

Introduction au système de fichiers réseau NFS

Philippe Latu

philippe.latu(at)linux-france.org

<http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/>

Historique des versions		
\$Revision: 1636 \$	\$Date: 2011-04-29 23:42:34 +0200 (ven. 29 avril 2011) \$	\$Author: latu \$
Année universitaire 2010-2011		
Résumé		
<p>L'objectif de ce premier support de travaux pratiques de la série est l'étude du système de fichiers réseau NFS. Il illustre les accès en «mode fichier» à une unité de stockage réseau. Ce mode d'accès correspond à un stockage de type NAS (Network Attached Storage). On débute avec l'étude du principe de fonctionnement des appels de fonctions RPC (Remote Procedure Call) puis on poursuit avec la configuration d'un serveur NFS qui exporte une arborescence de comptes utilisateurs. Côté client, on étudie les accès au système de fichiers réseau NFS suivant deux modes distincts : le montage manuel puis l'automontage.</p>		

Table des matières

1. Copyright et Licence	1
1.1. Méta-information	2
2. Adressage IP des postes de travail	2
3. Protocole NFS et topologie de travaux pratiques	2
4. Configuration commune au client et au serveur NFS	4
4.1. Gestion des appels RPC	4
4.2. Gestion des paquets NFS	5
5. Configuration du client NFS	6
5.1. Opérations manuelles de (montage démontage) NFS	6
5.2. Opérations automatisées de (montage démontage) NFS	7
6. Configuration du serveur NFS	7
7. Gestion des droits sur le système de fichiers NFS	8
8. Système de fichiers NFS & sécurité	9
9. Documents de référence	9

1. Copyright et Licence

Copyright (c) 2000,2011 Philippe Latu.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Copyright (c) 2000,2011 Philippe Latu.
Permission est accordée de copier, distribuer et/ou modifier ce document selon les termes de la Licence de Documentation Libre GNU (GNU Free Documentation License), version 1.2 ou toute version ultérieure publiée par la Free Software Foundation ; sans Sections Invariables ; sans Texte de Première de Couverture, et sans Texte de Quatrième de Couverture. Une copie de la présente Licence est incluse dans la section intitulée « Licence de Documentation Libre GNU ».

1.1. Méta-information

Cet article est écrit avec *DocBook*¹ XML sur un système *Debian GNU/Linux*². Il est disponible en version imprimable au format PDF : [admin.reseau.nfs.pdf](#)³.

2. Adressage IP des postes de travail

Tableau 1. Affectation des adresses IP des postes de travaux pratiques

Poste 1	Poste 2	Passerelle par défaut
alderaan	bespin	172.19.116.1/26
centares	coruscant	10.0.119.65/27
dagobah	endor	10.0.121.129/27
felucia	geonosis	172.19.114.129/26
hoth	mustafar	192.168.108.129/25
naboo	tatooine	10.5.6.1/23

Pour ces travaux pratiques, de nombreuses questions peuvent être traitées à l'aide du document de référence : *Nfsv4 configuration*⁴. Il faut cependant faire correspondre les configurations décrites dans ce document avec les configurations proposées avec les paquets de la distribution *Debian GNU/Linux*.

Pour chaque paire de postes de travaux pratiques, il faut attribuer les rôles serveur et client. Le serveur doit exporter une partie de son arborescence locale de système de fichiers et le client doit pouvoir y accéder de façon transparente via un montage du système de fichiers distant. Ce support de travaux pratiques fait suite à la présentation : *Systèmes de fichiers réseau*⁵.

3. Protocole NFS et topologie de travaux pratiques

Cette section reprend les éléments spécifiques au protocole NFS introduits lors de la présentation *Systèmes de fichiers réseau*⁶.

Plusieurs versions du protocole de système de fichiers réseau NFS sont disponibles. Chacune correspond à une «époque» ou à un mode d'exploitation. La vue ci-dessous illustre la distribution des fonctionnalités de la version 4 entre les espaces noyau et utilisateur. Elle est extraite de la page *NFsv4 Testing for Linux*⁷.

