Topologie Hub & Spoke avec le protocole PPP

Philippe Latu
philippe.latu(at)inetdoc.net

http://www.inetdoc.net

Résumé

L'objectif de ce support de travaux pratiques est d'étudier les configurations d'un routeur d'accès (Hub) et d'un ou plusieurs routeurs d'agence (Spoke). On assimile ces deux configurations types à des routeurs qui réalisent l'interconnexion entre un réseau local et un réseau étendu. La technologie RNIS sert de support au réseau étendu. C'est le moyen d'illustrer une communication à base de trames HDLC et le fonctionnement du protocole PPP.

Table des matières

1. Copyright et Licence

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 : `interco.ppp.q.pdf`[3].

[1] http://www.docbook.org
[2] http://www.debian.org
[3] http://www.inetdoc.net/pdf/interco.ppp.q.pdf

Toutes les commandes utilisées dans ce document ne sont pas spécifiques à une version particulière des systèmes UNIX ou GNU/Linux. C'est la distribution Debian GNU/Linux qui est utilisée pour les tests présentés. Voici une liste des paquets contenant les commandes :

- net-tools - The NET-3 networking toolkit
- ifupdown - High level tools to configure network interfaces
- iputils-ping - Tools to test the reachability of network hosts
- isdnutils - Most important ISDN-related packages and utilities
- ipppd - PPP daemon for syncPPP over ISDN

1.2. Conventions typographiques

Tous les exemples d'exécution des commandes sont précédés d'une invite utilisateur ou prompt spécifique au niveau des droits utilisateurs nécessaires sur le système.

- Toute commande précédée de l'invite `$` ne nécessite aucun privilège particulier et peut être utilisée au niveau utilisateur simple.
- Toute commande précédée de l'invite `#` nécessite les privilèges du super-utilisateur.

2. Aide à la mise au point

Afin de résoudre les problèmes de connexion et de configuration, il existe différents canaux d'information système. Voici trois exemples de consultation de messages :

Messages système émis par le noyau Linux
: L'affichage des messages système est géré par le démon `(r)syslogd`. Pour consulter ces messages, il faut lire le contenu des fichiers du répertoire `/var/log/`. Dans le cas des travaux pratiques, les informations nécessaires à la mise au point des connexions réseau se trouvent dans le fichier `/var/log/syslog`. Pour visualiser les dernières lignes du fichier à la console on utilise la commande **tail** : **`tail -50 /var/log/syslog`**.

  Du point de vue droits sur le système de fichiers, la commande **tail** peut être utilisée au niveau utilisateur normal dès lors que celui-ci appartient au groupe `adm`. Les commandes **id** et **groups** permettent de connaître les groupes auxquels l'utilisateur courant appartient.

Messages système émis par le sous-système RNIS
: Les messages du sous-système RNIS sont transmis vers les interfaces `/dev/isdnctrl*`. On peut les consulter à l'aide de la commande : **`cat /dev/isdnctrl`** ou les renvoyer automatiquement sur une console : **`cat /dev/isdnctrl0 >/dev/tty10 &`**. Les différents niveaux d'informations produits sont paramétrés à l'aide de l'utilitaire de contrôle du pilote d'interface RNIS : **hisaxctrl**. Ces niveaux sont détaillés dans les pages de manuels : **`man hisaxctrl`**. En ce qui concerne l'établissement des connexions téléphoniques, des codes sont renvoyés directement à la console en cas d'échec. Leur signification est donnée dans les pages de manuels `isdn_cause` : **`man isdn_cause`**.

Messages émis par le gestionnaire de connexion **ipppd**
: Ces messages sont obtenus en configurant le démon de journalisation système `(r)syslogd`. Les détails sur la configuration du service de journalisation système sont obtenus à l'aide des pages de manuels : **`man syslog.conf`**. Vérifier que la ligne suivante est bien présente dans le fichier `/etc/syslog.conf`.

```
# grep ^daemon /etc/syslog.conf
daemon.*                        -/var/log/daemon.log
```

3. Interface RNIS & protocole PPP

La connexion directe à l'aide du mode `rawip` (Voir Configuration d'une interface RNIS en mode rawip[4]) présente l'avantage de la simplicité : authentification basée sur les numéros de téléphone sans échange d'adresses IP. Ce mode de connexion présente cependant des limitations importantes.

