



MOOC

Objectif IPv6 !

vers l'internet nouvelle génération

Manuel Apprenant¹

Documentation de la plateforme

pour les activités pratiques

Par **Bruno STEVANT**

TELECOM Bretagne / G6

¹ Le contenu de ce document d'accompagnement du MOOC IPv6 est publié sous

Licence Creative Commons **CC BY-SA 4.0 International**. 

Licence Creative Commons CC BY-SA 4.0 International



Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

Avertissement Ce résumé n'indique que certaines des dispositions clé de la licence. Ce n'est pas une licence, il n'a pas de valeur juridique. Vous devez lire attentivement tous les termes et conditions de la licence avant d'utiliser le matériel licencié.

Creative Commons n'est pas un cabinet d'avocat et n'est pas un service de conseil juridique. Distribuer, afficher et faire un lien vers le résumé ou la licence ne constitue pas une relation client-avocat ou tout autre type de relation entre vous et Creative Commons.

Clause C'est un résumé (et non pas un substitut) de la licence.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Vous êtes autorisé à :

- **Partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats
- **Adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel
- pour toute utilisation, y compris commerciale.

L'Offrant ne peut retirer les autorisations concédées par la licence tant que vous appliquez les termes de cette licence.

Selon les conditions suivantes :

Attribution — You must give **appropriate credit**, provide a link to the license, and **indicate if changes were made**. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

Partage dans les Mêmes Conditions — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale, vous devez diffuser l'Oeuvre modifiée dans les mêmes conditions, c'est à dire avec **la même licence** avec laquelle l'Oeuvre originale a été diffusée.

No additional restrictions — Vous n'êtes pas autorisé à appliquer des conditions légales ou des **mesures techniques** qui restreindraient légalement autrui à utiliser l'Oeuvre dans les conditions décrites par la licence.

Notes: Vous n'êtes pas dans l'obligation de respecter la licence pour les éléments ou matériel appartenant au domaine public ou dans le cas où l'utilisation que vous souhaitez faire est couverte par une **exception**.

Aucune garantie n'est donnée. Il se peut que la licence ne vous donne pas toutes les permissions nécessaires pour votre utilisation. Par exemple, certains droits comme **les droits moraux, le droit des données personnelles et le droit à l'image** sont susceptibles de limiter votre utilisation.

Les informations détaillées sont disponibles aux URL suivantes :

- <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Creative_Commons

Tables des activités

Introduction	7
Installation de la plateforme	7
Avant l'installation	7
Etape 1 de l'installation	7
Etape 2 de l'installation	7
Utilisation de GNS3	8
Déroulement d'une activité pratique	9
Démarrage d'une activité	9
Mise en pause et reprise	10
Retour arrière	10
Outils fournis par la plateforme	11
Console / Ligne de commande	11
Edition de fichier	11
Capture réseau	12
Démarrer une capture réseau	12
Arrêter une capture réseau	13
Synthèse des commandes des systèmes	13
A propos des modes VyOS	13
Commandes pour les paramètres des interfaces réseau	14
Visualiser la configuration IPv6 des interfaces réseau	14
Activer une interface réseau	14
Ajouter une adresse IPv6 à une interface réseau	15
Enlever une adresse IPv6 à une interface réseau	16
Commandes propres à la table de routage	16
Visualiser la table de routage IPv6	16
Ajouter une route IPv6	16
Enlever une route IPv6	17
Autres commandes utiles pour IPv6	17
Tester la connectivité vers une autre machine	17
Visualiser le chemin vers une autre machine	18

Introduction

Ce manuel est destiné aux apprenants du MOOC Objectif IPv6 afin de leur expliquer le fonctionnement de la plateforme d'activité pratique. Il aborde:

- L'installation de la plateforme,
- L'outil GNS3,
- Le déroulement d'une activité pratique,
- L'utilisation des outils liées aux activités,
- Les commandes utilisées pour les activités.

Installation de la plateforme

Avant l'installation

La plateforme pour les activités pratiques va s'exécuter sur votre poste. Afin d'en simplifier l'installation, nous le distribuons dans une machine virtuelle que vous pouvez exécuter à travers l'outil VirtualBox (ou VMWare).