¹ <http://www.docbook.org>

² <http://www.debian.org>

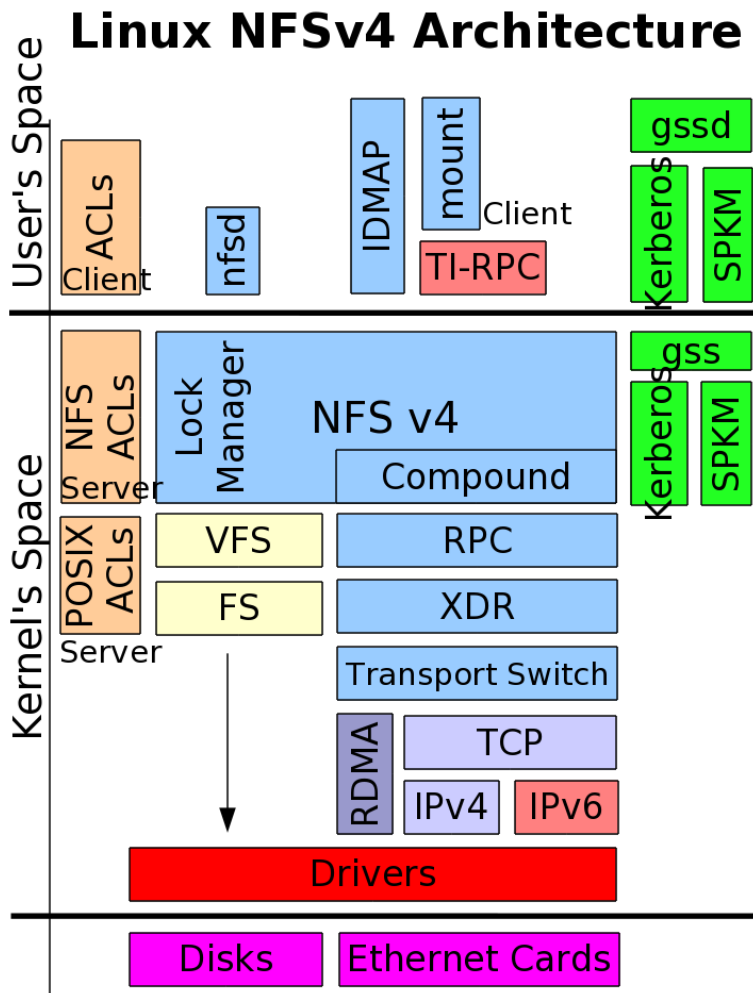
³ <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/telechargement/admin.reseau.nfs.pdf>

⁴ https://wiki.linux-nfs.org/wiki/index.php/Nfsv4_configuration_fr

⁵ <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/cours/admin.reseau.fs/>

⁶ <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/cours/admin.reseau.fs/>

⁷ <http://devresources.linuxfoundation.org/dev/nfsv4/site/architecture/>



Architecture NFSv4 Linux - vue complète⁸

La version 2 du protocole NFS a été la première à être largement adoptée à la fin des années 80. Elle a été conçue pour fournir un service de partage de fichiers entre les hôtes d'un même réseau local. Elle s'appuie sur le protocole UDP au niveau transport et sur le mécanisme d'appel de procédure distant (RPC) aux niveaux supérieurs.

La version 3 du protocole, introduite au milieu des années 90, a apporté de nombreuses améliorations en termes de fiabilité et de performances relativement à la précédente. Avec la version 3 du protocole :

- La taille maximum de fichier n'est plus limitée à 2Go.
- Les écritures asynchrones sur le serveur sont possibles ; ce qui améliore beaucoup les performances. Les requêtes en écriture des clients sont gérées en mémoire cache. Le client n'a plus à attendre que les demandes d'écritures soient effectivement appliquées sur les disques ce qui améliore les temps de réponse.
- Les contrôles d'accès sont effectués avant les manipulations sur les fichiers.
- La taille des données transférées n'est plus limitée à 8Ko.
- Il est possible d'utiliser le protocole TCP au niveau transport.