- La configuration des adresses IP doit être effectuée avant l'établissement de la connexion téléphonique. Il est donc impératif que les postes soient en état de marche au moment de la connexion.
- La sécurité de connexion étant basée sur les numéros de téléphone, il est impossible de se connecter depuis une autre installation.
- Comme la configuration réseau est effectuée manuellement à chaque extrémité, le plan d'adressage IP doit être connu de toutes les entités en communication.

Le protocole PPP permet de dépasser ces limitations en offrant une configuration indépendante de la technologie du réseau étendu après authentification et autorise une plus grande mobilité.

Les mécanismes de fonctionnement de ce protocole sont décrits dans le document RFC1661 The Point-to-Point Protocol (PPP)[5]. Dans le contexte de ces travaux pratiques, il doit remplir trois fonctions pour les deux configurations types étudiées :

- La possibilité de se connecter au serveur d'appel depuis n'importe quel poste ou numéro de téléphone.
- L'authentification de l'utilisateur appelant.
- L'attribution de l'adresse IP du poste appelant.

Relativement à la configuration `rawip`, il faut changer quelques paramètres de configuration au niveau liaison de l'interface RNIS.

Q1. Quelle est l'encapsulation à configurer sur l'interface RNIS pour utiliser le protocole PPP ?

Consulter les pages de manuels de la commande **isdnctrl** en effectuant une recherche avec la clé : `ppp`.

Q2. Quel est le démon de gestion de connexion qui utilise le mode de transmission synchrone des interfaces RNIS avec le protocole PPP ?

Lister les paquets liés au sous-système (RNIS|ISDN) et retrouver le gestionnaire de connexion associé.

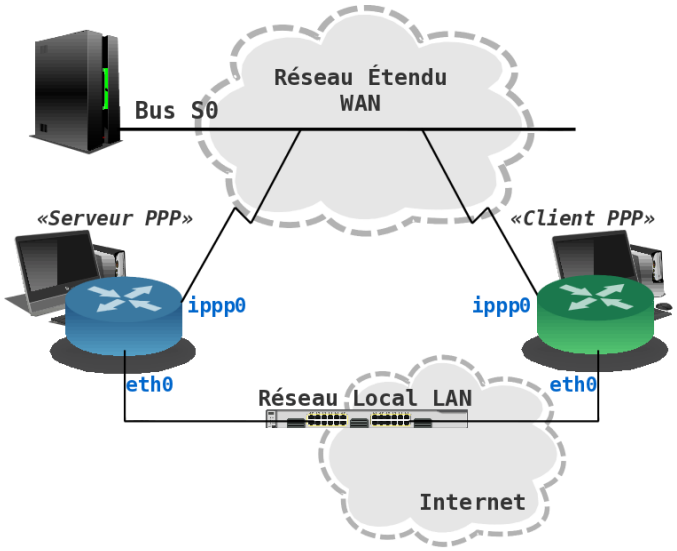
Q3. Quelles sont les noms d'interface RNIS à utiliser avec ce démon de gestion de connexion ?

Voir les pages de manuels de l'outil de configuration d'interface **isdnctrl**.

4. Connexion avec le protocole PPP

Pour valider le fonctionnement de l'interface RNIS avec le protocole PPP, on utilise les postes de travaux pratiques par paires. Dans ce contexte, les deux modes : client et serveur ne se distinguent que par l'attribution d'adresses IP.

