

# Bases du stockage réseau

---

Admin Sys Réseau – S24E01

Philippe Latu / Université Toulouse 3  
inetdoc.net



*Le stockage s'est échappé du système pour devenir une fonction réseau !*

---

# Le plan

- Lister les enjeux
  - Définir les familles de stockage
  - Gérer les volumes logiques
  - Décrire les enjeux sur les usages
  - Décrire le scénario des travaux pratiques
-

# Lister les enjeux du stockage

---

À chaque nouvelle génération...

on utilise encore les outils  
des générations précédentes

# Les enjeux : toujours plus de ...

- Capacité de stockage
  - Facteur de croissance → x 2 tous les 18 mois
- Disponibilité (*availability*)
  - *Five nines rule* → 99,999 % of time
- Évolutivité (*scalability*)
  - Étendre, copier, déplacer, etc. → sans impact sur les usages
- Gérabilité (*mangeability*)
  - Évaluer les performances en fonction des usages

# Définir les familles de stockage

---

Pourquoi le disque dur a-t-il rompu avec le SSD ?

Parce qu'il ne pouvait pas supporter la vitesse de leur relation !

# 3 modes d'accès au stockage

## Mode bloc

- Unité de stockage de taille fixe
- Utilisable par un système après partitionnement et formatage



## Mode fichier

- Unité de stockage de taille variable
- Utilisable par une application



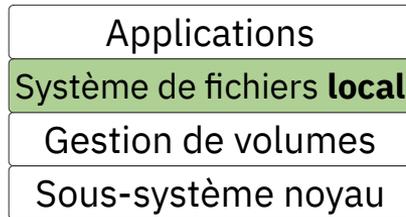
## Mode objet

- Dissociation entre méta-données et données
- Utilisable par une API

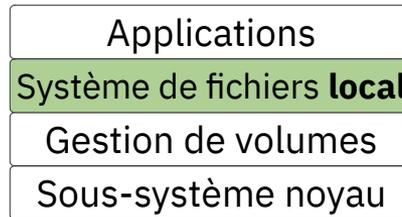


# Définitions des types d'accès

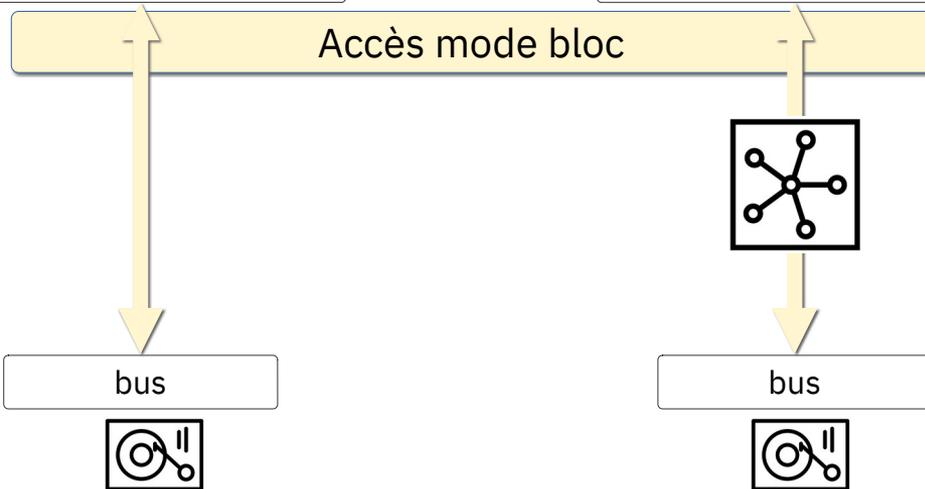
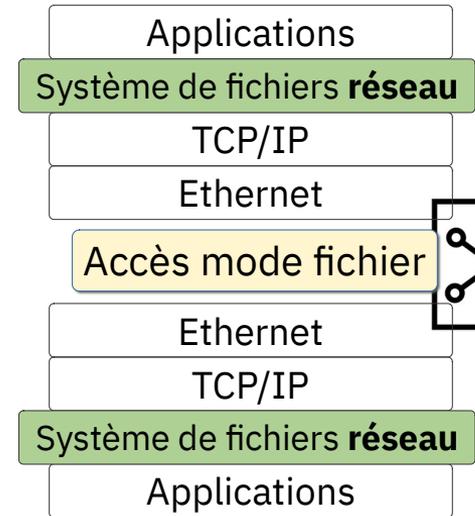
## Direct Access Storage → DAS



