
**Configuration
réseau avancée et
maquettage**





Table des matières

I	Titre de la formation	i
II	Objectifs	i
III	Description	i
IV	Public	i
V	Prérequis	i
VI	Caractéristiques	i
VII	Évaluation	ii
VIII	Informations supplémentaires	ii
IX	Licence d'utilisation	3
1	Contexte de formation	1
I	Présentation du document	1
1.	Le référentiel de formation	1
2.	Les moyens mis à votre disposition	1
3.	La formation à distance	2
4.	L'évaluation	2
5.	Les qualités que vous allez devoir utiliser et développer	2
6.	L'outil de messagerie	3
II	Dernier conseil avant de démarrage	4
III	Vous présenter	4
2	Validation de l'environnement	5
I	Votre environnement de travail	5
3	Installation d'un environnement de travail	6
I	Présentation du document	6
II	Choix technologiques et déroulement des opérations	6
1.	La question du bloc-note et des notes	7
III	Environnement de travail avant de démarrer	7
IV	Terminologie utilisée	8
V	Téléchargement de l'image iso	8
VI	Téléchargement et installation de VirtualBox	10
1.	Parenthèse sur apt/apitude	10
2.	Préparation de l'environnement	10
3.	Installation des paquets nécessaires	11
4.	Installation de VirtualBox	11
VII	Configuration et installation de la VM	12
1.	Problématique de la distribution netinst	12

2.	Préparation de l'environnement pour VirtualBox	12
3.	Installation de la distribution	13
4.	Test de la connectivité à partir de la VM	16
VIII	Sauvegarde de la VM	17
IX	Introduction	17
X	Qu'avons-nous appris ?	18
XI	Liens et références	18
4	Cours IP	19
I	Présentation	19
II	Éléments de cours sur TCP/IP	19
1.	Présentation de TCP/IP	19
2.	OSI et TCP/IP	20
3.	La suite de protocoles TCP/IP	20
4.	Les applications TCP/IP	23
III	Éléments de cours sur l'adressage IP	27
1.	Adresses physiques (MAC) et adresses logiques (IP)	27
2.	Adressage IPv4	28
3.	Les sous-réseaux	31
IV	Éléments de cours sur ARP	35
1.	Le protocole ARP	35
2.	Processus de recherche de l'adresse physique	37
V	Le routage	37
1.	Principe	37
2.	Acheminement des paquets TCP-IP	38
3.	Les tables de routage	39
4.	Acheminement Internet	40
5.	Routage dynamique	40
VI	Conclusion	40
VII	Ressources	41
VIII	Exercices d'application	41
IX	Correction des exercices	41
5	Installation de NetKit	43
I	Introduction	43
II	Téléchargement et installation des paquets	43
III	Configuration de l'environnement	44
IV	Vérification de votre environnement	44
V	Retour sur les variables d'environnement	45
VI	Environnement virtualisé	45
6	NetKit	48
I	Introduction	48
II	Approche générale	48
1.	Fonctionnalités réseau	48
2.	Notion de réseau d'ordinateurs	49
3.	Notion de Machine virtuelle	49
4.	La notion de hub virtuel	50

III	Le jeu de commandes de netkit	50
1.	Les vcommandes	51
2.	Les lcommandes	51
3.	Aide sur les jeux de commandes	52
IV	L'échange de données entre VMs	52
1.	Échange de données via l'hôte	52
2.	Échange de données avec Internet	52
V	Les labs	54
1.	Utilisation de vstart	54
2.	Notion de lab	55
3.	Le fichier lab.conf	55
4.	Les sous-répertoires des labs	56
5.	Les scripts *.startup et *.shutdown	56
6.	Le fichier lab.dep	56
7.	Récapitulatif des principales commandes pour les labs	56
VI	Conclusion sur la présentation de netkit	57
7	Netkit, première application	58
I	Présentation	58
II	Réalisation de la maquette initiale	58
III	Ajout d'un domaine de collision	58
IV	Ajout d'un routeur entre les domaines de collision	59
V	Activation et utilisation d'un service	59
VI	Fin du premier TP de test	59
VII	Création d'un lab	60
8	Évaluation	61
I	Évaluation sur la séquence	61
9	Création d'un lab	62
I	Introduction	62
II	Architecture d'un lab	62
1.	Le fichier lab.conf	62
2.	Les scripts vm.startup et vm.shtudown	63
3.	Les lcommandes	63
III	Cahier des charges	64
IV	Conception du lab et plan d'adressage	64
V	Procédure de test du lab	65
1.	La commande ltest	65
VI	Automatisation des tests	66
VII	Extension du réseau	67
VIII	Analyse de trame	67
10	L'analyse de trame	68
I	Présentation	68
II	Les analyseurs de trames	68
III	Un point sur l'architecture matérielle	69
IV	Utilisation générale d'un analyseur de trame	69