[4] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/interco.rawip.q/
[5] https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1661.txt



Topologie équivalente entre serveur et client PPP[6]

C'est le serveur qui doit fournir les adresses données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. Plans d'adressage IP et RNIS des liaisons WAN

Bus	Serveur PPP	N° tél.	Adresses IP serveur:client	N° tél.	Client PPP
S0.1	alderaan	104	`192.168.104.1:192.168.105.2`	105	bespin
S0.2	centares	106	`192.168.106.1:192.168.107.2`	107	coruscant
S0.3	dagobah	108	`192.168.108.1:192.168.109.2`	109	endor
S0.4	felucia	110	`192.168.110.1:192.168.111.2`	111	geonosis
S0.5	hoth	112	`192.168.112.1:192.168.113.2`	113	mustafar
S0.6	naboo	114	`192.168.114.1:192.168.115.2`	115	tatooine

Attention, les adresses données dans ce tableau étant utilisées par des liens point à point, le masque réseau occupe les 32 bits de l'espace d'adressage.

Saisie des options du démon PPP

Pour l'ensemble de ces travaux pratiques, les options du gestionnaire de connexion PPP **ipppd** doivent être saisies directement sur la ligne de commande. Il faut s'assurer que les fichiers `/etc/ppp/ioptions*` sont vides. Dans le cas contraire, les paramètres contenus dans ces fichiers peuvent être utilisés par défaut sans tenir compte de ceux saisis sur la ligne de commande.

4.1. Sans authentification

Q4. Quelles sont les options de configuration à fournir au gestionnaire de connexion pour ce mode de fonctionnement ?

Consulter les pages de manuels du démon **ipppd**.

Q5. Quelles sont les options qui permettent de visualiser en détails le dialogue PPP dans les journaux systèmes ?

C'est à nouveau dans les pages de manuels que la réponse se trouve.

[6] images/interco.ppp.topology0.png

Q6. Quels sont les noms des deux sous-couches du protocole PPP qui apparaissent dans les journaux systèmes ? Quels sont les rôles respectifs de ces deux sous-couches ?

Consulter la page Point-to-Point Protocol[7].

Q7. Quels sont les en-têtes du dialogue qui identifient les requêtes (émises|reçues), les rejets et les acquittements ?

Consulter les journaux système contenant les traces d'une connexion PPP.

4.2. Avec authentification PAP

Relativement à la section précédente, on ajoute ici le volet authentification au dialogue PPP en utilisant le protocole PAP.

Pour l'ensemble des postes de travaux pratiques les paramètres d'authentification login/password sont : `etu/stri`.

> **Journalisation des échanges de mots de passe**
>
> Il existe une option spécifique du gestionnaire de connexion PPP ipppd qui permet de journaliser les échanges sur les mots de passe : `+pwlog`. En ajoutant cette option à celles déjà utilisées lors de l'appel à ipppd sur la ligne de commande, on peut observer l'état des transactions d'authentification.

Q8. Quelles sont les options de configuration spécifiques à l'authentification PAP à fournir au démon PPP ?

Consulter les pages de manuels du démon **ipppd**.

Q9. Dans quel fichier sont stockés les paramètres d'authentification login/password utilisés par le protocole PAP ?

Consulter les pages de manuels du démon **ipppd**.

Q10. Quels sont les en-têtes du dialogue de la couche LCP qui identifient les requêtes d'authentification échangées entre les deux processus pairs ?

Q11. Quelles sont les informations échangées sur les mots de passe avec le protocole PAP ? Est-il possible de relever le mot de passe avec ce protocole ?

4.3. Avec authentification CHAP

On reprend exactement le cas précédent en changeant le protocole d'authentification. On utilise maintenant le protocole CHAP qui est nettement plus intéressant que PAP. Nous allons voir pourquoi !

Les paramètres d'authentification login/password ne changent pas : `etu/stri`.

Q12. Quelles sont les options de configuration spécifiques à l'authentification CHAP à fournir au démon PPP ?

Consulter les pages de manuels du démon **ipppd**.

Q13. Dans quel fichier sont stockés les paramètres d'authentification login/password utilisés par le protocole CHAP ?

Consulter les pages de manuels du démon **ipppd**.

