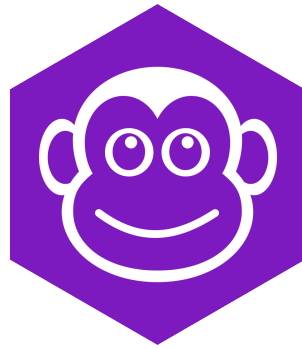




Objectif IPv6

Travaux Pratiques

Manuel Apprenant

par l'équipe enseignante du MOOC Objectif IPv6



Version 2.11.6-fix
Généré le 22/02/2026, 00:32

Table des matières

1. Introduction	5
2. Prise en main de la plateforme des activités pratiques	7
2.1 Pourquoi utiliser GNS3 ?	7
2.2 Contexte d'exécution des Travaux Pratiques	8
2.3 Installation de la plateforme	8
2.3.1 Validation préalable des extensions matérielles à la virtualisation	8
2.3.2 Comment activer la virtualisation VT-x/AMD-V dans le BIOS	12
2.3.3 Copies d'écran type	13
2.3.4 Étape 1 de l'installation	15
2.3.5 Étape 2 de l'installation	15
3. Utilisation de GNS3	21
4. Déroulement d'une activité pratique	25
4.1 Démarrage d'une activité	25
4.2 Mise en pause et reprise	26
4.3 Retour arrière	26
5. Interface de commandes des équipements de la plateforme	27
5.1 Console / Ligne de commande	27
5.2 Edition de fichier	27
5.3 Capture de trames réseau	28
5.3.1 Démarrer une capture de trames réseau	28
5.3.2 Arrêter une capture réseau	29
6. Synthèse des commandes des systèmes	31
6.1 A propos des modes VyOS	31
6.2 Commandes pour les paramètres des interfaces réseau	32
6.2.1 Visualiser la configuration IPv6 des interfaces réseau	32
6.2.2 Activer une interface réseau	32
6.2.3 Ajouter une adresse IPv6 à une interface réseau	33
6.2.4 Enlever une adresse IPv6 à une interface réseau	34
6.3 Commandes propres à la table de routage	34
6.3.1 Visualiser la table de routage IPv6	34
6.3.2 Ajouter une route IPv6	34
6.3.3 Enlever une route IPv6	35
6.4 Autres commandes utiles pour IPv6	35
6.4.1 Tester la connectivité vers une autre machine	35
6.4.2 Visualiser le chemin vers une autre machine	36
7. Références URLographiques	37

8. Les auteurs	39
9. Remerciements	41
10. Licence publique Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0	43
10.1 Licence publique Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International	44
10.1.1 Article 1 – Définitions.	44
10.1.2 Article 2 - Champ d'application de la présente Licence publique.	46
10.1.3 Article 3 – Conditions d'utilisation de la présente Licence publique.	48
10.1.4 Article 4 – Le Droit sui generis des producteurs de bases de données.	49
10.1.5 Article 5 – Limitations de garantie et exclusions de responsabilité.	49
10.1.6 Article 6 – Durée et fin.	49
10.1.7 Article 7 – Autres termes et conditions.	50
10.1.8 Article 8 – Interprétation.	50

Chapitre 1.

Introduction

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

- l'installation de la plateforme ;
- l'outil GNS3 ;
- le déroulement d'une activité pratique ;
- l'utilisation des outils liés aux activités ;
- les commandes utilisées pour les activités.

Chapitre 2.

Prise en main de la plateforme des activités pratiques

Vous trouverez, à la fin de chaque séquence, une activité pratique afin de vous mettre en situation concrète et vous permettre d'acquérir les compétences nécessaires au déploiement d'IPv6. Cette activité vise à vous présenter la plateforme de simulation de réseaux, GNS3, qui sera utilisée dans les activités pratiques. À la fin de cette activité, vous devez être à l'aise avec les commandes et la manipulation technique de cette plateforme de réseaux virtuels.

2.1 Pourquoi utiliser GNS3 ?

Certaines activités pratiques consisteront à configurer un réseau IPv6 dans un outil émulant un réseau de manière très réaliste. La maquette de votre réseau est bâtie sur l'outil GNS3 (*Graphical Network Simulator*) ¹ qui vous permet de manipuler un réseau et ses équipements, de configurer les machines et de capturer le trafic réseau.

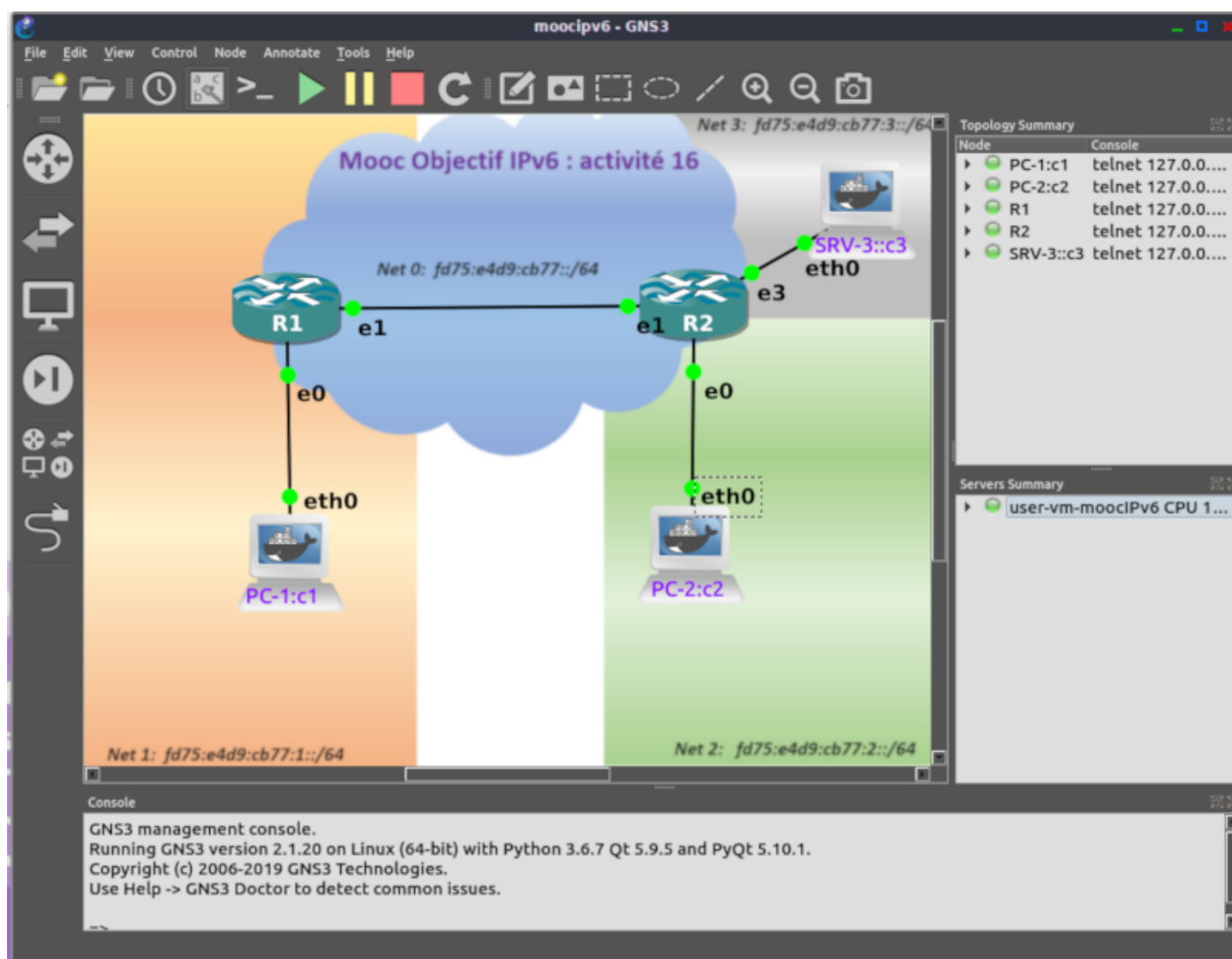


Figure 1: Démarrage de GNS3.

Chaque activité pratique propose de configurer différentes fonctions d'IPv6. À travers l'outil GNS3, vous mettrez en œuvre, avec les privilèges d'administration, ces fonctions sur des équipements virtualisés mais fonctionnant de la même manière que des équipements réels. Ces équipements communiquent à travers des liens exactement de la même façon que s'ils étaient reliés par des liens réels. Les captures de trafic réseau que vous observerez seront donc équivalentes à celles que vous pourriez faire sur un réseau réel.

2.2 Contexte d'exécution des Travaux Pratiques

Afin d'assurer une homogénéité des contextes d'exécution, GNS3 et ses maquettes réseaux IPv6 sont empaquetés sous forme d'une image de machine virtuelle que vous pouvez exécuter, sur votre poste personnel, à travers l'outil commun de virtualisation VirtualBox² (ou alternativement KVM ou VMWare en édition Player ou Fusion).

Pourquoi les scénarios GNS3 'Objectif IPv6' sont-ils disponibles uniquement sous forme globale d'une VM

Les scénarios GNS3 des TP du MOOC "Objectif IPv6" sont disponibles uniquement sous la forme d'une VM. Ils ne peuvent pour le moment être importés nativement sous forme de projet portable dans une éventuelle installation de GNS3 sur votre poste. Les composants nécessaires (images QEMU, images des conteneurs, "snapshots", le paramétrage précis des conditions initiales de démarrage de chaque TP...) et les dépendances aux contextes d'exécution de GNS3, ne nous permettent pas de garantir une exécution satisfaisante sur une éventuelle installation de GNS3 déjà présente sur votre poste. L'empaquetage dans une image de VM Virtualbox (exécutable éventuellement également sur les hyperviseurs KVM ou VMWare) nous offre de meilleures garanties d'exécution sur un panel plus large de postes ou systèmes individuels.

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

- processeur x86, 64 bits, double cœurs, disposant des extensions matérielles à la virtualisation³ ;
- RAM 2 Go (recommandé 4 Go) ;
- 40 Go d'espace libre sur votre stockage disque local au minimum, la taille est limitée à 60 Go au maximum ;
- système d'exploitation 64 bits, (la VM étant une machine 64 bits, le système d'exploitation et le logiciel de virtualisation associé ne peuvent être 32 bits) ;
- logiciel de virtualisation : si votre poste de travail ne comporte pas d'outil de virtualisation, nous vous conseillons d'installer l'outil VirtualBox.

Nota : afin de vérifier si la configuration de votre poste est suffisante, il est recommandé de tester le bon fonctionnement de la machine virtuelle et de l'outil d'émulation réseau une première fois avant le début des activités pratiques.

2.3 Installation de la plateforme

2.3.1 Validation préalable des extensions matérielles à la virtualisation

Avant de démarer la VM sous VirtualBox (ou alternativement KVM ou VMWare en édition Player ou Fusion), **assurez-vous que les extensions matérielles à la virtualisation du processeur de votre poste soient disponibles pour votre système d'exploitation (OS).**

Nota : Par précaution, certains constructeurs verrouillent par défaut les extensions matérielles au niveau du "firmware" (BIOS) de la configuration initiale de leur machine, nécessitant alors une validation explicite de ces extensions.

En l'absence de ces extensions, l'outil de virtualisation Virtualbox ne pourra exécuter la machine virtuelle et affichera un message d'erreur (qui dans certains contextes peut être peu explicite) à l'exemple de l'image ci-dessous.