V	tcpdump	69
	1. Utilisation de tcpdump	70
	2. Dépannage avec tcpdump	71
VI	tshark	72
	1. Utilisation de tshark	73
	2. Exemples de filtres pour tshark	73
VII	wireshark	73
VIII	Application	74
IX	Exercice	74
11	Analyse de trame avec netkit	76
I	Problématique de l'analyse de trame dans une VM	76
	1. tcpdump ou tshark	76
	2. Mettre en place une redirection	76
	3. Patcher netkit	76
12	Segmentation niveau 3	78
I	Introduction	78
II	Qu'est-ce que la segmentation de niveau 3 ?	78
III	Notion de routage	78
IV	Le routage statique sous Linux	79
V	Les commandes à utiliser	80
13	Segmentation de niveau 3 - Application	81
I	Introduction	81
II	Cahier des charges initial pour le routage	81
III	Conception du lab initial	81
IV	Procédure de test du lab initial	83
V	Segmentation du réseau initial	83
VI	Conception du lab	83
VII	Procédure de test du lab	84
VIII	Extension du réseau	85
IX	Mise en œuvre de sous-réseaux	85
X	Fin sur la partie segmentation de réseaux	86
14	Segmentation niveau 2	87
I	Introduction	87
II	Qu'est-ce que la segmentation de niveau 2 ?	87
III	Notion de Pont (bridge) sous Linux	87
IV	Les vlans sous Linux	88
15	Segmentation de niveau 2 - Application	89
I	Les outils sous Linux	89
II	Cahier des charges initial	89
III	Construction du bridge	89
	1. Structure du lab	90
	2. Configuration du bridge	90
	3. Procédure de test du bridge	90
	4. Extension du bridge en pont-routeur	91

IV	L'agrégat de lien	91
V	Création des Vlans	92
	1. Maquette générale des Vlans	92
	2. Identification des domaines de collision	93
	3. Construction des Vlans	94
	4. La question des switches	95
	5. Création des ports virtuels	95
	6. La question du routeur	96
	7. Configuration complète du lab	96
	8. Procédure de test des Vlans	98
	9. Analyse de trame	99
	10. Aller plus loin	100
VI	Conclusion sur la segmentation de niveau 2	100
16	Évaluation	101
I	Exercice d'application sur la commutation	101
II	Analyse de trame	101
III	Fin de l'exercice sur la commutation	102
17	Dynamic Host configuration Protocol	104
I	Résumé	104
II	Le protocole DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	104
III	Rôle d'un service DHCP	104
	1. Pourquoi mettre en place un réseau TCP/IP avec des adresses IP dynamiques	105
IV	Fonctionnement de DHCP	106
	1. Attribution d'une adresse DHCP	106
V	Renouvellement de bail IP	106
VI	Configuration d'un serveur DHCP	107
VII	Mise en œuvre d'un client DHCP	107
VIII	Rôle de l'agent de relais DHCP	107
IX	Mise en œuvre de DHCP	107
X	Définition de la maquette	108
XI	Serveur et client DHCP	109
	1. Configuration du serveur	109
XII	La réservation d'adresse MAC	110
XIII	Adressage DHCP en environnement segmenté	112
	1. Modification du serveur DHCP pour une seconde plage d'adresse	112
	2. Activation de l'agent relai dhcp	112
	3. Activation du client	113
XIV	Fin du DHCP et question sur le protocole DDNS	113
18	Le protocole ssh	114
I	Présentation	114
II	Pour les impatientes	114
III	Méthodologie	115
IV	Présentation de ssh	116
V	Installer ssh	117
VI	Mode de fonctionnement de SSH	117