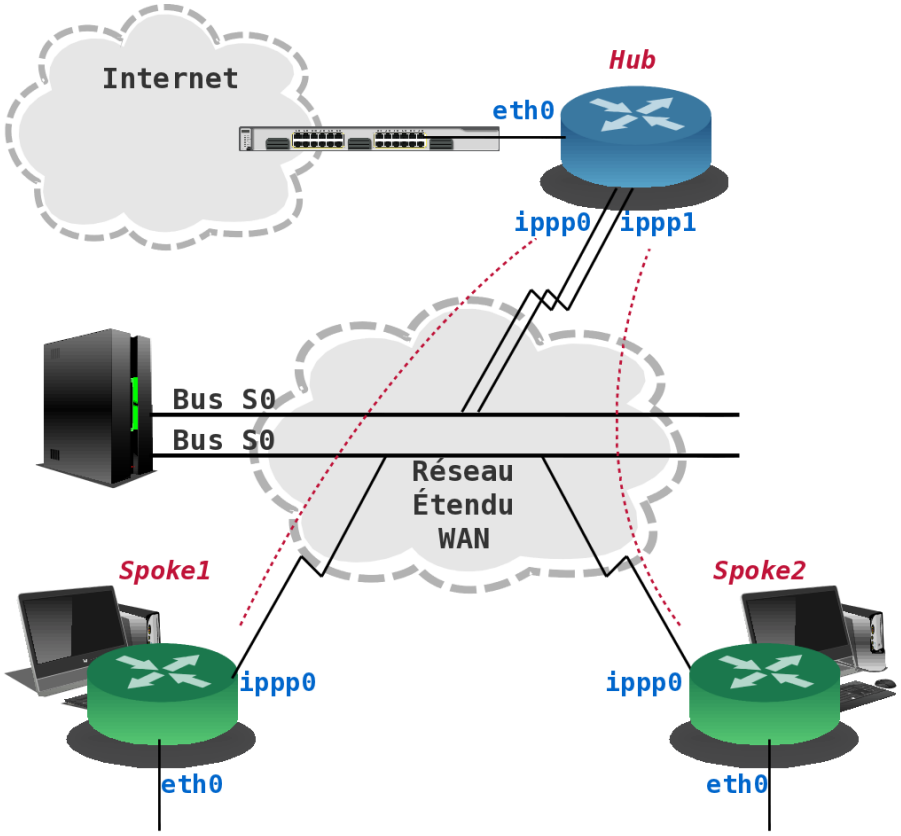
Q14. Quels sont les en-têtes du dialogue de la couche LCP qui identifient les requêtes d'authentification échangées entre les deux processus pairs ?

[7] http://en.wikipedia.org/wiki/Point-to-Point_Protocol

Q15. Quelles sont les informations échangées sur les mots de passe avec le protocole CHAP ? Est-il possible de relever le mot de passe avec ce protocole ?

5. Topologie Hub & Spoke

La topologie dite Hub & Spoke est une forme de topologie étoile dans laquelle tous les liens sont de type point à point. Le rôle du Hub est de concentrer tous les accès depuis les sites distants ou les Spokes. Du point de vue routage le Hub détient la totalité du plan d'adressage alors que les Spokes ne disposent que d'un accès unique vers les autres réseaux.



Topologie Hub & Spoke[8]

Dans le contexte de ces travaux pratiques, le routeur Hub dispose d'un accès au réseau local (LAN) via son interface Ethernet et doit fournir un accès à Internet par ses interfaces d'accès au réseau étendu (WAN). Ce réseau étendu est modélisé par les deux canaux B de l'interface RNIS du Hub. Côté Spokes, les interfaces Ethernet sont provisoirement inutilisées et le seul accès aux autres réseau se fait par un canal B de l'interface RNIS.

5.1. Établissement de la route par défaut

La configuration par défaut des paquets *pppd* suppose que le poste utilisé est un client pour lequel la route par défaut doit être établie à chaque nouvelle connexion PPP.

