
}
```

Étape 8 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte RHEL 9.x et un

contrôleur ONTAP .

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à un DH-HMAC-CHAP clé pour configurer l'authentification sécurisée. A DH-HMAC-CHAP la clé est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande ou d'un fichier de configuration JSON. Si vous devez spécifier différentes clés dhchap pour différents sous-systèmes, vous devez utiliser un fichier JSON de configuration.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générez la clé dhchap pour l'hôte RHEL 9.x.

La sortie suivante décrit le gen-dhchap-key paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3 DHHC-1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMpzhmyjDWOO0PJMJ6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-1:01:hhDIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:  
DHHC-1:01:hhDIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:  
DHHC-1:01:hhDIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:  
DHHC-1:01:hhDIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsyst*/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdObjjk/J6m00y  
gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdObjjk/J6m00y  
gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdObjjk/J6m00y  
gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdObjjk/J6m00y  
gJgjm0VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles sur le contrôleur ONTAP , vous pouvez utiliser le /etc/nvme/config.json fichier avec le nvme connect-all commande.

Utilisez le -o option pour générer le fichier JSON. Reportez-vous aux pages de manuel NVMe connect-all pour plus d'options de syntaxe.

1. Configurer le fichier JSON.



Dans l'exemple suivant, dhchap_key correspond à dhchap_secret et dhchap_ctrl_key correspond à dhchap_ctrl_secret .

Montrer l'exemple

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
804b-b5c04f444d33",
    "hostid": "4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:01:GhgaLS+0h0W/IxKhSa0iaMHg17SOHRTzBduPzoJ6LKEJs3/f:",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.30.44",
                    "host_traddr": "192.168.30.15",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/
XG8iGcRtBCdm3
fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=",
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.30.45"
                    "host_traddr": "192.168.30.15",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/
XG8iGcRtBCdm3
fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=",
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.31.44",
                    "host_traddr": "192.168.31.15",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:
GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/
XG8iG
c
RtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=",
                }
            ],
        }
    ],
}
```

```
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.31.45",
    "host_traddr": "192.168.31.15",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:
GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iG
cRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
}
]
}
]
```

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Montrer l'exemple

```
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.30.44,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.44,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.30.45,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.45,trsvcid=4420
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys96/nvme96/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:hhDIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys96/nvme96/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
DHHC-
1:03:ZCRrp9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdObjjK/J6m00ygJgjm0
VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
```

Étape 9 : passez en revue les problèmes connus

Voici les problèmes connus :

ID de bug NetApp	Titre	Description
1503468	Dans RHEL 9.1, le nvme list-subsy La commande renvoie la liste répétée des contrôleurs NVMe pour un sous-système donné.	Le nvme list-subsy la commande renvoie une liste de contrôleurs NVMe pour un sous-système donné. Dans RHEL 9.1, cette commande affiche les contrôleurs avec leur état ANA pour tous les espaces de noms du sous-système. Étant donné que l'état ANA est un attribut par espace de noms, la commande doit afficher des entrées de contrôleur uniques avec l'état du chemin pour chaque espace de noms.

ID de bug NetApp	Titre	Description
"1479047"	Les hôtes RHEL 9.0 NVMe-oF créent des contrôleurs de découverte persistante (PDC) en double	Toutefois, si vous exécutez Oracle Linux 8x avec un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque exécution de <code>nvme discover -p</code> . Lorsque cette commande est utilisée, un seul PDC doit être créé par combinaison initiateur-cible. Toutefois, si vous exécutez ONTAP 9.10.1 et RHEL 9.0 avec un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque exécution de <code>nvme discover -p</code> . Cela entraîne une utilisation inutile des ressources, tant sur l'hôte que sur la cible.

Configurer RHEL 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

Les hôtes Red Hat Enterprise Linux (RHEL) prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour RHEL 8.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "[Prise en charge et fonctionnalités de RHEL ONTAP](#)".

NVMe-oF avec RHEL 8.x présente les limitations connues suivantes :

- Le démarrage SAN à l'aide du protocole NVMe-oF n'est actuellement pas pris en charge.
- La prise en charge du multipath NVMe au niveau du noyau est désactivée par défaut sur les hôtes NVMe-oF sous RHEL 8.x ; vous devez l'activer manuellement.
- NVMe/TCP est disponible en tant qu'aperçu technologique en raison de problèmes connus.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "[Matrice d'interopérabilité](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. "[Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte](#)".
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.

Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.

3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez RHEL et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez RHEL 8.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau RHEL 8.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau RHEL :

```
4.18.0-553.el8_10.x86_64
```

2. Installer le `nvme-cli` groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre une version de package `nvme-cli` :

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

3. Installer le `libnvme` groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre une version de package `libnvme` :

```
libnvme-1.4-3.el8.x86_64
```

4. Activer le multichemin NVMe dans le noyau :

```
grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-553.el8_10.x86_64
```

5. Sur l'hôte RHEL 8.x, vérifiez le `hostnqn` chaîne à `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur le système de stockage ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_141
```

Montrer l'exemple

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_25_2742	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:546399fc-160f-11e5-89aa-98be942440ca



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn chaîne sur votre sous-système de stockage ONTAP correspondant pour correspondre à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

7. Redémarrez l'hôte.

Pour exécuter le trafic NVMe et SCSI sur le même hôte, NetApp recommande d'utiliser le multipath NVMe intégré au noyau pour les espaces de noms ONTAP et dm-multipath pour les LUN ONTAP . Pour empêcher dm-multipath de revendiquer des périphériques d'espace de noms ONTAP , excluez-les en ajoutant la enable_foreign configuration à la /etc/multipath.conf déposer:



```
cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.2.539.21, sli-4:2:c  
14.2.539.21, sli-4:2:c
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.0.0.21
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x10000090fae0ec88  
0x10000090fae0ec89
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x211ad039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x021302 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x211cd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x020b02 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001330ec7 Issue 000000001330ec9 OutIO
0000000000000002
    abort 00000330 noxri 00000000 nondlp 0000000b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000354 Err 00000361

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x211bd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x022902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x211dd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x020102 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000012ec220 Issue 0000000012ec222 OutIO
0000000000000002
    abort 0000033b noxri 00000000 nondlp 00000085 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000368 Err 00000382
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k  
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified.
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr: 192.168.1.25
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified.
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr: 192.168.2.26
sectype: none
```

2. Vérifier que les autres combinaisons de LIF cible-initiateur NVMe/TCP peuvent récupérer les données de la page du journal de détection :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
```

3. Exécutez le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25 -l 1800  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24 -l 1800  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26 -l 1800  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25 -l 1800
```

Étape 4 : Activez éventuellement 1 Mo d'E/S pour NVMe/FC

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 5 : Vérifier la configuration multivoie

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Y
```

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model		

/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF	

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

```
nvme list-subsy /dev/nvme0n1
```

Afficher un exemple NVMe/FC

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0cd9ee0dc0ec11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme
 \
 +- nvme1 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2086d039eaa7dfc8
 host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-optimized
 +- nvme2 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2016d039eaa7dfc8
 host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live optimized
 +- nvme3 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2081d039eaa7dfc8
 host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-optimized
 +- nvme4 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8
 host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live optimized
```

Afficher un exemple NVMe/TCP

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme_tcp
  \
  \-
    +- nvme0 tcp traddr=192.168.2.26 trsvcid=4420
      host_traddr=192.168.2.31 live non-optimized
    +- nvme1 tcp traddr=192.168.2.25 trsvcid=4420
      host_traddr=192.168.2.31 live optimized
    +- nvme2 tcp traddr=192.168.1.25 trsvcid=4420
      host_traddr=192.168.1.31 live non-optimized
    +- nvme3 tcp traddr=192.168.1.24 trsvcid=4420
      host_traddr=192.168.1.31 live optimized
```

5. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model		

/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----			-----	
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF	

6. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	tcpiscsi_129	/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns

NSID	UUID	Size
1	05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c	21.47GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "tcpiscsi_129",
      "Namespace Path": "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c160c80b",
      "Size2": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size": 5242880
    }
  ]
}
```

Étape 6 : passez en revue les problèmes connus

Voici les problèmes connus :

ID de bug NetApp	Titre	Description
"1479047"	Les hôtes RHEL 8.x NVMe-oF créent des contrôleurs de découverte persistants (PDC) en double.	Sur les hôtes NVMe-oF, vous pouvez utiliser la commande « nvme discover -p » pour créer des PDC. Lorsque cette commande est utilisée, un seul PDC doit être créé par combinaison initiateur-cible. Toutefois, si vous exécutez RHEL 8.x sur un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque exécution de « nvme discover -p ». Cela entraîne une utilisation inutile des ressources, tant sur l'hôte que sur la cible.

Rocky Linux

Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour Rocky Linux.

Les fonctionnalités prises en charge pour la configuration hôte avec NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varient en fonction de votre version d'ONTAP et de Rocky Linux.

Fonctionnalité	Version hôte Rocky Linux	Version ONTAP
L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte RHEL et un contrôleur ONTAP.	9.3 ou version ultérieure	9.12.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP fournit des espaces de noms utilisant le natif <code>nvme-cli</code> emballer	8.2 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP est une fonctionnalité d'entreprise entièrement prise en charge	9.0 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
Le trafic NVMe et SCSI est pris en charge sur le même hôte grâce à NVMe multipath pour les espaces de noms NVMe-oF et à dm-multipath pour les LUN SCSI.	8.2 ou version ultérieure	9.4 ou version ultérieure

ONTAP prend en charge les fonctionnalités hôtes SAN suivantes, quelle que soit la version ONTAP exécutée sur votre système.

Fonctionnalité	Version hôte Rocky Linux
Le multipathing NVMe natif est activé par défaut	10.0 ou version ultérieure
Le démarrage SAN est activé via le protocole NVMe/FC	9.4 ou version ultérieure
Le <code>nvme-cli</code> Ce package inclut des scripts de connexion automatique, éliminant ainsi le besoin de scripts tiers.	8.2 ou version ultérieure

Fonctionnalité	Version hôte Rocky Linux
La règle udev native dans le paquet <code>nvme-cl</code> fournit l'équilibrage de charge round-robin pour le multipathing NVMe	8.2 ou version ultérieure



Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" .

Quelle est la prochaine étape

Si votre version de Rocky Linux est ..	Découvrez...
Série 10	"Configuration de NVMe pour Rocky Linux 10.x"
Série 9	"Configuration de NVMe pour Rocky Linux 9.x"
Série 8	"Configuration de NVMe pour Rocky Linux 8.x"

Informations associées

["Découvrez comment gérer les protocoles NVMe"](#)

Configurer Rocky Linux 10.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

Les hôtes Rocky Linux prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Rocky Linux 10.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez ["Prise en charge et fonctionnalités de Rocky Linux ONTAP"](#).

NVMe-oF avec Rocky Linux 10.x présente les limitations connues suivantes :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. ["Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte"](#) .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.

Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.

3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez Rocky Linux et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez Rocky Linux 10.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Rocky Linux 10.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Rocky Linux :

```
6.12.0-55.9.1.el10_0.x86_64
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli-2.11-5.el10.x86_64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme-1.11.1-1.el10.x86_64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn valeur:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_194_rockylinux10
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_nvme_194_rockylinux10
    nvme4
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
4 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez le vserver modify commande pour mettre à jour le hostnqn chaîne sur votre sous-système de stockage ONTAP correspondant pour correspondre à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.0.539.16, sli-4:6:d  
14.0.539.16, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.6
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x2100f4c7aa0cd7c2  
0x2100f4c7aa0cd7c3
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
fffffffffffffe498bd
    abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000013b4 Err 00021443

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007af4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
fffffffffffffe5d74f
    abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014a5 Err 0002149a
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k  
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.20

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.21.21
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.20.21
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.21.20
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.20.20
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr: 192.168.21.21
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr: 192.168.20.21
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
```

```
ylinux10_tcp_subsystem
traddr: 192.168.21.20
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr: 192.168.20.20
eflags: none
sectype: none
```

2. Vérifiez que les autres combinaisons LIF initiateur-cible NVMe/TCP peuvent récupérer avec succès les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.20
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.1 -a 192.168.21.20
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.21
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.1 -a 192.168.21.21
```

3. Exécutez le `nvme connect-all` Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.20.1 -a  
192.168.20.20  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.21.1 -a  
192.168.21.20  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.20.1 -a  
192.168.20.21  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.21.1 -a  
192.168.21.21
```

À partir de Rocky Linux 9.4, le paramètre NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « off ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Activez éventuellement 1 Mo d'E/S pour NVMe/FC

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 5 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le nvmefc-boot-connections.service et nvmf-autoconnect.service services de démarrage inclus dans NVMe/FC nvme-clients les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le nvmefc-boot-connections.service et nvmf-autoconnect.service les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que nvmf-autoconnect.service est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead)

Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que nvmefc-boot-connections.service est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Tue 2025-06-10 01:08:36 EDT; 2h 59min ago
       PID: 7090 (code=exited, status=0/SUCCESS)
         CPU: 30ms

Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 6 : Vérifier la configuration multivoie

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Y
```

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model
/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB	/ 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme5n1
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f7565b15a66911ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
1
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0056-5410-8048-c7c04f425633
\
+- nvme126 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x2038d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
+- nvme176 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x2037d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x2039d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c2 live non-optimized
+- nvme71 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-
0x203ad039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-
0x2100f4c7aa0cd7c3 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n2
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
4
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-
0035-5910-804b-c2c04f444d33
\
+- nvme102 tcp
traddr=192.168.21.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_a
ddr=192.168.21.1 live non-optimized
+- nvme151 tcp
traddr=192.168.21.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_a
ddr=192.168.21.1 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_a
ddr=192.168.20.1 live non-optimized
+- nvme53 tcp
traddr=192.168.20.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_a
ddr=192.168.20.1 live optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme10n1	vs_tcp_rockylinux10	/vol/vol10/ns10