1.	Mode de fonctionnement de la couche transport SSH	118
2.	Fichiers de configuration d'OpenSSH	119
VII	Configurer et utiliser SSH	120
1.	Premiers pas	120
2.	Utiliser un agent ssh	122
VIII	Utilisation de ssh et mise en place de services proxy	123
1.	Comprendre la redirection de port (Port Forwarding)	123
2.	Redirection locale de port (-L Local)	123
3.	Redirection distante de ports (-R Remote)	125
4.	Schéma de redirection distante de ports	125
5.	Exemple de cas d'utilisation	126
6.	X and Port Forwarding	128
7.	Automatisation de tâches SSH	129
IX	Scénario d'utilisation d'un proxy ssh	129
1.	Proxy HTTP	129
2.	Autres scénarios	130
X	Utilisation des tunels avec rsync	130
XI	Utilisation de SCP et de SFTP	131
1.	Utilisation de scp	131
2.	Utilisation de sftp	132
XII	Conclusion	132
XIII	Application	132
XIV	Récréation	133
19	Tunnel et agrégat de liens sous Linux	134
I	Introduction	134
II	Principe des tunnels	134
III	Les tunnels GRE	135
1.	Maquette pour le tunnel <i>gre</i>	135
2.	Mise en place du tunnel <i>gre</i>	135
IV	Les tunnel IPSEC	137
1.	Maquette du tunnel <i>ipsec</i>	137
2.	Configuration de <i>IPsec</i>	138
3.	Test du dialogue chiffré et analyse de trame	140
4.	Paramètres du fichier <i>ipsec.conf</i>	140
5.	Ressources sur <i>ipsec</i>	141
V	L'agrégat de lien ou <i>bonding</i>	141
VI	Fin sur les tunnels et l'agrégat de lien	141
20	Outils de tests de réseaux	142
I	Introduction et principes	142
II	Description de la maquette	142
III	Mesure de la bande passante avec <i>iperf</i>	143
1.	<i>iperf</i> , mode tcp	143
2.	<i>iperf</i> , mode tcp, exercices	144
3.	<i>iperf</i> , mode udp	144
4.	<i>iperf</i> , mode udp, exercices	145
IV	<i>netcat</i>	145

1.	<i>nc</i> , fonctionnalités	145
2.	Exercices sur <i>netcat</i>	147
3.	En faire plus avec <i>netcat</i>	147
V	<i>hping</i>	148
1.	<i>hping</i> comme scanner de ports	148
2.	Génération de trafic	149
3.	Liens sur <i>hping</i>	149
VI	<i>scapy</i>	149
1.	Liens sur <i>scapy</i>	152
VII	Le tandem <i>mgen/trpr</i>	152
1.	Installation de <i>mgen</i>	152
2.	Installation de <i>trpr</i>	152
3.	Mode de fonctionnement de <i>mgen</i>	153
4.	Mode de fonctionnement de <i>trpr</i>	154
5.	Application avec <i>mgen</i> et <i>trpr</i>	154
6.	Ressources sur <i>mgen</i> et <i>trpr</i>	155
VIII	Conclusion sur les outils de test de réseaux	155
21	QoS sous Linux	156
I	Introduction	156
II	<i>intserv</i> et <i>diffserv</i>	156
III	La gestion des flux et les <i>qdisc</i>	157
1.	Les ordonnanceurs - <i>classless</i>	157
2.	Les architectures d'ordonnancement - <i>classfull</i>	158
IV	La classification du trafic	159
V	Mise en œuvre de la QoS sur GNU/Linux	159
1.	Définition d'une <i>qdisc</i> <i>cbq</i>	159
2.	Définition d'une <i>class</i> <i>cbq</i>	160
3.	Définition d'une <i>qdisc</i> <i>htb</i>	160
4.	Le classificateur <i>u32</i> et l'option <i>filter</i>	161
5.	Visualisation des classes et des filtres	162
6.	Visualisation des <i>qdisc</i>	162
7.	Suppression des <i>qdisc</i>	162
VI	Étude de cas et application sur la QoS	162
1.	Première identification des files	163
2.	Mesure initiale de la bande passante	163
3.	Quantification de la bande passante en mode <i>classless</i> avec <i>tbft</i>	164
4.	Création d'un goulet d'étranglement avec <i>cbq</i>	164
5.	Mise en œuvre de <i>htb</i>	166
6.	Mise en œuvre de <i>tbft</i>	167
7.	QoS sur Linux et <i>netfilter</i>	167
8.	Scripts de création de files QoS et QoS dynamique	168
VII	Liens et ressources	168
22	Évaluation	169
I	Évaluation sur la séquence	169
23	Compilation de noyau de UML	170

I	Pourquoi recompiler un noyau UML ?	170
II	Téléchargement des bibliothèques	170
III	Outils de développement	171
IV	Procédure de compilation du noyau	171
V	Compilation et tests	172