' *Attention* :' la configuration minimale requise de votre poste de travail pour pouvoir confortablement travailler sur les activités pratiques est:

- Processeur x86, 64bits, double cœur, avec extension pour la virtualisation matérielle (Intel VT-x/AMD-V),
- 2Go RAM,
- 10 Go d'espace libre sur votre disque dur.

Etape 1 de l'installation

Si votre poste de travail ne comporte pas d'outil de virtualisation, nous vous conseillons d'installer l'outil VirtualBox. Le lien ci-dessous vous permet de récupérer ce logiciel avec la version adaptée à votre système.

[Télécharger VirtualBox](#)

Etape 2 de l'installation

L'étape suivante consiste à récupérer la machine virtuelle contenant la plateforme pour les activités pratiques. Cette machine est disponible en suivant le lien de téléchargement ci-dessous:

[Télécharger la machine virtuelle](#)

Le fichier contenant la machine virtuelle possède une taille de 2.5Go. Une fois le téléchargement terminé, il vous suffit d'importer la machine virtuelle dans VirtualBox (Menu «File» , puis «Import Appliance»), et sélectionner la machine virtuelle que vous venez de télécharger. La phase d'import de la machine peut prendre quelques minutes.

Une fois l'importation terminée, vous pouvez lancer la machine virtuelle grâce au bouton «Start».

Utilisation de GNS3

GNS3 est un logiciel permettant d'émuler le fonctionnement d'un réseau réel sur votre poste. La plateforme utilisée pour les activités pratiques et intégrée dans l'outil GNS3 est composée de 4 équipements actifs reliés par 3 réseaux.

L'interface de GNS3 se compose de la manière indiquée par la figure 1.:

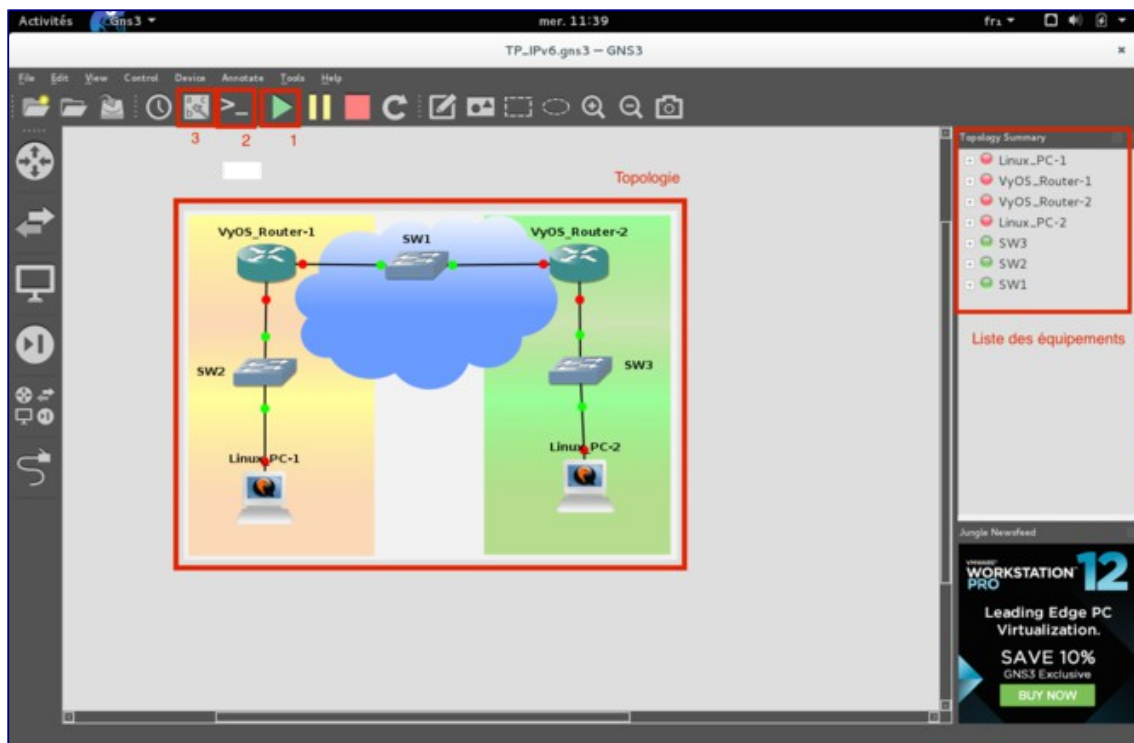


Figure 1: Interface GNS3.