## Storage Area Network → SAN

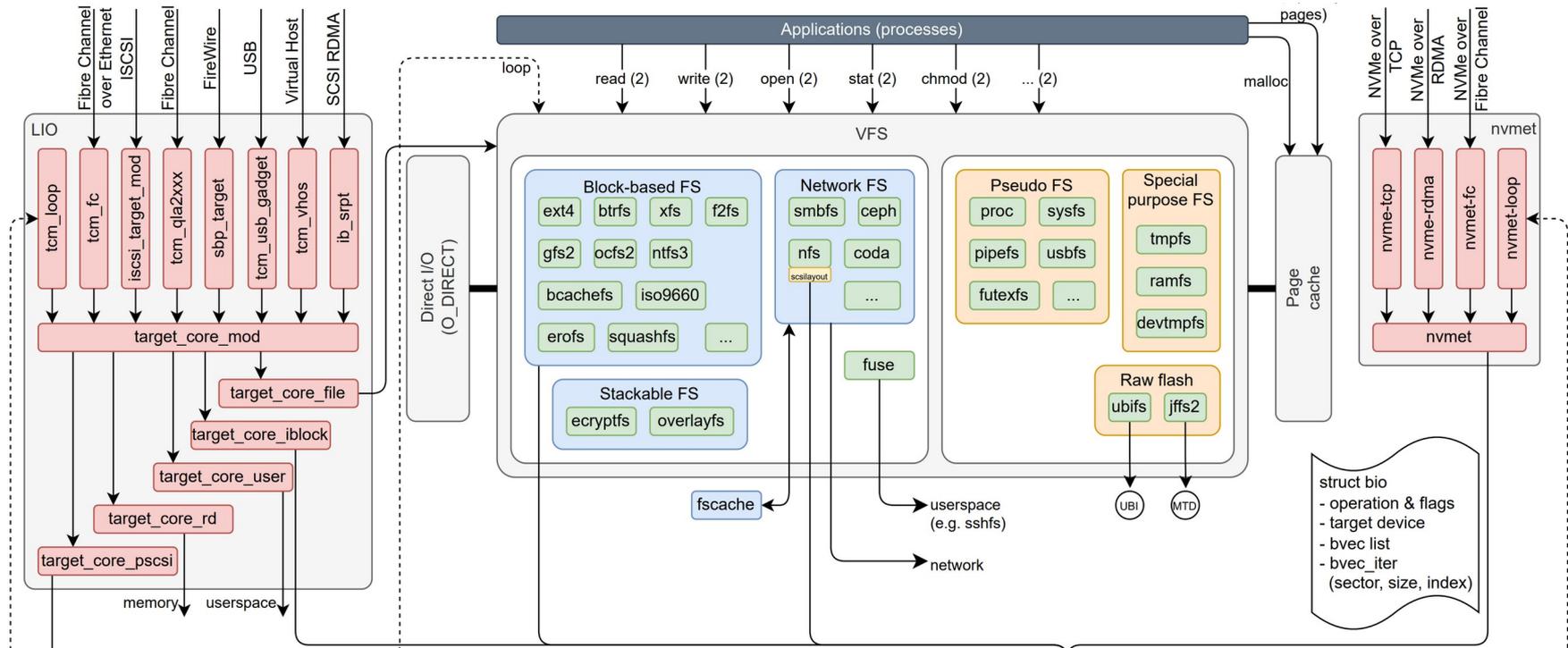


## Network Access Storage → NAS



# Direct Access Storage → mode bloc

## The Linux Storage Stack Diagram



# Direct Access Storage → mode bloc

## Avantages

- Accès direct → latence faible
- Coût d'administration faible → pas d'outil intermédiaire ou de réseau
- Transferts en volume à haut débit

## Inconvénients

- Évolutivité très limitée → capacité fixe
- Accès limité → réservé à un unique système
- Résilience faible → limitée aux fonctions RAID

Réservé aux performances et accès critiques

# Direct Access Storage → technologies

Caractéristique	SCSI	SAS	NVME	Critère
Performance	Moyenne	Élevée	Très élevée	IOPs
Fiabilité	Bonne	Très bonne	Excellente	Composants
Évolutivité	Moyenne	Très bonne	Excellente	Nombre d'unités
Consommation énergétique	Modérée	Basse	La plus basse	Watts
Cas d'usage typique	général	Hautes performances et grande capacité	Applications très hautes performances	Coût du To versus IOPs

