

Résumé

Les outils d'émulation de routeurs Cisco dynamips et dynagen sont assez connus dans le milieu des métiers réseau. Ce sont aussi deux outils essentiels sur le plan pédagogique. Les étudiants font partie du public qui a le plus intérêt à les utiliser dans la mesure où les entreprises anglo-saxonnes exigent une bonne maîtrise du système IOS pour accéder à l'emploi. Cet article présente les manipulations utiles à l'installation et la configuration de dynamips et dynagen sur un système Debian GNU/Linux.

Table des matières

1. Copyright et Licence	1
1.1. Meta-information	1
1.2. Conventions typographiques	1
2. Le contexte	2
3. Les outils	2
3.1. Quel modèle de routeur ?	3
3.2. Où trouver les outils ?	3
4. Le fonctionnement de l'émulateur et du gestionnaire de configuration	5
5. La topologie équivalente	9
6. La sauvegarde des configurations IOS	9
7. L'optimisation des ressources du système hôte	10
8. Pour conclure	11

1. Copyright et Licence

Copyright (c) 2000,2015 Philippe Latu.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Copyright (c) 2000,2015 Philippe Latu.
Permission est accordée de copier, distribuer et/ou modifier ce document selon les termes de la Licence de Documentation Libre GNU (GNU Free Documentation License), version 1.3 ou toute version ultérieure publiée par la Free Software Foundation ; sans Sections Invariables ; sans Texte de Première de Couverture, et sans Texte de Quatrième de Couverture. Une copie de la présente Licence est incluse dans la section intitulée « Licence de Documentation Libre GNU ».

1.1. Meta-information

Cet article est écrit avec [DocBook](http://www.docbook.org)¹ XML sur un système [Debian GNU/Linux](http://www.debian.org)². Il est disponible en version imprimable au format PDF : [dynamips-dynagen.pdf](http://www.inetdoc.net/pdf/dynamips-dynagen.pdf)³.

1.2. Conventions typographiques

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

- Toute commande précédée de l'invite \$ ne nécessite aucun privilège particulier et peut être utilisée au niveau utilisateur simple.

¹ <http://www.docbook.org>

² <http://www.debian.org>

³ <http://www.inetdoc.net/pdf/dynamips-dynagen.pdf>

- Toute commande précédée de l'invite # nécessite les privilèges du super-utilisateur.

2. Le contexte

Depuis 2001, je progresse lentement dans le programme formation Cisco Networking Academy. Sans vouloir faire de la promotion pour un système propriétaire, il est pertinent pour un enseignant de comprendre comment fonctionnent les systèmes de formation étrangers. Dans le cas présent, nous avons affaire à une offre particulièrement intéressante au vu de sa qualité et de son évolution continue depuis 1997.

Après avoir passé les 4 niveaux de la préparation à la certification CCNA (Cisco Certified Network Associate) et obtenu le niveau CCAI (Cisco Certified Academy Instructor) correspondant, je me suis attaqué au niveau CCNP (Cisco Certified Network Professional) en 2008. Après plus d'une dizaine d'années d'enseignement sur les réseaux, il était temps que je devienne un «professionnel».

Comme les nombreux autres candidats aux certifications professionnelles, c'est dans ce contexte de préparation que j'ai découvert tous les avantages que présente l'utilisation de l'émulateur dynamips et son gestionnaire de configuration dynagen. Face à un très gros volume de manipulations à réaliser, le fait de pouvoir travailler sur un (trans)portable dans lequel on peut émuler et interconnecter plusieurs routeurs constitue un avantage déterminant. Il n'est plus nécessaire d'attendre que le rack de routeurs soit libéré par mes propres étudiants pour réaliser d'autres manipulations. L'architecture émulée peut aussi être arrêtée et reprise ultérieurement sans recâblage fastidieux.