Dans le cas présent, le routeur d'accès (Hub) doit conserver sa route par défaut sur le réseau local indépendamment des demandes de connexion PPP. Il est donc nécessaire de modifier le script de connexion `/etc/ppp/ip-up.d/ipppd`. Voici un extrait avec les lignes à commenter :

```
PPP_NET=`echo $PPP_LOCAL | sed 's,\.[0-9]*\.[0-9]*$,.0.0/16,'`

case "$PPP_IFACE" in
 ippp0)  route del default  ❶
                # route add default netmask 0 $PPP_IFACE   # usually necessary
                route add default netmask 0 gw $PPP_REMOTE ❷
                # The next lines are for simple firewalling.
```

❶ Commenter cette ligne pour éviter l'effacement de la route par défaut.

[8] images/interco.ppp.topology1.png

❷ Commenter cette ligne pour éviter l'établissement d'une nouvelle route par défaut.

5.2. Plan d'adressage

Pour mettre en œuvre la topologie voulue, on distingue 4 groupes de 3 postes de travaux pratiques. Le rôle de chaque poste est défini dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2. Affectation des rôles, des numéros de bus S0 et des adresses IP

Groupe	Poste	Rôle	Bus S0	N° Tél.	Interface	Réseau/Authentification
1	centares	Hub	S0.1	104	ippp0	192.168.104.1:192.168.104.2
			S0.1	105	ippp1	192.168.105.1:192.168.105.2
	bespin	Spoke 1	S0.2	106	ippp0	etu_s1 / Sp0k3.1
			-	-	dummy0	10.106.0.1/29
	alderaan	Spoke 2	S0.2	107	ippp0	etu_s2 / Sp0k3.2
			-	-	dummy0	10.107.0.1/29
2	endor	Hub	S0.3	108	ippp0	192.168.107.1:192.168.107.2
			S0.3	109	ippp1	192.168.108.1:192.168.108.2
	dagobah	Spoke 1	S0.4	110	ippp0	etu_s1 / Sp0k3.1
			-	-	dummy0	10.109.0.1/29
	coruscant	Spoke 2	S0.4	111	ippp0	etu_s2 / Sp0k3.2
			-	-	dummy0	10.110.0.1/29
3	hoth	Hub	S0.5	112	ippp0	192.168.111.1:192.168.111.2
			S0.5	113	ippp1	192.168.112.1:192.168.112.2
	geonosis	Spoke 1	S0.6	114	ippp0	etu_s1 / Sp0k3.1
			-	-	dummy0	10.113.0.1/29
	felucia	Spoke 2	S0.6	115	ippp0	etu_s2 / Sp0k3.2
			-	-	dummy0	10.114.0.1/29
4	naboo	Hub	S0.7	116	ippp0	192.168.115.1:192.168.115.2
			S0.7	117	ippp1	192.168.116.1:192.168.116.2
	mustafar	Spoke 1	S0.8	118	ippp0	etu_s1 / Sp0k3.1
			-	-	dummy0	10.117.0.1/29
	tatooine	Spoke 2	S0.8	119	ippp0	etu_s2 / Sp0k3.2
			-	-	dummy0	10.118.0.1/29

Comme dans le tableau d'adressage précédent, les adresses données ci-dessus étant utilisées par des liens point à point, le masque réseau occupe les 32 bits de l'espace d'adressage.

Avertissement

Les connexions RNIS des routeurs (Hubs doivent se faire directement sur les ports de l'autocommutateur RNIS. En effet, ces connexions utilisent les deux canaux B du port BRI.

6. Configuration d'un routeur Hub

Compte tenu de la topologie définie dans la section précédente, on doit configurer les interfaces LAN et WAN du Hub. Ce routeur doit fournir l'accès Internet via son interface LAN et attribuer les adresses IP aux Spokes via ses interfaces WAN.

6.1. Connexion au réseau local

Le routeur Hub accède à l'Internet via son interface LAN. Cet accès doit être permanent et indépendant de l'état des interfaces WAN.

Q16. Comment activer le routage au niveau dans le noyau du routeur ?

Consulter les documentations Configuration d'une interface de réseau local[9] et Guide Pratique du NAT[10].

Q17. Quelles sont les opérations nécessaires à la configuration de la traduction des adresses sources des paquets sortant par l'interface LAN ?

Consulter la documentation Guide Pratique du NAT[11].

Q18. Quels sont les tests à réaliser pour s'assurer du fonctionnement de l'accès Internet ?