# Direct Access Storage → RAID

RAID	Nombre minimum d'unités	Capacité utile N = nombre d'unités	Description
0	2	N	Concaténation ( <i>striping</i> )
1	2	N / 2	Miroir
1 + 0	4	N / 2	Miroir et concaténation
5	3	N - 1	<i>Stripes</i> avec parité distribuée et E/S aléatoires
6	4	N - 2	<i>Stripes</i> avec 2 calculs de parité distribués et E/S aléatoires

Tolérance aux pannes

*Redundant Array of Independent Disks*

# Storage Area Network → mode bloc

## Avantages

- Évolutivité → gestion centralisée du stockage et de la capacité
- Flexibilité → partage du stockage entre serveurs hétérogènes
- Fiabilité → élimine les points uniques de défaillance

## Inconvénients

- Complexité → combine le réseau et le stockage
- Expertise → compétences en architecture et qualité de service
- Coût → recours à des équipements spécialisés

Recherche de compromis performances / fiabilité

# Storage Area Network → technologies

Caractéristique	Fiber Channel	iSCSI	NVME over Fabrics	Critère
Protocole	SCSI sur fibre optique	SCSI sur TCP/IP	NVME sur Ethernet	
Performance	Élevée	Dépend du réseau	La plus élevée	IOPs et débit réseau
Évolutivité	Bonne	Excellente	Excellente	Standards réseau
Coût	Élevé	Le plus bas	Moyen	Acquisition et administration
Cas d'usage typique	Applications exigeantes en latence	Virtualisation et Cloud	Applications très hautes performances	Performances

# Network Attached Storage → mode fichier

## Avantages

- Simplicité → utilisation des ressources existantes
- Flexibilité → partage du stockage entre serveurs et clients
- Évolutivité → adaptation dynamique de la capacité de stockage

## Inconvénients

- Risque de congestion réseau → variabilité des usages/des clients
- Sécurité → solutions dépendantes des systèmes d'exploitation
- Performances → généralement dépendantes du réseau

Recherche de compromis flexibilité / fiabilité

# Network Attached Storage → technologies

Caractéristique	NFS	SMB/CIFS	GlusterFS	Critère
Système	Linux / macOS	Microsoft / Linux / macOS	Linux / Cloud	
Concept	montage	partage	distribué	Mode de publication
Authentification	LDAP, Kerberos	Active Directory, NTLM	Aucune native	Sécurité des accès
Performance	Très bonne	Bonne	Excellente	IOPs
Cas d'usage typique	Monde Unix/Linux	Monde Microsoft	Grande échelle	Système et étendue

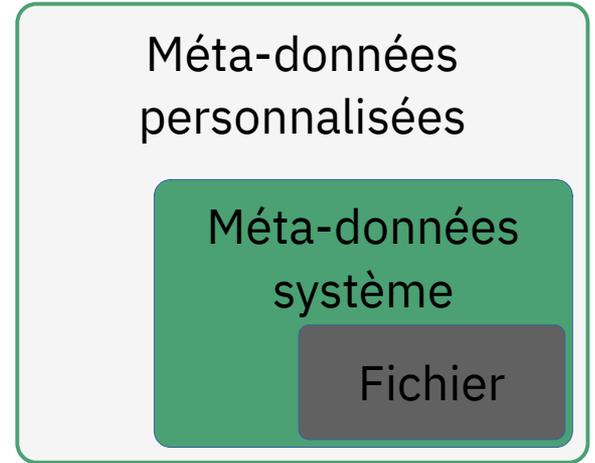
# Object Storage → mode objet

Un objet est composé par :

- Un fichier
- Des méta-données
- Un identifiant unique

## Concepts clés

- Les méta-données sont plus importantes que le fichier
- Le stockage devient non-structuré → plus de « dossiers »
- Priorité à l'indexation



# Object Storage → mode objet

## Avantages

- Évolutivité massive → pétaoctets de données réparties
- Flexibilité → données non structurées et richesse des méta-données
- Haute disponibilité → réplication « transparente » entre les nœuds

## Inconvénients

- Latence → temps d'accès et/ou fréquence des accès
- Coût → transferts de grands volumes entre « lacs de données »
- Complexité → stratégies de placement, sauvegarde/restauration

Recherche d'une gestion algorithmique du stockage

# Object Storage → technologies

Caractéristique	Amazon S3	Swift OpenStack	Ceph	Critère
Déploiement	Cloud public	Cloud privé	polyvalent	RESTful API
Évolutivité	Très élevée	Élevée	Excellente	Standards / API
Sécurité	<i>Identity and Access Management</i>	<i>Access Control Lists</i>	<i>Access Control Lists, Kerberos</i>	Chiffrement au repos et en transit
Réplication	multi-région	multi-région	Distribuée	Disponibilité
Cas d'usage typique	<i>Data analysis, serverless</i>	Images, calculs scientifique	Grande échelle	Nature et étendue

# Quiz familles de stockage – question 1

Quel est le mode d'accès au stockage qui utilise une unité de stockage de taille fixe ?