NSID	UUID	Size
1	bbf51146-fc64-4197-b8cf-8a24f6f359b3	21.47GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme10n1",
      "Vserver": "vs_tcp_rockylinux10",
      "Namespace_Path": "/vol/vol10/ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "bbf51146-fc64-4197-b8cf-8a24f6f359b3",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5242880
    }
  ]
}
```

Étape 7 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte Rocky Linux 10.x et un contrôleur ONTAP .

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à un DH-HMAC-CHAP clé pour configurer l'authentification sécurisée. A DH-HMAC-CHAP la clé est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande ou d'un fichier de configuration JSON. Si vous devez spécifier différentes clés dhchap pour différents sous-systèmes, vous devez utiliser un fichier JSON de configuration.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générez la clé dhchap pour l'hôte Rocky Linux 10.x.

La sortie suivante décrit le `gen-dhchap-key` paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize
the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33
DHHC-
1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia1aKDKJQ2o53px3wYM9
xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/ld3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIng=:

DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIng=:

DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIng=:

DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIng=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles sur le contrôleur ONTAP , vous pouvez utiliser le /etc/nvme/config.json fichier avec le nvme connect-all commande.

Utilisez le -o option pour générer le fichier JSON. Reportez-vous aux pages de manuel NVMe connect-all pour plus d'options de syntaxe.

1. Configurer le fichier JSON.



Dans l'exemple suivant, dhchap_key correspond à dhchap_secret et dhchap_ctrl_key correspond à dhchap_ctrl_secret .

Montrer l'exemple

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-c2c04f444d33",
    "hostid": "4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia1aKDKJQ2o53pX3
wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.127ade26168811f0a50ed039eab69ad3:subsystem.inba
nd_unidirectional",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.20.17",
                    "host_traddr": "192.168.20.1",
                    "trsvcid": "4420"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.20.18",
                    "host_traddr": "192.168.20.1",
                    "trsvcid": "4420"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.21.18",
                    "host_traddr": "192.168.21.1",
                    "trsvcid": "4420"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.21.17",
                    "host_traddr": "192.168.21.1",
                    "trsvcid": "4420"
                }
            ]
        }
    ]
}
```

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Montrer l'exemple

```
traddr=192.168.20.20 is already connected  
traddr=192.168.20.21 is already connected
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système.

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia1  
aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

DHHC-1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jT
mzEKUbcWu26I33b93bi12WR09XDho/1d3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:

Étape 8 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Configurer Rocky Linux 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

Les hôtes Rocky Linux prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Rocky Linux 9.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités de Rocky Linux ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec Rocky Linux 9.x présente les limitations connues suivantes :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. "["Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte"](#) .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.

Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.

3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez Rocky Linux et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez Rocky Linux 9.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Rocky Linux 9.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Rocky Linux :

```
5.14.0-570.12.1.el9_6.x86_64
```

2. Installer le `nvme-cli` groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre une version de package `nvme-cli` :

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Installer le `libnvme` groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un `libnvme` version du paquet :

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. Sur l'hôte Rocky Linux, vérifiez la chaîne `hostnqn` à `/etc/nvme/hostnqn` :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un `hostnqn` version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le `hostnqn` La chaîne correspond à `hostnqn` chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn Chaîne sur le sous-système de matrice ONTAP correspondant à hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.0.539.16, sli-4:6:d  
14.0.539.16, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.6
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le `lpfc_enable_fc4_type` est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

L'exemple suivant montre les identités de port :

```
0x2100f4c7aa0cd7c2  
0x2100f4c7aa0cd7c3
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b954518 WWNN x200000109b954518
DID x000000 ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000000 Cmpl 0000000000 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000000000 Issue 0000000000000000 OutIO
0000000000000000
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b954519 WWNN x200000109b954519
DID x020500 ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000000 Cmpl 0000000000 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000000000 Issue 0000000000000000 OutIO
0000000000000000
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x200bd039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x021319 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2155d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02130f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2001d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x200dd039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x020b15 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2156d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x020b0d TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2003d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```

NVME Statistics
LS: Xmt 0000003049 Cmpl 0000003049 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000018f9450b Issue 0000000018f5de57 OutIO
fffffffffffffc994c
    abort 000036d3 noxri 00000313 nondlp 00000c8d qdepth
00000000 wqerr 00000064 err 00000000
FCP CMPL: xb 000036d1 Err 000fef0f

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2062d039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x022915 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2157d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02290f TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2002d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2065d039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x020119 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2158d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02010d TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2004d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000002f2c Cmpl 0000002f2c Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001aab3eb5 Issue 000000001aab4373 OutIO
fffffffffffffc04be
    abort 000035cc noxri 0000038c nondlp 000009e3 qdepth
00000000 wqerr 00000082 err 00000000
FCP CMPL: xb 000035cc Err 000fcfc0

```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez les versions de pilote d'adaptateur et de micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k  
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Vous devez effectuer manuellement les opérations de connexion ou de connexion complète NVMe/TCP pour découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24

Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.2.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.1.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.2.24
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.1.24
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_NONE_1_3
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_NONE_1_4
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
```

```
Unidirectional_DHCP_NONE_1_5
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_2
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_3
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_5
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   5
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   1
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   4
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   2
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_4
```

```
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_5
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_6
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 16=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_7
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 17=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
```

```

treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_8
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 18=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 19=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_9
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none

```

2. Vérifiez que les autres combinaisons LIF initiateur-cible NVMe/TCP peuvent obtenir avec succès les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

3. Exécutez le `nvme connect-all` Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

À partir de Rocky Linux 9.4, le paramètre NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « off ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Activez éventuellement 1 Mo d'E/S pour NVMe/FC

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez dracut -f la commande et redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 5 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
     Active: inactive (dead)

Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
     Active: inactive (dead) since Tue 2025-06-10 01:08:36 EDT; 2h 59min ago
       PID: 7090 (code=exited, status=0/SUCCESS)
         CPU: 30ms

Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 6 : Vérifier la configuration multivoie

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Y
```

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model
/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF	

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_1
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-
216d-
11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolicy=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy5 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme1n1	linux_tcnvme_iscsi		
/vol/tcpnvme_1_0_0		tcpnvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6	21.47GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme1n1",
      "Vserver": "linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path": "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5242880
    },
  ]
}
```

Étape 7 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte Rocky Linux 9x et un contrôleur ONTAP .

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à un DH-HMAC-CHAP clé pour configurer l'authentification sécurisée. A DH-HMAC-CHAP la clé est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande ou d'un fichier de configuration JSON. Si vous devez spécifier différentes clés dhchap pour différents sous-systèmes, vous devez utiliser un fichier JSON de configuration.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générez la clé dhchap pour l'hôte Rocky Linux 9.x.

La sortie suivante décrit le gen-dhchap-key paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3 DHHC-1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMpzhmyjDWOO0PJMJ6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:  
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:  
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:  
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsy6/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC-  
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMp  
zhmyjDWOo0PJ JM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:  
DHHC-  
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMp  
zhmyjDWOo0PJ JM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:  
DHHC-  
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMp  
zhmyjDWOo0PJ JM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:  
DHHC-  
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMp  
zhmyjDWOo0PJ JM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles sur le contrôleur ONTAP , vous pouvez utiliser le `/etc/nvme/config.json` fichier avec la commande `nvme connect-all`.

Utilisez la `-o` option pour générer le fichier JSON. Reportez-vous aux pages de manuel NVMe connect-all pour plus d'options de syntaxe.

1. Configurer le fichier JSON.



Dans l'exemple suivant, `dhchap_key` correspond à `dhchap_secret` et `dhchap_ctrl_key` correspond à `dhchap_ctrl_secret` .

Montrer l'exemple

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-
b6b2-3a68dd3bab57",
    "hostid": "b033cd4fd6db4724adb48655bfb55448",
    "dhchap_key": " DHHC-
1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:",
},
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
804b-b5c04f444d33",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.bidi-
r_DHCP",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.1.24 ",
                    "host_traddr": " 192.168.1.31 ",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJMJ6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=":
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.1.25 ",
                    "host_traddr": " 192.168.1.31",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJMJ6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=":
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.2.24 ",
                    "host_traddr": " 192.168.2.31",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJMJ6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=":
                }
            ]
        }
    ]
}
```

```
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-  
        1:03:  
        wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW  
        Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"  
    },  
    {  
        "transport": "tcp",  
        "traddr": " 192.168.2.25 ",  
        "host_traddr": " 192.168.2.31 ",  
        "trsvcid": "4420",  
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-  
        1:03:  
        wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW  
        Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"  
    }  
}  
]  
}  
]  
}  
]
```

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Montrer l'exemple

```
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy0/nvme0/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsyst0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMpzhmyjD
WOo0PJ JM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

Étape 8 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Configurer Rocky Linux 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

Les hôtes Rocky Linux prennent en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA fournit une fonctionnalité de multi-accès équivalente à l'accès aux unités logiques asymétriques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Apprenez à configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour Rocky Linux 8.x. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités de Rocky Linux ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec Rocky Linux 8.x présente les limitations connues suivantes :

- Le démarrage SAN à l'aide du protocole NVMe-oF n'est actuellement pas pris en charge.
- La prise en charge du multipath NVMe au niveau du noyau est désactivée par défaut sur les hôtes NVMe-oF sous Rocky Linux 8.x ; vous devez l'activer manuellement.
- NVMe/TCP est disponible en tant qu'aperçu technologique en raison de problèmes connus.

Étape 1 : Installez Rocky Linux et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez Rocky Linux 8.x sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau Rocky Linux 8.x requis :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Rocky Linux :

```
5.14.0-570.12.1.el9_6.x86_64
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre une version de package nvme-cli :

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. Sur l'hôte Rocky Linux, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn Chaîne sur le sous-système de matrice ONTAP correspondant à hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 2 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

La commande renvoie les versions du firmware :

```
14.4.317.10, sli-4:6:d  
14.4.317.10, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version`
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.2
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez que la sortie attendue de `lpfc_enable_fc4_type` est définie sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

L'exemple suivant montre les identités de port :

```
0x100000109bf044b1  
0x100000109bf044b2
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Montrer l'exemple

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
fffffffffffffe498bd
    abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000013b4 Err 00021443

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007af4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
fffffffffffffe5d74f
    abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014a5 Err 0002149a
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k  
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut obtenir les données de la page du journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP pris en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.2.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.1.25
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr: 192.168.2.24
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:   1
trsvcid: 8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:   192.168.1.24
eflags:   explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   4
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:   192.168.2.25
eflags:  none
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   2
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:   192.168.1.25
eflags:  none
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   5
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
```

```
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.1.25
```

```
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 16=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 17=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
```

```

portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 18=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 19=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none

```

2. Vérifier que les autres combinaisons de LIF cible-initiateur NVMe/TCP peuvent récupérer correctement les données de la page de journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24  
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24  
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25  
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

3. Exécutez le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

Étape 3 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

Vous pouvez activer des requêtes d'E/S de 1 Mo pour NVMe/FC configuré avec un adaptateur Broadcom. ONTAP signale une taille maximale de transfert de données (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. La taille maximale des demandes d'E/S peut donc atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S de 1 Mo, vous devez augmenter la valeur lpfc du paramètre lpfc_sg_seg_cnt paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le lpfc_sg_seg_cnt paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exédez dracut -f la commande et redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de lpfc_sg_seg_cnt est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 4 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model		

/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF	

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_1
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-
216d-
11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolicy=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-
0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-
0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-
0x21000024ff752e6c live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Montrer l'exemple

```
nvme-subsy5 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme1n1	linux_tcnvme_iscsi	
/vol/tcpnvme_1_0_0		/tcpnvme_ns

NSID	UUID	Size
1	5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6	21.47GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme1n1",
      "Vserver": "linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path": "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5242880
    },
  ]
}
```

Étape 5 : Examiner les problèmes connus

Voici les problèmes connus :

ID de bug NetApp	Titre	Description
"1479047"	Les hôtes NVMe-oF de Rocky Linux 8.x créent des contrôleurs de découverte persistants dupliqués.	Sur les hôtes NVMe-oF, vous pouvez utiliser la commande « nvme discover -p » pour créer des contrôleurs de découverte persistants (PDC). Cependant, si vous exécutez Rocky Linux 8.x sur un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque fois que « nvme discover -p » est exécuté. Lorsque cette commande est utilisée, un seul PDC doit être créé par combinaison initiateur-cible. Cependant, si vous exécutez Rocky Linux 8.x sur un hôte NVMe-oF, un PDC dupliqué est créé à chaque exécution de « nvme discover -p ». Cela entraîne une utilisation inutile des ressources, tant sur l'hôte que sur la cible.

SUSE Linux Enterprise Server

Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour SUSE Linux Enterprise Server

Les fonctionnalités prises en charge pour la configuration hôte avec NVMe over Fabrics (NVMe-oF) varient en fonction de votre version d'ONTAP et de SUSE Linux Enterprise Server.

Fonctionnalité	Version hôte du serveur d'entreprise SUSE Linux	Version ONTAP
NVMe/TCP signale tous les chemins optimisés pour les systèmes ASA r2	16	9.16.1 ou version ultérieure
Le chiffrement TLS 1.3 (Transport Layer Security) est pris en charge pour NVMe/TCP.	15 SP6 ou version ultérieure	9.16.1 ou version ultérieure
L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte RHEL et un contrôleur ONTAP.	15 SP4 ou version ultérieure	9.12.1 ou version ultérieure
Les contrôleurs de découverte persistants (PDC) sont pris en charge à l'aide d'un NQN de découverte unique	15 SP4 ou version ultérieure	9.11.1 ou version ultérieure
NVMe/TCP fournit des espaces de noms utilisant le natif <code>nvme-clι</code> emballer	15 SP4 ou version ultérieure	9.10.1 ou version ultérieure
Le trafic NVMe et SCSI est pris en charge sur le même hôte grâce à NVMe multipath pour les espaces de noms NVMe-oF et à dm-multipath pour les LUN SCSI.	15 SP1 ou version ultérieure	9.4 ou version ultérieure

ONTAP prend en charge les fonctionnalités hôtes SAN suivantes, quelle que soit la version ONTAP exécutée

sur votre système.

Fonctionnalité	Version hôte du serveur d'entreprise SUSE Linux
Le démarrage SAN est activé via le protocole NVMe/FC	15 SP7 ou version ultérieure
Le multipathing NVMe natif est activé par défaut	15 SP1 ou version ultérieure
Le <code>nvme-cli</code> Ce package inclut des scripts de connexion automatique, éliminant ainsi le besoin de scripts tiers.	15 SP1 ou version ultérieure



Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" .

Quelle est la prochaine étape

Si votre version de SUSE Linux Enterprise Server est ...	Découvrez ...
16	"Configuration de NVMe pour SUSE Linux Enterprise Server 16"
Série 15 SPx	"Configuration de NVMe pour SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx"

Informations associées

- ["Découvrez les systèmes ASA r2"](#)
- ["Découvrez comment gérer les protocoles NVMe"](#)

Configurer SUSE Linux Enterprise Server 16 pour NVMe-oF avec le stockage ONTAP

Le serveur hôte SUSE Linux Enterprise Server 16 prend en charge les protocoles NVMe sur Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe sur TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA offre une fonctionnalité de multipathing équivalente à l'asymmetric logical unit access (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Découvrez comment configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour SUSE Linux Enterprise Server 16. Pour plus d'informations sur l'assistance et les fonctionnalités, consultez "["Prise en charge et fonctionnalités ONTAP"](#)".

