



RHEL

ONTAP SAN Host Utilities

NetApp
April 09, 2026

Sommaire

RHEL	1
Découvrez la prise en charge et les fonctionnalités ONTAP pour les hôtes RHEL.	1
Quelle est la prochaine étape	1
Configurer RHEL 10.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	2
Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN	2
Étape 2 : Installez RHEL et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.	2
Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP	4
Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.	12
Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).....	13
Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe	14
Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing	15
Étape 8 : Configurer une authentification sécurisée en bande	22
Étape 9 : passez en revue les problèmes connus	28
Configurer RHEL 9.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	28
Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN	28
Étape 2 : Installez RHEL et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.	28
Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP	30
Étape 4 : Vous pouvez éventuellement modifier la politique d'E/S dans les règles udev.	39
Étape 5 : Vous pouvez activer l'E/S à 1 Mo pour NVMe/FC (optionnel).....	40
Étape 6 : Vérifier les services de démarrage NVMe	41
Étape 7 : Vérifier la configuration du multipathing	42
Étape 8 : Configurer une authentification sécurisée en bande	48
Étape 9 : passez en revue les problèmes connus	54
Configurer RHEL 8.x pour NVMe-oF avec stockage ONTAP	55
Étape 1 : activez éventuellement le démarrage SAN	55
Étape 2 : Installez RHEL et le logiciel NVMe, puis vérifiez votre configuration.	56
Étape 3 : Configurer NVMe/FC et NVMe/TCP	57
Étape 4 : Activez éventuellement 1 Mo d'E/S pour NVMe/FC	63
Étape 5 : Vérifier la configuration multivoie	63
Étape 6 : passez en revue les problèmes connus	67

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"

Si votre version RHEL est ...	Découvrez ...
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 multiaccès 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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-c7cxxxx25633
```

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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-c7cxxxx25633
    subsystem_10
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-c7cxxxx25633
    subsystem_11
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-c7cxxxx25633
```



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 :

```
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  CMLP: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000583b7 Issue 000000000005840d OutIO
00000000000000056
abort 0000010f noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000  err 00000000
FCP CMLP: 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  CMLP: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000004d600 Issue 000000000004d65f OutIO
0000000000000005f
abort 000001c1 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000  err 00000000
FCP CMLP: 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
adrfam: 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
adrfam: 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
adrfam: 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
adrfam: ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treql:    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
treql:    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
treql:    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
treql:    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
adrfam: 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.

Modifications apportées à la politique d'E/S pour les versions RHEL 10.x

- À partir de RHEL 10.1, la iopolicy par défaut est `queue-depth`.
- Dans RHEL 10.0, `round-robin` est la stratégie d'io policy par défaut, mais `queue-depth` est disponible en tant qu'option configurable.

Si vous utilisez RHEL 10.0 et souhaitez modifier la iopolicy 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-nvmf-netapp.rules
```

Vous devriez voir le résultat suivant :

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-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{subsysname}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

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

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsysname}=="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 `nvme-fc-boot-connections.service` et `nvme-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cli` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

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

Étapes

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

```
systemctl status nvme-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-
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 nvme-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot...
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: nvme-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Finished nvme-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot.
```

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

```
systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-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 nvme-fc-boot-
connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot...
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: nvme-fc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Finished nvme-fc-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-subsys*/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/nvme11n1 /dev/ng11n1          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 list-subsys /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-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
```

Afficher un exemple de sortie ASA r2

```
nvme-subsys96 - NQN=nqn.1992-
08.om.netapp:sn.b351b2b6777b11f0b3c2d039ea5cfc91:subsystem.nvme2
4
          hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
\
+- nvme203 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2015d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-
0x100000109bdacc76 live optimized
+- nvme25 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2014d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
+- nvme30 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2012d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
+- nvme32 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2013d039ea5cfc90,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-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
4
          hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33
\
+- nvme102 tcp
traddr=192.168.21.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_addr=192.168.21.1 live non-optimized
+- nvme151 tcp
traddr=192.168.21.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_addr=192.168.21.1 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_addr=192.168.20.1 live non-optimized
+- nvme53 tcp
traddr=192.168.20.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_addr=192.168.20.1 live optimized
```

