

formation libre

The logo for Formation Libre consists of two stylized, multi-pointed starburst shapes. The smaller one is orange and yellow, and the larger one is a lighter yellow. They are positioned to the right of the text 'formation libre'.

NET03

IPv6

Formation Libre
Dernière modification : 6 août 2011

<http://formation-libre.com>





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?	17
XI	Liens et références	18
4	Cours IP	19
I	Présentation	19
II	Principales caractéristiques d'IPv6	19
1.	Codage et format général des adresses	19
2.	Structure générale de la partie réseau d'une adresse IPv6	20
3.	Structure générale de la partie hôte d'une adresse IPv6	21
4.	La notation du masque	21
III	Types d'adresses	21
1.	Les adresses unicast	22
2.	Les adresses multicast	22
3.	Les adresses anycast	23
IV	Les préfixes réservés	23
V	Les adresses réservées	23
VI	Adresses particulières ou de formes mixtes	24
1.	Les adresses IPv4 dites compatibles IPv6	24
2.	Les adresses IPv4 mappées	24
3.	Les adresses 6to4	24
VII	Notion de portée <i>scope</i> d'une adresse	25
VIII	Le Plan d'Adressage Agrégé	25
IX	Les identifiants d'interface	28
X	Configuration et auto-configuration	31
1.	Le mode de configuration stateless	31
2.	Le mode de configuration stateful	31
XI	ARP revisité avec NDP et les adresses multicast	32
XII	Format de la trame IPv6	33
XIII	Étude de cas - plan d'adressage	34
1.	Étude du réseau	34
XIV	Présentation de la maquette	35
XV	Ressources	36
5	Installation de NetKit	37
I	Introduction	37
II	Téléchargement et installation des paquets	37
III	Configuration de l'environnement	38
IV	Vérification de votre environnement	38
V	Retour sur les variables d'environnement	39
VI	Environnement virtualisé	39
6	NetKit	42
I	Introduction	42

II	Approche générale	42
1.	Fonctionnalités réseau	42
2.	Notion de réseau d'ordinateurs	43
3.	Notion de Machine virtuelle	43
4.	La notion de hub virtuel	44
III	Le jeu de commandes de netkit	44
1.	Les vcommandes	45
2.	Les lcommandes	45
3.	Aide sur les jeux de commandes	46
IV	L'échange de données entre VMs	46
1.	Échange de données via l'hôte	46
2.	Échange de données avec Internet	46
V	Les labs	47
1.	Utilisation de vstart	48
2.	Notion de lab	49
3.	Le fichier lab.conf	49
4.	Les sous-répertoires des labs	50
5.	Les scripts *.startup et *.shutdown	50
6.	Le fichier lab.dep	50
7.	Récapitulatif des principales commandes pour les labs	51
VI	Conclusion sur la présentation de netkit	51
7	Netkit, première application	52
I	Présentation	52
II	Réalisation de la maquette initiale	52
III	Ajout d'un domaine de collision	52
IV	Ajout d'un routeur entre les domaines de collision	53
V	Activation et utilisation d'un service	53
VI	Fin du premier TP de test	53
VII	Création d'un lab	54
8	L'analyse de trame	55
I	Présentation	55
II	Les analyseurs de trames	55
III	Un point sur l'architecture matérielle	56
IV	Utilisation générale d'un analyseur de trame	56
V	tcpdump	56
1.	Utilisation de tcpdump	57
2.	Dépannage avec tcpdump	58
VI	tshark	59
1.	Utilisation de tshark	60
2.	Exemples de filtres pour tshark	60
VII	wireshark	60
VIII	Application	61
IX	Exercice	61
9	Analyse de trame avec netkit	63
I	Problématique de l'analyse de trame dans une VM	63