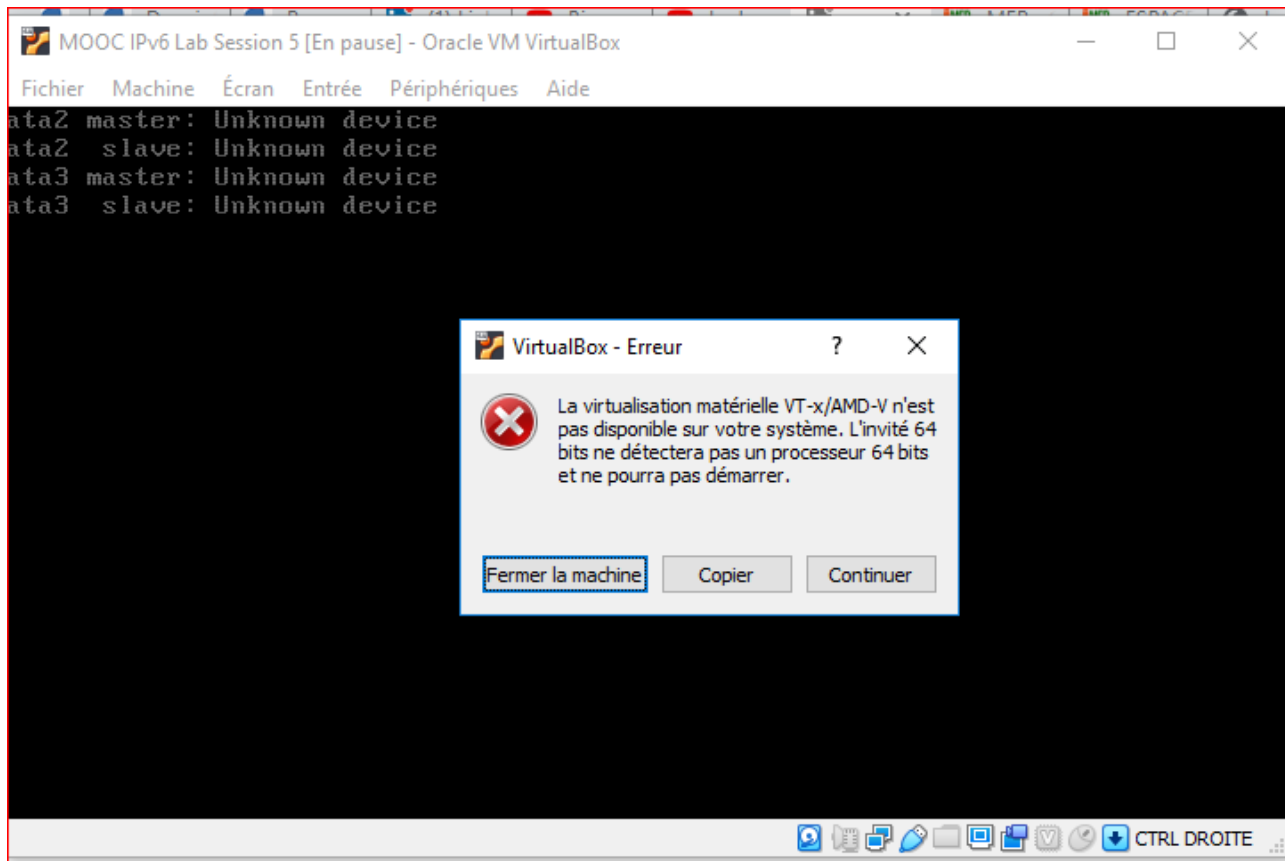


Figure 2: Virtualbox "extensions de virtualisation indisponibles.

Sous MS/Windows 10, la vérification de l'activation de ces extensions matérielles à la virtualisation peut se faire

- soit directement dans l'affichage de l'onglet "performances" du "gestionnaire de tâches"

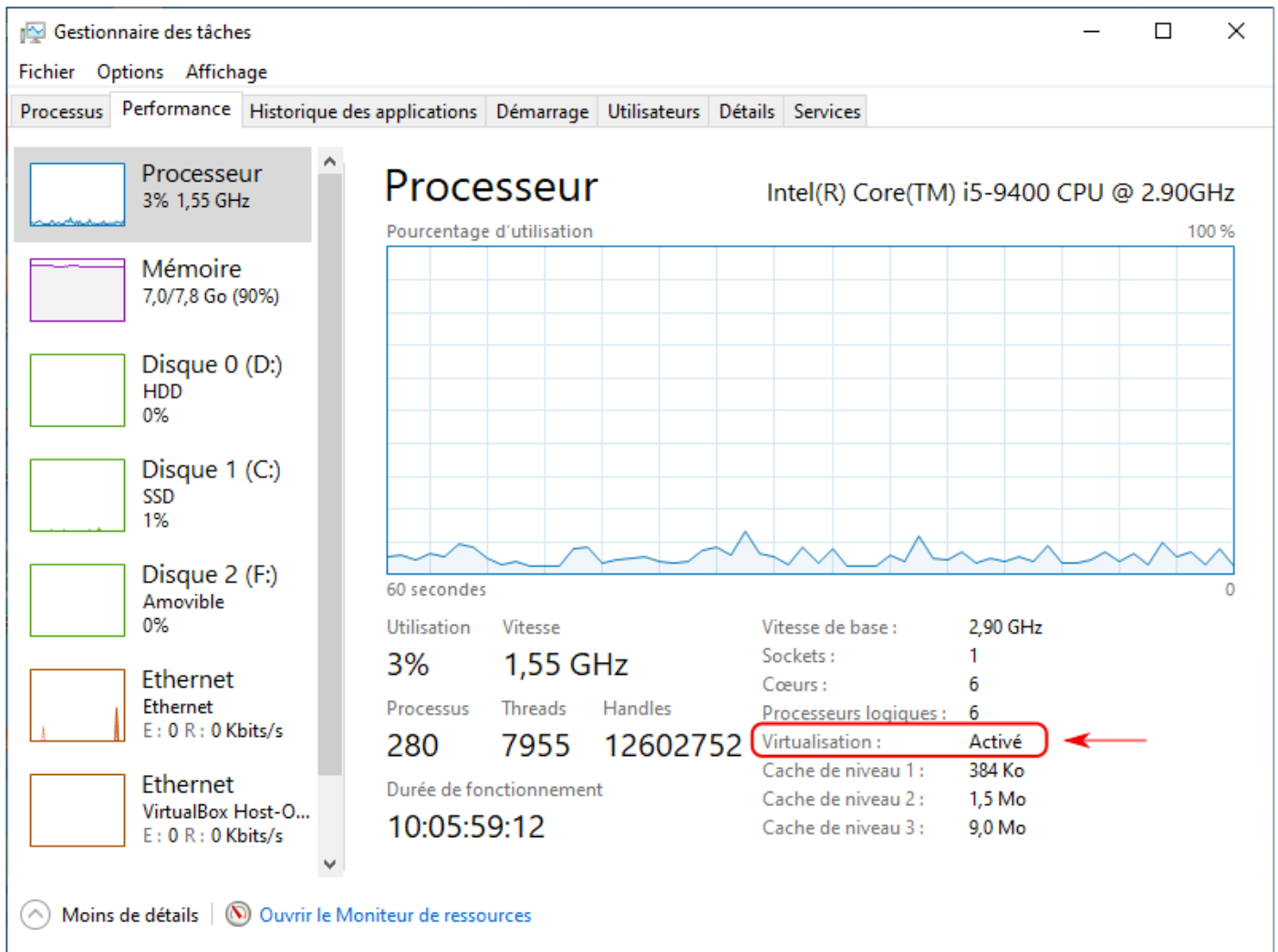


Figure 3: Windows 10 "Gestionnaire de tâches > performances > Virtualisation activée".

- soit directement en ligne de commande, à l'aide de la commande `systeminfo`, l'activation de la virtualisation, si elle est effective, apparaît dans les dernières lignes de résultat de cette commande).

```

[02]: KB4561600
[03]: KB4577266
[04]: KB4580325
[05]: KB4586864
[06]: KB4586781

Carte(s) réseau: 3 carte(s) réseau installée(s).
[01]: Realtek PCIe GbE Family Controller
    Nom de la connexion : Ethernet
    DHCP activé : Oui
    Serveur DHCP : 192.168.1.1
    Adresse(s) IP
    [01]: 192.168.1.10
    [02]: fe80::2997:ea24:6f24:ff3f
    [03]: 2a01:e0a:2ec:20e0::1
    [04]: 2a01:e0a:2ec:20e0::2
    [05]: 2a01:e0a:2ec:20e0::3
    [06]: 2a01:e0a:2ec:20e0::4
    [07]: 2a01:e0a:2ec:20e0::5
    [08]: 2a01:e0a:2ec:20e0::6
    [09]: 2a01:e0a:2ec:20e0::7
[02]: Qualcomm QCA9565 802.11b/g/n Wireless Adapter
    Nom de la connexion : Wi-Fi
    État : Support déconnecté
[03]: VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter
    Nom de la connexion : VirtualBox Host-Only Network
    DHCP activé : Non
    Adresse(s) IP
    [01]: 192.168.1.1
    [02]: fe80::3...

Configuration requise pour Hyper-V:
    Extensions de mode du moniteur d'ordinateur virtuel : Oui
    Virtualisation activée dans le microprogramme : Oui
    Traduction d'adresse de second niveau : Oui
    Prévention de l'exécution des données disponible : Oui

C:\Users\...
  
```

Figure 4: Windows 10 "commande systeminfo >
Virtualisation activée".

- alternativement [HWInfo](https://www.hwinfo.com/download/), outil gratuit de diagnostic et d'analyse de l'environnement de votre matériel (*disponible à cet URL : <https://www.hwinfo.com/download/>*), permet également de lever le doute sur les possibilités de virtualisation de votre poste de travail.

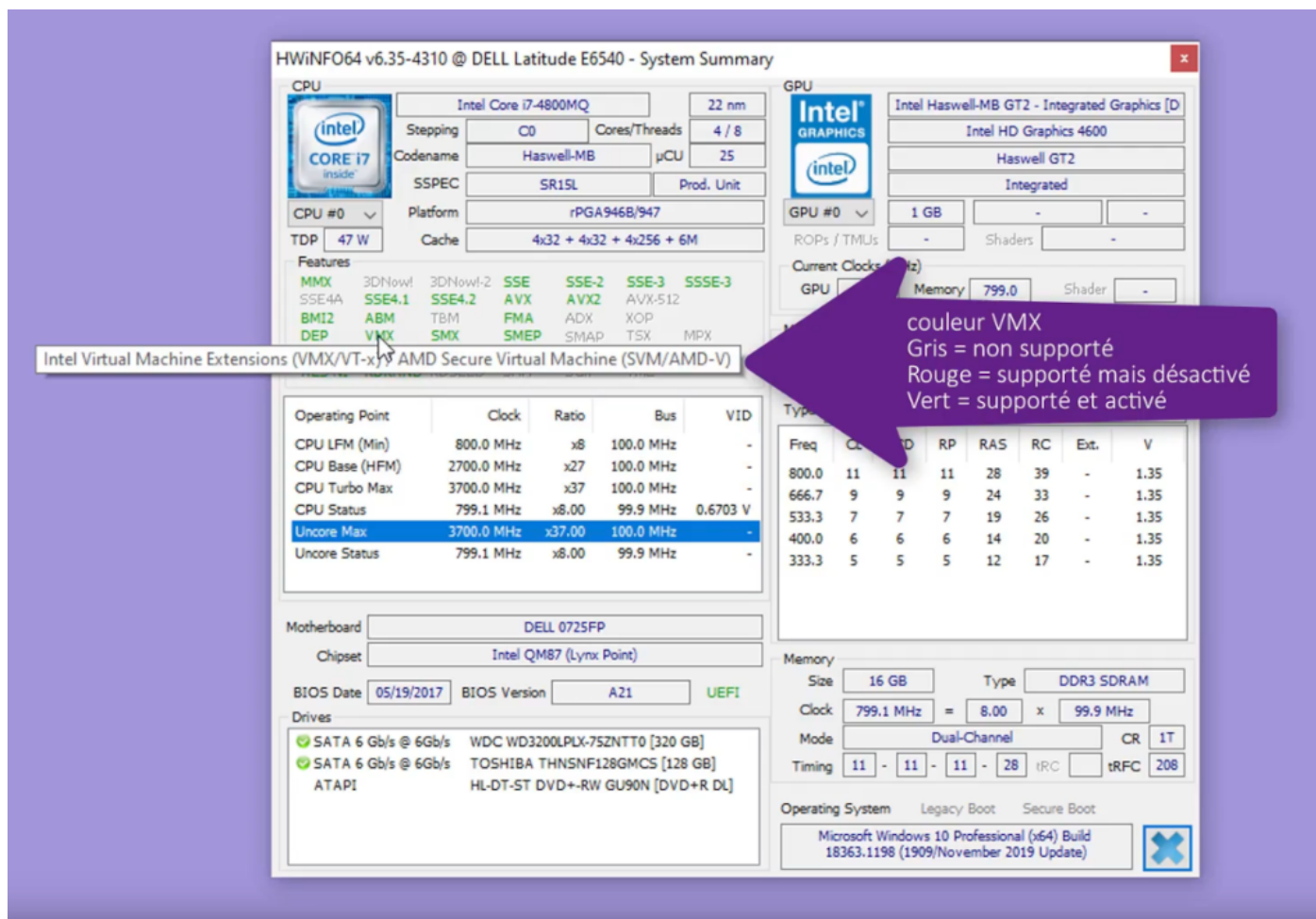


Figure 5: Windows 10 "commande HWInfo >extensions VMX/SVM activées".

Dans l'affichage System Summary vous pouvez surligner le paramètre **VMX**, (respectivement **SVM** si le processeur de votre poste est du fondeur AMD) : (a) s'il est grisé l'assistance matérielle à la virtualisation n'est pas possible avec ce processeur, (b) s'il est en vert c'est qu'il est activé (vous pouvez alors passer à l'étape 1 de l'installation de Virtualbox), (c) s'il est en rouge la virtualisation est présente mais n'est pas encore activée au niveau du BIOS de votre machine (le paragraphe suivant vous indique alors comment procéder).