La version 4 du protocole apporte de nouvelles fonctionnalités relativement aux précédentes.

Les identifiants d'utilisateur et de groupe (*uid/gid*) sont représentés par des chaînes de caractères. Un nouveau service, baptisé *idmapd*, est utilisé sur le serveur *et* le client pour faire les correspondances entre les valeurs numériques locales et les chaînes de caractères. Ces nouvelles correspondances permettent d'utiliser de nouveaux contrôles d'accès indépendants entre clients et serveurs.

Les serveurs maintiennent un pseudo système de fichiers qui assure la cohérence du système de nommage avec les clients. Ainsi, un objet est nommé de façon identique entre le serveur et ses clients. Pour respecter les spécifications

⁸ <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/cours/admin.reseau.nfs/images/NFSv4.Schema.png>

POSIX, un client qui a accès à un niveau d'arborescence peut parcourir tous les niveaux inférieurs. Il n'est pas nécessaire d'exporter les sous arborescences.

Les appels de procédures distants n'utilisent plus le multiplexage de ports. Un numéro de port unique a été attribué à la version 4 du protocole NFS : tcp/2049. La version 3 doit utiliser plusieurs ports pour les traitements de ses protocoles complémentaires ; ce qui donne un assemblage plutôt complexe de ports et de couches avec des problèmes de sécurité propres. Aujourd'hui, ce mode de fonctionnement est abandonné et toutes les opérations de mise en œuvre de protocole complémentaire précédemment exécutées via des ports individuels sont maintenant traitées directement à partir d'un port unique connu.

Désormais, le mécanisme d'appel RPC n'est plus aussi important et sert essentiellement d'enveloppe pour les opérations encapsulées dans la pile NFSv4. Ce changement rend le protocole beaucoup moins dépendant de la sémantique du système de fichiers sous-jacent. Pour autant, les opérations de système de fichiers d'autres systèmes d'exploitation n'ont pas été négligées. Par exemple, les systèmes Windows exigent des appels *stateful* ouverts. Le mécanisme de suivi d'état de communication (*statefulness*) facilite l'analyse de trafic et rend les opérations de système de fichiers beaucoup plus simples à interpréter. Ce même mécanisme permet aux clients de gérer les données «en l'état» en mémoire cache.

La version 4 simplifie les requêtes en utilisant des opérations composées ou groupées (*compound*) qui englobent un grand nombre de traitements sur les objets du système de fichiers. L'effet immédiat est, bien sûr, une diminution très importante des appels RPC et des données qui doivent parcourir le réseau. Bien que chaque appel RPC transporte beaucoup plus de données en accomplit beaucoup plus de traitements, on considère qu'une requête composée de la version 4 du protocole exige cinq fois moins d'interactions client serveur qu'avec la version 3.

L'objectif des manipulations qui sont demandées dans ce document est d'illustrer les nouvelles fonctionnalités apportées par la dernière version du protocole NFS. Le séquençement des opérations à réaliser lors de la séance de travaux pratiques est décrit dans le tableau ci-dessous. Après le traitement de la première partie commune, les deux postes occupent chacun un rôle distinct.

Tableau 2. Attribution des rôles

Client	Serveur
Identification du mécanisme des appels RPC. Installation et configuration des paquets communs.	

4. Configuration commune au client et au serveur NFS

Plusieurs services communs doivent être actifs pour que les accès au système de fichiers réseau NFS soient utilisables. Le mécanisme de gestion des appels de procédures distants appelé RPC ou *Remote Procedure Call* constitue le point de départ dans la mise œuvre de ces services communs.

Le logiciel de gestion des appels de procédures distants a évolué avec les différentes versions du système de fichiers NFS et l'arrivée du protocole réseau IPv6. La configuration étudiée ici doit permettre de fonctionner de la façon la plus transparente possible avec les versions 3 et 4 du système de fichiers NFS.