- a) Mode fichier
- b) Mode objet
- c) Mode bloc

## Quiz familles de stockage – question 2

Quelle technologie de stockage direct (DAS) offre les meilleures performances en termes d'IOPs ?

a) SCSI

b) SAS

c) NVME

## Quiz familles de stockage – question 3

Quel type de stockage réseau utilise le protocole SCSI sur TCP/IP ?

- a) Fiber Channel
- b) iSCSI
- c) NVME over Fabrics

## Quiz familles de stockage – question 4

Quel système de fichiers réseau est principalement utilisé dans le monde Unix/Linux ?

- SMB/CIFS
- NFS
- GlusterFS

## Quiz familles de stockage – question 5

Quel mode de stockage est composé d'un fichier, de méta-données et d'un identifiant unique ?

- a) Mode objet
- b) Mode bloc
- c) Mode fichier

# Gérer les volumes de stockage

---

Étendre, réduire, déplacer et capturer des instantanés ...

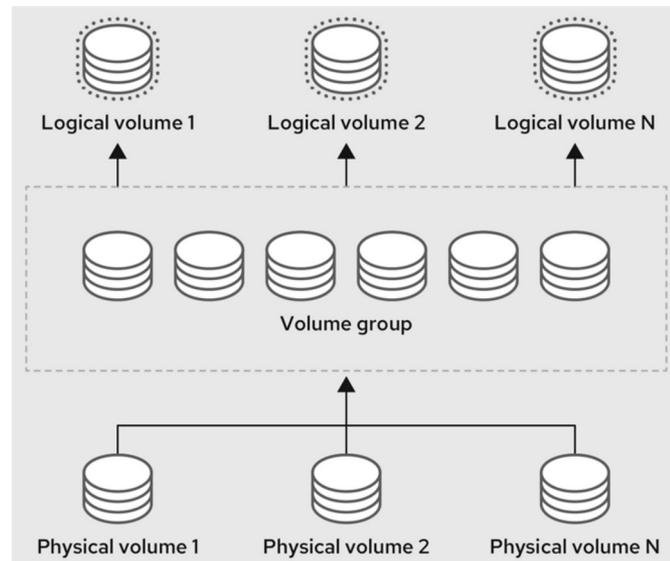
→ en cours de fonctionnement

→ sans impact sur les usages

# Gérer des volumes de stockage

## Abstraction du stockage physique

- Produire une vue homogène
  - Redondance RAID intégrée
  - N unités physiques = 1 volume unique
  - 1 volume = 1 partition (ou un usage)
- Avantages
  - Flexibilité → redimensionnement
  - Résilience → tolérance aux pannes
  - Performances → choix SSD/NVME/RAMFS



# Gérer des volumes → solutions

Caractéristique	LVM	ZFS	Btrfs	Critère
Déduplication/ Compression	Non	Oui ( <i>inline</i> )	Oui ( <i>offline</i> )	Optimisation
RAID logiciel	Oui avec mdadm	Oui	Oui	Protection
Corruption/ Réparation	Non	Oui	Oui	Fiabilité
Redimensionnement	Oui	limité	Oui	Évolutivité
Cas d'usage typique	Serveurs	Stockage NAS	Serveurs et stations	

# Quiz gestion de volume – question 1

Quelle est la fonction d'un groupe de volumes ?

- a) Formater des disques physiques
- b) Créer des systèmes de fichiers
- c) Regrouper plusieurs volumes physiques en un pool de stockage
- d) Gérer les permissions d'accès aux fichiers

## Quiz gestion de volume – question 2

Quel avantage ZFS offre-t-il par rapport à LVM en termes de gestion des données ?

- a) Support natif du RAID matériel
- b) Meilleure compatibilité avec les anciens systèmes de fichiers
- c) Détection et auto-correction des corruptions de données
- d) Prise en charge native du chiffrement matériel

## Quiz gestion de volume – question 3

Quels sont les composants principaux d'un système LVM ?