1. tcpdump ou tshark	63
2. Mettre en place une redirection	63
3. Patcher netkit	63
10 Évaluation	65
I Évaluation sur la séquence	65
11 Premier accès IPv6	66
I Présentation	66
12 IPv6 et le jeu de commandes	70
I Présentation	70
II ping6	70
III La commande ifconfig	71
IV La commande route	72
V La commande netstat	72
VI La commande traceroute6	72
VII La commande ip	72
1. Monter et démonter une interface	73
2. Configurer les adresses avec <i>ip</i> et <i>ifconfig</i>	73
3. Les routes avec les commandes <i>ip</i> et <i>route</i>	74
VIII Les commandes dig et host	75
IX L'analyseur de trame tcpdump	75
X L'analyseur de trame tshark	75
XI Conclusion	75
13 Première prise en main d'IPv6	76
I Présentation	76
II Le protocole NDP - Neighbour Discovery Protocol	76
1. Fonctionnalités du protocole	76
III Premier laboratoire IPv6	78
IV Première manipulations	78
V Configuration des interfaces ethx	79
VI Premier trafic IP6	79
VII La découverte des voisins avec NDP - Neighbour Discovery Protocol	79
VIII Premières tables de routage IPv6	81
IX Configuration IP - <i>scope global</i>	82
X Conclusion	83
14 Le routage statique	84
I Présentation	84
II Maquette du réseau	84
1. Configuration des postes	84
2. Configuration du routeur	85
3. Procédure de test et de fonctionnement	85
4. Analyse de trame	86
III Finalisation du lab	86
IV Conclusion	86

15 Plan d'adressage sur un campus	87
I Présentation	87
II Analyse du cahier des charges	87
III Prototypage d'un schéma d'adressage	87
IV Extrapolation au contexte d'activité professionnel	87
16 Le routage hiérarchique	88
I Présentation	88
II Choix de la maquette	88
III Création du lab	89
IV Configuration du lab	90
1. Configuration des adresses en mode stateful	90
2. Activation de <i>l'ip_forwarding</i> sur les machines	91
3. Mise en place des tables de routage	91
V Application sur le routage statique	93
VI Conclusion	93
17 Linux IPv6 Router Advertisement Daemon (radvd)	94
I Présentation	94
II L'identifiant d'interface	94
1. Séquence récréation	95
III Configuration et auto-configuration	96
1. Le mode de configuration stateless	96
2. Le mode de configuration stateful	97
IV Le daemon radvd	97
1. L'annonce du préfixe	97
2. L'autoconfiguration de la partie hôte	97
V Application - Préparation de l'environnement	98
1. Modification du lab	98
2. Configuration de R pour accéder à internet	98
VI Autoconfiguration sur 1 segment	99
VII Autoconfiguration sur 2 réseaux routés	101
VIII Application sur un réseau segmenté	101
IX Problématiques du mode stateless auto-configuration	102
X Ressources pour aller plus loin	103
XI Séquence récréation	103
XII Conclusion	104
XIII Ressources	104
18 Évaluation	105
I Évaluation sur la séquence	105
19 Configuration de DHCP6	106
I Présentation	106
1. Petit tour dans l'histoire de la naissance de DHCPv6 sous GNU/Linux	106
2. DHCP revisité après ce que nous avons vu	107
II Préparation de l'environnement	108
1. Compilation des sources DHCP	108

2.	Création du lab	109
3.	Configuration du routeur d'avertissement	110
III	Premier scénario - configuration en mode stateless des hôtes	110
1.	Configuration du serveur DHCPd	110
2.	Configuration et lancement d'un client	112
3.	Modification du serveur DHCP	114
4.	Activation du client en mode stateful et analyse de trame	114
5.	Analyse de trame	115
IV	La réservation d'adresse	116
1.	Le DHCP Unique Identifier (DUID) - concrètement	116
2.	Réservation d'adresse - Configuration côté serveur	117
3.	Réservation d'adresse - Configuration côté client	118
4.	Affectation de l'adresse	118
V	dhclient-script - DHCP client network configuration script	118
VI	Première mise en œuvre de DHCPv6 - conclusion	119
20	Configuration de dhcrelay6	120
I	Problématique	120
II	Description de la maquette	120
III	Le lab	121
IV	Agent relai DHCP - Adaptation du serveur	121
V	Vérification de radvd	121
VI	Lancement de l'agent relai	122
VII	Test du client	122
VIII	Conclusion sur la mise en place d'un agent-relais IPv6	123
IX	Annexes - Ressources sur DHCPv6	123
21	La résolution de nom - Zone directe	124
I	Présentation DNS avec IPv6	124
II	Schéma de la maquette	124
III	Configuration du lab	125
1.	Le fichier lab.conf	125
2.	Les fichiers startup	125
IV	Configuration du serveur de nom primaire	126
V	Configuration des resolvers sur les clients	126
VI	Procédure de test des clients	127
VII	Mise en place du serveur secondaire	127
VIII	DNS direct - conclusion	128
IX	Liens et ressources	128
22	DNS - Zone reverse	129
I	L'espace <i>ip6.arpa</i>	129
II	La caisse à outils	130
III	Préparation de l'atelier	131
IV	Déclaration reverse dans le fichier named.conf	131
V	Le fichier de ressource	131
VI	Test de la résolution inverse	131
VII	Le passage en double pile IPv4 et IPv6	132