Liste des tableaux

4.1	Quelques protocoles courants	26
4.2	Classes d'adresses	29
4.3	Récapitulatif des masques	31
4.4	Table de routage	40
10.1	Option tcpdump	70
10.2	Filtres tshark	73
18.1	Fichiers de configuration de ssh - serveur	119
18.2	Fichiers de configuration de ssh - client	120



Table des figures

3.1	Accueil de VirtualBox et gestion des VMs	12
3.2	Machine virtuelle configurée dans VirtualBox	13
3.3	Configuration du chemin de l'image ISO	13
3.4	Page de démarrage de l'installateur Debian	14
3.5	Écran d'accueil de votre système Debian	15
3.6	Configuration de votre lecteur CD/DVD	15
3.7	Démarrage du navigateur Internet	17
4.1	OSI et TCP/IP	20
4.2	Datagramme IP	21
4.3	Protocoles TCP/IP et OSI : arp	23
4.4	Applications TCP/IP : telnet	24
4.5	Applications TCP/IP : Modèle client/serveur	24
4.6	Ports applicatifs	25
4.7	Classes d'adresses A, B, C, D, E	30
4.8	Classes d'adresses, récapitulatif	31
4.9	Adresses d'une trame Ethernet contenant une requête ARP Request	35
4.10	Adresses d'une trame Ethernet contenant une requête ARP Request	36
4.11	Trame Ethernet contenant une réponse ARP	36
4.12	Table de routage	39
6.1	Émulation d'une VM dans UML (Source netkit.org)	50
6.2	Émulation d'un réseau d'ordinateurs avec UML (Source netkit.org)	51
6.3	Interface <i>tap</i> émulée dans une VM et utilisation de lynx	53
6.4	Exemple de maquette pour un lab	54
10.1	Capture wireshark	74
12.1	Route locale	79
12.2	Routes vers des réseaux	80
15.1	Maquette générale du Vlan	93
15.2	Schéma de raccordement des Vlans sur les switches	93
15.3	Plan d'adressage des interfaces	94
15.4	Plan d'adressage des interfaces virtuelles	94
15.5	Affectation des ports aux Vlans	95
15.6	Tag 802.1q du Vlan 3	100
17.1	Fonctionnement d'un agent relai DHCP	108
18.1	Maquette ssh	116

18.2 Un tunnel ssh	117
18.3 Redirection de ports	125
18.4 Webmail dans un tunnel	127
19.1 Tunnel entre deux réseaux distants	134
19.2 Encapsulation d'une trame dans un tunnel gre	136
19.3 Capture d'une trame chiffrée par ipsec	140
20.1 Analyse de bande passante avec iftop et netcat	147
20.2 Analyse de bande passante avec mgen et trpr	154
21.1 qdisc sous Linux	158



Résumé de la formation

I Titre de la formation

Configuration réseau avancée et maquettage.

II Objectifs

La formation aborde des techniques de configuration avancées sur GNU/Linux en environnement réseau. Elle permet à la fois de mettre en œuvre des principes complexes mais ouvre également à la possibilité de réaliser des maquettes réseaux pour expérimentation et test avant déploiement.

III Description

Formation à très forte conotation technique. Elle intéressera toute personne chargée de mettre en place des configurations système ou réseau complexes ou chargée d'expérimenter des solutions avant leur intégration dans une info-structure existante.

IV Public

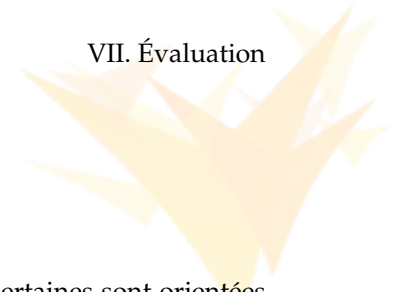
Administrateurs système, administrateur réseau.

V Prérequis

Avoir de bonnes connaissances sur l'administration système de GNU/Linux, en réseau sous TCP/IP ou avoir suivi le cursus de formation *net01*.

VI Caractéristiques

La formation correspond à un équivalent de cinq jours de formation en présentiel. Elle se déroule à distance sur trois semaines. Elle se déroule sur un environnement GNU/Linux.



VII Évaluation

La formation est conçue sous forme d'activités réparties sur les trois semaines. Certaines sont orientées à l'étude de domaines spécifiques, d'autres à l'application et à la mise en œuvre des domaines étudiés. Un suivi permanent est réalisé concernant les questions pouvant porter sur les domaines d'études ou les résultats produits lors des applications.

VIII Informations supplémentaires

Voir sur le portail : <http://formation-libre.fr>.