Il existe d'autres solutions d'émulation que je n'ai pas retenues. La première est **GNS3**⁴. Cet outil s'appuie aussi sur l'émulateur dynamips et propose un gestionnaire graphique pour la composition de l'interconnexion réseau. Sans reprendre les poncifs sur les interfaces graphiques, mon souci c'est la dissociation entre topologie physique et topologique logique de l'interconnexion des réseaux. La configuration décrite dans le fichier texte de dynagen se limite fort justement à la topologie physique : quelle interface est raccordée à quel port ? De plus en plus souvent, une même topologie physique peut correspondre à plusieurs topologies logiques. Libre à vous de penser qu'il s'agit là d'une «marotte de prof», mais j'aime bien disposer des deux vues bien distinctes : la topologie physique qui représente le câblage entre les équipements et la topologie logique qui est une représentation plus conceptuelle des rôles des mêmes équipements. La seconde solution c'est PacketTracer, l'outil fourni via le programme Networking Academy. C'est un outil très intéressant du point de vue du vrai débutant et l'évolution de son développement année après année est prometteuse. Cependant, PacketTracer n'exécute pas une véritable instance de système d'exploitation et n'émule qu'un sous-ensemble de fonctions de l'IOS. Ses limites apparaissent rapidement dès que l'on aborde la commutation de trames au niveau liaison. On touche là un problème récurrent avec toute solution de virtualisation. La commutation de trame a historiquement été réalisée à l'aide de composants spécialisés. Émuler un commutateur revient à développer un logiciel complet de zéro, ce qui n'est pas le cas d'un logiciel de routage. Enfin, le gros problème avec PacketTracer, c'est qu'il n'est pas possible de l'interconnecter avec un vrai réseau.

Fort heureusement, dans le monde GNU/Linux on dispose du commutateur logiciel **Virtual Distributed Ethernet**⁵ qui offre toutes les fonctions de base utiles : une vraie table **CAM**⁶, une programmation de VLAN par port et la configuration de trunks dans lesquels circule le trafic de plusieurs VLANs.

Avec l'association de dynamips, de dynagen, de vde et des instances de machines virtuelles KVM, on dispose d'un ensemble cohérent permettant de réaliser n'importe quelle interconnexion réseau.

Enfin, les deux outils dynamips et dynagen peuvent être exécutés sur un serveur auquel on accède à distance. Il est alors possible d'implanter une interconnexion réseau qui reste en fonctionnement tout au long d'un cycle de formation. Il est aussi possible de dupliquer des ensembles de configurations types que l'on met à disposition des étudiants pour le temps d'un projet. Le protocole SSH est amplement suffisant pour établir le canal de communication entre le poste de travail et les équipements émulés.

3. Les outils

Avant de passer à l'utilisation de ces outils, voyons comment on prépare le système hôte sur lequel on va travailler.

⁴ <http://www.gns3.net/>

⁵ <http://vde.sourceforge.net/>

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/CAM_Table

3.1. Quel modèle de routeur ?

Le programme dynamips est intrinsèquement un émulateur de processeur MIPS⁷. On ne peut donc exécuter une instance de système d'exploitation Cisco IOS que pour les modèles de routeurs basés sur cette famille de processeurs. À priori, cette contrainte limite le choix des routeurs utilisables. L'auteur de dynamips s'est maintes fois expliqué sur la durée de vie de son logiciel. Au fur et à mesure où les routeurs sont retirés de la vente, l'intérêt de l'émulateur décroît sensiblement. À ce jour, il ne reste plus que la famille des routeurs 7200 qui soit basée sur les processeurs MIPS et qui soit encore fabriquée et vendue.

Au delà de la plate-forme matérielle, le véritable critère d'obsolescence vient de la maintenance logicielle du système d'exploitation. Tant que l'IOS est maintenu, l'émulateur reste pérenne et son utilisation correspond bien au contexte réel d'exploitation des architectures d'interconnexion de réseaux. Prenons justement le cas de mon routeur favori pour les maquettes de travaux pratiques : le 2621XM. Cette famille de routeurs est obsolète depuis des années. Elle a été remplacée par les Integrated Services Routers (ISRs). Pourtant, on dispose de versions récentes du d'IOS 12.4T que l'on n'oserait même pas implanter sur un vrai routeur tellement les ressources matérielles sont limitées relativement à la puissance de calcul requise. L'émulateur, lui, est nettement moins limité en capacité de traitement. Il exécute le système d'exploitation assez « confortablement » dans la mesure où le système hôte le permet ; ce qui est pratiquement toujours le cas aujourd'hui avec un PC.

À mon niveau d'expérience, il est nécessaire de passer à la famille des routeurs 7200 dès que l'on a besoin d'un dispositif de stockage autre que la traditionnelle mémoire flash dans laquelle on place le fichier image de l'IOS. C'est notamment le cas de toutes les manipulations sur le thème de la sécurité qui utilisent les fichiers de signatures des fonctions de détection d'intrusion. Ce type de besoin apparaît dans le cursus CCNA Security. Dans ce cas, le gestionnaire de configuration dynagen permet la création d'un disque CompactFlash fictif (`disk0`) qui sert à stocker ces fichiers.