NVMe-oF avec SUSE Linux Enterprise Server 16 présente les limitations connues suivantes :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.
- La prise en charge de l'utilitaire hôte sanlun de NetApp n'est pas disponible pour NVMe-oF. Vous pouvez

en revanche utiliser le plug-in NetApp inclus dans le logiciel natif. `nvme-cli` package pour tous les transports NVMe-oF.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. ["Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte"](#) .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.
Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.
3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez SUSE Linux Enterprise Server et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez SUSE Linux Enterprise Server 16 sur le serveur. Après l'installation, vérifiez que vous utilisez le noyau SUSE Linux Enterprise Server 16 spécifié :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau SUSE Linux Enterprise Server :

```
6.12.0-160000.6-default
```

2. Installer le `nvme-cli` groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un `nvme-cli` version du paquet :

```
nvme-cli-2.11+29.g35e62868-160000.1.1.x86_64
```

3. Installer le `libnvme` groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme1-1.11+17.g6d55624d-160000.1.1.x86_64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_emulex
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
-----
vs_coexistence_emulex
    nvme1
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
    nvme10
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
    nvme11
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
    nvme12
        regular      nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
4 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn Chaîne sur le sous-système de matrice ONTAP correspondant à hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte FC Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
SN37A92079  
SN37A92079
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Emulex SN37A92079 32Gb 2-Port Fibre Channel Adapter  
Emulex SN37A92079 32Gb 2-Port Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

L'exemple suivant montre les versions du firmware :

```
14.4.393.53, sli-4:6:d  
14.4.393.53, sli-4:6:d
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.11
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez que la sortie attendue de `lpfc_enable_fc4_type` est définie sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x100000109bdacc75  
0x100000109bdacc76
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Affiche un exemple de résultat

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x100000109bdacc75 WWNN x200000109bdacc75
DID x060100 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2001d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x080801 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2003d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x080d01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2024d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020a09 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2026d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020a08 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2003d039ea5cf90 WWNN x2002d039ea5cf90
DID x061b01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2012d039ea5cf90 WWNN x2011d039ea5cf90
DID x061b05 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2005d039ea5cf90 WWNN x2002d039ea5cf90
DID x061201 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2014d039ea5cf90 WWNN x2011d039ea5cf90
DID x061205 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000017242 Cmpl 0000017242 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000378362 Issue 00000000003783c7 OutIO
0000000000000065
          abort 00000409 noxri 00000000 nondlp 0000003a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000409 Err 0000040a

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x100000109bdacc76 WWNN x200000109bdacc76
DID x062800 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2002d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x080701 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2004d039ea951c45 WWNN x2000d039ea951c45
DID x081501 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2025d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020913 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2027d039eab31e9c WWNN x2023d039eab31e9c
DID x020912 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2006d039ea5cf90 WWNN x2002d039ea5cf90
DID x061401 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```

NVME RPORT      WWPN x2015d039ea5cf90 WWNN x2011d039ea5cf90
DID x061405 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2004d039ea5cf90 WWNN x2002d039ea5cf90
DID x061301 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2013d039ea5cf90 WWNN x2011d039ea5cf90
DID x061305 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000017428 Cmpl 0000017428 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000003443be Issue 00000000034442a OutIO
0000000000000006c
          abort 00000491 noxri 00000000 nondlp 00000086 qdepth
00000000000000000006c
          wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000491 Err 00000494

```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

- Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2772 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k-debug
```

- Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut récupérer les données de la page de journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP prises en charge :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.10
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 42
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.211.71
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.111.71
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.211.70
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:   1
trsvcid: 8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:   192.168.111.70
eflags:   explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:   tcp
adrifam:  ipv4
subtype:  nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   4
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:   192.168.211.71
eflags:   none
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:   tcp
adrifam:  ipv4
subtype:  nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   3
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr:   192.168.111.71
eflags:   none
sectype:  none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:   tcp
adrifam:  ipv4
subtype:  nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   2
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
```

```
traddr: 192.168.211.70
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.sample_tcp_sub
traddr: 192.168.111.70
eflags: none
sectype: none
localhost:~ #
```

2. Vérifier que toutes les autres combinaisons de LIF NVMe/TCP initiator-target peuvent récupérer les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.10
nvme discover -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.11
nvme discover -t tcp -w 192.168.39.20 -a 192.168.39.10
nvme discover -t tcp -w 192.168.39.20 -a 192.168.39.11
```

3. Exécuter le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.38.20 -a  
192.168.38.10  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.38.20 -a  
192.168.38.11  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.39.20 -a  
192.168.39.10  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.39.20 -a  
192.168.39.11
```

Le paramètre pour NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « désactivé ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.

À partir de SUSE Linux Enterprise Server 16, la iopolicy par défaut pour NVMe-oF est définie sur `queue-depth`. Si vous souhaitez changer la iopolicy en `round-robin`, modifiez le fichier de règles udev comme suit :

Étapes

1. Ouvrez le fichier de règles udev dans un éditeur de texte avec des privilèges root :

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

2. Recherchez la ligne qui définit la politique d'E/S pour le contrôleur NetApp ONTAP , comme indiqué dans l'exemple de règle suivant :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystem}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

3. Modifiez la règle afin que queue-depth devienne round-robin :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsys_type}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

4. Rechargez les règles udev et appliquez les modifications :

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Vérifiez la politique d'E/S actuelle de votre sous-système. Remplacez <subsystem>, par exemple, nvme-subsys0 .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
round-robin
```

 La nouvelle politique d'E/S s'applique automatiquement aux périphériques NetApp ONTAP Controller correspondants. Vous n'avez pas besoin de redémarrer.

Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.

 Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service; enabled; vendor preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2024-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
     Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited, status=0/SUCCESS)
     Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is already connected
systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2024-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
     Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

Y

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-oF appropriés (tels que le modèle défini sur NetApp ONTAP Controller et la stratégie d'E/S d'équilibrage de charge définie sur queue-depth) pour les espaces de noms ONTAP respectifs se reflètent correctement sur l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
queue-depth  
queue-depth
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model		
/dev/nvme7n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----	21.47 GB / 21.47 GB		4 KiB + 0 B	FFFFFFF

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

```
nvme list-subsy /dev/<controller_ID>
```



À partir d'ONTAP 9.16.1, NVMe/FC et NVMe/TCP signalent tous les chemins optimisés sur les systèmes ASA r2.

NVMe/FC

L'exemple suivant montre les résultats pour un espace de noms hébergé sur un contrôleur ONTAP à deux nœuds pour les systèmes AFF, FAS et ASA ainsi que le système ASA r2 avec NVMe/FC.

Afficher un exemple de sortie AFF, FAS et ASA

```
nvme-subsy114 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9e30b9760a4911f08c87d039eab67a95:subsystem.sles
_161_27
    hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbfff-7ed30aef123f
iopolicy=round-robin\
+- nvme114 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2360d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live optimized
+- nvme115 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2362d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live non-optimized
+- nvme116 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2361d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live optimized
+- nvme117 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2363d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live non-optimized
```

Afficher un exemple de sortie ASA r2

```
nvme-subsy96 - NQN=nqn.1992-
08.om.netapp:sn.b351b2b6777b11f0b3c2d039ea5cf91:subsystem.nvme2
4
        hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
\
    +- nvme203 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cf90:pn-
0x2015d039ea5cf90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-
0x100000109bdacc76 live optimized
    +- nvme25 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cf90:pn-
0x2014d039ea5cf90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
    +- nvme30 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cf90:pn-
0x2012d039ea5cf90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
    +- nvme32 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cf90:pn-
0x2013d039ea5cf90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-
0x100000109bdacc76 live optimized
```

NVMe/TCP

L'exemple suivant montre des sorties affichant un espace de noms hébergé sur un contrôleur ONTAP à deux nœuds pour les systèmes AFF, FAS et ASA ainsi que les systèmes ASA r2 avec NVMe/TCP.

Afficher un exemple de sortie AFF, FAS et ASA

```
nvme-subsy9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme
10
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0035-5910-804b-b7c04f444d33
\
+- nvme105 tcp
traddr=192.168.39.10,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.39.20,src_
addr=192.168.39.20 live optimized
+- nvme153 tcp
traddr=192.168.39.11,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.39.20,src_
addr=192.168.39.20 live non-optimized
+- nvme57 tcp
traddr=192.168.38.11,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.38.20,src_
addr=192.168.38.20 live non-optimized
+- nvme9 tcp
traddr=192.168.38.10,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.38.20,src_
addr=192.168.38.20 live optimized
```

Afficher un exemple de sortie ASA r2

```
nvme-subsy4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-
0054-5110-8039-c3c04f523034
\
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.20.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_
addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.21.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
+- nvme7 tcp
traddr=192.168.21.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_
addr=192.168.21.21 live optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device NSID UUID	Vserver	Namespace Path	Size
/dev/nvme0n1 79510f05-7784-11f0-b3c2-d039ea5cf91	vs_coexistence_emulex	ns1	1
			21.47GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_coexistence_emulex",
      "Namespace_Path": "ns1",
      "NSID": 1,
      "UUID": "79510f05-7784-11f0-b3c2-d039ea5cf91",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5242880
    }
  ]
}
```

Étape 8 : Créer un contrôleur de découverte persistant

Vous pouvez créer un contrôleur de découverte persistant (PDC) pour un hôte SUSE Linux Enterprise Server 16. Un PDC est nécessaire pour détecter automatiquement une opération d'ajout ou de suppression de sous-système NVMe et les changements apportés aux données de la page de journal de découverte.

Étapes

1. Vérifier que les données de la page du journal de découverte sont disponibles et peuvent être récupérées via la combinaison port initiateur et LIF cible :

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Affiche un exemple de résultat

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.39.10
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.38.10
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr: 192.168.39.11
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
traddr:  192.168.38.11
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.39.10
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.38.10
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:  192.168.39.11
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
```

```
trtype:    tcp
adrifam:   ipv4
subtype:   nvme subsystem
treq:      not specified
portid:    2
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
traddr:   192.168.38.11
eflags:   none
sectype:  none
```

2. Créer un PDC pour le sous-système de découverte :

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.39.20 -a 192.168.39.11 -p
```

3. À partir du contrôleur ONTAP, vérifier que le PDC a été créé :

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

Affiche un exemple de résultat

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver
vs_tcp_sles16
Vserver Name: vs_tcp_sles16
          Controller ID: 0180h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:discovery
          Logical Interface: lif3
          Node: A400-12-171
          Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33
          Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.39.20
Transport Service Identifier: 8009
          Host Identifier: 4c4c454400355910804bb7c04f444d33
          Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false
Data Digest Enabled: false
Keep-Alive Timeout (msec): 30000
```

Étape 9 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte SUSE Linux Enterprise Server 16 et un contrôleur ONTAP.

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à un DH-HMAC-CHAP clé pour configurer une authentification sécurisée. Une clé DH-HMAC-CHAP est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande ou d'un fichier de configuration JSON. Si vous devez spécifier différentes clés dhchap pour différents sous-systèmes, vous devez utiliser un fichier JSON de configuration.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générer la clé dhchap pour l'hôte.

Le résultat suivant décrit les gen-dhchap-key paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33
DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcwI57rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwmhgwd
JWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:  
DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:  
DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:  
DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC-  
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvPd1QHn/7dQ4JjFG  
wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:  
DHHC-  
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvPd1QHn/7dQ4JjFG  
wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:  
DHHC-  
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvPd1QHn/7dQ4JjFG  
wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:  
DHHC-  
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvPd1QHn/7dQ4JjFG  
wmhgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles dans la configuration du contrôleur ONTAP, vous pouvez utiliser le /etc/nvme/config.json fichier avec la nvme connect-all commande.

Utilisez le -o option pour générer le fichier JSON. Reportez-vous aux pages de manuel NVMe connect-all pour plus d'options de syntaxe.

1. Configurez le fichier JSON :

Affiche un exemple de résultat

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-b7c04f444d33",
    "hostid": "4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.inba
nd_bidirectional",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.38.10",
                    "host_traddr": "192.168.38.20",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU="},
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.38.11",
                    "host_traddr": "192.168.38.20",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU="},
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.39.11",
                    "host_traddr": "192.168.39.20",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU="},
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.39.10",
```

```
        "host_traddr": "192.168.39.20",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvpDlQHn/7dQ4JjFGwm
hgwdJWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:"
    }
]
}
]
}
]
```



Dans l'exemple suivant, `dhchap_key` correspond à `dhchap_secret` et `dhchap_ctrl_key` correspond à `dhchap_ctrl_secret`.

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Affiche un exemple de résultat

```
traddr=192.168.38.10is already connected
traddr=192.168.39.10 is already connected
traddr=192.168.38.11 is already connected
traddr=192.168.39.11 is already connected
traddr=192.168.38.10is already connected
traddr=192.168.39.10 is already connected
traddr=192.168.38.11 is already connected
traddr=192.168.39.11 is already connected
traddr=192.168.38.10is already connected
traddr=192.168.39.10 is already connected
traddr=192.168.38.11 is already connected
traddr=192.168.39.11 is already connected
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système :

- Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:wkwAKk8r9Ip7qECKt7V5aIo/7Y1CH7DWkUfLfMxmseg39DFb:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
DHHC-
1:03:ohdxI1yIS8gBLwIOubcw157rXcozYuRgBsoWaBvxEvDlQHn/7dQ4JjFGwmhgwd
JWmVoripbWbMJy5eMAbCahN4hhYU=:
```

Étape 10 : Configurer la sécurité de la couche de transport

Le protocole TLS (Transport Layer Security) assure un chiffrement de bout en bout sécurisé pour les connexions NVMe entre les hôtes NVMe-oF et une baie ONTAP . Vous pouvez configurer TLS 1.3 à l'aide de l'interface de ligne de commande (CLI) et d'une clé pré-partagée (PSK) configurée.



Effectuez les étapes suivantes sur l'hôte SUSE Linux Enterprise Server, sauf indication contraire précisant que vous devez effectuer une étape sur le contrôleur ONTAP .

Etapes

1. Vérifiez que vous disposez des éléments suivants `ktls-utils`, `openssl`, et `libopenssl` paquets installés sur l'hôte :

- a. Vérifiez le `ktls-utils`:

```
rpm -qa | grep ktls
```

Vous devriez voir la sortie suivante affichée :

```
ktls-utils-0.10+33.g311d943-160000.2.2.x86_64
```

- a. Vérifiez les packages SSL :