Note

Les manipulations présentées ici ne traitent pas le volet authentification et chiffrement des échanges sur le réseau. On considère que les services *Kerberos*, *SPKM-3* et *LIPKEY* ne sont pas actifs sur les systèmes étudiés.

4.1. Gestion des appels RPC

1. Quels sont les deux logiciels disponibles chargés de la gestion des appels RPC ? Qu'est-ce qui les distinguent ?

La présentation *Systemes de fichiers réseau*⁹ introduit les principes de fonctionnement des appels de procédures distants.

⁹ <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/cours/admin.reseau.fs/>

Dans un premier temps, rechercher dans le support *Linux NFS-HOWTO*¹⁰ le service «historique» utilisé par NFS pour le multiplexage des appels de procédures distants. Dans un second temps, consulter la page *TI-RPC/rpcbind support*¹¹ pour identifier les évolutions apportées.

- Quels sont les paquets qui correspondent à ces logiciels ? Installer le paquet ouvrant les services de transport universels.

Utiliser les outils de recherche dans les répertoires de noms de paquets et dans leurs descriptions : **apt-cache**, **dpkg**, **aptitude**.

- Quel est le numéro de port utilisé par le service ? Quel est le principe de fonctionnement du service pour le traitement des appels de procédures distants ?

Utiliser les commandes qui permettent d'obtenir les informations sur :

- La liste des processus actifs sur le système,
- Les numéros de ports en écoute sur les interfaces réseau,
- Les pages de manuels des applications utilisées.

- Quelle est a commande qui permet de lister les services accessibles via un appel RPC ? À quel paquet appartient cette commande ?

Rechercher dans le support *Linux NFS-HOWTO*¹² et dans la liste des fichiers du paquet sélectionné pour la gestion des appels RPC.

- Donner deux exemples d'exécution : un en local et un sur le poste de travaux pratiques voisin.
- Réaliser une capture à l'aide de l'analyseur réseau lors de l'exécution de la commande et relever : le protocole de transport utilisé, les numéros de ports caractéristiques de cette transaction ainsi que le nom de la procédure RPC utilisée.



4.2. Gestion des paquets NFS

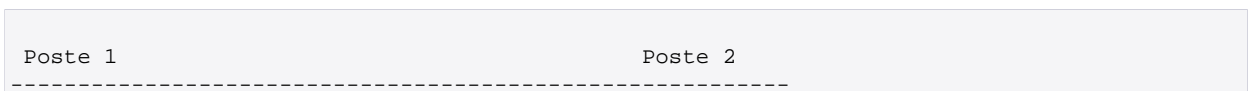
- Quel est le paquet commun au client et au serveur ? Identifier le jeu de commandes fournies par ce paquet.

Rechercher dans la liste des paquets disponibles, ceux dont le nom débute par `nfs`.

- Quels sont les différents moyens qui permettent d'identifier l'ouverture du nouveau service suite à l'installation du paquet ?

Passer en revue les commandes qui listent les processus, les sockets (unix|inet) ouverts en écoute et les appels RPC.

- Réaliser une capture réseau lors de l'exécution des commandes et relever les protocoles et les numéros de ports caractéristiques de ces transactions. Relativement aux questions sur [Section 4.1, « Gestion des appels RPC »](#), est-ce que de nouveaux ports (tcp|udp) en écoute sont apparus ? Pourquoi ?



¹⁰ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

¹¹ http://nfsv4.bullopen-source.org/doc/tirpc_rpcbind.php

¹² <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

```
<commande>      --- requête --->                <processus>
                <-- réponse ----
```

4. Quel fichier de configuration faut-il éditer pour privilégier l'utilisation de la version 4 du protocole NFS ?

Rechercher le répertoire commun à l'ensemble des services du système dans lequel on trouve les fichiers de paramétrage de ces services. Une fois le répertoire identifié, on doit y trouver un fichier portant le nom du paquet `nfs-common`.