Consulter la documentation Configuration d'une interface de réseau local[12].

6.2. Connexion au réseau étendu

Chaque routeur Hub utilise les deux canaux B d'un bus S0. On doit donc configurer deux interfaces `ipppX` pour établir les connexions point à point avec les deux Spokes.

Q19. Donner la liste des options de la commande **isdnctrl** pour la configuration des deux interfaces du Hub ?

Reprendre les instructions vues dans le support Configuration d'une interface RNIS en mode rawip[13] et la Section 4, « Connexion avec le protocole PPP ».

Q20. Quelles sont les opérations supplémentaires nécessaires à la configuration des interfaces RNIS du routeur Hub ?

Consulter les pages de manuels de la commande **isdnctrl** en effectuant une recherche avec la clé : `pppbind`.

Q21. Quelle est l'option de la commande **isdnctrl** qui permet de sauvegarder/restituer la configuration de l'interface RNIS ?

Utiliser les pages de manuel de l'outil **isdnctrl**. Sauvegarder le fichier de configuration de l'interface pour les utilisations ultérieures.

Q22. Quelles sont les opérations à effectuer pour mettre en œuvre le protocole PPP avec une authentification CHAP ?

Reprendre les questions de la Section 4, « Connexion avec le protocole PPP » pour chacune des deux interfaces. Les couples d'authentification login/password sont donnés dans le Section 5.2, « Plan d'adressage ».

6.3. Routage statique

Pour que les réseaux desservis par les routeurs Spokes soient accessibles depuis toutes les extrémités en communication, le routeur Hub doit disposer d'une table de routage complète. Comme le nombre des réseaux de chaque Spoke est limité, on utilise des entrées statiques dans la table de routage du Hub.

[9] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/config.interface.lan/
[10] http://www.netfilter.org/documentation/HOWTO/fr/NAT-HOWTO.html
[11] http://www.netfilter.org/documentation/HOWTO/fr/NAT-HOWTO.html
[12] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/config.interface.lan/
[13] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/interco.rawip.q/

Q23. Comment ajouter une entrée statique dans la table de routage du Hub ?

Rechercher les options de la commande **ip** dans le Manuel de référence Debian : configuration du réseau[14].

Q24. Comment tester la disponibilité des différents réseaux interconnectés ?

Reprendre les séquences de tests ICMP entre les différents hôtes.

7. Configuration d'un routeur Spoke

Dans ce scénario, le routeur accède à Internet par son interface WAN et redistribue cet accès sur un réseau local. Ce genre de routeur est appelé «routeur d'agence».

7.1. Connexion au réseau local

Compte tenu de la topologie définie dans la Section 5, « Topologie Hub & Spoke », l'interface LAN du routeur Spoke n'est pas utilisée. Il faut donc désactiver cette interface.

Q25. Comment supprimer la configuration d'une interface réseau au niveau système ?

Rechercher les outils systèmes proposés dans le Manuel de référence Debian : configuration du réseau[15].

7.2. Connexion au réseau étendu

Chaque routeur Spoke utilise un canal B d'un bus S0. On doit donc configurer une interface `ippp0` pour établir la connexion point à point avec le Hub.

Q26. Donner la liste des options de la commande **isdnctrl** pour la configuration de l'interface du Spoke ?

Reprendre les instructions vues dans le support Configuration d'une interface RNIS en mode rawip[16] et la Section 4, « Connexion avec le protocole PPP ».

Q27. Quelle est l'option de la commande **isdnctrl** qui permet de sauvegarder/restituer la configuration de l'interface RNIS ?

Utiliser les pages de manuel de l'outil **isdnctrl**. Sauvegarder le fichier de configuration de l'interface pour les utilisations ultérieures.

Q28. Quelles sont les opérations à effectuer pour mettre en œuvre le protocole PPP avec une authentification CHAP ?

Reprendre les questions de la Section 4, « Connexion avec le protocole PPP ». Les couples d'authentification login/password sont donnés dans le Section 5.2, « Plan d'adressage ».