Le schéma de la **Topologie** (zone encadré rouge dans l'espace de travail de la figure 1) montre les équipements et les réseaux qui les relie. Ces réseaux sont matérialisés par des équipements passifs (commutateurs) **SW1**, **SW2** et **SW3**.

Sur la figure 1, à droite de l'espace de travail, la fenêtre **Liste des équipements** (ou *Topology Summary*) liste les équipements et leur état de fonctionnement. L'indicateur vert signale un équipement en cours de fonctionnement, l'indicateur rouge indique un équipement arrêté.

Pour démarrer les équipements, il convient d'actionner le bouton de démarrage (triangle vert, noté 1 sur la figure 1). Les indicateurs dans la liste des équipements passent alors normalement tous au vert.

Le bouton 2 ouvre une console pour chacun des équipements. C'est à travers cette console que vous serez amenés à interagir avec l'équipement. L'ensemble des consoles est nécessaire pour la réalisation des activités pratiques. De plus, elles vont vous servir à voir la progression lors de l'étape de démarrage des équipements.

Note : l'étape de démarrage des équipements peut prendre entre 3 et 10 minutes selon la configuration de votre poste de travail. Nous vous conseillons donc d'afficher les consoles après avoir lancé cette procédure de démarrage et d'attendre (patiemment) que celle-ci se termine.

Chaque équipement sera opérationnel une fois qu'il présentera une invite de login comme représenté par la figure 2.

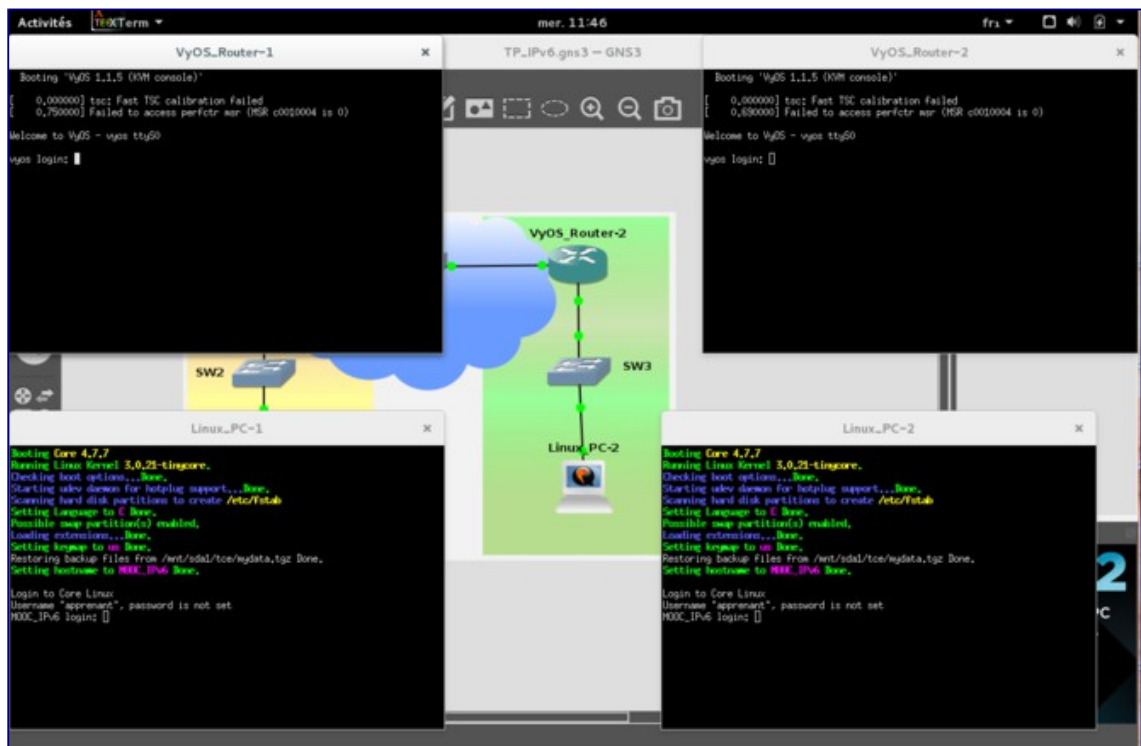


Figure 2: Consoles des équipements.