```
rpm -qa | grep ssl
```

Affiche un exemple de résultat

```
libopenssl13-3.5.0-160000.3.2.x86_64  
openssl-3.5.0-160000.2.2.noarch  
openssl-3-3.5.0-160000.3.2.x86_64  
libopenssl13-x86-64-v3-3.5.0-160000.3.2.x86_64
```

2. Vérifiez que vous disposez de la configuration correcte pour /etc/tlshd.conf:

```
cat /etc/tlshd.conf
```

Affiche un exemple de résultat

```
[debug]  
loglevel=0  
tls=0  
nl=0  
  
[authenticate]  
#keyrings= <keyring>;<keyring>;<keyring>  
  
[authenticate.client]  
#x509.truststore= <pathname>  
#x509.certificate= <pathname>  
#x509.private_key= <pathname>  
  
[authenticate.server]  
#x509.truststore= <pathname>  
#x509.certificate= <pathname>  
#x509.private_key= <pathname>
```

3. Activer tlshd pour démarrer au démarrage du système :

```
systemctl enable tlshd
```

4. Vérifiez que le tlshd démon est en cours d'exécution :

```
systemctl status tlshd
```

Affiche un exemple de résultat

```
tlshd.service - Handshake service for kernel TLS consumers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tlshd.service; enabled;
preset: disabled)
     Active: active (running) since Wed 2024-08-21 15:46:53 IST; 4h
      57min ago
       Docs: man:tlshd(8)
    Main PID: 961 (tlshd)
      Tasks: 1
        CPU: 46ms
      CGroup: /system.slice/tlshd.service
              └─961 /usr/sbin/tlshd
Aug 21 15:46:54 RX2530-M4-17-153 tlshd[961]: Built from ktls-utils
0.11-dev on Mar 21 2024 12:00:00
```

5. Générez le TLS PSK en utilisant nvme gen-tls-key :

a. Vérifiez l'hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b7c04f444d33
```

b. Vérifiez la clé :

```
nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn= nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NVMeTLSkey-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

6. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez le protocole TLS PSK au sous-système ONTAP :

Affiche un exemple de résultat

```
nvme subsystem host add -vserver vs_iscsi_tcp -subsystem nvme1 -host  
-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-  
b2c04f444d33 -tls-configured-psk NVMeTLSkey-  
1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

7. Insérez le TLS PSK dans le porte-clés du noyau hôte :

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992  
-08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1  
--keydata=NVMeTLSkey  
-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj: --insert
```

Vous devriez voir la clé TLS suivante :

```
Inserted TLS key 069f56bb
```



Le PSK montre comme NVMe1R01 parce qu'il utilise identity v1 à partir de l'algorithme de négociation TLS. Identity v1 est la seule version prise en charge par ONTAP.

8. Vérifiez que TLS PSK est correctement inséré :

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

Affiche un exemple de résultat

```
069f56bb I-Q-- 5 perm 3b010000 0 0 psk NVMe1R01 nqn.2014-  
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33  
nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1  
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=: 32
```

9. Connectez-vous au sous-système ONTAP à l'aide du protocole TLS PSK inséré :

- Vérifiez le TLS PSK :

```
nvme connect -t tcp -w 192.168.38.20 -a 192.168.38.10 -n nqn.1992-08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1 --tls_key=0x069f56bb -tls
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
connecting to device: nvme0
```

a. Vérifiez la liste-sous-système :

```
nvme list-subsy
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1 hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
**
+- nvme0 tcp
    traddr=192.168.38.10,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.38.20,src_a
    ddr=192.168.38.20 live
```

10. Ajoutez la cible et vérifiez la connexion TLS au sous-système ONTAP spécifié :

```
nvme subsystem controller show -vserv vs_tcp_sles16 -subsystem nvme1 -instance
```

Affiche un exemple de résultat

```
(vserver nvme subsystem controller show)
    Vserver Name: vs_tcp_sles16
        Subsystem: nvme1
            Controller ID: 0040h
                Logical Interface: lif1
                    Node: A400-12-171
                    Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
                    Transport Protocol: nvme-tcp
                    Initiator Transport Address: 192.168.38.20
                    Host Identifier:
4c4c454400355910804bb2c04f444d33
                    Number of I/O Queues: 2
                    I/O Queue Depths: 128, 128
                    Admin Queue Depth: 32
                    Max I/O Size in Bytes: 1048576
                    Keep-Alive Timeout (msec): 5000
                    Subsystem UUID: 62203cfcd-826a-11f0-966e-
d039eab31e9d
                    Header Digest Enabled: false
                    Data Digest Enabled: false
                    Authentication Hash Function: sha-256
Authentication Diffie-Hellman Group: 3072-bit
                    Authentication Mode: unidirectional
                    Transport Service Identifier: 4420
                    TLS Key Type: configured
                    TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9927e165694211f0b4f4d039eab31e9d:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=
                    TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

Étape 11 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Configurer SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx pour NVMe-oF avec stockage ONTAP

L'hôte SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx prend en charge les protocoles NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et NVMe over TCP (NVMe/TCP) avec Asymmetric

Namespace Access (ANA). ANA offre une fonctionnalité de chemin multiple équivalente à l'accès asymétrique aux unités logiques (ALUA) dans les environnements iSCSI et FCP.

Découvrez comment configurer les hôtes NVMe over Fabrics (NVMe-oF) pour SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx. Pour plus d'assistance et d'informations sur les fonctionnalités, consultez "[Prise en charge et fonctionnalités ONTAP](#)".

NVMe-oF avec SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx présente les limitations connues suivantes :

- Le `nvme disconnect-all` Cette commande déconnecte les systèmes de fichiers racine et de données et peut entraîner une instabilité du système. Ne pas utiliser cette commande sur des systèmes démarrant à partir d'un SAN via des espaces de noms NVMe-TCP ou NVMe-FC.
- La prise en charge de l'utilitaire hôte `sanlun` de NetApp n'est pas disponible pour NVMe-oF. Vous pouvez en revanche utiliser le plug-in NetApp inclus dans le logiciel natif `nvme-cli` package pour tous les transports NVMe-oF.
- Pour SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 et versions antérieures, le démarrage SAN utilisant le protocole NVMe-oF n'est pas pris en charge.

Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN

Vous pouvez configurer votre hôte pour utiliser le démarrage SAN afin de simplifier le déploiement et d'améliorer l'évolutivité. Utilisez le "[Matrice d'interopérabilité](#)" pour vérifier que votre système d'exploitation Linux, votre adaptateur de bus hôte (HBA), votre micrologiciel HBA, votre BIOS de démarrage HBA et votre version ONTAP prennent en charge le démarrage SAN.

Étapes

1. "[Créez un espace de noms NVMe et mappez-le à l'hôte](#)" .
2. Activez le démarrage SAN dans le BIOS du serveur pour les ports auxquels l'espace de noms de démarrage SAN est mappé.

Pour plus d'informations sur l'activation du BIOS HBA, reportez-vous à la documentation spécifique au fournisseur.

3. Redémarrez l'hôte et vérifiez que le système d'exploitation est opérationnel.

Étape 2 : Installez SUSE Linux Enterprise Server et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.

Pour configurer votre hôte pour NVMe-oF, vous devez installer les packages logiciels hôte et NVMe, activer le multipathing et vérifier la configuration NQN de votre hôte.

Étapes

1. Installez SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous utilisez bien le noyau SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx spécifié :

```
uname -r
```

Exemple de version du noyau Rocky Linux :

```
6.4.0-150700.53.3-default
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

L'exemple suivant montre un nvme-cli version du paquet :

```
nvme-cli-2.11+22.gd31b1a01-150700.3.3.2.x86_64
```

3. Installer le libnvme groupe :

```
rpm -qa | grep libnvme
```

L'exemple suivant montre un libnvme version du paquet :

```
libnvme1-1.11+4.ge68a91ae-150700.4.3.2.x86_64
```

4. Sur l'hôte, vérifiez la chaîne hostnqn à /etc/nvme/hostnqn :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

L'exemple suivant montre un hostnqn version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

5. Sur le système ONTAP , vérifiez que le hostnqn La chaîne correspond à hostnqn chaîne de caractères pour le sous-système correspondant sur la matrice ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Montrer l'exemple

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
----- -----
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez la commande vserver modify pour mettre à jour le hostnqn Chaîne sur le sous-système de matrice ONTAP correspondant à hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP

Configurez NVMe/FC avec des adaptateurs Broadcom/Emulex ou Marvell/QLogic, ou configurez NVMe/TCP à l'aide d'opérations de découverte et de connexion manuelles.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte FC Broadcom/Emulex

Étapes

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

- a. Afficher les noms des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

- b. Afficher les descriptions des modèles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception :

- a. Afficher la version du firmware :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

L'exemple suivant montre les versions du firmware :

```
14.4.393.25, sli-4:2:c  
14.4.393.25, sli-4:2:c
```

- b. Afficher la version du pilote de la boîte de réception :

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

L'exemple suivant montre une version de pilote :

```
0:14.4.0.8
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez que la sortie attendue de `lpfc_enable_fc4_type` est définie sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

4. Vérifiez que vous pouvez afficher vos ports initiateurs :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Vous devriez voir une sortie similaire à :

```
0x10000090fae0ec88  
0x10000090fae0ec89
```

5. Vérifiez que vos ports initiateurs sont en ligne :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Online  
Online
```

6. Vérifiez que les ports initiateurs NVMe/FC sont activés et que les ports cibles sont visibles :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Affiche un exemple de résultat

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88
DID x0a1300 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x23b1d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1c01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x22bbd039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1c0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2362d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1c10 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x23afd039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1a02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x22b9d039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1a0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2360d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1a11 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000004ea0 Cmpl 0000004ea0 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000102c35 Issue 0000000000102c2d OutIO
fffffffffffffff8
        abort 00000175 noxri 00000000 nondlp 0000021d qdepth
00000000 wqerr 00000007 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000175 Err 0000058b
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89
DID x0a1200 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x23b2d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1d01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x22bcd039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1d0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2363d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1d10 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x23b0d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1b02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x22bad039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1b0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2361d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1b11 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
```

```
LS: Xmt 0000004e31 Cmpl 0000004e31 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000001017f2 Issue 00000000001017ef OutIO
fffffffffffffd
    abort 0000018a noxri 00000000 nondlp 0000012e qdepth
00000000 wqerr 00000004 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000018a Err 000005ca
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

L'exemple suivant montre les versions du pilote et du micrologiciel :

```
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.400-k-debug
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.400-k-debug
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

NVMe/TCP

Le protocole NVMe/TCP ne prend pas en charge l'opération de connexion automatique. Au lieu de cela, vous pouvez découvrir les sous-systèmes et espaces de noms NVMe/TCP en exécutant l'opération NVMe/TCP. connect ou connect-all opérations manuellement.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut récupérer les données de la page de journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP prises en charge :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.70

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 42
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.211.71
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.111.71
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.211.70
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.111.70
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr: 192.168.211.71
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr: 192.168.111.71
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
```

```
le_tcp_sub
traddr: 192.168.211.70
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub
traddr: 192.168.111.70
eflags: none
sectype: none
localhost:~ #
```

2. Vérifier que toutes les autres combinaisons de LIF NVMe/TCP initiator-target peuvent récupérer les données de la page du journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.67
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.67
```

3. Exécutez le **nvme connect-all** Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.80 -a  
192.168.111.66  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.80 -a  
192.168.111.67  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.80 -a  
192.168.211.66  
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.80 -a  
192.168.211.67
```

À partir de SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6, le paramètre NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo timeout` est automatiquement réglé sur « désactivé ». Par conséquent :

- Il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (nouvelle tentative indéfinie).
- Vous n'avez pas besoin de configurer manuellement un élément spécifique `ctrl_loss_tmo timeout` durée lors de l'utilisation du `nvme connect` ou `nvme connect-all` commandes (option `-l`).
- Les contrôleurs NVMe/TCP ne subissent pas de dépassement de délai en cas de défaillance d'un chemin et restent connectés indéfiniment.

Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.

À partir de SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6, la stratégie d'E/S par défaut pour NVMe-oF est définie sur `round-robin`. Si vous souhaitez modifier la politique d'E/S en `queue-depth`, modifiez le fichier de règles `udev` comme suit :

Étapes

1. Ouvrez le fichier de règles `udev` dans un éditeur de texte avec des privilèges root :

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme.rules
```

2. Recherchez la ligne qui définit la politique d'E/S pour le contrôleur NetApp ONTAP , comme indiqué dans l'exemple de règle suivant :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystem}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. Modifier la règle afin que round-robin devient queue-depth :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsys_type}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Rechargez les règles udev et appliquez les modifications :

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Vérifiez la politique d'E/S actuelle de votre sous-système. Remplacez <subsystem>, par exemple, nvme-subsys0 .

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

queue-depth.

 La nouvelle politique d'E/S s'applique automatiquement aux périphériques NetApp ONTAP Controller correspondants. Vous n'avez pas besoin de redémarrer.

Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.

 Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe

Le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cl` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

Une fois le démarrage terminé, vérifiez que le `nvmefc-boot-connections.service` et `nvmf-autoconnect.service` les services de démarrage sont activés.