1.	Configuration du serveur DNS primaire	132
2.	Configuration des clients C461 et C462	133
VIII	Séquence récréation	134
IX	Aller plus loin avec DNS	135
X	Problèmes liés à la résolution de nom sous IPv6	135
XI	Conclusion sur DNS	136
XII	Annexes et ressources	136
23	Les tunnels	137
I	Présentation	137
II	Typologie des tunnels IPv4/IPv6	137
1.	Les tunnels manuels ou configurés	138
2.	Les tunnels d'interconnexion automatiques	138
3.	Les tunnels de transport de données ssh, IPIP, GRE	139
III	Mécanismes de transition IPv4/IPv6	139
1.	Les serveurs de tunnels (tunnels brokers)	140
2.	Les tunnels 6to4	141
3.	IPv6 rapid deployment - 6Rrd	143
IV	Expérimentation d'un tunnel 6to4	143
1.	Préparatifs pour la maquette	143
2.	Mise en œuvre d'un tunnel 6to4	144
3.	Tests et analyse	145
V	Expérimentation d'un client TSP	145
1.	Objectif de l'atelier	145
2.	Tests et analyse du client TSP	147
VI	Expérimentation des tunnels IPv4/IPv6 avec Netkit	148
1.	Adaptation du lab	148
2.	Configuration d'un tunnel 4in6 pour le segment IP60	151
3.	Configuration d'un tunnel 6in4 pour le segment IP40	152
VII	Tunnels de transport de données	153
VIII	Les tunnels ssh	154
1.	Objectif de l'atelier	154
2.	Schéma du laboratoire	154
3.	Mise en œuvre du tunnel	154
4.	Tests et analyse	156
IX	Les tunnels IPv6/IPv6	156
1.	Objectif de l'atelier	156
2.	Schéma du laboratoire	156
3.	Configuration IP des machines	157
4.	Mise en œuvre du tunnel	158
5.	Tests et analyse	159
X	Les tunnels GRE	159
1.	Schéma du laboratoire	159
2.	Configuration IP des machines	160
3.	Mise en œuvre du tunnel	160
4.	Tests et analyse	161
XI	Application sur les tunnels	161

XII	Conclusion sur les tunnels	162
XIII	Annexe - télécharger et recompiler <i>iproute2</i>	162
XIV	Références	162
XV	Ressources	162
24	Le pare-feu	164
I	Pare-feu IPv6	164
II	L'audit de sécurité	165
III	Mettre en place un firewall avec Netfilter	165
IV	Un exemple de script netfilter pour IPv6	165
V	Objectif de l'atelier ip6tables	166
	1. Description du firewall dual stack IPv4/IPv6	166
	2. Expérimentation de Netfilter sur IPv4 et IPv6	167
VI	Détection de port avec <i>netcat</i> et <i>nmap</i>	168
VII	Conclusion de ip6tables	169
VIII	Ressources	169
25	Configuration des applications en IPv6	170
I	Applications et déploiement	170
II	Préparation de l'environnement	171
	1. Le fichier lab.conf	171
	2. Configuration IP des machines	172
	3. Les fichiers /etc/resolv.conf	173
	4. Le fichier de ressource du DNS	173
	5. Vérification du fonctionnement du lab	173
	6. Installation de programmes clients supportant IPv6	174
III	Le service SSH	175
	1. Le problème du séparateur ':' (deux points)	176
IV	Le service FTP	177
	1. Création d'un compte utilisateur sur 'S' :	177
	2. Configuration du service FTPd	177
V	Le service HTTP avec Apache	178
	1. Le problème des adresses IPv6 dans les URLs	179
VI	Les services de messagerie	181
	1. Configuration du MTA	181
	2. Installation des services POP et IMAP sur 'S'	183
	3. Configuration du client et procédure de test sur 'C461'	183
VII	Configurer la pile IPv6 pour Postfix	185
VIII	Petit tour par les adresses IPv4 mappées ou dites 'IPv4-mapped IPv6 address'	185
	1. Scénario ssh	186
	2. Scénario proftpd/apache2	186
	3. Manipulation avec tcpserver	187
IX	Fin sur le chapitre applications	188
X	Accéder aux VMs du lab à partir de l'hôte	188
	1. Préparation de la configuration de la maquette	188
26	Approfondir	190
I	Aller plus loin	190