Le bouton 3 sur la figure 1 montre sur le schéma de la topologie les noms des interfaces réseau des différents équipements. Ces indications sont utiles lorsque vous configurez les équipements afin de ne pas vous tromper!

Pour aller plus loin sur les possibilités de cet outil, vous pouvez consulter ce [Tutoriel sur GNS3](#).

Déroulement d'une activité pratique

Démarrage d'une activité

Chaque activité pratique est divisée en plusieurs étapes. L'activité commence par une description de la configuration originale et des objectifs de l'activité. Chaque étape ensuite déroule la mise en œuvre de différentes configurations pour répondre à ces objectifs.

La machine virtuelle regroupe dans un répertoire placé sur son bureau des icônes représentant le point de départ d'une activité, ainsi que les différentes étapes comme représentée par la figure 3.

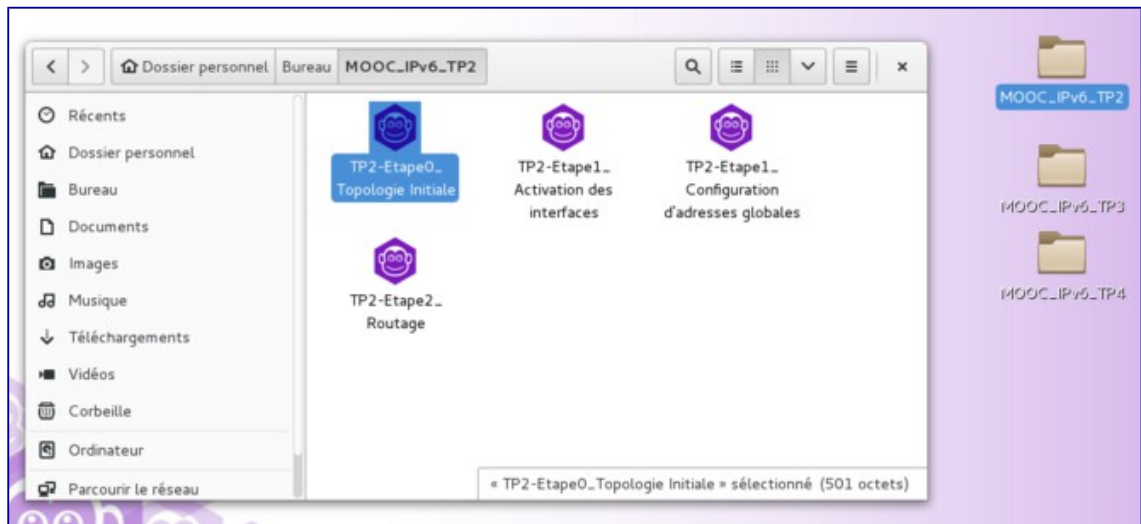


Figure 3: Les étapes d'une activités

Avec l'icône **Etape0** , vous démarrez le simulateur de réseau GNS3 avec la plateforme dans la configuration initiale d'une activité pratique. Le travail sur une activité pratique commence donc en lançant le simulateur par l'icône **Etape0** de chaque activité.

Les icônes des étapes suivantes vont vous servir à retrouver la configuration de la plateforme telle qu'elle devrait être à **la fin de l'étape indiquée** . Ces raccourcis sont là pour aider les apprenants ne réussissant pas à passer une étape d'une activité pratique. Il est demandé de les utiliser qu'en cas de difficulté.

Mise en pause et reprise

Au cours de l'activité, vous aurez sûrement besoin d'interrompre votre travail sur la plateforme pour le reprendre à un autre moment. Nous préconisons d'utiliser la mise en pause de l'ensemble de la machine virtuelle par VirtualBox.

Pour mettre en pause la machine virtuelle VirtualBox, sélectionner dans le menu **Machine** de VirtualBox l'option **Pause** . L'intégralité de l'état de la machine virtuelle sera alors sauvegardé sur votre poste. La liste des machines VirtualBox doit montrer la machine MOOC dans l'état **En pause** .