2.3.2 Comment activer la virtualisation VT-x/AMD-V dans le BIOS

Pour pouvoir utiliser la technologie de virtualisation VT-x/AMD-V, il va donc falloir accéder au BIOS de votre machine pour l'activer. Pour rappel, le BIOS est la concaténation de *Basic Input Output System*, et c'est lui qui est en charge d'amorcer le lancement de votre système d'exploitation.

Rassurez-vous, il suffit de le faire une seule fois. Et même si vous formatez votre disque dur ou que vous changez de système d'exploitation, la fonctionnalité restera active car c'est dépendant du BIOS. Par contre, si vous remettez votre BIOS avec ses réglages d'origine, il faudra réactiver l'option VT-x/AMD-V.

Pour activer l'option VT-x/AMD-V depuis le BIOS de votre carte mère, la technique n'est pas universelle et l'option ne sera pas forcément au même endroit selon le modèle ou la marque de votre carte mère.

Pour accéder à la configuration du BIOS de votre machine, (menu "Setup" du PC), un appui long sur une des touches de fonction de votre poste (F2, ou F10, voire autre selon le constructeur et le modèle de la machine) est nécessaire lors de la procédure de démarrage de votre machine. Il faudra, ensuite, surement fouiller dans les différents menus, mais en général, l'activation de l'option VT-x/AMD-V se trouve dans la partie dédiée aux paramètres du processeur.

Au besoin, il peut être utile de consulter les références suivantes :

- **Comment activer la technologie de virtualisation (VT-x et AMD-V) sur mon PC** : <https://www.malekal.com/comment-activer-la-technologie-de-virtualisation-vt-x-et-amd-v-sur-mon-pc/>⁴
- **Liste des touches accès au BIOS ou Boot menu par constructeur** : <https://www.malekal.com/liste-touches-acces-bios-boot-menu-constructeur/>⁵
- **HWInfo** : outil gratuit de diagnostic et d'analyse de l'environnement de votre matériel disponible à cet URL : <https://www.hwinfo.com/download/>⁶

Voici quelques copies d'écrans permettant de visualiser comment cela se présente :

2.3.3 Copies d'écran type

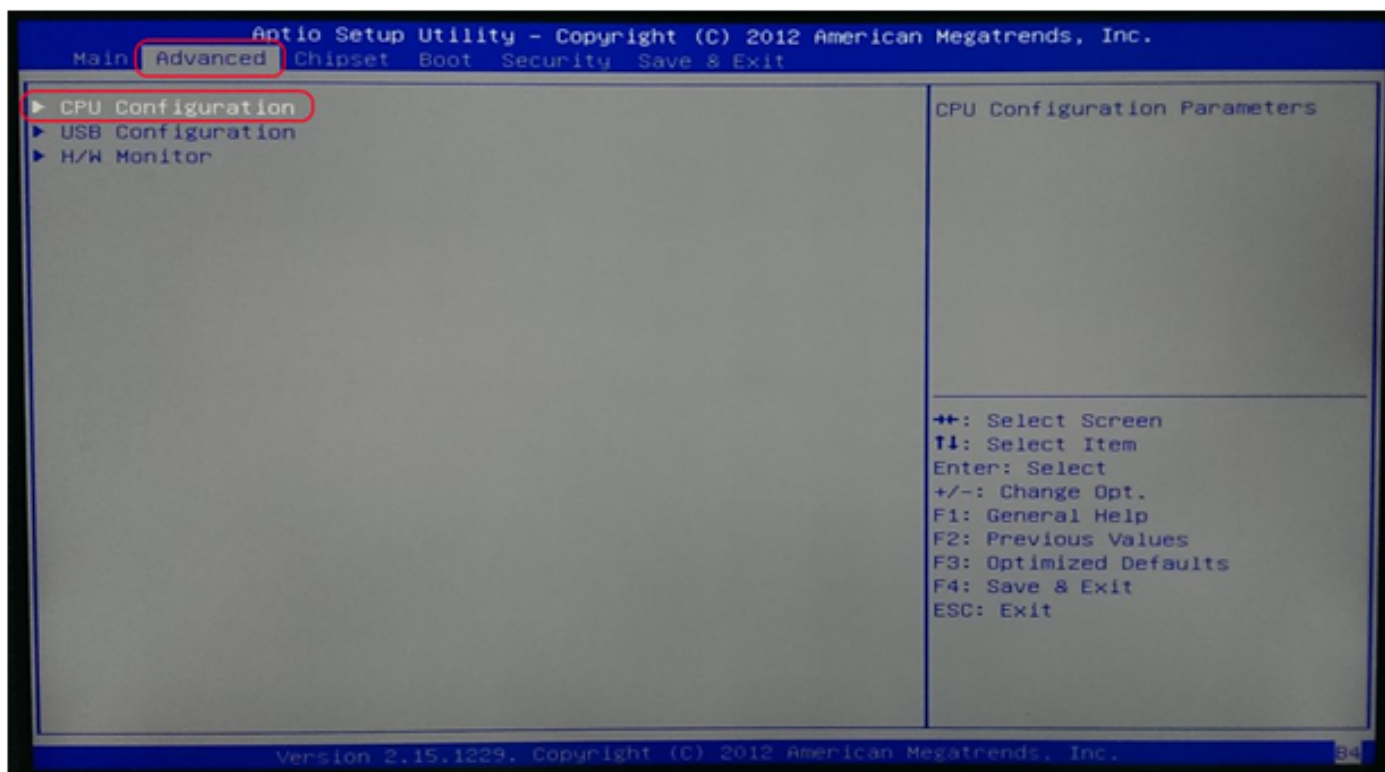


Figure 6: BIOS "configuration CPU".

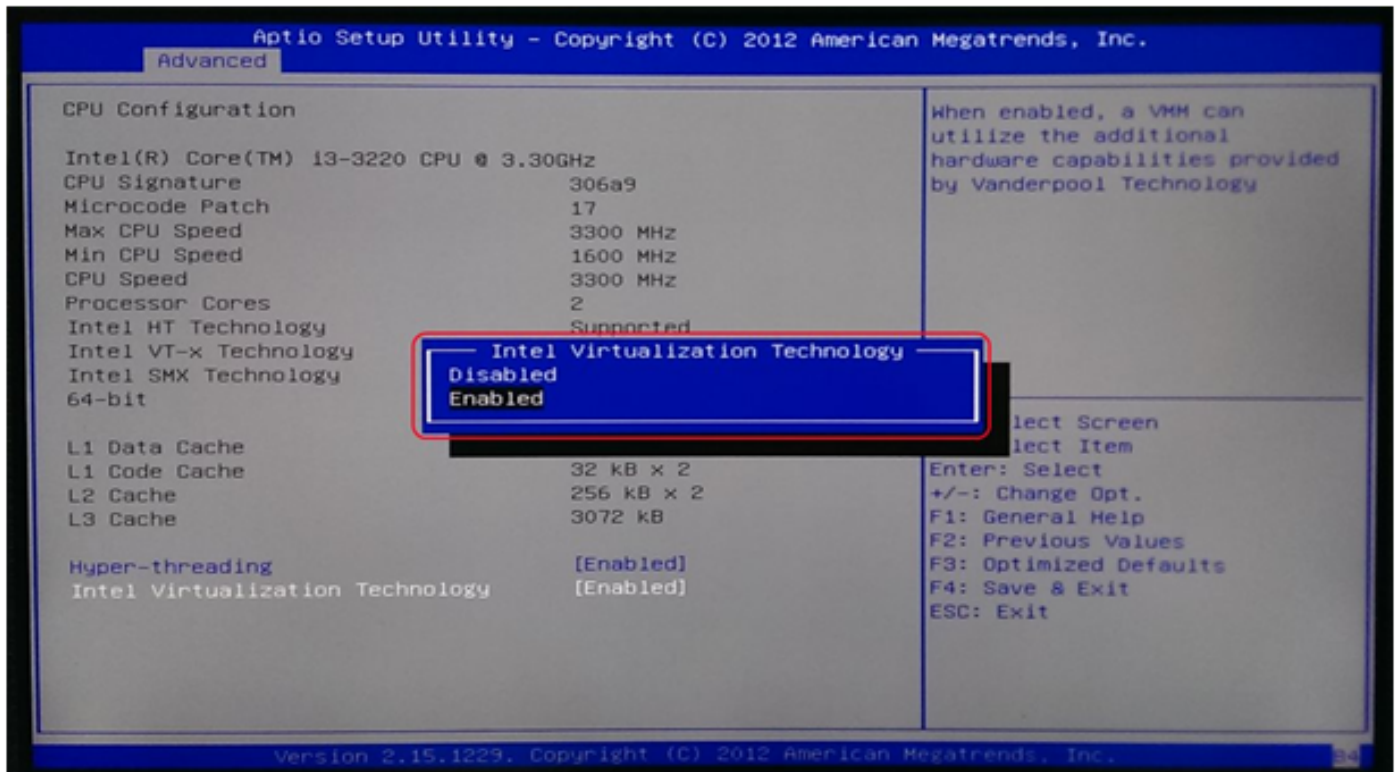


Figure 7: BIOS "Activation du mode VTx".

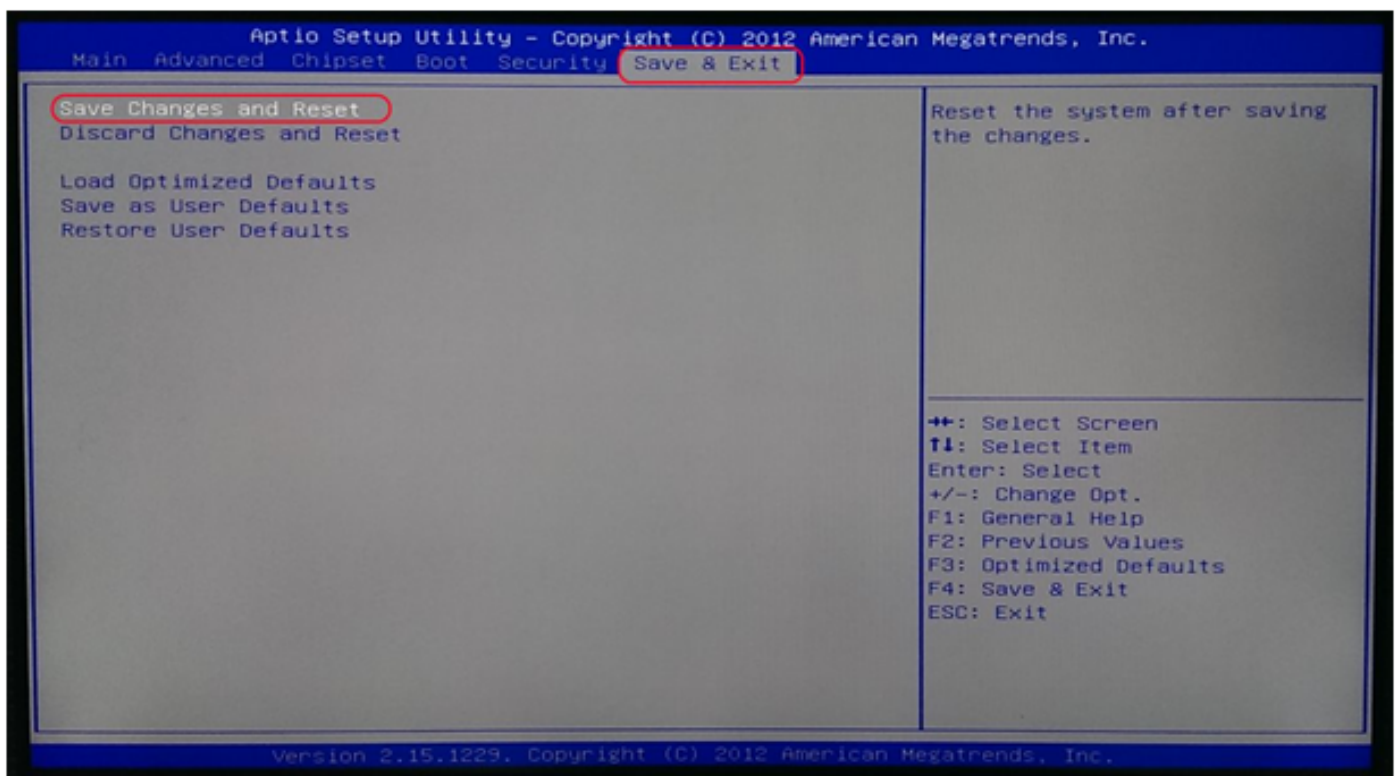


Figure 8: BIOS "sortie et sauvegarde du réglage".

Après avoir validé cette option VT-x/AMD-V, enregistrez bien les modifications du BIOS puis redémarrez. Normalement, VirtualBox ou tout autre logiciel de virtualisation devrait fonctionner après le redémarrage de votre machine.

2.3.4 Étape 1 de l'installation

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

<https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>

Nota : pour cette étape de l'installation, en complément de ce document, n'hésitez pas également à consulter la vidéo de présentation des activités pratiques du MOOC.