- a) Volumes physiques, groupes de volumes, volumes logiques
- b) Partitions primaires, partitions étendues, partitions logiques
- c) Clusters, nœuds, disques
- d) Répertoires, fichiers, liens symboliques

# Décrire les enjeux sur les usages

---

"Le choix est la vie, et la vie est un choix." (Stéphane Hessel)

# Questions sur les usages

- Quelle capacité de stockage ?
  - Maintenant, dans 3 ans, dans 10 ans
- Quelle est la fréquence et/ou la nature des accès ?
  - Transactions (a)synchrones, séquentielles, en cache
- Quelles sont les contraintes réglementaires ?
  - Vie privée, journalisation, durée de conservation
- Quels sont les profils d'accès ?
  - Homogènes ou hétérogènes



# *The I/O Blender effect !*

Les flux d'entrées/sorties des machines virtuelles sont mélangés de manière aléatoire par l'hyperviseur avant d'être envoyés au système de stockage.

- Fragmentation et randomisation des E/S
  - Plus de modèle prédictif et augmentation du nombre d'E/S
- Impact sur les performances
  - Ralentissement global et augmentation de la latence
- Stockage inefficace
  - Perte de la gestion de cache et de l'optimisation des accès



# Décrire le scénario des travaux pratiques

---

Cas d'usage : gestion du stockage d'un nœud de calcul scientifique

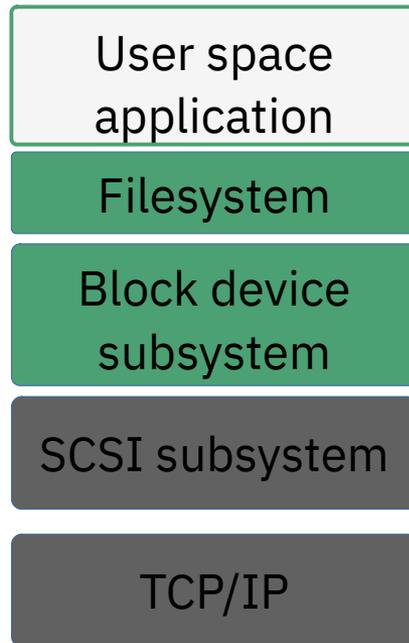
# Quelques éléments sur iSCSI

## Initiateur iSCSI → consommateur

- Envoie des commandes SCSI encapsulées dans des segments TCP
- Identifié par un Nom Qualifié iSCSI (IQN) avec ou sans authentification CHAP

## Cible iSCSI → producteur

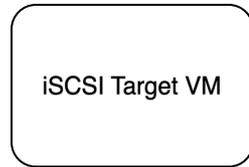
- Détient la ressource de stockage
- Répond aux commandes SCSI émise par l'initiateur
- Identifiée aussi par un Nom Qualifié iSCSI (IQN)



What is iSCSI ?

# 1. Lancer deux machine virtuelles

Ajouter une unité de disque à chaque machine



Local "hard drive"  
/dev/??

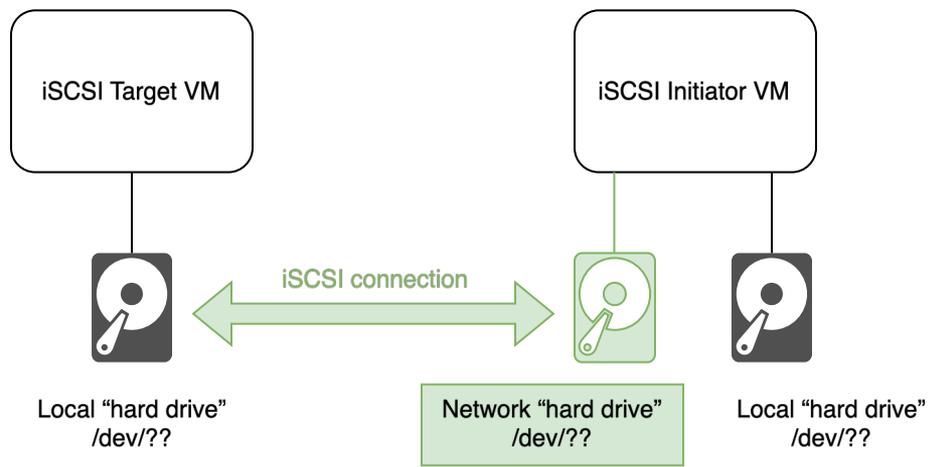


Local "hard drive"  
/dev/??