Pour reprendre votre travail, il suffit de relancer la machine virtuelle depuis la liste des machines de VirtualBox. L'état sauvegardé de la machine sera alors restauré et vous pourrez continuer votre travail là où vous vous êtes arrêté.

Retour arrière

Au cours de votre travail, vous pourrez être amenés à commettre des erreurs de configuration. Même s'il est toujours possible de corriger une configuration erronée, il est parfois nécessaire de retourner en arrière pour revenir à un état correct. A cette fin, nous vous proposons d'utiliser les fichiers étapes présents dans les différentes activités pratiques afin de repartir de la fin de l'étape désirée. De cette manière, vous conservez un point de reprise d'une configuration stable.

Outils fournis par la plateforme

Console / Ligne de commande

L'interaction avec les équipements de la plateforme se fait au travers de fenêtres présentant la console de ces équipements. Après authentification effectuée par la console auprès du système d'un équipement, vous êtes amenés d'interagir par ligne de commandes avec cet équipement.

L'affichage des consoles des équipements se fait dans l'interface GNS3 en cliquant sur le bouton 2 de la figure 1 ("Console connect to all devices"). Le titre de la fenêtre vous précise à quel équipement cette console appartient. Vous pouvez n'afficher qu'une console particulière en double-cliquant sur l'icône de l'équipement visé dans le schéma de la topologie de la figure 1.

Il est conseillé de garder les consoles ouvertes tout au long de l'activité. Si vous avez fermé une console par inadvertance, vous pouvez normalement la rouvrir en double-cliquant sur l'icône de la machine visée dans le schéma de la topologie. Il peut s'avérer que cette opération ne fonctionne pas (la fenêtre s'ouvre mais ne permet pas d'interagir). Il est alors nécessaire de redémarrer la plateforme.

Les supports des activités pratiques vont vous demander de saisir des commandes dans les consoles des machines et d'en examiner le résultat. Le support préfixe chaque commande avec l'invite du système, afin de vous assurer que vous saisissiez bien les commandes sur la bonne machine et avec le bon mode de commande. Les commandes à saisir sont données en **police grasse** . Par exemple

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ ifconfig
```

est une commande à saisir sur une des machines Linux. Les caractères à saisir sont **ifconfig** suivis d'un retour chariot pour exécuter la commande.

Le copier-coller est possible entre les différentes consoles, afin de faciliter la saisie et de diminuer les erreurs de frappe. Les raccourcis sont

- Copier: **Ctrl-Inser** ou sélection à la souris
- Coller: **Shift-Inser** ou bouton milieu de la souris

Edition de fichier

Lors des différentes activités pratiques vous serez amenés à éditer des fichiers de configuration. Les consoles des équipements n'ayant pas de capacité graphiques, les outils d'édition de texte à votre disposition seront en mode texte. Les supports des activités vous proposerons d'utiliser l'éditeur de fichier nano :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ nano -w nom du fichier
```

Vous pouvez alors parcourir le fichier à l'aide du curseur et l'éditer à l'endroit voulu. L'appui simultané sur CTRL-o permet de sauvegarder le fichier, et CTRL-x de quitter l'éditeur. Les

principales commandes de l'éditeur sont rappeler en bas de l'écran.

Capture réseau

Notre plateforme dispose de l'analyseur de protocoles Wireshark. Pour pour démarrer une capture, il est possible utiliser Wireshark sur les points de connexion symbolisés par un point vert sur le schéma de la topologie de la figure 1.

Démarrer une capture réseau

Pour lancer une capture, allez dans la fenêtre à droite "**Topology Summary**" présentée dans la figure 1, puis appuyez sur le + d'un élément réseau, choisir une interface réseau, elle passe en rouge sur la fenêtre centrale, ensuite avec un clic-droit, vous pouvez lancer une capture sur ce lien en choisissant "**Start capture**".

La fenêtre de l'analyseur réseau **Wireshark** s'ouvre alors.