Étapes

1. Vérifiez que `nvmf-autoconnect.service` est activé :

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Fri 2025-07-04 23:56:38 IST; 4 days ago
     Main PID: 12208 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 62ms

Jul 04 23:56:26 localhost systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jul 04 23:56:38 localhost systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jul 04 23:56:38 localhost systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vérifiez que `nvmefc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvmefc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Mon 2025-07-07 19:52:30 IST; 1 day 4h ago
     Main PID: 2945 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 14ms

Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing

Vérifiez que l'état des chemins d'accès multiples NVMe in-kernel, l'état ANA et les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
Y
```

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-oF appropriés (tels que le modèle défini sur NetApp ONTAP Controller et la stratégie d'E/S d'équilibrage de charge définie sur queue-depth) pour les espaces de noms ONTAP respectifs se reflètent correctement sur l'hôte :

- a. Afficher les sous-systèmes :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Afficher la politique :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
queue-depth  
queue-depth
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Montrer l'exemple

Node	SN	Model
/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF	

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n5
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-subsys114 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9e30b9760a4911f08c87d039eab67a95:subsystem.sles
_161_27
    hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
iopolicy=round-robin\
+- nvme114 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2360d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live optimized
+- nvme115 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2362d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live non-optimized
+- nvme116 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2361d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live optimized
+- nvme117 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2363d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme9n1
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-subsy9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.with
_inband_with_json hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme10 tcp
traddr=192.168.111.71,trsvcid=4420,src_addr=192.168.111.80 live
non-optimized
+- nvme11 tcp
traddr=192.168.211.70,trsvcid=4420,src_addr=192.168.211.80 live
optimized
+- nvme12 tcp
traddr=192.168.111.70,trsvcid=4420,src_addr=192.168.111.80 live
optimized
+- nvme9 tcp
traddr=192.168.211.71,trsvcid=4420,src_addr=192.168.211.80 live
non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Montrer l'exemple

Device	Vserver	Namespace Path	Size
NSID	UUID		
/dev/nvme0n1	vs_161		
/vol/fc_nvme_vol1/fc_nvme_ns1 32fd92c7-0797-428e-a577-fdb3f14d0dc3			1 5.37GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Montrer l'exemple

```
{  
    "Device": "/dev/nvme98n2",  
    "Vserver": "vs_161",  
    "Namespace_Path": "/vol/fc_nvme_vol71/fc_nvme_ns71",  
    "NSID": 2,  
    "UUID": "39d634c4-a75e-4fdb-ab00-3f9355a26e43",  
    "LBA_Size": 4096,  
    "Namespace_Size": 5368709120,  
    "UsedBytes": 430649344,  
}  
]  
}
```

Étape 8 : Créer un contrôleur de découverte persistant

Vous pouvez créer un contrôleur de découverte persistant (PDC) pour un hôte SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx. Un contrôleur de périphérique (PDC) est nécessaire pour détecter automatiquement une opération d'ajout ou de suppression d'un sous-système NVMe et les modifications apportées aux données de la page de journal de découverte.

Étapes

1. Vérifier que les données de la page du journal de découverte sont disponibles et peuvent être récupérées via la combinaison port initiateur et LIF cible :

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Affiche un exemple de résultat

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr: 192.168.111.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr: 192.168.211.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr: 192.168.111.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr:  192.168.211.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.111.66
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.211.66
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.111.67
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
```

```
trtype:    tcp
adrifam:   ipv4
subtype:   nvme subsystem
treq:      not specified
portid:    1
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:   192.168.211.67
eflags:   none
sectype:  none
```

2. Créer un PDC pour le sous-système de découverte :

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66 -p
```

3. À partir du contrôleur ONTAP, vérifier que le PDC a été créé :

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

Affiche un exemple de résultat

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_pdc

    Vserver Name: vs_pdc
        Controller ID: 0101h
        Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
        Logical Interface: lif2
            Node: A400-12-181
            Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-b6b2-3a68dd3bab57
            Transport Protocol: nvme-tcp
        Initiator Transport Address: 192.168.111.80
        Transport Service Identifier: 8009
            Host Identifier: 9796c1ec0d3411ebb6b23a68dd3bab57
            Admin Queue Depth: 32
            Header Digest Enabled: false
            Data Digest Enabled: false
        Keep-Alive Timeout (msec): 30000
```

Étape 9 : Configurer une authentification sécurisée en bande

L'authentification sécurisée en bande est prise en charge via NVMe/TCP entre un hôte SUSE Linux Enterprise Server 15 SPx et un contrôleur ONTAP .

Chaque hôte ou contrôleur doit être associé à un DH-HMAC-CHAP clé pour configurer une authentification sécurisée. Une clé DH-HMAC-CHAP est une combinaison du NQN de l'hôte ou du contrôleur NVMe et d'un secret d'authentification configuré par l'administrateur. Pour authentifier son homologue, un hôte ou un contrôleur NVMe doit reconnaître la clé associée à cet homologue.

Étapes

Configurez une authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande ou d'un fichier de configuration JSON. Si vous devez spécifier différentes clés dhchap pour différents sous-systèmes, vous devez utiliser un fichier JSON de configuration.

CLI

Configurez l'authentification intrabande sécurisée à l'aide de l'interface de ligne de commande.

1. Obtenir le NQN hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Générer la clé dhchap pour l'hôte.

Le résultat suivant décrit les gen-dhchap-key paramètres de commande :

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
• -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
• -l length of the resulting key in bytes
• -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
• -n host NQN to use for key transformation
```

Dans l'exemple suivant, une clé dhchap aléatoire avec HMAC définie sur 3 (SHA-512) est générée.

```
nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTZiUAg1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```

3. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez l'hôte et spécifiez les deux clés dhchap :

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Un hôte prend en charge deux types de méthodes d'authentification, unidirectionnelles et bidirectionnelles. Sur l'hôte, connectez-vous au contrôleur ONTAP et spécifiez des clés dhchap en fonction de la méthode d'authentification choisie :

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Valider le nvme connect authentication en vérifiant les clés dhchap de l'hôte et du contrôleur :

- a. Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsyX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsy6/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```

JSON

Lorsque plusieurs sous-systèmes NVMe sont disponibles dans la configuration du contrôleur ONTAP, vous pouvez utiliser le `/etc/nvme/config.json` fichier avec la `nvme connect-all` commande.

Utilisez le `-o` option pour générer le fichier JSON. Reportez-vous aux pages de manuel NVMe connect-all pour plus d'options de syntaxe.

1. Configurez le fichier JSON :

Affiche un exemple de résultat

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-b2c04f444d33",
    "hostid": "4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC\GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.111.70",
                    "host_traddr": "192.168.111.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.111.71",
                    "host_traddr": "192.168.111.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.211.70",
                    "host_traddr": "192.168.211.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.211.71",
```

```
        "host_traddr": "192.168.211.80",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6tWr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PiKZCoilKGef8lAvh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
    }
]
}
]
```



Dans l'exemple suivant, `dhchap_key` correspond à `dhchap_secret` et `dhchap_ctrl_key` correspond à `dhchap_ctrl_secret`.

2. Connectez-vous au contrôleur ONTAP à l'aide du fichier JSON de configuration :

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Affiche un exemple de résultat

```
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
```

3. Vérifiez que les secrets dhchap ont été activés pour les contrôleurs respectifs de chaque sous-système :

- Vérifiez les clés dhchap hôte :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC/GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:
```

- b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvhYS0P
NK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:
```

Étape 10 : Configurer la sécurité de la couche de transport

Le protocole TLS (Transport Layer Security) assure un chiffrement de bout en bout sécurisé pour les connexions NVMe entre les hôtes NVMe-oF et une baie ONTAP . Vous pouvez configurer TLS 1.3 à l'aide de l'interface de ligne de commande (CLI) et d'une clé pré-partagée (PSK) configurée.



Effectuez les étapes suivantes sur l'hôte SUSE Linux Enterprise Server, sauf indication contraire précisant que vous devez effectuer une étape sur le contrôleur ONTAP .

Etapes

1. Vérifiez que vous disposez des éléments suivants `ktls-utils`, `openssl`, et `libopenssl` paquets installés sur l'hôte :

- a. Vérifiez le `ktls-utils`:

```
rpm -qa | grep ktls
```

Vous devriez voir la sortie suivante affichée :

```
ktls-utils-0.10+33.g311d943-150700.1.5.x86_64
```

- a. Vérifiez les packages SSL :

```
rpm -qa | grep ssl
```

Affiche un exemple de résultat

```
libopenssl3-3.2.3-150700.3.20.x86_64  
openssl-3-3.2.3-150700.3.20.x86_64  
libopenssl1_1-1.1.1w-150700.9.37.x86_64
```

2. Vérifiez que vous disposez de la configuration correcte pour /etc/tlshd.conf:

```
cat /etc/tlshd.conf
```

Affiche un exemple de résultat

```
[debug]  
loglevel=0  
tls=0  
nl=0  
[authenticate]  
keyrings=.nvme  
[authenticate.client]  
#x509.truststore= <pathname>  
#x509.certificate= <pathname>  
#x509.private_key= <pathname>  
[authenticate.server]  
#x509.truststore= <pathname>  
#x509.certificate= <pathname>  
#x509.private_key= <pathname>
```

3. Activer tlshd pour démarrer au démarrage du système :

```
systemctl enable tlshd
```

4. Vérifiez que le tlshd démon est en cours d'exécution :

```
systemctl status tlshd
```

Affiche un exemple de résultat

```
tlshd.service - Handshake service for kernel TLS consumers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tlshd.service; enabled;
preset: disabled)
     Active: active (running) since Wed 2024-08-21 15:46:53 IST; 4h
      57min ago
       Docs: man:tlshd(8)
    Main PID: 961 (tlshd)
      Tasks: 1
        CPU: 46ms
      CGroup: /system.slice/tlshd.service
              └─961 /usr/sbin/tlshd
Aug 21 15:46:54 RX2530-M4-17-153 tlshd[961]: Built from ktls-utils
0.11-dev on Mar 21 2024 12:00:00
```

5. Générez le TLS PSK en utilisant nvme gen-tls-key :

a. Vérifiez l'hôte :

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
```

b. Vérifiez la clé :

```
nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn= nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
NVMeTLSkey-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

6. Sur le contrôleur ONTAP, ajoutez le protocole TLS PSK au sous-système ONTAP :

Affiche un exemple de résultat

```
nvme subsystem host add -vserver vs_iscsi_tcp -subsystem nvme1 -host  
-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-  
b2c04f444d33 -tls-configured-psk NVMeTLSkey-  
1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

7. Insérez le TLS PSK dans le porte-clés du noyau hôte :

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992  
-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1  
--keydata=NVMeTLSkey  
-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj: --insert
```

Vous devriez voir la clé TLS suivante :

```
Inserted TLS key 22152a7e
```



Le PSK montre comme NVMe1R01 parce qu'il utilise identity v1 à partir de l'algorithme de négociation TLS. Identity v1 est la seule version prise en charge par ONTAP.

8. Vérifiez que TLS PSK est correctement inséré :

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

Affiche un exemple de résultat

```
069f56bb I--Q---      5 perm 3b010000      0      0 psk          NVMe1R01  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33  
nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1  
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=: 32
```

9. Connectez-vous au sous-système ONTAP à l'aide du protocole TLS PSK inséré :

- Vérifiez le TLS PSK :

```
nvme connect -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66 -n nqn.1992-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1 --tls_key=0x069f56bb -tls
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
connecting to device: nvme0
```

a. Vérifiez la liste-sous-système :

```
nvme list-subsy
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1 hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33 \
+- nvme0 tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.80,src_addr=192.168.111.80 live
```

10. Ajoutez la cible et vérifiez la connexion TLS au sous-système ONTAP spécifié :

```
nvme subsystem controller show -vserver sles15_tls -subsystem sles15 -instance
```

Affiche un exemple de résultat

```
(vserver nvme subsystem controller show)
    Vserver Name: vs_iscsi_tcp
    Subsystem: nvme1
    Controller ID: 0040h
    Logical Interface: tcpnvme_lif1_1
    Node: A400-12-181
    Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
    Transport Protocol: nvme-tcp
    Initiator Transport Address: 192.168.111.80
    Host Identifier:
4c4c454400355910804bb2c04f444d33
    Number of I/O Queues: 2
    I/O Queue Depths: 128, 128
    Admin Queue Depth: 32
    Max I/O Size in Bytes: 1048576
    Keep-Alive Timeout (msec): 5000
    Subsystem UUID: 8bbfb403-1602-11f0-ac2b-
d039eab67a95
    Header Digest Enabled: false
    Data Digest Enabled: false
    Authentication Hash Function: sha-256
Authentication Diffie-Hellman Group: 3072-bit
    Authentication Mode: unidirectional
    Transport Service Identifier: 4420
    TLS Key Type: configured
    TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=
    TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

Étape 11 : passez en revue les problèmes connus

Il n'y a pas de problème connu.

Ubuntu

Configuration hôte NVMe-of pour Ubuntu 24.04 avec ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), y compris NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et

d'autres moyens de transport, est pris en charge avec Ubuntu 24.04 et ANA (Asymmetric Namespace Access). Dans les environnements NVMe-of, ANA est l'équivalent des chemins d'accès multiples ALUA dans les environnements iSCSI et FC. Il est implémenté avec les chemins d'accès multiples NVMe intégrés au noyau.

La prise en charge suivante est disponible pour la configuration hôte NVMe-of pour Ubuntu 24.04 avec ONTAP :

- Le plug-in NetApp du package nvme-cli natif affiche les détails des ONTAP pour les namespaces NVMe/FC.
- Utilisation du trafic existant NVMe et SCSI sur le même hôte sur un adaptateur de bus hôte (HBA) donné, sans les paramètres dm-multipathing explicites pour empêcher la demande d'espaces de noms NVMe.

Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

Caractéristiques

Ubuntu 24.04 dispose par défaut d'un multipath NVMe intégré au noyau activé pour les namespaces NVMe. Cela signifie que vous n'avez pas besoin de paramètres explicites.

Limites connues

Le démarrage SAN à l'aide du protocole NVMe-of n'est actuellement pas pris en charge pour Ubuntu 24.04 avec ONTAP.

Validation des versions logicielles

Vous pouvez utiliser la procédure suivante pour valider les versions minimales du logiciel Ubuntu 24.04 prises en charge.

Étapes

1. Installez Ubuntu 24.04 sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous exécutez le noyau Ubuntu 24.04 spécifié :

```
uname -r
```

```
6.8.0-31-generic
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
apt list | grep nvme
```

```
nvme-cli/noble-updates 2.8-1ubuntu0.1 amd64
```

3. Sur l'hôte Ubuntu 24.04, vérifiez la chaîne hostnqn à l'adresse /etc/nvme/hostnqn:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:ace18dd8-1f5a-11ec-b0c3-3a68dd61a6ff
```

4. Vérifiez que la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn correspond à la hostnqn chaîne du sous-système correspondant sur la baie ONTAP :

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_106_fc_nvme
```

Vserver	Subsystem	Host NQN
-----	-----	-----
-----	-----	-----
vs_106_fc_nvme	ub_106	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-4353-9995-ba4536214631



Si les hostnqn chaînes ne correspondent pas, utilisez la vserver modify commande pour mettre à jour la hostnqn chaîne sur votre sous-système de matrice ONTAP correspondant afin qu'elle corresponde à la hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Configurez NVMe/FC

Vous pouvez configurer NVMe/FC pour les cartes Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

Broadcom/Emulex

Configuration de NVMe/FC pour une carte Broadcom/Emulex

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle d'adaptateur pris en charge :

a. cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

b. cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez le micrologiciel Broadcom et le pilote de boîte de réception recommandés lpfc.

a. cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev

```
14.4.317.10, sli-4:6:d  
14.4.317.10, sli-4:6:d
```

b. cat /sys/module/lpfc/version

```
0:14.2.0.17
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le lpfc_enable_fc4_type est défini sur 3:

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
```

La sortie attendue est 3.