## 2. Établir la session iSCSI

Ajouter une unité de disque réseau à l'initiateur

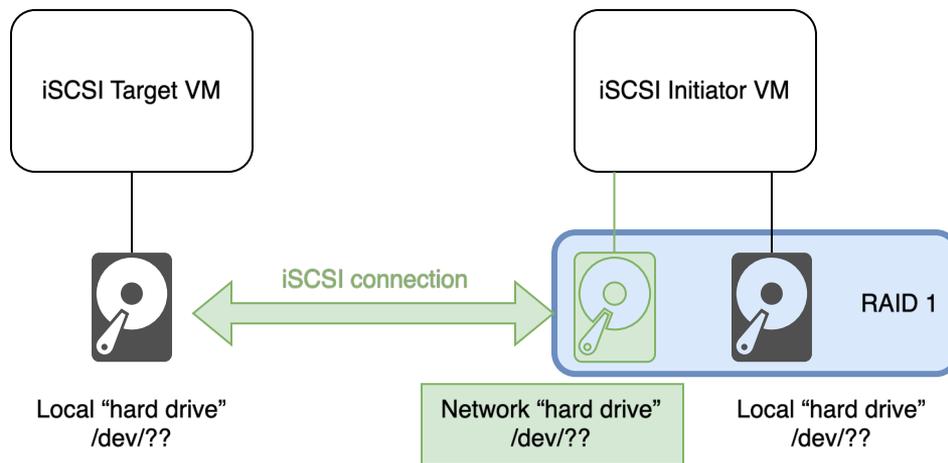
- Préparer la tolérance aux pannes



# 3. Assurer la redondance des données

## Construire un tableau RAID1 sur l'initiateur

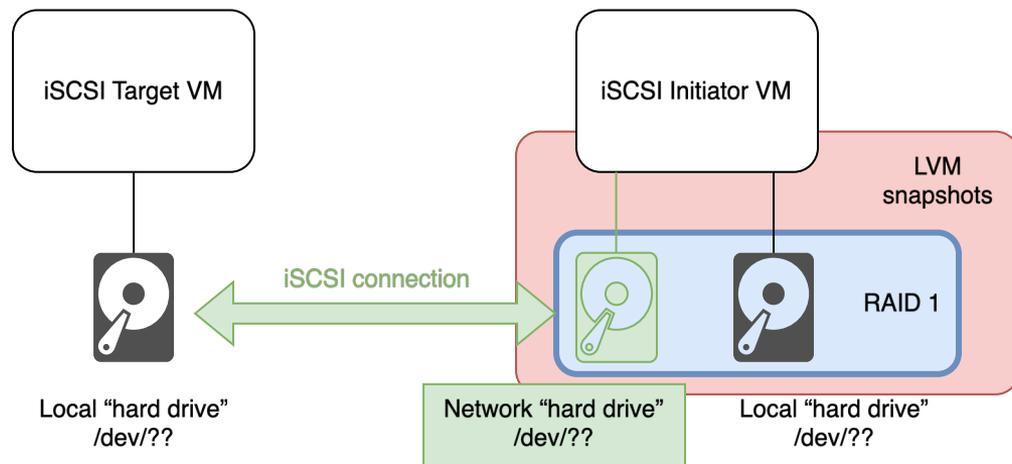
- Utiliser la réplication synchrone



## 4. Capturer des instantanés

Utiliser la fonction *snapshot* de LVM

- Utiliser la réplication asynchrone



# Pour conclure

---

On reprend...

# Le stockage est une fonction réseau essentielle

- Chaque mode a ses avantages et cas d'usage spécifiques
  - Bloc (DAS, SAN) → performances critiques
  - Fichier (NAS) → flexibilité et partage
  - Objet → évolutivité massive
- Les enjeux sont majeurs
  - Demande de capacité toujours croissante
  - Nécessité de gérer les performances
  - Besoin d'évolutivité sans impact sur les usages

# Le stockage est une fonction réseau essentielle

- Les volumes logiques apportent flexibilité et résilience
- Le choix d'une solution de stockage dépend :
  - De la nature des données et des accès
  - Des contraintes réglementaires
  - Des prévisions d'évolutions

**L'expertise en stockage réseau est cruciale pour optimiser les infrastructures modernes**