5. Quels sont les paramètres à éditer pour privilégier l'utilisation de la version 4 du protocole NFS ? Éditez le fichier de configuration en conséquence et relancez le service

Rechercher dans les différences entre les versions du protocole NFS les éléments sur les échanges *stateless* et *stateful*.

5. Configuration du client NFS

Le rôle du client est d'intégrer un accès au système de fichiers d'un hôte distant dans son arborescence locale. On parle de «montage NFS». Dans un premier temps, on teste les opérations de montage manuel. Bien sûr, ces tests ne peuvent aboutir que si une arborescence à été exportée par un serveur.

Ensuite, on teste les opérations de montage automatisées ou «automontage». Si le serveur NFS n'est pas encore disponible au moment des tests de montage manuel, il faut préparer les fichiers de configuration du service d'automontage.

5.1. Opérations manuelles de (montage|démontage) NFS

1. Quelle est la commande qui permet de tester la disponibilité du service de montage NFS sur un hôte distant ?

Reprendre l'utilisation de la commande identifiée dans la section précédente.

2. Quelle est la commande qui permet d'identifier l'arborescence disponible à l'exportation sur le serveur NFS ?

Rechercher dans la liste des fichiers du paquet de service commun NFS.

3. Quelle est la commande à utiliser pour les opérations de montage manuel ? À quel paquet appartient cette commande ? Cette commande est-elle exclusivement liée au protocole NFS ?

Après avoir consulté le support *Linux NFS-HOWTO*¹³, interroger la base de données des paquets, rechercher dans le contenus des paquets et consulter les pages de manuels.

4. Créer le répertoire `/ahome` destiné à «recevoir» le contenu répertoires utilisateurs exportés depuis le serveur NFS. Quelle est la syntaxe de la commande permettant de *monter* le répertoire exporté par le serveur NFS sur ce nouveau répertoire ?

Rechercher dans le support *Linux NFS-HOWTO*¹⁴.

5. Quelles sont les options de montage disponibles avec le protocole NFS ? Relever la signification des options principales ?

6. Réaliser une capture lors de l'exécution des commandes et relever les numéros de ports caractéristiques de ces transactions. Est-il possible de retrouver les informations échangées dans les données de capture ?

```
Client                                     Serveur
-----
mount                                     portmapper
                --- requête RPC --->
```

¹³ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

¹⁴ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

mount	<--- numéro port ---	portmapper
mount	--- requête RPC --->	mountd
mount	<-- réponse -----	mountd
lecture/écriture	---- I/O ----->	nfsd
lecture/écriture	<- ACK fin opération -	nfsd

7. Quelles seraient les opérations à effectuer pour configurer le système et rendre un montage NFS statique permanent ?

Rechercher le fichier de configuration système responsable des montages statiques des partitions.

Il est inutile de modifier les fichiers de configuration du système sachant que l'on change de méthode de montage dans la section suivante.

5.2. Opérations automatisées de (montage|démontage) NFS



Note

Il existe plusieurs implémentations libres pour le service d'automontage. On se limite ici au logiciel lié au noyau Linux.

Dans cette section, on reprend le processus de montage précédent en utilisant le service d'automontage. L'objectif étant de rendre les opérations d'accès au système de fichiers réseau totalement transparentes pour l'utilisateur, le recours au montage manuel doit être évité le plus possible.

1. Quel est le paquet qui contient les outils nécessaires au fonctionnement de l'automontage ?

Interroger les méta données dans le cache du gestionnaire de paquets en cherchant le mot clé **automount**.

2. Comment créer un compte utilisateur local baptisé `etu-nfs` avec un répertoire utilisateur situé sous la racine /`ahome` dont les fichiers et répertoires sont placés sur le serveur NFS ?

3. Quels sont les fichiers de configuration du service d'automontage à éditer ou créer pour que l'utilisateur `etu-nfs` ait accès à ses données personnelles ?

Utiliser les fichiers exemples fournis avec le paquet, les pages de manuels associées et créer un fichier spécifique pour la gestion des comptes utilisateurs.