Afficher un exemple de sortie ASA r2

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidirectional_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
```

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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0054-xxxx-8039-c3cxxxx23034
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-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration unidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys4/nvme*/dhchap_secret
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
```

b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

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

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys4/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=:
```

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

```
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0054-
xxxx-8039-c3cxxxx23034",
    "hostid": "44454c4c-5400-1051-8039-c3c04f523034",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:01:2G71sg9PM00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/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-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MN95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.20.29",
            "host_traddr": "192.168.20.21",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MN95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.21.28",
            "host_traddr": "192.168.21.21",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MN95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.21.29",
            "host_traddr": "192.168.21.21",
```

```
        "trsvcid":"4420",
        "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNq95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8="
    }
  ]
}
]
```

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-subsys4/nvme4/dhchap_secret
```

L'exemple suivant montre une clé dhchap :

```
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
```

b. Vérifiez les clés dhchap du contrôleur :

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys4/nvme4/dhchap_ctrl_secret
```

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

DHHC-

```
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MN95pkiUAWayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ81HD  
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 multiaccès 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:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-b9cxxxx25633
```

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:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-b9cxxxx25633
        Nvme10
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-b9cxxxx25633
        Nvme11
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-b9cxxxx25633
        Nvme12
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0056-xxxx-8048-b9cxxxx25633
48 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/QLLogic, 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  CMLP: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000001a68 Issue 0000000000001a68 OutIO
0000000000000000
      abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMLP: 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  CMLP: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000086ce1 Issue 00000000000086ce2 OutIO
0000000000000001
      abort 0000009cnoxri 00000000 nondlp 00000002 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMLP: 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  CMLP: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000c348ca37 Issue 00000000c3344057 OutIO
ffffffffffffeb7620
        abort 0000815b noxri 000018b5 nondlp 00000116 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMLP: 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  CMLP: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000b5761af5 Issue 00000000b564b55e OutIO
ffffffffffffee9a69
        abort 000083d7 noxri 000016ea nondlp 00000195 qdepth
00000000 wqerr 00000002 err 00000000
FCP CMLP: 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
adrfam: 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
adrfam: 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
adrfam: 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
adrfam: 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.

Modifications apportées à la politique d'E/S pour les versions RHEL 9.x

- À partir de RHEL 9.7, la `iopolicy` par défaut est `queue-depth`.
- Dans RHEL 9.6, `round-robin` est la stratégie d'E/S par défaut, mais `queue-depth` est disponible en tant qu'option configurable.
- Avant RHEL 9.6, `round-robin` est la seule stratégie d'E/S NVMe-oF prise en charge.

Si vous utilisez RHEL 9.6 et souhaitez changer la `iopolicy` `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{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. 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 `nvme-fc-boot-connections.service` et `nvme-autoconnect.service` services de démarrage inclus dans NVMe/FC `nvme-cli` les packages sont automatiquement activés au démarrage du système.

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

Étapes

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

```
systemctl status nvme-autoconnect.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-
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]: nvme-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 `nvme-fc-boot-connections.service` est activé :

```
systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
```

Affiche un exemple de résultat

```
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
    Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-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]: nvme-fc-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-subsys*/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 81LJCJYaKOHhAAAAAAAf NetApp ONTAP
Controller
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 list-subsys /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-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
```