Lancez ensuite l'installation en mode administrateur et acceptez les réglages par défaut. **Ne pas omettre d'installer le paquet d'extensions (VirtualBox Extension Pack)** associé, en conformité avec votre version VirtualBox. Ce dernier facilite la reconnaissance des clés USB 2.x et 3.x et apporte une meilleure intégration de l'hyperviseur VirtualBox dans votre environnement système.

Pour installer VirtualBox, positionnez-vous sur votre répertoire de téléchargement, "double-cliquez" sur l'exécutable puis acceptez les propositions de l'assistant d'installation. Notez l'avertissement de l'ajout des composants virtuels de réseaux. En fin de processus, refusez le lancement de VirtualBox afin de compléter l'installation avec le "pack" d'extensions. Ainsi, vous disposerez d'une installation complète avant le premier démarrage de l'hyperviseur.

Nota : selon l'environnement de votre système hébergeant l'hyperviseur VirtualBox, il se peut qu'un redémarrage de votre machine soit nécessaire.

2.3.5 Étape 2 de l'installation

Nota : pour cette étape de l'installation, en complément de ce document, n'hésitez pas également à consulter la vidéo de présentation des activités pratiques du MOOC.

L'étape suivante consiste à télécharger l'image de la machine virtuelle contenant la plateforme pour les activités pratiques. Cette image actualisée est disponible en suivant le lien de téléchargement indiqué dans la rubrique « > Installer GNS3 > Comment procéder ? » de la séquence de "Bienvenue" du MOOC "Objectif IPv6".

Le fichier image (au format `.ova`) de la machine virtuelle a une taille d'environ 6,2 Go. Une fois le téléchargement terminé, il vous suffit d'importer la machine virtuelle dans VirtualBox (Menu « Fichier », puis « Importer un appareil virtuel »), et sélectionner l'image au format archive `.ova` de la machine virtuelle que vous venez de télécharger. En cliquant sur le

bouton « *Suivant* » vous avez accès aux paramètres de la machine (*en double-cliquant sur chacun des paramètres vous pouvez en ajuster la valeur*) :

- si besoin, renommez la machine ainsi : "MoocIPv6-S6" ;
- en fonction des performances de votre machine, vous pouvez allouer plus de performances au processeur ou de capacité en mémoire vive (*de notre point de vue, il faut au minimum un processeur virtuel (VCPU) et 2 Go de RAM pour fonctionner correctement, un doublement de ces pré-requis minimaux permet d'améliorer le confort d'usage de la VM*) ;
- vous pouvez choisir le répertoire de travail (paramètre *Dossier de Base*) en fonction de la localisation de votre espace de stockage libre sur votre machine (*en usage, le disque virtuel de la VM peut croître jusqu'à environ 60 Go*) ainsi que des capacités d'entrées/sorties des unités de stockage de votre machine (*cf. seconde note ci-dessous*) ;
- les autres réglages par défaut devraient convenir.

Une fois que le répertoire de travail est fixé, vous pouvez valider "l'import".

Nota : *selon les capacités de votre poste, la phase d'import de la machine peut prendre plusieurs minutes. Il convient de patienter.*

Nota : *si votre poste dispose de disques de stockage SSD (Solid State Drive), il convient de pointer votre répertoire de travail sur cet espace de stockage aux débits d'entrées/sorties nettement supérieurs à ceux des traditionnels disques mécaniques dits HDD (Hard Disk Drive).*

Nota : Windows 10 - Cohabitation des hyperviseurs VirtualBox/VMWare-player avec Hyper-V : *Sous Windows 10, si l'hyperviseur Hyper-V a été activé, la cohabitation avec les hyperviseurs VirtualBox ou VMWare-player, nécessite une version >= 2004 de Windows 10 ⁷.*

Il convient, également, de désactiver la fonctionnalité "Sandbox" ou "Bac à sable Windows", qui comme pour HyperV capte le monopole de la virtualisation imbriquée...

Pour le vérifier afficher les fonctionnalités Windows :

Touche Windows+R ou commande Exécuter : optionalfeatures

Vérifiez que les fonctionnalités "Bac à sable Windows" et "HyperV" sont bien décochées, comme ci dessous:

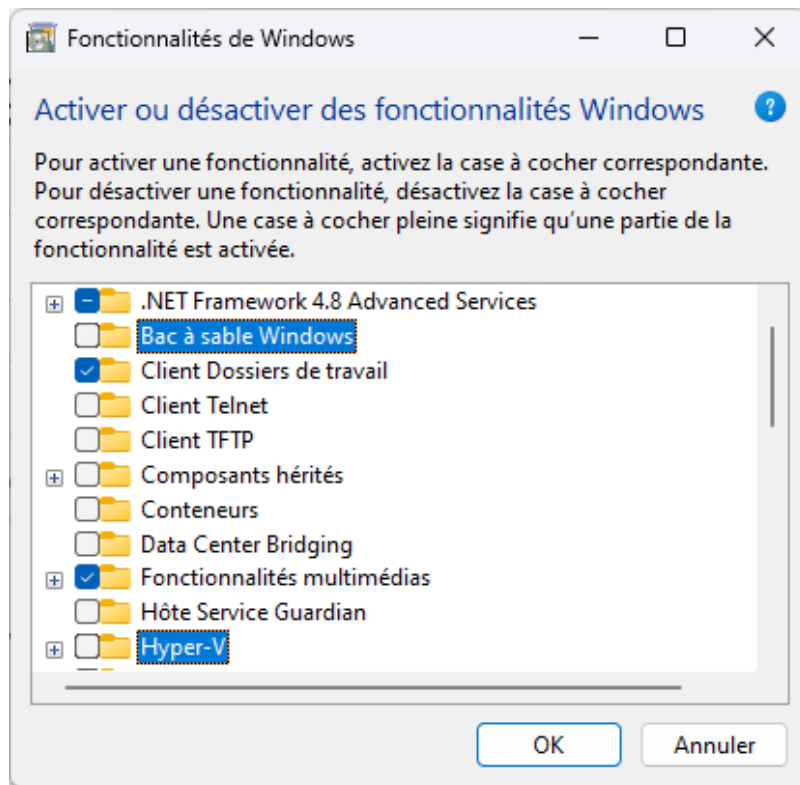


Figure 9 : Windows 10 Hyper-V et Sandbox check-box.

Nota : Dans le cas de Windows 11 il peut également être nécessaire de désactiver la variable d'environnement `hypervisorlaunchtype` à l'aide de la commande : `bcdedit /set hypervisorlaunchtype off` (pour plus de détails voir : ⁸).

Dès l'importation terminée, vous pouvez vérifier les paramètres importants de la machine virtuelle en cliquant sur le choix « Configuration » :

- dans l'onglet « Général > De base », le système d'exploitation invité est bien "Ubuntu-64bit" ;
- dans l'onglet « Général > Avancé », l'aspect *copier/coller* qui peut être utile si vous souhaitez disposer de cette fonctionnalité entre votre machine hôte et la VM ;
- sur l'onglet « Système > Carte mère », vous pouvez encore ajuster la quantité de mémoire vive (RAM) ;
- sur l'onglet « Système > Processeur », vous pouvez encore ajuster le nombre de processeurs ;

Paramètre 'Activer VT-x/AMD-V imbriqué' grisé, ne peut être coché

Dans certains contextes d'exécution de VirtualBox, il apparaît que l'option "Activer VT-x/AMD-V imbriqué" soit grisée et ne peut être activée. Forcer l'activation de la virtualisation imbriquée VT-x/AMD-V (en anglais) : <https://stackoverflow.com/questions/54251855/virtualbox-enable-nested-vtx-amd-v-greyed-out> <https://stackoverflow.com/questions/54251855/virtualbox-enable-nested-vtx-amd-v-greyed-out..>

Dans ce cas il est possible de forcer ce paramètre de la VM en ligne de commande en suivant la procédure suivante :

- a) assurez vous que la VM soit stoppée ;
- b) dans un terminal de commande exécutez la commande suivante en ajustant "\$vmname" au nom de votre VM ;
`VBoxManage modifyvm $vmname --nested-hw-virt on`
- c) vérifiez l'activation de l'option en ré-affichant les caractéristiques de votre VM

- sur ce même onglet « **Système > Processeur** », assurez-vous que la virtualisation imbriquée **Active VT-x/AMD-V imbriqué** est bien activée !
- sur l'onglet « **Système > Accélération** », assurez-vous de positionner **Interface de paravirtualisation** à la valeur **KVM** qui sera utile dans notre contexte ;
- dans l'onglet « **Affichage > Ecran** », assurez-vous que le **Contrôleur graphique** soit positionné en **VMSVGA** ainsi que **Activer l'accélération 3D**, **Mémoire video** poussée à 128 MB et **Facteur d'échelle** réglé à 100 % pour disposer d'une bonne résolution d'affichage de la VM en cours d'utilisation ;
- onglet « **Stockage** » : on laisse en l'état ;
- onglet « **Réseau > Adapter 1** », assurez-vous de positionner le **Mode d'accès réseau** à la valeur **NAT** pour que cette machine ne puisse pas interférer directement avec votre réseau local ;
- enfin, onglet « **USB** » : on peut vérifier que le contrôleur USB 3.0 est bien sélectionné ;

Vous pouvez alors lancer la VM pour vérifier son fonctionnement.

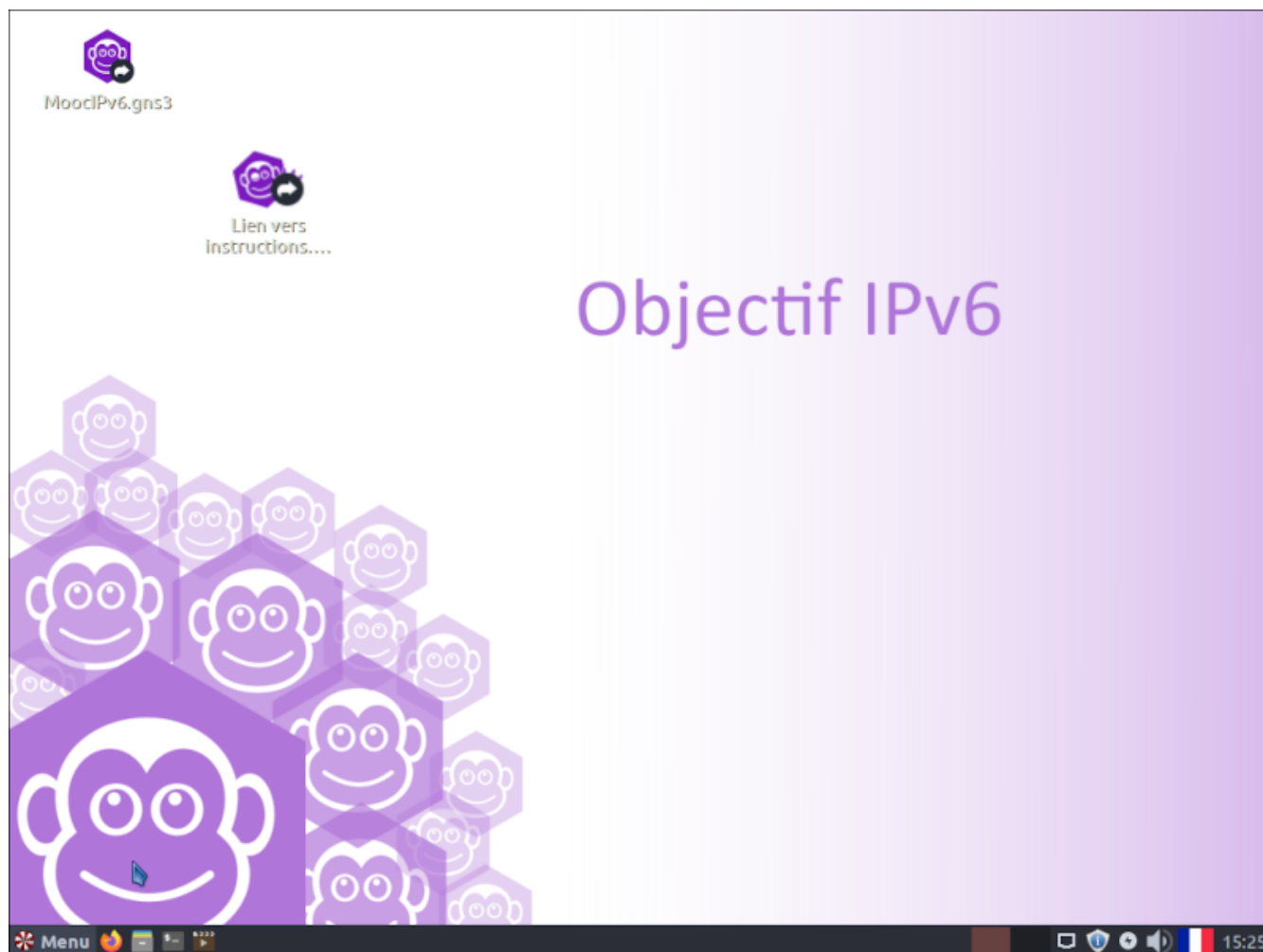


Figure 10 : le bureau de la VM des activités pratiques.