4. Quelles sont les conditions à respecter sur le client et le serveur NFS pour que l'utilisateur `etu-nfs` ait la capacité à écrire dans son répertoire personnel ?

Rechercher les attributs d'un compte utilisateur qui correspondent aux propriétés des objets d'un système de fichiers au sens général.

5. Comment prendre l'identité de l'utilisateur `etu-nfs` pour tester la validité du montage ?

Cette validation suppose que l'utilisateur puisse atteindre son répertoire et que l'on visualise l'automontage avec les commandes **mount** et **df**.

6. Réaliser une capture réseau lors de l'exécution des commandes et relever les numéros de ports caractéristiques de ces transactions. Est-il possible de retrouver les informations échangées dans les données de capture ?

6. Configuration du serveur NFS

Le rôle du serveur NFS est de mettre à disposition sur le réseau une partie de son arborescence locale de système de fichiers. On parle d'«exportation».

**Note**

Il existe plusieurs implémentations libres de serveur NFS. On se limite ici à l'utilisation du logiciel lié au noyau Linux.

Cette section traite de l'installation d'un serveur NFS en version 4 dont le but est d'exporter le contenu des répertoires utilisateurs vers les clients.

1. Quel est le paquet qui contient les outils nécessaires au fonctionnement du serveur NFS ? Installez ce paquet.
Interroger les méta données du gestionnaire de paquets pour identifier le nom du paquet à installer.
2. Quel est le fichier de configuration principal de gestion des exportations NFS ?
Rechercher dans le support *Linux NFS-HOWTO*¹⁵.
3. Créer le répertoire `/home/exports/home`. Quelle est la syntaxe à utiliser dans le fichier de configuration pour «exporter» ce répertoire ?
Rechercher dans les supports *Linux NFS-HOWTO*¹⁶ et *Nfsv4 configuration*¹⁷. On peut aussi utiliser les pages de manuels fournies avec le paquet du serveur NFS.
4. Qu'est-ce qui distingue l'exportation d'une arborescence entre les versions 3 et 4 du protocole NFS ?
Rechercher dans les différences relatives à la notion de nommage dans les manipulations proposées dans les supports *Linux NFS-HOWTO*¹⁸ et *Nfsv4 configuration*¹⁹.
Donner la signification du paramètre `fsid=0` dans la documentation relative à la version 4. Proposer une analogie avec le fonctionnement d'un serveur Web.
5. Quelle est la commande qui permet de visualiser l'état courant de l'arborescence exportée ?
Rechercher dans la liste des fichiers du paquet relatif au serveur NFS.
6. Quelles sont les principales options disponibles pour l'exportation d'une arborescence ? Relever la signification des paramètres.
Rechercher dans le support *Linux NFS-HOWTO*²⁰. On doit s'intéresser plus particulièrement aux options : `(rw|ro)`, `(sync|async)` et `*squash`.
7. Comment créer un compte utilisateur local baptisé `etu-nfs` avec un répertoire utilisateur situé sous la racine /`ahome` ?
8. Réaliser une capture et relever les numéros de ports caractéristiques de des transactions de montage. Est-il possible de retrouver les informations échangées dans les données de capture ?
Pour réaliser cette capture, il faut synchroniser les opérations entre les postes client et serveur. On commence par le lancement de l'analyseur réseau puis on effectue un montage manuel par exemple pour caractériser les transactions réseau.

7. Gestion des droits sur le système de fichiers NFS

Le contrôle des droits sur les objets de l'arborescence exportée par le serveur NFS est limité au masque de permissions de ces objets. Il est donc important de faire correspondre les identifiants `uid` et `gid` entre le client et le serveur.

¹⁵ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

¹⁶ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

¹⁷ https://wiki.linux-nfs.org/wiki/index.php/Nfsv4_configuration_fr

¹⁸ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

¹⁹ https://wiki.linux-nfs.org/wiki/index.php/Nfsv4_configuration_fr

²⁰ <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

Les manipulations suivantes sont à réaliser en «concertation» entre les administrateurs des postes client et serveur. Le compte utilisateur `etu-nfs` doit avoir été créé sur le **serveur** et sur le **client**.