4. Vérifier que les ports initiateurs sont opérationnels et que les LIFs cibles sont visibles :

a. cat /sys/class/fc_host/host*/port_name

```
0x100000109bf0447b  
0x100000109bf0447c
```

b. cat /sys/class/fc_host/host*/port_state

```
Online  
Online
```

c. cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

Affiche un exemple de résultat

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b
DID x022600 ONLINE
NVME RPORT           WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b
DID x021006 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000187 Cmpl 0000000187 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000014096514 Issue 000000001407fcf6 OutIO
fffffffffffffe97c2
    abort 00000048 noxri 00000000 nondlp 0000001c qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000048 Err 00000077

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c
DID x022300 ONLINE
NVME RPORT           WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b
DID x021106 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000187 Cmpl 0000000187 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000140970ed Issue 00000000140813da OutIO
fffffffffffffea2ed
    abort 00000047 noxri 00000000 nondlp 0000002b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000047 Err 00000075
```

Marvell/QLogic

Le pilote natif de boîte de réception qla2xxx inclus dans le noyau Ubuntu 24.04 GA a les derniers

correctifs en amont. Ces correctifs sont essentiels à la prise en charge de ONTAP.

Configuration du NVMe/FC pour un adaptateur Marvell/QLogic

Étapes

1. Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

```
QLE2872 FW: v9.15.00 DVR: v10.02.09.100-k  
QLE2872 FW: v9.15.00 DVR: v10.02.09.100-k
```

2. Vérifiez-le ql2xnvmeenable est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
```

La sortie attendue est 1.

Activer les E/S de 1 Mo (en option)

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la lpfc valeur de la lpfc_sg_seg_cnt paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le lpfc_sg_seg_cnt paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez dracut -f la commande et redémarrez l'hôte.
3. Vérifier que la valeur de lpfc_sg_seg_cnt est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Configurez NVMe/TCP

NVMe/TCP ne prend pas en charge la fonctionnalité de connexion automatique. Vous pouvez détecter manuellement les sous-systèmes et les espaces de noms NVMe/TCP à l'aide des connect commandes ou connect-all.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut récupérer les données de la page de journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP prises en charge :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Montrer l'exemple

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.155
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr: 192.168.167.156
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr: 192.168.166.156
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr: 192.168.167.155
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:   1
trsvcid: 8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:discovery
traddr:   192.168.166.155
eflags:   explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   4
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
traddr:   192.168.167.156
eflags:   none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   2
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
traddr:   192.168.166.156
eflags:   none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   3
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
```

```
traddr: 192.168.167.155
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubuntu_2
4.04_tcp_211
traddr: 192.168.166.155
eflags: none
sectype: none
```

2. Vérifiez que les autres combinaisons de LIF cible-initiateur NVMe/TCP peuvent récupérer les données de la page du journal de détection :

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Affiche un exemple de résultat

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.155
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.156
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.155
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.156
```

3. Exécutez le nvme connect-all Commande sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur l'ensemble des nœuds :

```
nvme connect-all -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Affiche un exemple de résultat

```
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.155  
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.150 -a 192.168.167.156  
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.155  
#nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.150 -a 192.168.166.156
```



À partir d'Ubuntu 24.04, le paramètre par défaut du délai d'expiration `ctrl_Loss_tmo` pour NVMe/TCP est désactivé. Cela signifie qu'il n'y a pas de limite au nombre de tentatives (tentatives indéterminées) et que vous n'avez pas besoin de configurer manuellement une durée de temporisation `ctrl_Loss_tmo` spécifique lors de l'utilisation des `nvme connect` commandes ou `nvme connect-all` (option `-l`). Avec ce comportement par défaut, les contrôleurs NVMe/TCP ne connaissent pas de délais d'expiration en cas de défaillance de chemin et restent connectés indéfiniment.

Validez la spécification NVMe-of

La procédure suivante permet de valider la NVME-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

La sortie attendue est « `y` ».

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur « contrôleur NetApp ONTAP » et iopole d'équilibrage de la charge défini sur « round-Robin ») pour les espaces de noms ONTAP respectifs s'affichent correctement sur l'hôte :

a. `cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/model`

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

b. `cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy`

```
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
nvme list
```

Affiche un exemple de résultat

Node	SN	Model		

/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller		
Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFFFF	

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.
ubuntu_24.04 \
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9b7d42b764ff11efb8fed039eabac370:subsystem.ubun
tu_24.04_tcp_211
    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-
0050-3410-8035-c3c04f4a5933
        iopolicy=round-robin
    +- nvme0 tcp
        traddr=192.168.166.155,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.150,
        src_addr=192.168.166.150 live optimized
    +- nvme1 tcp
        traddr=192.168.167.155,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.150,
        src_addr=192.168.167.150 live optimized
    +- nvme2 tcp
        traddr=192.168.166.156,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.150,
        src_addr=192.168.166.150 live non-optimized
    +- nvme3 tcp
        traddr=192.168.167.156,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.150,
        src_addr=192.168.167.150 live non-optimized
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Affiche un exemple de résultat

Device Size	Vserver	Namespace Path	NSID	UUID
/dev/nvme0n1 1cc7bc78-8d7b-4d8e-a3c4-750f9461a6e9	vs_211_tcp	/vol/tcpvol1/ns1	1	21.47GB

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Affiche un exemple de résultat

```
{  
  
    "ONTAPdevices" : [  
        {  
            "Device":"/dev/nvme0n9",  
            "Vserver":"vs_211_tcp",  
            "Namespace_Path":"/vol/tcpvol9/ns9",  
            "NSID":9,  
            "UUID":"99640dd9-8463-4c12-8282-b525b39fc10b",  
            "Size":"21.47GB",  
            "LBA_Data_Size":4096,  
            "Namespace_Size":5242880  
        }  
    ]  
}
```

Problèmes connus

Il n'existe aucun problème connu pour la configuration hôte NVMe-of pour Ubuntu 24.04 avec la version ONTAP.

Configuration hôte NVMe-of pour Ubuntu 24.04 avec ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), y compris NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) et d'autres moyens de transport, est pris en charge avec Ubuntu 22.04 avec ANA (Asymmetric Namespace Access). Dans les environnements NVMe-of, ANA est l'équivalent des chemins d'accès multiples ALUA dans les environnements iSCSI et FC. Il est implémenté avec les chemins d'accès multiples NVMe intégrés au noyau.

La prise en charge suivante est disponible pour la configuration hôte NVMe-of pour Ubuntu 22.04 avec ONTAP :

- Le plug-in NetApp du package nvme-cli natif affiche les détails des ONTAP pour les namespaces NVMe/FC.
- Utilisation du trafic existant NVMe et SCSI sur le même hôte sur un adaptateur de bus hôte (HBA) donné, sans les paramètres dm-multipathing explicites pour empêcher la demande d'espaces de noms NVMe.

Pour plus de détails sur les configurations prises en charge, consultez le "["Matrice d'interopérabilité"](#)".

Caractéristiques

Ubuntu 22.04 dispose par défaut d'un multipath NVMe intégré au noyau activé pour les namespaces NVMe. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de définir des paramètres explicites.

Limites connues

Le démarrage SAN à l'aide du protocole NVMe-of n'est pas pris en charge pour le moment.

Validation des versions logicielles

Vous pouvez utiliser la procédure suivante pour valider les versions minimales du logiciel Ubuntu 22.04 prises en charge.

Étapes

1. Installez Ubuntu 22.04 sur le serveur. Une fois l'installation terminée, vérifiez que vous exécutez le noyau Ubuntu 22.04 spécifié :

```
# uname -r
```

Exemple de sortie :

```
5.15.0-101-generic
```

2. Installer le nvme-cli groupe :

```
# apt list | grep nvme
```

Exemple de sortie :

```
nvme-cli/jammy-updates, now 1.16-3ubuntu0.1 amd64
```

3. Sur l'hôte Ubuntu 22.04, vérifiez la chaîne hostnqn à l'adresse /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Exemple de sortie

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:063a9fa0-438a-4737-b9b4-95a21c66d041
```

4. Vérifiez que le hostnqn la chaîne correspond au hostnqn Chaîne du sous-système correspondant sur la baie ONTAP :

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_106_fc_nvme
```

Exemple de sortie :

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_106_fc_nvme	ub_106	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-4353-9995-ba4536214631



Si le hostnqn les chaînes ne correspondent pas, utilisez le vserver modify commande pour mettre à jour le hostnqn Chaîne sur le sous-système de matrice ONTAP correspondant à hostnqn chaîne de /etc/nvme/hostnqn sur l'hôte.

Configurez NVMe/FC

Vous pouvez configurer NVMe/FC pour les cartes Broadcom/Emulex ou Marvell/Qlogic.

Broadcom/Emulex

1. Vérifiez que vous utilisez le modèle de carte pris en charge.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Exemple de sortie :

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Exemple de sortie :

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vérifiez que vous utilisez la carte Broadcom recommandée lpfc micrologiciel et pilote de boîte de réception.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0: 14.0.0.4
```

Pour obtenir la liste actuelle des versions de pilotes et de micrologiciels de carte prises en charge, consultez le "[Matrice d'interopérabilité](#)".

3. Vérifiez-le lpfc_enable_fc4_type est défini sur 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vérifier que les ports initiateurs sont opérationnels et que les LIFs cibles sont visibles :

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109bf0447c
0x100000109bf0447b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
    NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x022300 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x200cd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021509 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021108 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000000e Cmpl 00000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000005238 Issue 00000000000523a OutIO
0000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022600 ONLINE
NVME RPORT      WWPN x200bd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021409 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT      WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021008 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000000e Cmpl 00000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000523c Issue 00000000000523e OutIO
0000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

```

Adaptateur FC Marvell/QLogic pour NVMe/FC

Le pilote natif de boîte de réception qla2xxx inclus dans le noyau Ubuntu 22.04 GA a les derniers

correctifs en amont. Ces correctifs sont essentiels à la prise en charge de ONTAP.

1. Vérifiez que vous exécutez les versions du pilote de carte et du micrologiciel prises en charge :

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Exemple de sortie

```
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k  
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
```

2. Vérifiez-le `ql2xnvmeenable` est défini. L'adaptateur Marvell peut ainsi fonctionner en tant qu'initiateur NVMe/FC :

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

Activer les E/S de 1 Mo (en option)

ONTAP signale une taille de transfert de données maximale (MDTS) de 8 dans les données du contrôleur d'identification. Cela signifie que la taille maximale de la demande d'E/S peut atteindre 1 Mo. Pour émettre des requêtes d'E/S d'une taille de 1 Mo pour un hôte Broadcom NVMe/FC, vous devez augmenter la `lpfc` valeur de la `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre à 256 à partir de la valeur par défaut de 64.



Ces étapes ne s'appliquent pas aux hôtes NVMe/FC Qlogic.

Étapes

1. Réglez le `lpfc_sg_seg_cnt` paramètre sur 256 :

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Exécutez `dracut -f` la commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifier que la valeur de `lpfc_sg_seg_cnt` est 256 :

```
cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
```

Configurez NVMe/TCP

NVMe/TCP ne dispose pas de la fonctionnalité de connexion automatique. Par conséquent, si un chemin tombe en panne et n'est pas rétabli dans le délai par défaut de 10 minutes, NVMe/TCP ne peut pas se reconnecter automatiquement. Pour éviter une temporisation, vous devez définir la période de nouvelle tentative pour les événements de basculement sur incident à au moins 30 minutes.

Étapes

1. Vérifiez que le port initiateur peut récupérer les données de la page de journal de découverte sur les LIF NVMe/TCP prises en charge :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Exemple de sortie :

```
# nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47-a 10.10.10.122

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 10.10.10.122
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 10.10.10.124
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
```

2. Vérifier que les autres combinaisons de LIF cible-initiateur NVMe/TCP peuvent récupérer correctement les

données de la page de journal de découverte :

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Exemple de sortie :

```
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122  
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124  
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122  
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.11.
```

3. Exécutez la commande nvme Connect-all sur toutes les LIF cible-initiateur NVMe/TCP prises en charge sur les nœuds, et définissez le délai d'expiration de la perte du contrôleur pendant au moins 30 minutes ou 1800 secondes :

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Exemple de sortie :

```
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122 -l 1800  
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124 -l 1800  
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122 -l 1800  
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.124 -l 1800
```

Validez la spécification NVMe-of

La procédure suivante permet de valider la NVME-of.

Étapes

1. Vérifiez que le chemin d'accès multiples NVMe intégré au noyau est activé :

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath  
Y
```

2. Vérifiez que les paramètres NVMe-of appropriés (par exemple, modèle défini sur contrôleur NetApp ONTAP et iopole d'équilibrage de la charge sur round-Robin) pour les espaces de noms ONTAP respectifs reflètent correctement l'hôte :

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/model  
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy*/iopolicy  
round-robin  
round-robin
```

3. Vérifiez que les espaces de noms sont créés et correctement découverts sur l'hôte :

```
# nvme list
```

Exemple de sortie :

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	FFFF

4. Vérifiez que l'état du contrôleur de chaque chemin est actif et que l'état ANA est correct :

NVMe/FC

```
# nvme list-subsy /dev/nvme0n1
```

Exemple de sortie :

```
nvme-subsy4 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem. ub_106
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-
0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVME/TCP

```
# nvme list-subsy /dev/nvme1n1
```

Exemple de sortie :

```
nvme-subsy1 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:sn.
bbfb4ee8dfb611edb07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=10.10.10.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10
.10.10.47 live
+- nvme2 tcp
traddr=10.10.10.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10
.10.10.47 live
+- nvme3 tcp
traddr=10.10.11.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10
.10.11.47 live
+- nvme4 tcp
traddr=10.10.11.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10
.10.11.47 live
```

5. Vérifier que le plug-in NetApp affiche les valeurs correctes pour chaque périphérique d'espace de noms ONTAP :

Colonne

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Exemple de sortie :

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	co_iscsi_tcp_ubuntu	/vol/vol1/ns1	