7.3. Ajout d'un réseau fictif

L'ajout de nouvelles entrées fictives dans les tables de routage est une pratique très répandue. Elle permet de qualifier le bon fonctionnement d'un service ou d'un filtrage sans ajouter de matériel. Dans le cas de ces travaux pratiques, c'est le service Web qui est utilisé pour valider la disponibilité d'un réseau au niveau application.

Q29. Quelles sont les opérations à effectuer pour pouvoir utiliser des interfaces réseau virtuelles de type boucle locale sur un système GNU/Linux ?

Avec le noyau Linux, il est conseillé d'utiliser des interfaces baptisées dummy pour ce genre d'usage. Rechercher le module correspondant à charger en mémoire.

Q30. Quelles sont les opérations à effectuer pour installer un service Web en écoute exclusivement sur l'adresse IP de l'interface `dummy0` ?

[14] http://www.debian.org/doc/manuals/debian-reference/ch05.fr.html
[15] http://www.debian.org/doc/manuals/debian-reference/ch05.fr.html
[16] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/interco.rawip.q/

Installer le paquet `apache2` et modifier sa configuration pour que le service ne soit accessible que sur une adresse IP.

Q31. Comment valider l'accès à ce service Web depuis les autres routeurs ?

Si la table de routage du routeur Hub est complète, on décrit les couches de la modélisation en partant de la couche réseau vers la couche application. Les tests ICMP valident le niveau réseau. Les tests **traceroute** valident le fonctionnement des protocoles de la couche transport. Enfin, le navigateur web permet de tester la couche application.

8. Documents de référence

The Point-to-Point Protocol (PPP)
: RFC1661 The Point-to-Point Protocol (PPP)[17] : Le protocole point-à-point PPP fournit une méthode standard de transport de datagrammes multi-protocoles sur des liaisons point à point. PPP comprend 3 composants principaux :

1. Une méthode d'encapsulation des datagrammes multi-protocoles.
2. Un protocole de contrôle de niveau liaison ou Link Control Protocol (LCP) pour établir, configurer et tester une connexion de données à ce niveau.
3. Une famille de protocoles de contrôle de niveau réseau pour établir et configurer différents protocoles de niveau réseau.

Dans la plupart des cas, on retrouve des trames HDLC au niveau liaison et IP est le seul protocole réseau utilisé.

Configuration d'une interface RNIS en mode rawip
: Configuration d'une interface RNIS en mode rawip[18] : support de travaux pratiques utilisant la connexion directe sur le réseau téléphonique.

Configuration d'une interface de réseau local
: Configuration d'une interface de réseau local[19] : identification du type d'interface, de ses caractéristiques et manipulations des paramètres. Ce support fournit une méthodologie de dépannage simple d'une connexion réseau.

Debian Reference Chapter 10 - Network configuration
: Manuel de référence Debian : configuration du réseau[20] : chapitre du manuel de référence Debian consacré à la configuration réseau.

Fonctions réseau du noyau Linux
: Configuration des fonctions réseau & compilation du noyau Linux[21] : présentation et configuration des fonctions réseau du noyau LINUX

Guide Pratique du NAT sous Linux 2.4
: Guide Pratique du NAT[22] : Ce document décrit comment réaliser du camouflage d'adresse IP, un serveur mandataire transparent, de la redirection de ports ou d'autres formes de traduction d'adresse réseau (Network Address Translation ou NAT) avec le noyau Linux 2.4.

Linux PPP HOWTO
: Linux PPP HOWTO[23] : Ce guide est relativement ancien. On y trouve cependant des exemples utiles sur le paramétrage de l'authentification avec la protocole PPP.

[17] https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1661.txt
[18] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/interco.rawip.q/
[19] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/config.interface.lan/
[20] http://www.debian.org/doc/manuals/debian-reference/ch05.fr.html
[21] http://www.inetdoc.net/travaux_pratiques/interco.kernel.q/
[22] http://www.netfilter.org/documentation/HOWTO/fr/NAT-HOWTO.html
[23] http://tldp.org/HOWTO/PPP-HOWTO/