Afficher un exemple de sortie ASA r2

```
nvme-subsys96 - NQN=nqn.1992-
08.om.netapp:sn.b351b2b6777b11f0b3c2d039ea5cfc91:subsystem.nvme2
4
          hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:d3b581b4-c975-11e6-8425-0894ef31a074
\
+- nvme203 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2015d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc76:pn-
0x100000109bdacc76 live optimized
+- nvme25 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2014d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
+- nvme30 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2012d039ea5cfc90,host_traddr=nn-0x200000109bdacc75:pn-
0x100000109bdacc75 live optimized
+- nvme32 fc traddr=nn-0x2011d039ea5cfc90:pn-
0x2013d039ea5cfc90,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-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
4
          hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33
\
+- nvme102 tcp
traddr=192.168.21.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_addr=192.168.21.1 live non-optimized
+- nvme151 tcp
traddr=192.168.21.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_addr=192.168.21.1 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_addr=192.168.20.1 live non-optimized
+- nvme53 tcp
traddr=192.168.20.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_addr=192.168.20.1 live optimized
```

Afficher un exemple de sortie ASA r2

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidirectional_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          Vserver          Subsystem  Namespace Path
NSID
-----
----
/dev/nvme0n1    vs_iscsi_tcp     Nvme1      /vol/Nvmevol1/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/Nvmevol1/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.nvmexpress:uuid:e6daxxxx-216d-xxxx-b7bb-7edxxxx482c3
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBSYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlRJeMpzHmyjD
W0o0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+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-subsysX>/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: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-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Affiche un exemple de sortie pour une configuration bidirectionnelle

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

DHHC-
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
DHHC-
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
DHHC-
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
DHHC-
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
```

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:4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-b5cxxxx44d33",
  "hostid": "4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-b5cxxxx44d33",
  "dhchap_key": "DHHC-1:01:GhgaLS+0h0W/IxKhSa0iaMHg17SOHRTzBduPzoJ6LKEJs3/f:",
  "subsystems": [
    {
      "nqn": "nqn.1992-08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istpMNTC_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+/XG8iGcRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
        },
        {
          "transport": "tcp",
          "traddr": "192.168.30.45",
          "host_traddr": "192.168.30.15",
          "trsvcid": "4420",
          "dhchap_ctrl_key": "DHHC-1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iGcRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
        },
        {
          "transport": "tcp",
          "traddr": "192.168.31.44",
          "host_traddr": "192.168.31.15",
          "trsvcid": "4420",
          "dhchap_ctrl_key": "DHHC-1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iGcRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:"
        }
      ]
    }
  ]
}
```

```

{
    "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
cRtBCdm3fYm3Zm06NiepCORoY5Q=: "
}
]
}
]

```

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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-
b5cxxxx44d33,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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-
b5cxxxx44d33,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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-
b5cxxxx44d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.45,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-
b5cxxxx44d33,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.nvmexpress:uuid:4c4cxxxx-0035-xxxx-804b-
b5cxxxx44d33,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/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/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 <code>nvme list-subsys</code> La commande renvoie la liste répétée des contrôleurs NVMe pour un sous-système donné.	Le <code>nvme list-subsys</code> 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 multiaccès 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:4c4cxxxx-0032-xxxx-8035-b8cxxxxc5132
```

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_fc_nvme_141
```

Montrer l'exemple

```
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_25_2742   rhel_101_QLe2772   nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:5463xxxx-160f-xxxx-89aa-98bxxxx440ca
```



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.

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 le `enable_foreign` réglage 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/QLLogic, 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 lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 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 0000000001330ec7 Issue 0000000001330ec9 OutIO
00000000000000002
      abort 00000330 noxri 00000000 nondlp 0000000b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000354 Err 00000361
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 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 00000000012ec220 Issue 00000000012ec222 OutIO
00000000000000002
      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
adrfam: 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
adrfam: 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 81Ix2BVuekWcAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage  Format          FW          Rev
-----
1                21.47 GB / 21.47 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-subsys /dev/nvme0n1
```

Afficher un exemple NVMe/FC

```
nvme-subsys0 - 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-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.alb2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme_tcp_1
\
+- 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 81Ix2BVuekWcAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage      Format          FW          Rev
-----
1                   21.47 GB / 21.47 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

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.

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 JOUISSANCE, 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 DÉLICTEUELLE (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.