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Exemple de sortie

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "co_iscsi_tcp_ubuntu",
      "Namespace_Path": "/vol/nvmevol1/ns1",
      "NSID": 1,
      "UUID": "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 5242880
    },
  ]
}
```

Problèmes connus

La configuration hôte NVMe-of pour Ubuntu 22.04 avec ONTAP version présente le problème connu suivant :

ID de bug NetApp	Titre	Description
CONTAPEXT-2037	Les hôtes Ubuntu 22.04 NVMe-of créent des contrôleurs de détection permanente en double	Sur les hôtes NVMe-of, vous pouvez utiliser la commande nvme Discover -p pour créer des contrôleurs CDP (persistent Discovery Controller). Cette commande ne doit créer qu'un seul PDC pour chaque combinaison initiateur-cible. Cependant, si vous exécutez Ubuntu 22.04 sur un hôte NVMe-of, un PDC dupliqué est créé chaque fois que "nvme Discover -p" est exécuté. Cela entraîne une utilisation inutile des ressources sur l'hôte et la cible.

Réertoires de base

Configuration de Windows Server 2025 avec NVMe/FC pour ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) sur des hôtes exécutant Windows Server 2025 pour un fonctionnement avec des LUN ONTAP.

Description de la tâche

Vous pouvez utiliser la prise en charge suivante avec la configuration hôte NVMe/FC pour Windows 2025. Vous devez également vérifier les limites connues avant de commencer le processus de configuration.

- Support disponible :

À partir de la version ONTAP 9.10.1, NVMe/FC est pris en charge par Windows Server 2025.

Pour obtenir la liste des adaptateurs et contrôleurs FC pris en charge, reportez-vous au "[Hardware Universe](#)". Pour obtenir la liste actuelle des configurations et versions prises en charge, reportez-vous au "[Matrice d'interopérabilité](#)".

- Limitations connues :

Le cluster de basculement Windows n'est pas pris en charge avec le protocole NVMe/FC, car ONTAP ne prend pas actuellement en charge les réservations persistantes avec le protocole NVMe/FC.



Broadcom expédie un pilote externe pour Windows NVMe/FC qui est un pilote NVMe □ en translation et non un véritable pilote NVMe/FC. La surcharge en translation n'a pas forcément d'impact sur les performances, mais elle annule les avantages de la technologie NVMe/FC en matière de performance. Par conséquent, les performances de NVMe/FC et FCP sont identiques sur les serveurs Windows, contrairement aux autres systèmes d'exploitation tels que Linux, où les performances de NVMe/FC sont nettement supérieures à celles de FCP.

Activation de NVMe/FC

Activez FC/NVMe sur l'hôte initiateur Windows.

Étapes

1. Installez l'utilitaire Emulex HBA Manager sur l'hôte Windows.
2. Sur chacun des ports d'initiateur HBA, définissez les paramètres suivants du pilote HBA :
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
3. Redémarrez l'hôte.

Configuration de la carte FC Broadcom

L'initiateur Broadcom peut traiter le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur FC 32 Gbit/s. Pour FCP et FC/NVMe, vous devez utiliser le module DSM (Device-Specific module) Microsoft en tant qu'option MPIO (Microsoft Multipath I/O).

Un `hostnqn` est associé à chaque port de carte bus hôte (HBA) de la carte Broadcom avec FC/NVMe dans un environnement Windows. Le `hostnqn` est formaté comme indiqué dans l'exemple suivant :

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Activez MPIO pour les périphériques NVMe

Vous devez activer MPIO pour les périphériques NVMe afin d'effectuer la configuration NVMe sur l'hôte Windows.

Étapes

1. Installez "[Kit utilitaire hôte Windows 7.1](#)" Pour définir les paramètres du pilote communs à FC et NVMe.
2. Ouvrez les propriétés MPIO.
3. Dans l'onglet **Discover Multi-Paths**, ajoutez l'ID de périphérique répertorié pour NVMe.

MPIO connaît les périphériques NVMe, visibles au niveau de la gestion des disques.

4. Ouvrez **Disk Management** et accédez à **Disk Properties**.
5. Dans l'onglet **MPIO**, sélectionnez **Détails**.
6. Définissez les paramètres Microsoft DSM suivants :
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled : **Activer**
 - RetryCount: **6**
 - Intervalle de rérémanence : **1**
 - PDODOedRemiod: **130**
7. Sélectionnez la stratégie **MPIO Round Robin with Subset**.
8. Modifiez les valeurs du registre :

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval  
val DWORD -> 30  
  
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\  
UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. Redémarrez l'hôte.

Validation de la configuration NVMe/FC

Vérifiez que les sous-systèmes NVMe ont été découverts et que les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que « Type de port » est FC+NVMe:

```
listhba
```

Montrer l'exemple

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name  : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 0
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function : 0
Port Type   : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2

Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name  : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 1
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function : 1
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. Vérifier que les sous-systèmes NVMe/FC ont été détectés :

- ° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0180
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0181
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0140
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0141
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Vérifiez que les espaces de noms ont été créés :

```
nvme-list-ns
```

Montrer l'exemple

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI OS LUN	NSID DeviceName	SCSI Bus Number	SCSI Target Number
-----	-----	-----	-----
0	0x00000001 \\.\PhysicalDrive9	0	1
1	0x00000002 \\.\PhysicalDrive10	0	1
2	0x00000003 \\.\PhysicalDrive11	0	1
3	0x00000004 \\.\PhysicalDrive12	0	1
4	0x00000005 \\.\PhysicalDrive13	0	1
5	0x00000006 \\.\PhysicalDrive14	0	1
6	0x00000007 \\.\PhysicalDrive15	0	1
7	0x00000008 \\.\PhysicalDrive16	0	1

Configuration de Windows Server 2022 avec NVMe/FC pour ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) sur des hôtes exécutant Windows Server 2022 pour un fonctionnement avec des LUN ONTAP.

Description de la tâche

Vous pouvez utiliser la prise en charge suivante avec la configuration hôte NVMe/FC pour Windows 2022. Vous devez également vérifier les limites connues avant de commencer le processus de configuration.

- Support disponible :

À partir de la version ONTAP 9.7, NVMe/FC est pris en charge par Windows Server 2022.

Pour obtenir la liste des adaptateurs et contrôleurs FC pris en charge, reportez-vous au "[Hardware Universe](#)". Pour obtenir la liste actuelle des configurations et versions prises en charge, reportez-vous au "[Matrice d'interopérabilité](#)".

- Limitations connues :

Le cluster de basculement Windows n'est pas pris en charge avec le protocole NVMe/FC, car ONTAP ne prend pas actuellement en charge les réservations persistantes avec le protocole NVMe/FC.



Broadcom expédie un pilote externe pour Windows NVMe/FC qui est un pilote NVMe en translation et non un véritable pilote NVMe/FC. La surcharge en translation n'a pas forcément d'impact sur les performances, mais elle annule les avantages de la technologie NVMe/FC en matière de performance. Par conséquent, les performances de NVMe/FC et FCP sont identiques sur les serveurs Windows, contrairement aux autres systèmes d'exploitation tels que Linux, où les performances de NVMe/FC sont nettement supérieures à celles de FCP.

Activation de NVMe/FC

Activez FC/NVMe sur l'hôte initiateur Windows.

Étapes

1. Installez l'utilitaire Emulex HBA Manager sur l'hôte Windows.
2. Sur chacun des ports d'initiateur HBA, définissez les paramètres suivants du pilote HBA :
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
3. Redémarrez l'hôte.

Configuration de la carte FC Broadcom

L'initiateur Broadcom peut traiter le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur FC 32 Gbit/s. Pour FCP et FC/NVMe, vous devez utiliser le module DSM (Device-Specific module) Microsoft en tant qu'option MPIO (Microsoft Multipath I/O).

Un `hostnqn` est associé à chaque port de carte bus hôte (HBA) de la carte Broadcom avec FC/NVMe dans un environnement Windows. Le `hostnqn` est formaté comme indiqué dans l'exemple suivant :

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Activez MPIO pour les périphériques NVMe

Vous devez activer MPIO pour les périphériques NVMe afin d'effectuer la configuration NVMe sur l'hôte Windows.

Étapes

1. Installer "[Kit utilitaire hôte Windows 7.1](#)" Pour définir les paramètres du pilote communs à FC et NVMe.
2. Ouvrez les propriétés MPIO.
3. Dans l'onglet **Discover Multi-Paths**, ajoutez l'ID de périphérique répertorié pour NVMe.

MPIO connaît les périphériques NVMe, visibles au niveau de la gestion des disques.

4. Ouvrez **Disk Management** et accédez à **Disk Properties**.
5. Dans l'onglet **MPIO**, sélectionnez **Détails**.

6. Définissez les paramètres Microsoft DSM suivants :
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled : **Activer**
 - RetryCount: **6**
 - Intervalle de rérémanence : **1**
 - PDODOedRemiod: **130**
7. Sélectionnez la stratégie MPIO **Round Robin with Subset**.
8. Modifiez les valeurs du registre :

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. Redémarrez l'hôte.

Validation de la spécification NVMe/FC

Vérifiez que les sous-systèmes NVMe ont été découverts et que les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que « Type de port » est FC+NVMe:

```
listhba
```

Montrer l'exemple

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 0
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2

Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 1
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. Vérifier que les sous-systèmes NVMe/FC ont été détectés :

- ° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0180
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0181
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0140
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0141
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Vérifiez que les espaces de noms ont été créés :

```
nvme-list-ns
```

Montrer l'exemple

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI NSID OS LUN	DeviceName	SCSI Bus Number	SCSI Target Number
-----	-----	-----	-----
0x00000001 0	\.\PHYSICALDRIVE9	0	1
0x00000002 1	\.\PHYSICALDRIVE10	0	1
0x00000003 2	\.\PHYSICALDRIVE11	0	1
0x00000004 3	\.\PHYSICALDRIVE12	0	1
0x00000005 4	\.\PHYSICALDRIVE13	0	1
0x00000006 5	\.\PHYSICALDRIVE14	0	1
0x00000007 6	\.\PHYSICALDRIVE15	0	1
0x00000008 7	\.\PHYSICALDRIVE16	0	1

Configuration d'hôte NVMe/FC pour Windows Server 2019 avec ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) sur des hôtes exécutant Windows Server 2019 pour qu'ils fonctionnent avec des LUN ONTAP.

Description de la tâche

Vous pouvez utiliser la prise en charge suivante avec la configuration hôte NVMe/FC pour Windows 2019. Vous devez également vérifier les limites connues avant de commencer le processus de configuration.



Vous pouvez utiliser les paramètres de configuration fournis dans cette procédure pour configurer les clients cloud connectés à "[Cloud Volumes ONTAP](#)" et "[Amazon FSX pour ONTAP](#)".

- Support disponible :

À partir de la version ONTAP 9.7, NVMe/FC est pris en charge par Windows Server 2019.

Pour obtenir la liste des adaptateurs et contrôleurs FC pris en charge, reportez-vous au "[Hardware Universe](#)". Pour obtenir la liste actuelle des configurations et versions prises en charge, reportez-vous au

"Matrice d'interopérabilité".

- Limitations connues :

Le cluster de basculement Windows n'est pas pris en charge avec le protocole NVMe/FC, car ONTAP ne prend pas actuellement en charge les réservations persistantes avec le protocole NVMe/FC.



Broadcom expédie un pilote externe pour Windows NVMe/FC qui est un pilote NVMe en translation et non un véritable pilote NVMe/FC. La surcharge en translation n'a pas forcément d'impact sur les performances, mais elle annule les avantages de la technologie NVMe/FC en matière de performance. Par conséquent, les performances de NVMe/FC et FCP sont identiques sur les serveurs Windows, contrairement aux autres systèmes d'exploitation tels que Linux, où les performances de NVMe/FC sont nettement supérieures à celles de FCP.

Activation de NVMe/FC

Activez FC/NVMe sur l'hôte initiateur Windows.

Étapes

1. Installez l'utilitaire Emulex HBA Manager sur l'hôte Windows.
2. Sur chacun des ports d'initiateur HBA, définissez les paramètres suivants du pilote HBA :
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
3. Redémarrez l'hôte.

Configuration de la carte FC Broadcom

L'initiateur Broadcom peut traiter le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur FC 32 Gbit/s. Pour FCP et FC/NVMe, vous devez utiliser le module DSM (Device-Specific module) Microsoft en tant qu'option MPIO (Microsoft Multipath I/O).

Un `hostnqn` est associé à chaque port de carte bus hôte (HBA) de la carte Broadcom avec FC/NVMe dans un environnement Windows. Le `hostnqn` est formaté comme indiqué dans l'exemple suivant :

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Activez MPIO pour les périphériques NVMe

Vous devez activer MPIO pour les périphériques NVMe afin d'effectuer la configuration NVMe sur l'hôte Windows.

Étapes

1. Installer "[Kit utilitaire hôte Windows 7.1](#)" Pour définir les paramètres du pilote communs à FC et NVMe.
2. Ouvrez les propriétés MPIO.
3. Dans l'onglet **Discover Multi-Paths**, ajoutez l'ID de périphérique répertorié pour NVMe.

MPIO connaît les périphériques NVMe, visibles au niveau de la gestion des disques.

4. Ouvrez **Disk Management** et accédez à **Disk Properties**.
5. Dans l'onglet **MPIO**, sélectionnez **Détails**.
6. Définissez les paramètres Microsoft DSM suivants :
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled : **Activer**
 - RetryCount: **6**
 - Intervalle de rérémanence : **1**
 - PDODOedRemiod: **130**
7. Sélectionnez la stratégie **MPIO Round Robin with Subset**.
8. Modifiez les valeurs du registre :

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. Redémarrez l'hôte.

Validation de la spécification NVMe/FC

Vérifiez que les sous-systèmes NVMe ont été découverts et que les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que « Type de port » est FC+NVMe:

```
listhba
```

Montrer l'exemple

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 0
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2

Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 1
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. Vérifier que les sous-systèmes NVMe/FC ont été détectés :

- ° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0180
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0181
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0140
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0141
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Vérifiez que les espaces de noms ont été créés :