II	La mobilité	190
III	La sécurité	190
	1. TSIG/DNSSEC	191
	2. ipsec	191
IV	Le routage dynamique, BGP4, OSPFv3, RIPng	191
V	Liens et ressources sur IPv6	192
	1. Principales RFC	192
	2. URLs	196
27	Évaluation	197
I	Évaluation sur la séquence	197



Liste des tableaux

8.1	Option tcpdump	57
8.2	Filtres tshark	60



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	16
4.1	Configuration de votre lecteur CD/DVD	21
4.2	Configuration de votre lecteur CD/DVD	21
4.3	Structure d'une adresse IPv6	25
4.4	Structure d'une adresse ULA	27
4.5	Structure d'une adresse local-link	28
4.6	Adresse sur 48 bits	29
4.7	Adresse modifiée sur 48 bits	29
4.8	MAC adresse	30
4.9	Identifiant d'interface	30
4.10	Trame IPv6	33
4.11	Représentation schématique d'un extrait du réseau	35
4.12	Schéma de la maquette	36
6.1	Émulation d'une VM dans UML (Source netkit.org)	44
6.2	Émulation d'un réseau d'ordinateurs avec UML (Source netkit.org)	45
6.3	Interface <i>tap</i> émulée dans une VM et utilisation de <i>lynx</i>	48
6.4	Exemple de maquette pour un lab	48
8.1	Capture wireshark	61
11.1	Schéma tunnel broker	67
11.2	Protocole TSP	67
11.3	Tunnel Hurricane	68
13.1	Première capture sous wireshark	80
19.1	Structure d'un DUID duid-llt	117
23.1	Schéma de raccordement d'un hôte via TSP	140
23.2	Pile de protocole TSP	140
23.3	Tunnel préfixé en /48	141
23.4	Format d'une adresse 6to4	141
23.5	Dialogue 6to4	142

23.6 Protocole IPv6 (41 - 0x29) encapsulé	145
23.7 Tunnel IP-IPv6	151
23.8 Capture de trame IP4/IP6	152
23.9 Capture de trame IP6/IP4	153
23.10 Tunnel IPv6 avec ssh	154
23.11 Tunnel IPv6 avec ssh et nc6	156
23.12 Tunnel IPv6 IPv6	157
23.13 Encapsulation IPIP dans un Tunnel IPv6-IPv6	159
23.14 Schéma d'utilisation d'un tunnel GRE	160
23.15 Capture de trame dans un tunnel GRE	161
23.16 Schéma de l'application à réaliser	161
25.1 Envoi d'un message	184
25.2 Réception d'un message	185
25.3 Accès FTP à partir de l'hôte sur une VM	189



Résumé de la formation

I Titre de la formation

Démarrer avec IPv6.

II Objectifs

Acquérir les connaissances sur IPv6 permettant de pouvoir envisager la migration d'un réseau existant, se préparer à l'arrivée des nouvelles piles de protocoles, avoir les connaissances permettant d'expérimenter un passage IPv4/IPv6.

III Description

La formation donne les références sur les nouveaux protocoles de la pile IPv6. Elle permet de mettre en application les techniques de routages, de transport et les principaux services applicatifs systèmes sur GNU/Linux.

IV Public

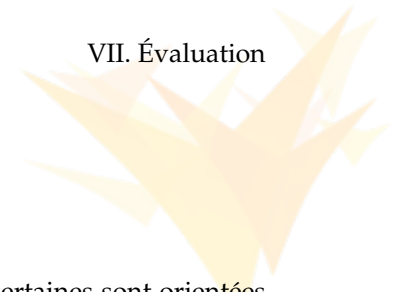
Tout administrateur souhaitant acquérir les compétences sur IPv6 ou voulant commencer à migrer un réseau d'infra-structure en double pile IPv4/IPv6.

V Prérequis

Une bonne connaissance de GNU/Linux est souhaitée et des connaissances sérieuses sur IPv4 ou sinon avoir suivi les formations *net01* et *net02*.

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>.