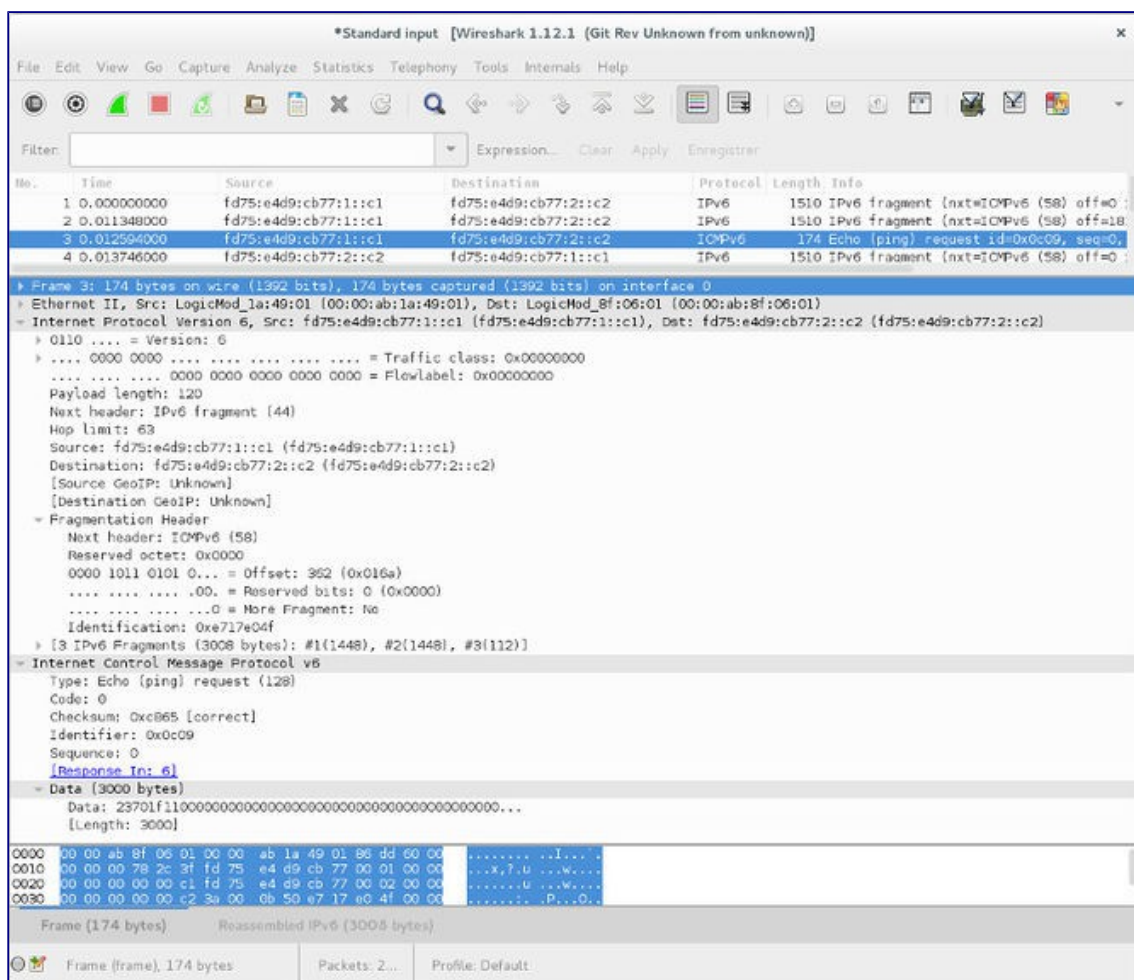


Figure4: Interface de Wireshark.

Cet outil vous permet d'analyser en temps réel les paquets entrant et sortant de l'interface réseau sélectionnée pour la capture. La figure 4 montre les éléments constituant l'interface de Wireshark. La partie Message haute de l'interface montre la liste des paquets capturés, les 2 parties en dessous montrent les détails du paquet sélectionné.

Arrêter une capture réseau

L'arrêt des captures est possible depuis la fenêtre "Topology Summary" (voir la figure 1) en choisissant "**Stop all captures**".

Note : la fermeture de la fenêtre de l'analyseur réseau ne suffit pas pour arrêter la capture. L'arrêt explicite selon la procédure donnée plus haut est nécessaire.

Synthèse des commandes des systèmes

A propos des modes VyOS

VyOS fonctionne selon différents modes de commandes selon les fonctionnalités désirées. Les commandes données dans ce chapitre pour le système VyOS précisent donc le mode dans lequel elles sont valides.