L'aboutissement du démarrage vous présente le bureau graphique de la VM sur lequel vous disposez de deux icônes (*en haut à gauche de l'écran*) pointant sur l'environnement de simulation GNS3 et sur le dossier des instructions des activités pratiques de chacune des séquences 1 à 4 du MOOC Objectif IPv6. Ces documents ne remplacent pas les documents détaillés de TP disponibles sur le MOOC. Ils vous permettront simplement de disposer localement des commandes et instructions de configuration si vous souhaitez simplement les *copier-coller* dans les fenêtres de paramétrage lors des séances de TP.

Chapitre 3.

Utilisation de GNS3

Un double clic sur l'icône intitulé *MoocIPv6.gns3* en haut à gauche du bureau de votre machine virtuelle vous permet de lancer l'environnement de simulation réseau des activités pratiques du MOOC. GNS3 est un logiciel permettant d'émuler le fonctionnement d'un réseau sur votre poste. La plateforme "Réseau IPv6" utilisée pour les activités pratiques est préinstallée dans l'outil GNS3. Elle est composée de 5 équipements actifs reliés par 4 réseaux.

L'interface de GNS3 se présente de la manière indiquée par la figure 11 :

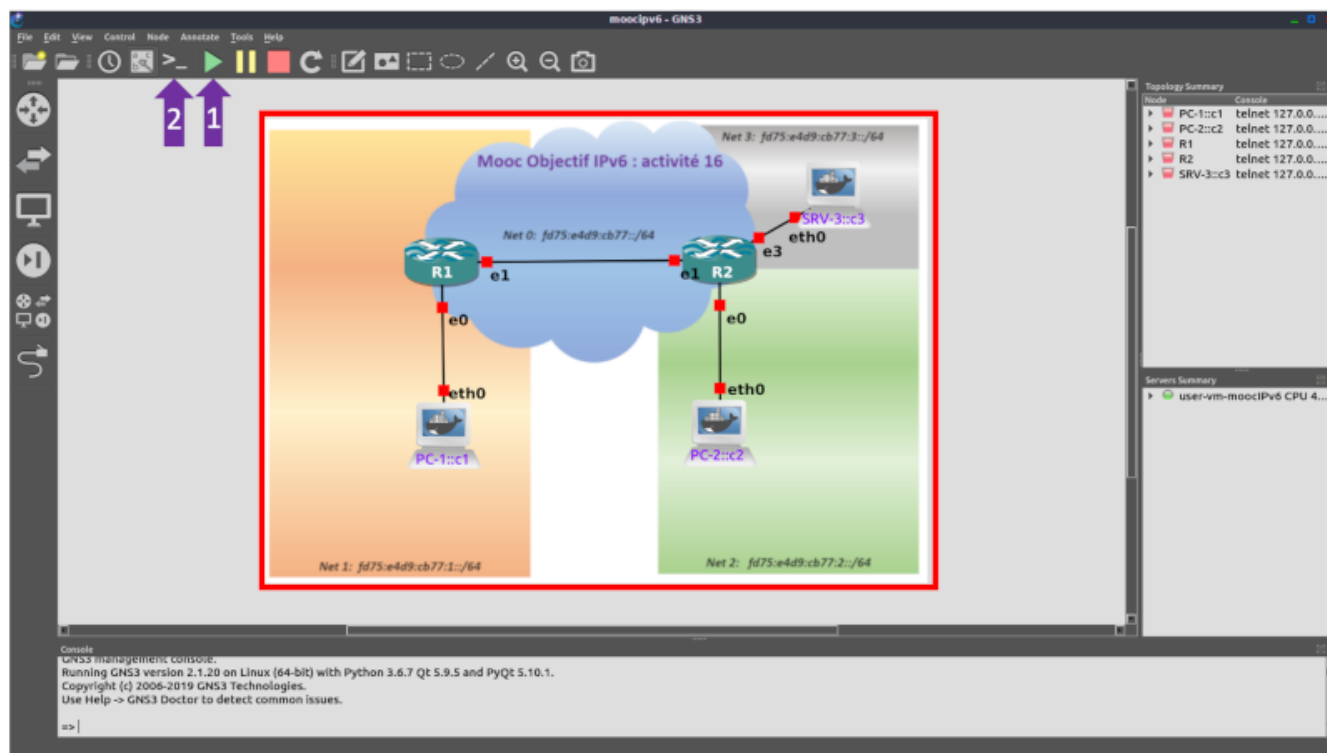


Figure 11 : interface GNS3.

- Le schéma de la **Topologie** (encadré en rouge) montre les équipements et les liaisons qui les relient. Les réseaux IPv6 nommés *Net0* à *Net3* sont interconnectés par les équipements actifs (routeurs) **R1** et **R2**; les machines hôtes **PC-1**, **PC-2** et **SRV-3** sont directement connectées sur les routeurs.
- Sur la figure 11, 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 lancer la simulation et démarrer les équipements, il convient d'actionner le bouton de démarrage ("triangle vert" sous-titré *Start/Resume all nodes*, référencé 1 sur la figure 11). Les indicateurs dans la liste des équipements passent alors normalement tous au vert.
- Le bouton ">_", sous-titré *Console connect to all nodes* et référencé 2 sur la figure 11, ouvre une console pour chacun des équipements. C'est à travers cette console que vous serez amenés à interagir avec l'un ou l'autre des équipements de la plateforme. 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.

Nota : l'étape de démarrage des équipements peut prendre entre quelques secondes et plusieurs minutes selon la configuration matérielle et le type de support de stockage (SSD ou HDD) de votre poste de travail. Les routeurs **R1** et **R2** démarrent plus lentement que les PC. 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 représentée par la figure 12.

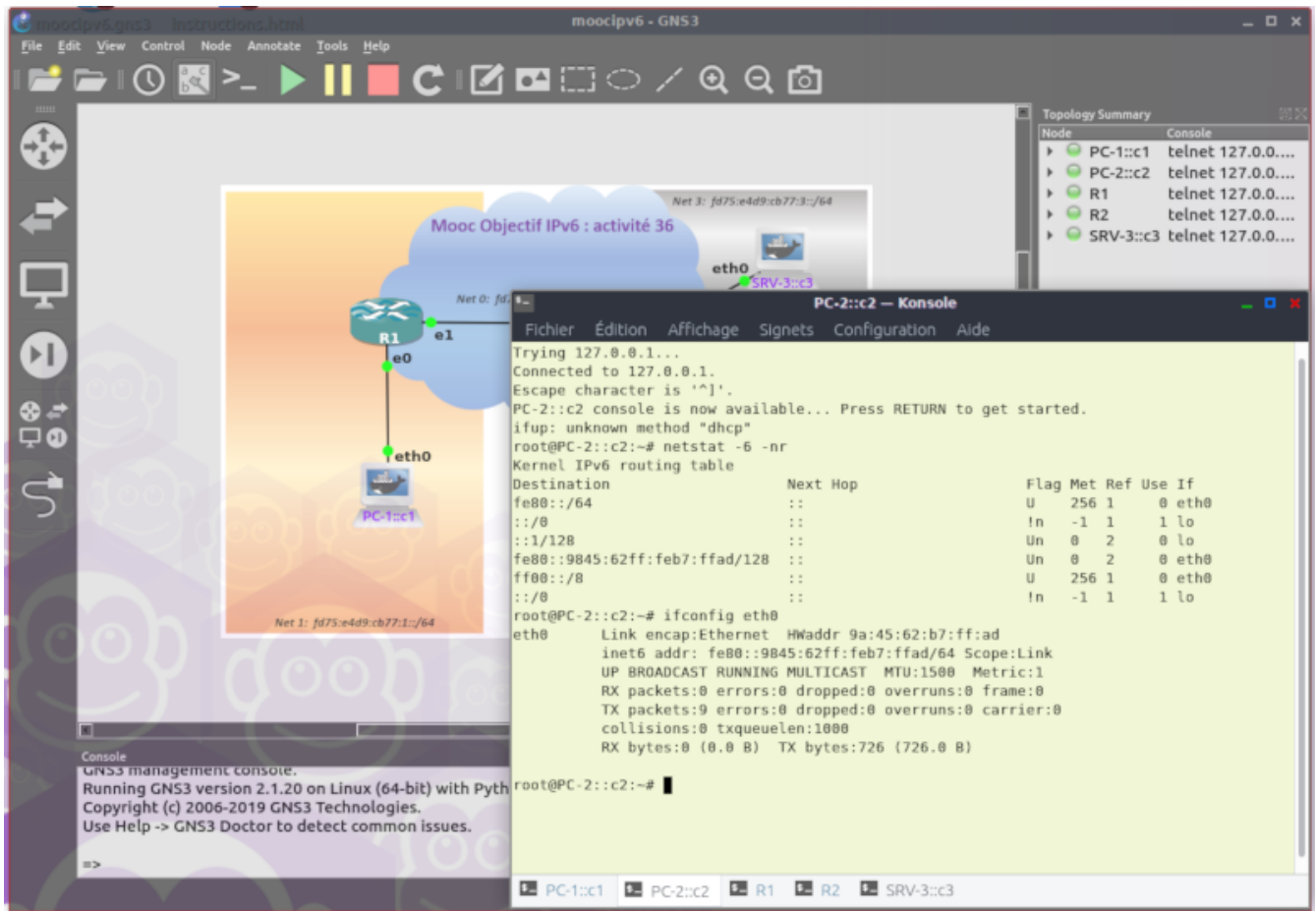


Figure 12 : consoles des équipements.

- Le bouton intitulé "a b c", à gauche de la référence 2 sur la figure 11, indique, sur le schéma de la topologie, les noms des interfaces réseau des différents équipements. Ces indications vous sont utiles lorsque vous configurez les équipements afin de ne pas vous tromper d'interface ou d'équipement !

Pour aller plus loin sur les possibilités de cet outil, vous pouvez consulter ce [tutoriel sur GNS3](#)⁹.

Chapitre 4.

Déroulement d'une activité pratique

4.1 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. Ensuite, chaque étape déroule la mise en œuvre de différentes configurations pour répondre à ces objectifs.

Pour chaque activité, vous disposez d'une fonction dite **Snapshot** qui permet de restaurer la topologie et les configurations des équipements actifs dans un état initial précis.

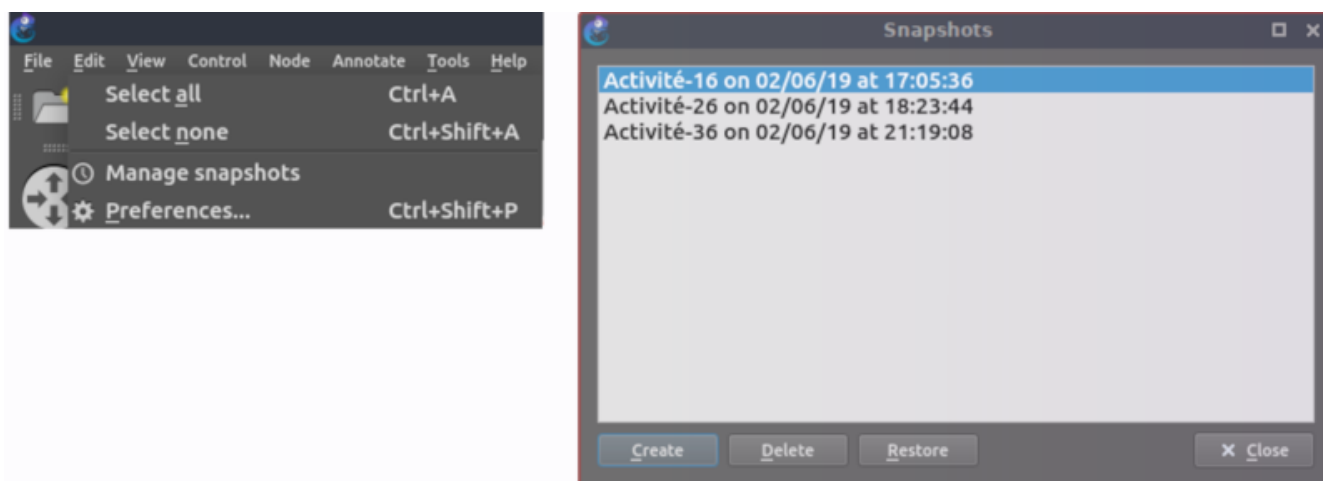


Figure 13 : fonction Edit+Manage snapshots.

Avec le choix du snapshot **Activité-16**, vous démarrez le simulateur de réseau GNS3 avec la plateforme dans la configuration initiale de cette activité pratique.