Note

Ces manipulations se font sans système de gestion centralisé de l'authentification. L'utilisation d'un annuaire LDAP pour fournir une base de comptes utilisateurs fait l'objet d'un support de travaux pratiques qui vient après celui-ci. Ce support se concentre sur le volet système de fichiers réseau.

1. Quelles sont les valeurs numériques des identifiants `uid` et `gid` du compte utilisateur `etu-nfs` sur le client et sur le serveur NFS ?

Si les valeurs diffèrent entre le client et le serveur, il faut détruire ces comptes utilisateurs et reprendre les options de la commande **adduser** pour fournir ces valeurs de façon explicite.

2. Sur quel poste peut-on créer des fichiers et des répertoires avec des masques de permissions ayant d'autres valeurs `uid` et `gid` que celles de l'utilisateur `etu-nfs` ? Quelles sont les options des commandes **chmod** et **chown** à utiliser pour réaliser ces opérations ?

Utiliser les pages de manuels des commandes.

3. Quel est le service qui assure la conformité des identifiants entre serveur et client NFS ?

Reprendre la liste des service RPC actifs sur les deux systèmes.

8. Système de fichiers NFS & sécurité

Lors de leur conception, au début des années 80, la sécurité des mécanismes RPC la sécurité n'était pas une préoccupation. Il a donc fallu appliquer des fonctions de sécurité sur des protocoles qui n'étaient pas prévus pour.

Avec les versions 2 et 3 du protocole NFS, le service `portmap` ne dispose d'aucun mécanisme interne de sécurité. C'est la raison pour laquelle on lui associe les utilitaires *TCP wrapper* qui «encadrent» les accès aux appels RPC. Cette sécurisation à minima est très limitée puisqu'elle se limite à définir les adresses IP des hôtes qui peuvent accéder au service. Il n'est donc pas réaliste d'utiliser les versions 2 et 3 du protocole NFS sur un réseau étendu sans passer par des tunnels. De plus, l'affectation dynamique de numéro de port pour les montages avec ces versions du protocole ne facilite pas la configuration des pare feux.

Avec le développement de la version 4 du protocole NFS, des fonctions d'authentification basées sur la technologie *Kerberos* ont été introduites. L'affectation dynamique est abandonnée au profit d'un numéro de port unique : `tcp/2049`.

9. Documents de référence

Systèmes de fichiers réseau : NFS & CIFS

*Systèmes de fichiers réseau*²¹ : présentation des modes de fonctionnement des systèmes de fichiers réseau NFS & CIFS. Cette présentation est à consulter avant d'aborder la **Section 3, « Protocole NFS et topologie de travaux pratiques »**.

Linux NFS-HOWTO

*Linux NFS-HOWTO*²² : documentation historique complète sur la configuration d'un serveur et d'un client NFS jusqu'à la version 3 incluse.

Nfsv4 configuration

*Nfsv4 configuration*²³ : traduction française extraite des pages du projet CITI de l'université du Michigan.

²¹ <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/cours/admin.reseau.fs/>

²² <http://nfs.sourceforge.net/nfs-howto/>

²³ https://wiki.linux-nfs.org/wiki/index.php/Nfsv4_configuration_fr

NFSv4 Testing for Linux

*NFSv4 Testing for Linux*²⁴ : Page du site *linuxfoundation.org* consacrée à la publication des tests de performances de la version 4 du système de fichiers réseau NFS. On y trouve les schémas sur l'architecture de la pile des protocoles utilisées par NFS et repris dans la **Section 3, « Protocole NFS et topologie de travaux pratiques »**.

Autres liens

*Marque-pages Delicious sur NFSv4*²⁵

²⁴ <http://devresources.linuxfoundation.org/dev/nfsv4/site/architecture/>

²⁵ <http://delicious.com/phlatu/nfsv4>