Mode utilisateur : Ce mode est obtenu après connexion au système avec les identifiants:

```
login: vyos  
password: vyos
```

L'invite de commande dans ce mode est

```
vyos@vyos:~$
```

Ce mode permet d'observer la configuration du système et de passer au **Mode Quagga** ou au **Mode Administrateur**

Mode Quagga : Ce mode est obtenu après connexion au système en **Mode Utilisateur** puis en entrant la commande:

```
vyos@vyos:~$ vtysh
```

L'invite de commande dans ce mode est

```
vyos#
```

Ce mode permet de configurer les paramètres propres aux interfaces et aux fonctions de routage.

Mode Administrateur : Ce mode est obtenu après connexion au système en **Mode Utilisateur** puis en entrant la commande:

```
vyos@vyos:~$ configure
```

L'invite de commande dans ce mode est

```
vyos@vyos#
```

Ce mode permet de configurer les services et autres fonctionnalités de VyOS.

Commandes pour les paramètres des interfaces réseau

Pour le système Linux, lorsqu'il y a plusieurs lignes, elles indiquent la même action mais exprimée par des commandes différentes.

Visualiser la configuration IPv6 des interfaces réseau

Linux: 3 commandes sont possibles :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ ifconfig
apprenant@MOOCIPv6:~$ ifconfig -a #(pour voir toutes les interfaces, même inactives)
apprenant@MOOCIPv6:~$ ip -6
```

VyOS (Mode Utilisateur)

```
vyos@vyos:~$ show interfaces detail
```

Activer une interface réseau

Il convient de remplacer le motif interface par le nom de l'interface réseau de l'équipement.

Linux :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ ifconfig interface up
```

VyOS (Mode Quagga) :

```
vyos# configure terminal
vyos(config)# interface <interface>
vyos(config-if)# no shutdown
vyos(config-if)# exit
```

Ajouter une adresse IPv6 à une interface réseau

Linux: 2 commandes sont possibles :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ sudo ifconfig <interface> <adresse IPv6/lg. prefixe>
apprenant@MOOCIPv6:~$ sudo ip -6 addr add <adresse IPv6/lg. prefixe> dev <interface>
```

VyOS (Mode Quagga)

```
vyos# configure terminal
vyos (config) # interface interface
vyos (config-if) # ipv6 address adresse IPv6/lg. prefixe
vyos (config-if) # exit
```

Enlever une adresse IPv6 à une interface réseau

Linux :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ sudo ip -6 addr del <adresse IPv6/lg. prefixe> dev <interface>
```

VyOS (Mode Quagga) :

```
vyos# configure terminal
vyos (config) # interface <interface>
vyos (config-if) # no ipv6 address <adresse IPv6/lg. prefixe>
vyos (config-if) # exit
```

Commandes propres à la table de routage

Visualiser la table de routage IPv6

Linux : 2 commandes sont possibles :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ route -A inet6
apprenant@MOOCIPv6:~$ ip -6 route
```

VyOS (mode Quagga)

```
vyos# show ipv6 route
```

Ajouter une route IPv6

Linux : 2 commandes sont possibles :

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ sudo route -A inet6 add <destination> gw <prochain saut>
apprenant@MOOCIPv6:~$ sudo ip -6 route add <destination> gw <prochain saut>
```

VyOS (mode Quagga)

```
vyos# configure terminal  
vyos# ipv6 route <destination> <prochain saut> [interface]
```

L'interface est optionnelle

Enlever une route IPv6

Linux

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ sudo ip -6 route del <destination> gw <prochain saut>
```

VyOS (mode Quagga)

```
vyos# configure terminal  
vyos# no ipv6 route <destination> <prochain saut>
```

Autres commandes utiles pour IPv6

Tester la connectivité vers une autre machine

Linux

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ ping6 <adresse IPv6 cible>  
^C pour stopper le test
```

Une option peut être fournie pour limiter le nombre de tests

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ ping6 -c <nombre d'essais> <adresse IPv6 cible>
```

VyOS (mode Quagga)

```
vyos# ping ipv6 <adresse IPv6 cible>
```

Visualiser le chemin vers une autre machine

Linux

```
apprenant@MOOCIPv6:~$ traceroute6 <adresse IPv6 cible>
```

VyOS (mode Quagga)

```
vyos# traceroute ipv6 <adresse IPv6 cible>
```