Les instantanés ou "*snapshots*" des étapes suivantes vont vous servir à repositionner la configuration de la plateforme telle qu'elle devrait être **au démarrage de l'activité indiquée**. Ces raccourcis peuvent aider les apprenants à reprendre une activité pratique.

Le simulateur GNS3 de la VM démarre initialement sur le *snapshot* de l'activité 16 (activité pratique de la séquence 1 du MOOC). Pour passer d'une activité à l'autre vous aurez besoin de restaurer les *snapshots* correspondant aux différentes activités. Notez bien que la restauration d'un *snapshot* écrase l'état antérieur de la topologie et tous les fichiers de configuration seront réinitialisés. Au besoin, prenez soin de sauvegarder le travail précédent avant le rechargement d'un *snapshot*.

Nota : la restauration du snapshot associé à une activité est une opération couteuse en entrées/sorties de stockage. Selon la configuration matérielle et le type de support de stockage (SSD ou HDD) de votre poste de travail, l'étape de restauration peut prendre entre trois et dix minutes environ. Il convient d'attendre patiemment, après avoir initié une restauration, l'achèvement de celle-ci.

4.2 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. Vous pouvez mettre en pause la simulation en cliquant sur le bouton *//* de couleur jaune et sous titré *suspend all nodes*. L'état de chacun des nœuds de la topologie, dans la fenêtre *Topology Summary*, passe alors en mode suspendu, notifié par l'indicateur de couleur jaune associé au nœud.

Pour éviter d'avoir à recharger le *snapshot* de l'activité, vous pouvez également *figer* la VM VirtualBox en la mettant en "pause" (menu *Machine > 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**. Vous pourrez ensuite la redémarrer dans l'état où elle se trouvait au moment de la prise de l'instantané.

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.

4.3 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. À 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.

Chapitre 5.

Interface de commandes des équipements de la plateforme

5.1 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 sur la console du système d'un équipement, vous êtes amené à interagir en mode "ligne de commande" avec cet équipement.

L'affichage des consoles des équipements se fait dans l'interface GNS3 en cliquant sur le bouton 2 de la figure 11 ("*Console connect to all devices*"). Le titre de la fenêtre vous précise à quel équipement cette console est attachée. Vous disposez d'onglets en bas du cadre qui permettent de passer facilement d'un équipement à l'autre.

Il est conseillé de garder l'ensemble des 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 l'équipement en question ("clic droit" sur l'équipement dans la topologie : Stop puis Run, et enfin Console).

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 de l'activité pratique fait précéder chaque commande de "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,

```
❏ Console  
root@PC-x::cx:~$ ifconfig
```

est une commande à saisir sur une des machines Linux (*ici PC-x*). Les caractères à saisir sont `ifconfig` validés par la touche "Entrée" 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+Shift+C** ou sélection à la souris Clic-droit + Copier
- coller : **Ctrl+Shift+V** ou sélection à la souris Clic-droit + Coller

5.2 Edition de fichier

Lors des différentes activités pratiques, vous serez amené à modifier des fichiers de configuration. Les consoles des équipements n'ayant pas de capacités graphiques, les outils d'édition de texte à votre disposition seront en mode "texte". Les supports des activités vous proposeront d'utiliser l'éditeur de fichiers `nano` :

Console

```
root@PC-x::cx:~$ nano -w <nom du fichier>
```

Vous pourrez alors parcourir le fichier à l'aide du curseur et le modifier à l'endroit voulu. La combinaison de touches `<CTRL-O>` (touches "Ctrl" et lettre 'o' simultanément) permet de sauvegarder le fichier, et `<CTRL-X>` de quitter l'éditeur.

Nota : les principales commandes d'interaction avec l'éditeur `nano` sont rappelées dans le bas de l'écran de la console.

5.3 Capture de trames réseau

La plateforme GNS3 dispose de l'analyseur de protocoles Wireshark. Pour démarrer une capture, il est possible d'utiliser Wireshark sur les points de connexions symbolisés par des points verts sur le schéma de la topologie de la figure 1.

5.3.1 Démarrer une capture de trames réseau

Pour lancer une capture, allez dans la fenêtre "**Topology Summary**" (en haut à droite dans la figure 11) puis appuyez sur le + d'un élément réseau. Choisissez 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.

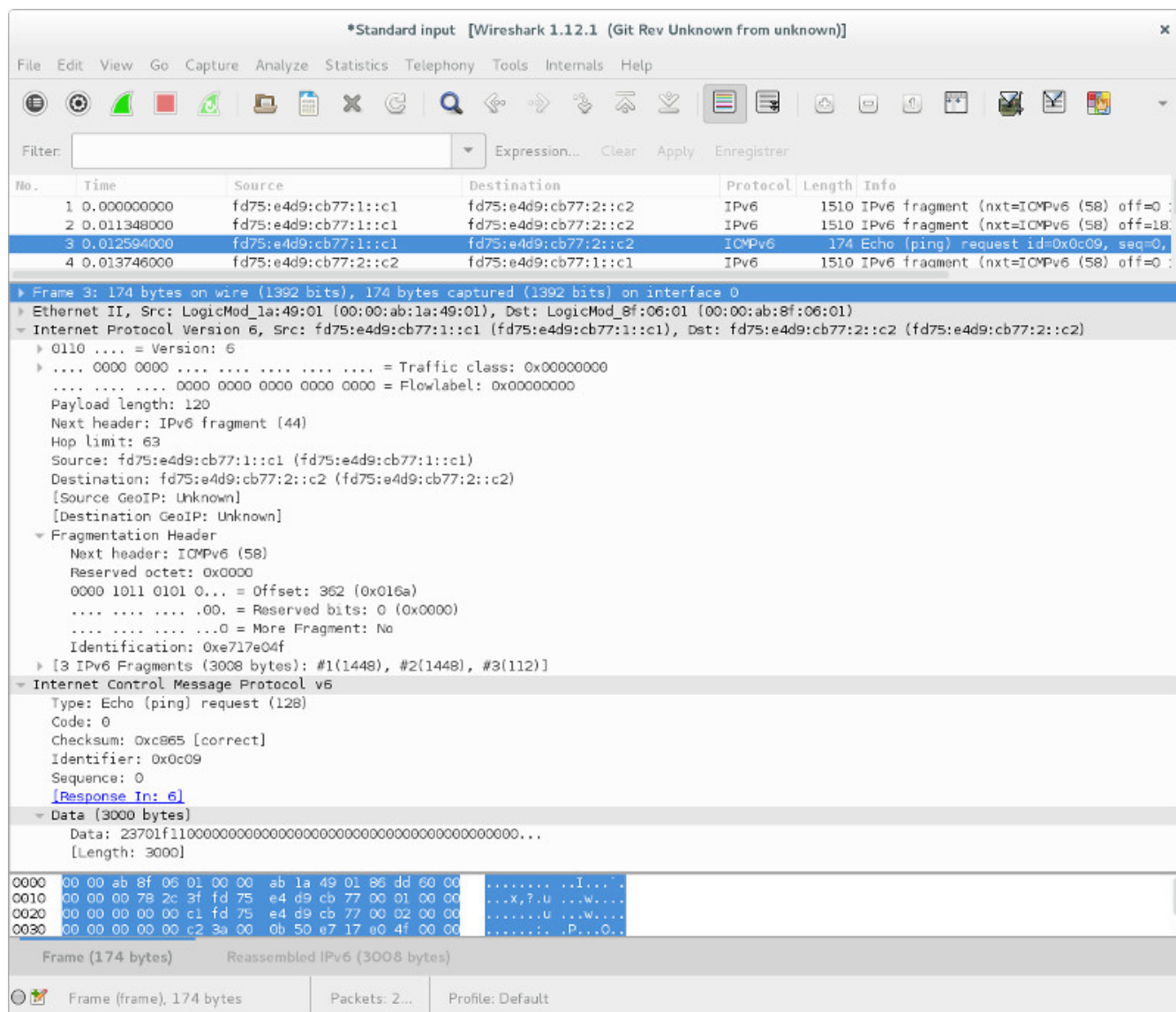


Figure 14 : interface de Wireshark.

Cet outil vous permet d'analyser en temps réel les trames entrantes et sortantes de l'interface réseau sélectionnée pour la capture. La figure 13 montre les éléments constituant l'interface de Wireshark. La partie haute de l'interface montre la liste des trames capturées. Les deux parties en dessous montrent le décodage détaillé des entêtes des protocoles encapsulés dans la trame, et le contenu brut en hexadécimal de la trame sélectionnée.

5.3.2 Arrêter une capture réseau

L'arrêt des captures est possible depuis la fenêtre "Topology Summary" (voir la figure 11) 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.

Chapitre 6.

Synthèse des commandes des systèmes

6.1 A propos des modes VyOS

VyOS est le système (OS) des nœuds de type routeur (*Nœuds R1 et R2*) sur la maquette réseau (cf. figure 11). 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 :

 Console

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

L'invite de commande dans ce mode est :

 Console

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

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

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

 Console

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

L'invite de commande dans ce mode est :

 Console

```
vyos#
```

Ce mode permet de configurer les paramètres propres aux interfaces et aux fonctions de routage. Les commandes dans ce mode sont celles de <http://www.nongnu.org/quagga/> **Quagga**. La sortie de ce mode s'effectue par la commande **exit**.

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

 Console

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

L'invite de commande dans ce mode est :

Console

```
vyos@vyos#
```

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

6.2 Commandes pour les paramètres des interfaces réseau

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

Nota : pour vous loguer sur les stations PC1 et PC2, l'identifiant est "apprenant" et il n'y a pas de mot de passe.

Nota : dans les commandes ci-dessous, les termes en italique sont à remplacer par des valeurs.

6.2.1 Visualiser la configuration IPv6 des interfaces réseau

Linux :

Console

```
root@PC-x::cx:~$ ifconfig
root@PC-x::cx:~$ ifconfig -a    #(pour voir toutes les interfaces, même inactives)
root@PC-x::cx:~$ ip -6
```

VyOS (Mode Utilisateur)

Console

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

VyOS (Mode Quagga)

Console

```
vyos# show <interface>
```

6.2.2 Activer une interface réseau

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

Linux :

 Console

```
root@PC-x::cx:~$ ifconfig interface up
```

VyOS (Mode Quagga) Il faut passer en mode configuration par cette commande:

 Console

```
vyos# configure terminal
vyos(config)#
```

Puis en configuration d'interface par la commande `interface` :

 Console

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

La commande **end** en configuration d'interface sort de ce mode pour revenir en mode Quagga.

 Console

```
vyos(config-if)# end
vyos#
```

La commande **do** en configuration d'interface permet d'exécuter des commandes Quagga de consultation comme **show interface**.

 Console

```
vyos(config-if)# do show interface
```

6.2.3 Ajouter une adresse IPv6 à une interface réseau

Linux :

 Console

```
root@PC-x::cx:~$ sudo ifconfig interface adresse-IPv6/lg-prefixe
root@PC-x::cx:~$ sudo ip -6 addr add adresse-IPv6/lg-prefixe dev interface
```

VyOS (Mode Quagga)

Console

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

6.2.4 Enlever une adresse IPv6 à une interface réseau

Linux :

Console

```
root@PC-x::cx:~$ sudo ip -6 addr del adresse-IPv6/lg-prefixe dev interface
```

VyOS (Mode Quagga)

Console

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

6.3 Commandes propres à la table de routage

6.3.1 Visualiser la table de routage IPv6

Linux

Console

```
root@PC-x::cx:~$ route -A inet6
root@PC-x::cx:~$ ip -6 route
```

VyOS (mode Quagga)

Console

```
vyos# show ipv6 route
```

6.3.2 Ajouter une route IPv6

Linux

Console

```
root@PC-x::cx:~$ sudo route -A inet6 add destination gw prochain-saut
root@PC-x::cx:~$ sudo ip -6 route add destination gw prochain-saut
```

VyOS (mode Quagga)

Console

```
vyos# configure terminal
vyos(config)# ipv6 route destination prochain-saut [interface]
```

L'interface est optionnelle.

6.3.3 Enlever une route IPv6

Linux

Console

```
root@PC-x::cx:~$ sudo ip -6 route del destination gw prochain-saut
```

VyOS (mode Quagga)

Console

```
vyos# configure terminal
vyos(config)# no ipv6 route destination prochain-saut
```

6.4 Autres commandes utiles pour IPv6

6.4.1 Tester la connectivité vers une autre machine

Linux

Console

```
root@PC-x::cx:~$ ping6 adresse-IPv6-destination
^C (CTRL+C) pour stopper le test`
```

Une option peut être fournie pour limiter le nombre d'essais et éviter de faire **^C**

Console

```
root@PC-x::cx:~$ ping6 -c nombre-essais adresse-IPv6-destination
```

VyOS (mode Quagga)

 Console

```
vyos# ping ipv6 adresse-IPv6-destination
```

6.4.2 Visualiser le chemin vers une autre machine

Linux

 Console

```
root@PC-x::cx:~$ traceroute6 adresse-IPv6-destination
```

VyOS (mode Quagga)

 Console

```
vyos# traceroute ipv6 adresse-IPv6-destination
```

Chapitre 7.