```
nvme-list-ns
```

Montrer l'exemple

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI OS LUN	NSID DeviceName	SCSI Bus Number	SCSI Target Number
-----	-----	-----	-----
0	0x00000001 \\.\PhysicalDrive9	0	1
1	0x00000002 \\.\PhysicalDrive10	0	1
2	0x00000003 \\.\PhysicalDrive11	0	1
3	0x00000004 \\.\PhysicalDrive12	0	1
4	0x00000005 \\.\PhysicalDrive13	0	1
5	0x00000006 \\.\PhysicalDrive14	0	1
6	0x00000007 \\.\PhysicalDrive15	0	1
7	0x00000008 \\.\PhysicalDrive16	0	1

Configuration de Windows Server 2016 avec NVMe/FC pour ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) sur des hôtes exécutant Windows Server 2016 pour un fonctionnement avec des LUN ONTAP.

Description de la tâche

Vous pouvez utiliser la prise en charge suivante avec la configuration hôte NVMe/FC pour Windows 2016. Vous devez également vérifier les limites connues avant de commencer le processus de configuration.



Vous pouvez utiliser les paramètres de configuration fournis dans cette procédure pour configurer les clients cloud connectés à "[Cloud Volumes ONTAP](#)" et "[Amazon FSX pour ONTAP](#)".

- Support disponible :

À partir de la version ONTAP 9.7, NVMe/FC est pris en charge par Windows Server 2016.

Pour obtenir la liste des adaptateurs et contrôleurs FC pris en charge, reportez-vous au "[Hardware Universe](#)". Pour obtenir la liste actuelle des configurations et versions prises en charge, reportez-vous au

"Matrice d'interopérabilité".

- Limitations connues :

Le cluster de basculement Windows n'est pas pris en charge avec le protocole NVMe/FC, car ONTAP ne prend pas actuellement en charge les réservations persistantes avec le protocole NVMe/FC.



Broadcom expédie un pilote externe pour Windows NVMe/FC qui est un pilote NVMe □ en translation et non un véritable pilote NVMe/FC. La surcharge en translation n'a pas forcément d'impact sur les performances, mais elle annule les avantages de la technologie NVMe/FC en matière de performance. Par conséquent, les performances de NVMe/FC et FCP sont identiques sur les serveurs Windows, contrairement aux autres systèmes d'exploitation tels que Linux, où les performances de NVMe/FC sont nettement supérieures à celles de FCP.

Activation de NVMe/FC

Activez FC/NVMe sur l'hôte initiateur Windows.

Étapes

1. Installez l'utilitaire Emulex HBA Manager sur l'hôte Windows.
2. Sur chacun des ports d'initiateur HBA, définissez les paramètres suivants du pilote HBA :
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
3. Redémarrez l'hôte.

Configuration de la carte FC Broadcom

L'initiateur Broadcom peut traiter le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur FC 32 Gbit/s. Pour FCP et FC/NVMe, vous devez utiliser le module DSM (Device-Specific module) Microsoft en tant qu'option MPIO (Microsoft Multipath I/O).

Un hostnqn est associé à chaque port de carte bus hôte (HBA) de la carte Broadcom avec FC/NVMe dans un environnement Windows. Le hostnqn est formaté comme indiqué dans l'exemple suivant :

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Activez MPIO pour les périphériques NVMe

Vous devez activer MPIO pour les périphériques NVMe afin d'effectuer la configuration NVMe sur l'hôte Windows.

Étapes

1. Installer "[Kit utilitaire hôte Windows 7.1](#)" Pour définir les paramètres du pilote communs à FC et NVMe.
2. Ouvrez les propriétés MPIO.
3. Dans l'onglet **Discover Multi-Paths**, ajoutez l'ID de périphérique répertorié pour NVMe.

MPIO connaît les périphériques NVMe, visibles au niveau de la gestion des disques.

4. Ouvrez **Disk Management** et accédez à **Disk Properties**.
5. Dans l'onglet **MPIO**, sélectionnez **Détails**.
6. Définissez les paramètres Microsoft DSM suivants :
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled : **Activer**
 - RetryCount: **6**
 - Intervalle de rérémanence : **1**
 - PDODOedRemiod: **130**
7. Sélectionnez la stratégie **MPIO Round Robin with Subset**.
8. Modifiez les valeurs du registre :

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. Redémarrez l'hôte.

Validation de la spécification NVMe/FC

Vérifiez que les sous-systèmes NVMe ont été découverts et que les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que « Type de port » est FC+NVMe:

```
listhba
```

Montrer l'exemple

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name  : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 0
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function : 0
Port Type   : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2

Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name  : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 1
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function : 1
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. Vérifier que les sous-systèmes NVMe/FC ont été détectés :

- ° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0180
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0181
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0140
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0141
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Vérifiez que les espaces de noms ont été créés :

```
nvme-list-ns
```

Montrer l'exemple

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI OS LUN	NSID DeviceName	SCSI Bus Number	SCSI Target Number
-----	-----	-----	-----
0	0x00000001 \\.\PhysicalDrive9	0	1
1	0x00000002 \\.\PhysicalDrive10	0	1
2	0x00000003 \\.\PhysicalDrive11	0	1
3	0x00000004 \\.\PhysicalDrive12	0	1
4	0x00000005 \\.\PhysicalDrive13	0	1
5	0x00000006 \\.\PhysicalDrive14	0	1
6	0x00000007 \\.\PhysicalDrive15	0	1
7	0x00000008 \\.\PhysicalDrive16	0	1

Configuration de Windows Server 2012 R2 avec NVMe/FC pour ONTAP

Vous pouvez configurer NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) sur des hôtes qui exécutent Windows Server 2012 R2 en vue d'une utilisation avec des LUN ONTAP.

Description de la tâche

Vous pouvez utiliser la prise en charge suivante avec la configuration hôte NVMe/FC pour Windows 2012 R2. Vous devez également vérifier les limites connues avant de commencer le processus de configuration.



Vous pouvez utiliser les paramètres de configuration fournis dans cette procédure pour configurer les clients cloud connectés à "[Cloud Volumes ONTAP](#)" et "[Amazon FSX pour ONTAP](#)".

- Support disponible :

Depuis la version ONTAP 9.7, NVMe/FC est pris en charge pour Windows Server 2012 R2.

Pour obtenir la liste des adaptateurs et contrôleurs FC pris en charge, reportez-vous au "[Hardware Universe](#)". Pour obtenir la liste actuelle des configurations et versions prises en charge, reportez-vous au

"Matrice d'interopérabilité".

- Limitations connues :

Le cluster de basculement Windows n'est pas pris en charge avec le protocole NVMe/FC, car ONTAP ne prend pas actuellement en charge les réservations persistantes avec le protocole NVMe/FC.



Broadcom expédie un pilote externe pour Windows NVMe/FC qui est un pilote NVMe □ en translation et non un véritable pilote NVMe/FC. La surcharge en translation n'a pas forcément d'impact sur les performances, mais elle annule les avantages de la technologie NVMe/FC en matière de performance. Par conséquent, les performances de NVMe/FC et FCP sont identiques sur les serveurs Windows, contrairement aux autres systèmes d'exploitation tels que Linux, où les performances de NVMe/FC sont nettement supérieures à celles de FCP.

Activation de NVMe/FC

Activez FC/NVMe sur l'hôte initiateur Windows.

Étapes

1. Installez l'utilitaire Emulex HBA Manager sur l'hôte Windows.
2. Sur chacun des ports d'initiateur HBA, définissez les paramètres suivants du pilote HBA :
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
3. Redémarrez l'hôte.

Configuration de la carte FC Broadcom

L'initiateur Broadcom peut traiter le trafic NVMe/FC et FCP via les mêmes ports d'adaptateur FC 32 Gbit/s. Pour FCP et FC/NVMe, vous devez utiliser le module DSM (Device-Specific module) Microsoft en tant qu'option MPIO (Microsoft Multipath I/O).

Un hostnqn est associé à chaque port de carte bus hôte (HBA) de la carte Broadcom avec FC/NVMe dans un environnement Windows. Le hostnqn est formaté comme indiqué dans l'exemple suivant :

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Activez MPIO pour les périphériques NVMe

Vous devez activer MPIO pour les périphériques NVMe afin d'effectuer la configuration NVMe sur l'hôte Windows.

Étapes

1. Installer "[Kit utilitaire hôte Windows 7.1](#)" Pour définir les paramètres du pilote communs à FC et NVMe.
2. Ouvrez les propriétés MPIO.
3. Dans l'onglet **Discover Multi-Paths**, ajoutez l'ID de périphérique répertorié pour NVMe.

MPIO connaît les périphériques NVMe, visibles au niveau de la gestion des disques.

4. Ouvrez **Disk Management** et accédez à **Disk Properties**.
5. Dans l'onglet **MPIO**, sélectionnez **Détails**.
6. Définissez les paramètres Microsoft DSM suivants :
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled : **Activer**
 - RetryCount: **6**
 - Intervalle de rérémanence : **1**
 - PDODoedRemiod: **130**
7. Sélectionnez la stratégie **MPIO Round Robin with Subset**.
8. Modifiez les valeurs du registre :

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30

HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. Redémarrez l'hôte.

Validation de la spécification NVMe/FC

Vérifiez que les sous-systèmes NVMe ont été découverts et que les namespaces ONTAP sont corrects pour la configuration NVMe-of.

Étapes

1. Vérifiez que « Type de port » est FC+NVMe:

```
listhba
```

Montrer l'exemple

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name  : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 0
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function : 0
Port Type   : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2

Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN     : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name  : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags        : 8000e300
Host Name    : INTEROP-57-159
Mfg          : Emulex Corporation
Serial No.   : FC71367217
Port Number  : 1
Mode         : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function : 1
Port Type    : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. Vérifier que les sous-systèmes NVMe/FC ont été détectés :

- ° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0180
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0181
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp
Arrays.
```

° nvme-list

Montrer l'exemple

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0140
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_n
vme_interop-57-159
Port WWN                : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID           : 0x0141
Model Number             : NetApp ONTAP Controller
Serial Number            : 81CGZBPU5T/uAAAAAAAB
Firmware Version         : FFFFFFFF
Total Capacity           : Not Available
Unallocated Capacity     : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Vérifiez que les espaces de noms ont été créés :

```
nvme-list-ns
```

Montrer l'exemple

```
Active Namespaces (attached to controller 0x0141):
```

SCSI OS LUN	NSID DeviceName	SCSI Bus Number	SCSI Target Number
-----	-----	-----	-----
0	0x00000001 \\.\PHYSICALDRIVE9	0	1
1	0x00000002 \\.\PHYSICALDRIVE10	0	1
2	0x00000003 \\.\PHYSICALDRIVE11	0	1
3	0x00000004 \\.\PHYSICALDRIVE12	0	1
4	0x00000005 \\.\PHYSICALDRIVE13	0	1
5	0x00000006 \\.\PHYSICALDRIVE14	0	1
6	0x00000007 \\.\PHYSICALDRIVE15	0	1
7	0x00000008 \\.\PHYSICALDRIVE16	0	1

Dépannage NVMe-oF avec ONTAP Storage pour les utilitaires hôtes Linux

Dépannage des échecs NVMe-oF pour les hôtes Oracle Linux, RHEL, Rocky Linux et SUSE Linux Enterprise Server avec stockage ONTAP .

Avant de commencer le dépannage, vérifiez que vous utilisez une configuration conforme à la norme. "[Matrice d'interopérabilité](#)" Consultez les spécifications, puis passez aux étapes suivantes pour déboguer les éventuels problèmes côté hôte.



Les instructions de dépannage ne s'appliquent pas aux hôtes AIX, ESXi, Proxmox et Windows.

Activer la journalisation détaillée

Si vous rencontrez un problème avec votre configuration, la journalisation détaillée peut fournir des informations essentielles pour le dépannage.

Étapes

Configurer la journalisation détaillée pour LPFC ou Qlogic (Qla2xxx).

LFC

Définissez le pilote lpfc pour NVMe/FC.

1. Réglez le `lpfc_log_verbose` Paramètre du pilote sur l'une des valeurs suivantes pour enregistrer les événements NVMe/FC.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events.
*/
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Une fois les valeurs définies, exécutez le `dracut -f` commande et redémarrez l'hôte.

3. Vérifiez les paramètres :

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc
lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

Qla2xxx

Il n'existe pas de journalisation qla2xxx spécifique pour NVMe/FC similaire à celle du `lpfc` conducteur. Définissez plutôt le niveau de journalisation général qla2xxx.

1. Ajoutez le `ql2xextended_error_logging=0x1e400000` valeur au correspondant `modprobe qla2xxx.conf` fichier.
2. Exécutez le `dracut -f` puis redémarrez l'hôte.
3. Après le redémarrage, vérifiez que la journalisation détaillée a été activée :

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
```

Vous devriez voir une sortie similaire à l'exemple suivant :

```
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1
ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

Erreurs courantes liées à « nvme-cli » et solutions de contournement

Les erreurs affichées par nvme-cli pendant nvme discover, nvme connect, ou nvme connect-all les opérations et les solutions de contournement sont indiquées dans le tableau suivant :

Message d'erreur	Cause probable	Solution de contournement
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument	Syntaxe incorrecte	Vérifiez que vous utilisez la syntaxe correcte pour le nvme discover, nvme connect, et nvme connect-all commandes.

Message d'erreur	Cause probable	Solution de contournement
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: No such file or directory	Plusieurs problèmes peuvent déclencher cette situation, par exemple, la fourniture d'arguments incorrects vers les commandes NVMe est l'une des causes courantes.	<ul style="list-style-type: none"> Vérifiez que vous avez transmis les arguments corrects (par exemple, chaîne WWNN, chaîne WWPN, etc.) aux commandes. Si les arguments sont corrects, mais que vous voyez toujours cette erreur, vérifiez si l'<code>/sys/class/scsi_host/host*/nvme_info</code> La sortie de la commande est correcte, l'initiateur NVMe est affiché comme Enabled, Et les LIFs cibles NVMe/FC sont correctement affichées sous les sections ports distants. Exemple : <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000071 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 0000000000000a6 Outstanding 0000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000073 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 0000000000000a8 Outstanding 0000000000000001</pre> <ul style="list-style-type: none"> Si le résultat de la <code>nvme_info</code> commande n'affiche pas les LIFs cibles comme indiqué dans l'exemple ci-dessus, vérifiez les sorties de la <code>/var/log/messages</code> commande et <code>dmesg</code> en s'il y a des défaillances NVMe/FC suspectes, et signalez-le ou corrigez-le en conséquence.

Message d'erreur	Cause probable	Solution de contournement
No discovery log entries to fetch	Généralement observé lorsque l' /etc/nvme/hostnqn La chaîne n'a pas été ajoutée au sous-système correspondant de la baie NetApp ou incorrecte hostnqn la chaîne a été ajoutée au sous-système respectif.	Vérifiez que le code est exact /etc/nvme/hostnqn Une chaîne est ajoutée au sous-système correspondant de la baie NetApp (vérifiez à l'aide de la vserver nvme subsystem host show commande).
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Operation already in progress	Observé lorsque les associations de contrôleur ou l'opération spécifiée sont déjà créées ou en cours de création. Cela peut se produire dans le cadre des scripts de connexion automatique installés ci-dessus.	Aucune. Essayez d'exécuter le nvme discover commande à nouveau après un certain temps. Pour nvme connect et connect-all, exécutez le nvme list commande pour vérifier que les périphériques d'espace de noms sont déjà créés et affichés sur l'hôte.

Quand contacter le support technique

Si le problème persiste, veuillez rassembler les fichiers et les résultats des commandes suivants et nous contacter. "[Support NetApp](#)" pour un triage plus approfondi :

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsy /dev/nvmeXnY
```

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.