Références URLographiques

1. GNS3 (Graphical Network Simulator) est un logiciel libre permettant l'émulation ou la simulation de réseaux informatiques : <https://www.gns3.com/> ←
2. Oracle VM VirtualBox (anciennement VirtualBox) est un logiciel libre de virtualisation publié par Oracle : <https://www.virtualbox.org/>. [←
3. Les extensions matérielles à la virtualisation sont intégrées par les constructeurs (Intel-VT-x et AMD-V) sur la quasi totalité de leur gamme de processeurs. Elles améliorent significativement les performances des machines virtuelles exécutées sur un système. Elles se traduisent par des extensions au jeu d'instructions du processeur (VMX chez Intel, SVM chez AMD). Elles sont aujourd'hui banalisées sur la quasi totalité des postes de travail, mais peuvent nécessiter une validation de leur activation dans la configuration matérielle (BIOS) de la machine. ←
4. Comment activer la technologie de virtualisation (VT-x et AMD-V) sur mon PC <https://www.malekal.com/comment-activer-la-technologie-de-virtualisation-vt-x-et-amd-v-sur-mon-pc/> ←
5. Liste des touches accès au BIOS ou Boot menu par constructeur <https://www.malekal.com/liste-touches-acces-bios-boot-menu-constructeur/> ←
6. HWInfo : outil gratuit de diagnostic et d'analyse de l'environnement de votre matériel disponible à cet URL : <https://www.hwinfo.com/> ←
7. Comment utiliser VirtualBox et VMware avec Hyper-V dans Windows 10 <https://itigic.com/fr/use-virtualbox-and-vmware-alongside-hyper-v/> ←
8. Résoudre Virtualized Intel VT-x/EPT ou AMD-R/RVI is not supported on this platform sur VMWare <https://www.malekal.com/resoudre-virtualized-intel-vt-x-ept-ou-amd-r-rvi-is-not-supported-on-this-plataform-vmware/> ←
9. tutoriel sur GNS3 <https://www.csd.uoc.gr/~hy435/material/GNS3-0.5-tutorial.pdf> ←

Chapitre 8.

Les auteurs

**Bruno Stévant**

Bruno Stévant est Maître de conférence à IMT Atlantique. Il intervient dans l'enseignement et sur les projets de recherche autour d'IPv6 depuis plus de 20 ans. Il est secrétaire de l'association G6 pour la promotion et le déploiement d'IPv6 en France. Il étudie actuellement les apports d'IPv6 dans les réseaux communautaires (*community-oriented cloud*) ou les réseaux 5G opportunistes pour les véhicules (*5G side-link*) dans le domaine du transport intelligent (*ITS*).

**Jacques Landru**

Enseignant-chercheur au département Informatique et Réseaux à l'IMT Nord Europe, Jacques Landru est responsable de l'UV de spécialisation ARES (Architecture des RESeaux); il enseigne à la fois en mode présentiel et à distance dans le cadre du cursus diplômant TutTelNet. Outre les architectures, les réseaux et les protocoles, il a ces dernières années repris une orientation système avec banalisation de la virtualisation et le cloud computing. Il développe actuellement une plateforme de salles de TP systèmes et réseaux entièrement dématérialisée dans le cloud.

**Jean-Pierre Rioual**

Jean-Pierre Rioual est Ingénieur Conseil Réseaux – EURÉKOM. Fort de 30 années d'expérience dans le domaine des réseaux, il intervient auprès des entreprises pour des missions d'expertise sur leurs réseaux de transmission de données (intégration, mesures, optimisation, administration), conçoit et anime des actions de formation "réseaux" (Carrier Ethernet, TCP/IP, CISCO routing & switching, GNS3 ...).

**Véronique Vèque**

Véronique Vèque est Professeur des Universités à l'Université Paris-Saclay. Elle enseigne les réseaux depuis plus de 20 ans en Master Réseaux et Télécoms. Elle poursuit ses recherches au sein du L2S (Laboratoire des Signaux et Systèmes) où elle est responsable de l'équipe Réseaux, optimisation et codage. Elle est directrice-adjointe de l'école doctorale STIC de l'Université Paris-Saclay.

**Pascal Anelli**

Pascal Anelli est Professeur des Universités à l'Université de la Réunion. Il enseigne les réseaux depuis plus de 20 ans. Il est membre du G6 depuis sa création. A ce titre, il est un des contributeurs du livre IPv6. En 1996, il a participé au développement d'une version de la pile IPv6 pour Linux. Il continue depuis cette date à la formation pour un Internet en IPv6.

Chapitre 9.

Remerciements

- Vincent Lerouvillois, pour son travail de relecture attentive ;
- Joël Grouffaud (IUT de la Réunion)
- Pierre Ugo Tournoux (Université de la Réunion)
- Bruno Di Gennaro (Association G6) ;
- Bruno Joachim (Association G6) pour sa contribution à l'activité « Contrôler la configuration réseau par DHCPv6 » ;
- Richard Lorion (Université de la Réunion) pour sa contribution à l'activité « Etablir la connectivité IPv6 tunnels pour IPv6 ».

Chapitre 10.

Licence publique Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0

Creative Commons Corporation (« Creative Commons ») n'est pas un cabinet d'avocats et ne donne ni services ni conseils juridiques. La mise à disposition des licences publiques Creative Commons ne crée pas de rapport analogue à celui d'un client avec son conseil ni aucun autre type de relation juridique. Creative Commons propose ses licences et les informations qui y sont associées telles quelles, sans aucune garantie relative à ses licences, aux œuvres mises à disposition conformément aux termes et conditions d'utilisation de ses licences, ou à toute autre information afférente. Creative Commons décline formellement toute responsabilité quant aux préjudices pouvant résulter de leur utilisation.

10.0.1 Utilisation des licences publiques Creative Commons

Les licences publiques Creative Commons proposent des termes et conditions d'utilisation standardisés que les auteurs et autres titulaires de droits peuvent utiliser pour partager une œuvre originale ou toute autre œuvre protégée par le droit d'auteur et certains autres droits précisés dans la licence publique ci-dessous. Les avertissements suivants sont indiqués à titre informatif uniquement ; ils ne sont pas exhaustifs et ne font pas partie de nos licences.

- **Avertissements à l'attention des donneurs de licence :** Nos licences publiques sont conçues pour être utilisées par les auteurs et titulaires de droits dans la limite des lois et règlements en vigueur. Nos licences sont irrévocables. Les donneurs de licence doivent lire et comprendre les termes et conditions de la licence qu'ils choisissent avant de l'utiliser. Les donneurs de licence doivent également obtenir tous les droits nécessaires avant d'utiliser nos licences de façon à ce que le public puisse utiliser l'œuvre comme prévu. Les donneurs de licence doivent clairement indiquer quelle œuvre n'est pas soumise à la licence. Cela comprend les œuvres soumises à d'autres licences Creative Commons et les œuvres utilisées aux termes d'une exception ou d'une limitation du droit d'auteur. [Autres avertissements à l'attention des donneurs de licence.](#)
- **Avertissements à l'attention du public :** Le donneur de licence qui utilise l'une de nos licences publiques accorde au public l'autorisation d'utiliser l'œuvre aux termes et conditions précisés dans la licence. Si l'autorisation du donneur de licence n'est pas nécessaire pour quelque raison que ce soit (en raison, par exemple, d'une exception ou d'une limitation applicable au droit d'auteur), cette utilisation n'est pas soumise aux termes et conditions d'utilisation de la licence. Nos licences accordent uniquement des autorisations en vertu du droit d'auteur et de certains autres droits qu'un donneur de licence a le droit d'accorder. L'utilisation de l'œuvre peut néanmoins être restreint pour d'autres raisons, par exemple, si d'autres personnes détiennent un droit d'auteur ou d'autres droits sur l'œuvre. Un donneur de licence peut formuler des demandes particulières, comme notamment que toute modification soit indiquée ou décrite. Même si cela n'est pas rendu obligatoire par nos licences, nous vous invitons à honorer ces demandes dans la mesure du possible. [Autres avertissements à l'attention du public.](#)

10.1 Licence publique Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International

Lorsque Vous exercez les Droits accordés par la licence (définis ci-dessous), Vous acceptez d'être lié par les termes et conditions de la présente Licence publique Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International (la « Licence publique »). Dans la mesure où la présente Licence publique peut être interprétée comme un contrat, Vous bénéficiez des Droits accordés par la licence en contrepartie de Votre acceptation des présents termes et conditions, et le Donneur de licence Vous accorde ces droits en contrepartie des avantages que lui procure le fait de mettre à disposition l'Œuvre sous licence en vertu des présents termes et conditions.

10.1.1 Article 1 – Définitions.

1. **Œuvre dérivée** signifie œuvre protégée par les Droit d'auteur et droits connexes, dérivée ou adaptée de l'Œuvre sous licence et dans laquelle l'Œuvre sous licence est traduite, retouchée, arrangée, transformée, ou modifiée de telle façon que l'autorisation du Donneur de licence est nécessaire, conformément aux dispositions des Droit d'auteur et droits connexes. Dans le cas de la présente Licence publique, lorsque l'Œuvre sous licence est une œuvre musicale, une représentation publique ou un enregistrement sonore, la synchronisation de l'Œuvre sous licence avec une image animée sera considérée comme une Œuvre dérivée aux fins de la présente Licence publique.
2. **Licence d'Œuvre dérivée** signifie licence par laquelle Vous accordez Vos Droit d'auteur et droits connexes portant sur Vos contributions à l'Œuvre dérivée, selon les termes et conditions de la présente Licence publique.
3. **Licence compatible BY-SA** signifie licence figurant à l'adresse suivante creativecommons.org/compatibllelicenses, approuvée par Creative Commons comme étant essentiellement équivalente à la présente Licence publique.
4. **Droit d'auteur et droits connexes** signifie droit d'auteur et/ou droits connexes incluant, notamment, la représentation, la radio et télédiffusion, l'enregistrement sonore et le Droit sui generis des producteurs de bases de données, quelle que soit la classification ou qualification juridique de ces droits. Dans le cadre de la présente Licence publique, les droits visés à l'Article 2.2.1-2 ne relèvent ni du Droit d'auteur ni de droits connexes.
5. **Mesures techniques efficaces** signifie mesures techniques qui, en l'absence d'autorisation expresse, ne peuvent être contournées dans le cadre de lois conformes aux dispositions de l'Article 11 du Traité de l'OMPI sur le droit d'auteur adopté le 20 Décembre 1996 et/ou d'accords internationaux de même objet.
6. **Exceptions et limitations** signifie utilisation loyale et équitable (fair use et fair dealing) et/ou toute autre exception ou limitation applicable à Votre utilisation de l'Œuvre sous licence.
7. **Éléments de licence** signifie les composantes de la licence figurant dans l'intitulé de la Licence publique Creative Commons. Les éléments de la présente Licence publique sont : Attribution et Partage dans les mêmes conditions.
8. **Œuvre sous licence** signifie œuvre littéraire ou artistique, base de données ou toute autre œuvre pour laquelle le Donneur de licence a recours à la présente Licence publique.
9. **Droits accordés par la licence** signifie droits qui Vous sont accordés selon les termes et conditions d'utilisation définis par la présente Licence publique, limités aux Droit d'auteur et droits connexes applicables à Votre utilisation de l'Œuvre sous licence et que le Donneur de licence a le droit d'accorder.
10. **Donneur de licence** signifie un individu ou une entité octroyant la présente Licence publique et les droits accordés par elle.
11. **Partager** signifie mettre une œuvre à la disposition du public par tout moyen ou procédé qui requiert l'autorisation découlant des Droits accordés par la licence, tels que les droits de reproduction, de représentation au public, de

distribution, de diffusion, de communication ou d'importation, y compris de manière à ce que chacun puisse y avoir accès de l'endroit et au moment qu'il choisit individuellement.

12. **Droit sui generis des producteurs de bases de données** signifie droits distincts du droit d'auteur résultant de la Directive 96/9/CE du Parlement européen et du Conseil du 11 mars 1996 sur la protection juridique des bases de données, ainsi que tout autre droit de nature équivalente dans le monde.
13. **Vous** (preneur de licence) se rapporte à tout individu ou entité exerçant les Droits accordés par la licence. **Votre** et **Vos** renvoient également au preneur de licence.

10.1.2 Article 2 - Champ d'application de la présente Licence publique.

1. Octroi de la licence.

- a. Sous réserve du respect des termes et conditions d'utilisation de la présente Licence publique, le Donneur de licence Vous autorise à exercer pour le monde entier, à titre gratuit, non sous-licenciable, non exclusif, irrévocable, les Droits accordés par la licence afin de :
 - i. reproduire et Partager l'Œuvre sous licence, en tout ou partie ; et
 - ii. produire, reproduire et Partager l'Œuvre dérivée.
- b. *Exceptions et limitations.* Afin de lever toute ambiguïté, lorsque les Exceptions et limitations s'appliquent à Votre utilisation, la présente Licence publique ne s'applique pas et Vous n'avez pas à Vous conformer à ses termes et conditions.
- c. *Durée.* La durée de la présente Licence publique est définie à l'Article 6.1.
- d. *Supports et formats : modifications techniques autorisées.* Le Donneur de licence Vous autorise à exercer les Droits accordés par la licence sur tous les supports et formats connus ou encore inconnus à ce jour, et à apporter toutes les modifications techniques que ceux-ci requièrent. Le Donneur de licence renonce et/ou accepte de ne pas exercer ses droits qui pourraient être susceptibles de Vous empêcher d'apporter les modifications techniques nécessaires pour exercer les Droits accordés par la licence, y compris celles nécessaires au contournement des Mesures techniques efficaces. Dans le cadre de la présente Licence publique, le fait de ne procéder qu'à de simples modifications techniques autorisées selon les termes du présent Article 2.1.4 n'est jamais de nature à créer une Œuvre dérivée.
- e. *Utilisateurs en aval.*
 - i. *Offre du Donneur de licence – Œuvre sous licence.* Chaque utilisateur de l'Œuvre sous licence reçoit automatiquement une offre de la part du Donneur de licence lui permettant d'exercer les Droits accordés par la licence selon les termes et conditions de la présente Licence publique.
 - ii. *Offre additionnelle du Donneur de licence – Œuvre dérivée.* Chaque utilisateur d'une Œuvre dérivée reçoit automatiquement une offre du Donneur de licence lui permettant d'exercer les Droits accordés par la licence sur l'Œuvre dérivée selon les termes et conditions de la Licence d'Œuvre dérivée que Vous appliquez.
 - iii. *Pas de restrictions en aval pour les utilisateurs suivants.* Vous ne pouvez proposer ou imposer des termes et conditions supplémentaires ou différents, ou appliquer quelque Mesure technique efficace que ce soit à l'Œuvre sous licence si ceux(elles)-ci sont de nature à restreindre l'exercice des Droits accordés par la licence aux utilisateurs de l'Œuvre sous licence.
- f. *Non approbation.* Aucun élément de la présente Licence publique ne peut être interprété comme laissant supposer que le preneur de licence ou que l'utilisation qu'il fait de l'Œuvre sous licence est lié à, parrainé, approuvé, ou doté d'un statut officiel par le Donneur de licence ou par toute autre personne à qui revient l'attribution de l'Œuvre sous licence, comme indiqué à l'Article 3.1.1.1.1.

2. Autres droits.

- a. Les droits moraux, tel que le droit à l'intégrité de l'œuvre, ne sont pas accordés par la présente Licence publique, ni le droit à l'image, ni le droit au respect de la vie privée, ni aucun autre droit de la personnalité ou apparenté ; cependant, dans la mesure du possible, le Donneur de licence renonce et/ou accepte de ne pas faire valoir les droits qu'il détient de manière à Vous permettre d'exercer les Droits accordés par la licence.
- b. Le droit des brevets et le droit des marques ne sont pas concernés par la présente Licence publique.
- c. Dans la mesure du possible, le Donneur de licence renonce au droit de collecter des redevances auprès de Vous pour l'exercice des Droits accordés par la licence, directement ou indirectement dans le cadre d'un régime de gestion collective facultative ou obligatoire assorti de possibilités de renonciation quel que soit le type d'accord ou de licence. Dans tous les autres cas, le Donneur de licence se réserve expressément le droit de collecter de telles redevances.

10.1.3 Article 3 – Conditions d'utilisation de la présente Licence publique.

L'exercice des Droits accordés par la licence est expressément soumis aux conditions suivantes.

1. Attribution.

a. Si Vous partagez l'Œuvre sous licence (y compris sous une forme modifiée), Vous devez :

i. conserver les informations suivantes lorsqu'elles sont fournies par le Donneur de licence avec l'Œuvre sous licence :

A. identification du(des) auteur(s) de l'Œuvre sous licence et de toute personne à qui revient l'attribution de l'Œuvre sous licence, dans la mesure du possible, conformément à la demande du Donneur de licence (y compris sous la forme d'un pseudonyme s'il est indiqué) ;

B. l'indication de l'existence d'un droit d'auteur ;

C. une notice faisant référence à la présente Licence publique ;

D. une notice faisant référence aux limitations de garantie et exclusions de responsabilité ;

E. un URI ou un hyperlien vers l'Œuvre sous licence dans la mesure du possible ;

ii. Indiquer si Vous avez modifié l'Œuvre sous licence et conserver un suivi des modifications précédentes ; et

iii. Indiquer si l'Œuvre sous licence est mise à disposition en vertu de la présente Licence publique en incluant le texte, l'URI ou l'hyperlien correspondant à la présente Licence publique.

b. Vous pouvez satisfaire aux conditions de l'Article 3.1.1 dans toute la mesure du possible, en fonction des supports, moyens et contextes dans lesquels Vous Partagez l'Œuvre sous licence. Par exemple, Vous pouvez satisfaire aux conditions susmentionnées en fournissant l'URI ou l'hyperlien vers la ressource incluant les informations requises.

c. Bien que requises aux termes de l'Article 3.1.1.1, certaines informations devront être retirées, dans la mesure du possible, si le Donneur de licence en fait la demande.

2. Partage dans les mêmes conditions.

Outre les conditions indiquées à l'Article 3.1, si Vous Partagez une Œuvre dérivée que Vous avez réalisée, les conditions suivantes s'appliquent aussi.

a. La Licence d'Œuvre dérivée que Vous appliquez doit être une licence Creative Commons avec les mêmes Eléments de licence, qu'il s'agisse de cette version ou d'une version ultérieure, ou une Licence compatible BY-SA.

b. Vous devez inclure le texte, l'URI ou l'hyperlien correspondant à la Licence d'Œuvre dérivée que Vous appliquez. Ces conditions peuvent être satisfaites dans la mesure du raisonnable suivant les supports, moyens et contextes via lesquels Vous Partagez l'Œuvre dérivée.

c. Vous ne pouvez pas proposer ou imposer des termes ou des conditions supplémentaires ou différents ou appliquer des Mesures techniques efficaces à l'Œuvre dérivée qui seraient de nature à restreindre l'exercice des Droits accordés par la Licence d'Œuvre dérivée que Vous appliquez.

10.1.4 Article 4 – Le Droit sui generis des producteurs de bases de données.

Lorsque les Droits accordés par la licence incluent le Droit sui generis des producteurs de bases de données applicable à Votre utilisation de l'Œuvre sous licence :

1. afin de lever toute ambiguïté, l'Article 2.1.1 Vous accorde le droit d'extraire, réutiliser, reproduire et Partager la totalité ou une partie substantielle du contenu de la base de données ;
2. si Vous incluez la totalité ou une partie substantielle du contenu de la base de données dans une base de données pour laquelle Vous détenez un Droit sui generis de producteur de bases de données, la base de données sur laquelle Vous détenez un tel droit (mais pas ses contenus individuels) sera alors considérée comme une Œuvre dérivée, y compris pour l'application de l'Article 3.2 ; et
3. Vous devez respecter les conditions de l'Article 3.1 si Vous Partagez la totalité ou une partie substantielle du contenu des bases de données.

Afin de lever toute ambiguïté, le présent Article 4 complète mais ne remplace pas Vos obligations découlant des termes de la présente Licence publique lorsque les Droits accordés par la licence incluent d'autres Droit d'auteur et droits connexes.

10.1.5 Article 5 – Limitations de garantie et exclusions de responsabilité.

1. **Sauf indication contraire et dans la mesure du possible, le Donneur de licence met à disposition l'Œuvre sous licence telle quelle, et n'offre aucune garantie de quelque sorte que ce soit, notamment expresse, implicite, statutaire ou autre la concernant. Cela inclut, notamment, les garanties liées au titre, à la valeur marchande, à la compatibilité de certaines utilisations particulières, à l'absence de violation, à l'absence de vices cachés ou autres défauts, à l'exactitude, à la présence ou à l'absence d'erreurs connues ou non ou susceptibles d'être découvertes dans l'Œuvre sous licence. Lorsqu'une limitation de garantie n'est pas autorisée en tout ou partie, cette clause peut ne pas Vous être applicable.**
2. **Dans la mesure du possible, le Donneur de licence ne saurait voir sa responsabilité engagée vis-à-vis de Vous, quel qu'en soit le fondement juridique (y compris, notamment, la négligence), pour tout préjudice direct, spécial, indirect, incident, conséquentiel, punitif, exemplaire, ou pour toutes pertes, coûts, dépenses ou tout dommage découlant de l'utilisation de la présente Licence publique ou de l'utilisation de l'Œuvre sous licence, même si le Donneur de licence avait connaissance de l'éventualité de telles pertes, coûts, dépenses ou dommages. Lorsqu'une exclusion de responsabilité n'est pas autorisée en tout ou partie, cette clause peut ne pas Vous être applicable.**
3. Les limitations de garantie et exclusions de responsabilité ci-dessus doivent être interprétées, dans la mesure du possible, comme des limitations et renonciations totales de toute responsabilité.

10.1.6 Article 6 – Durée et fin.

1. La présente Licence publique s'applique pendant toute la durée de validité des Droits accordés par la licence. Cependant, si Vous manquez à Vos obligations prévues par la présente Licence publique, Vos droits accordés par la présente Licence publique seront automatiquement révoqués.

2. Lorsque les Droits accordés par la licence ont été révoqués selon les termes de l'Article 6.1, ils seront rétablis :
- automatiquement, à compter du jour où la violation aura cessé, à condition que Vous y remédiez dans les 30 jours suivant la date à laquelle Vous aurez eu connaissance de la violation ; ou
 - à condition que le Donneur de licence l'autorise expressément.

Afin de lever toute ambiguïté, le présent Article 6.2 n'affecte pas le droit du Donneur de licence de demander réparation dans les cas de violation de la présente Licence publique. 3. Afin de lever toute ambiguïté, le Donneur de licence peut également proposer l'Œuvre sous licence selon d'autres termes et conditions et peut cesser la mise à disposition de l'Œuvre sous licence à tout moment ; une telle cessation n'entraîne pas la fin de la présente Licence publique. d. Les Articles 1, 5, 6, 7, et 8 continueront à s'appliquer même après la résiliation de la présente Licence publique.

10.1.7 Article 7 – Autres termes et conditions.

- Sauf accord exprès, le Donneur de licence n'est lié par aucune modification des termes de Votre part.
- Tous arrangements, ententes ou accords relatifs à l'Œuvre sous licence non mentionnés dans la présente Licence publique sont séparés et indépendants des termes et conditions de la présente Licence publique.

10.1.8 Article 8 – Interprétation.

- Afin de lever toute ambiguïté, la présente Licence publique ne doit en aucun cas être interprétée comme ayant pour effet de réduire, limiter, restreindre ou imposer des conditions plus contraignantes que celles qui sont prévues par les dispositions légales applicables.
- Dans la mesure du possible, si une clause de la présente Licence publique est déclarée inapplicable, elle sera automatiquement modifiée a minima afin de la rendre applicable. Dans le cas où la clause ne peut être modifiée, elle sera écartée de la présente Licence publique sans préjudice de l'applicabilité des termes et conditions restants.
- Aucun terme ni aucune condition de la présente Licence publique ne sera écarté(e) et aucune violation ne sera admise sans l'accord exprès du Donneur de licence.
- Aucun terme ni aucune condition de la présente Licence publique ne constitue ou ne peut être interprété(e) comme une limitation ou une renonciation à un quelconque privilège ou à une immunité s'appliquant au Donneur de licence ou à Vous, y compris lorsque celles-ci émanent d'une procédure légale, quel(le) qu'en soit le système juridique concerné ou l'autorité compétente.

Creative Commons n'est pas partie prenante de ses licences publiques. Néanmoins, Creative Commons se réserve le droit d'utiliser une de ses licences publiques pour les œuvres qu'elle publie, et dans ce cas sera considérée comme « Donneur de licence ». Le texte des licences publiques Creative Commons est versé au domaine public en vertu de [CC0 Domaine Public](#). À l'exception des seuls cas où il est indiqué que l'œuvre est mise à disposition sous licence publique Creative Commons et ceux autorisés par les statuts de Creative Commons disponibles sur creativecommons.org/policies, Creative Commons n'autorise l'utilisation par aucune partie de la marque "Creative Commons" ou de toute autre marque ou logo de Creative Commons sans le consentement écrit préalable de Creative Commons. Cette restriction relative à l'utilisation des marques ne constitue pas une partie de nos licences publiques.

Vous pouvez joindre Creative Commons via creativecommons.org.