Dans la suite de cet article, on se contentera d'utiliser un routeur 2621XM. Les images de système d'exploitation Cisco ne sont pas libres. Il faut posséder un routeur avec un système d'exploitation ou disposer d'un compte utilisateur sur le site Cisco avec les droits d'accès au téléchargement pour obtenir une image d'IOS.

Une fois le fichier image obtenu, il est conseillé de le décompresser pour télécharger l'émulateur de ce travail. J'ai l'habitude de stocker les images système dans le même répertoire. J'ai donc décompressé l'image dans ce même répertoire.

```
$ cd ~/ios.images/
$ unzip -p c2600-ipbase-mz.124-15.T14.bin >\
c2600-ipbase-mz.124-15.T14.image
warning [c2600-ipbase-mz.124-15.T14.bin]: 17812 extra bytes at beginning or within zipfile
(attempting to process anyway)
```

C'est le seul travail préparatoire à effectuer sur l'image du système d'exploitation à exécuter.

3.2. Où trouver les outils ?

Pour dynamips, la question est assez délicate dans la mesure où l'hébergement des sources de l'émulateur a évolué au cours du temps. La distribution Debian GNU/Linux fournit bien un paquet dynamips, mais les versions diffèrent suivant les architectures et de nombreux correctifs n'ont pas été intégrés. Au moment où je tape ces caractères, la version la plus aboutie est disponible à partir du dépôt Sourceforge du projet GNS3 : <http://sourceforge.net/projects/gns-3/files/Dynamips/>. La version estampillée communautaire intègre justement bon nombre de correctifs apparus depuis la publication initiale des sources. J'ai pu constater pendant une formation d'une quinzaine de jours que l'émulateur compilé à partir de ces sources sur une architecture 64 bits est très fiable.

Pour obtenir les informations relatives au paquet dynamips, on utilise l'instruction suivante.

```
$ aptitude show dynamips
```

Pour compiler localement la version communautaire de l'émulateur, on peut suivre la démarche suivante.

- On vérifie que l'utilisateur courant fait partie du groupe `staff` et on se place dans l'arborescence /`usr/local/src/` dans laquelle les membres du groupe ont le droit d'écriture.

⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/MIPS_architecture

```
$ id latu
uid=1000(latu) gid=1000(latu) groupes=1000(latu),4(adm),46(plugdev),50(staff),106(kvm),108(vde2-net)

$ ll /usr/local/ | grep src
drwxrwsr-x 4 root staff 4,0K 31 août 21:13 src
```

- Une fois le fichier des sources téléchargé dans le bon répertoire on peut décompresser l'arborescence source.

```
$ tar xf dynamips-0.2.8-RC3-community.tar.bz2
$ ll
total 592K
drwxr-sr-x 5 latu staff 4,0K 31 août 21:21 dynamips-0.2.8-RC3-community
-rw-r--r-- 1 latu staff 585K 11 avril 15:06 dynamips-0.2.8-RC3-community.tar.bz2
$ cd dynamips-0.2.8-RC3-community
```

- Avant d'avancer dans la compilation des sources il faut contrôler la présence des bibliothèques nécessaires sur le système. Si un paquet de bibliothèque de développement de la liste suivante est absent, il faut l'installer.

```
$ aptitude search ~ilibelfg0-dev ~iuid-dev ~ilibpcap-dev
i libelfg0-dev - an ELF object file access library: development files
i libpcap-dev - development library for libpcap (transitional package)
i uid-dev - universally unique id library - headers and static libraries
```

- Dernière opération avant la compilation, l'édition du fichier Makefile est nécessaire pour s'adapter à l'architecture locale. Voici un patch correspondant à une architecture 64bits. Toutes les lignes débutant par le caractère '+' indiquent les modifications apportées.

```
$ diff -uBb dynamips-0.2.8-RC3-community/Makefile dynamips-0.2.8-RC3-community.local/Makefile
--- dynamips-0.2.8-RC3-community/Makefile      2011-04-11 12:52:37.000000000 +0200
+++ dynamips-0.2.8-RC3-community.local/Makefile 2011-08-31 22:41:13.901072350 +0200
@@ -5,10 +5,10 @@
# - Use "amd64" for a build on x86_64 (64-bits)
# - Use "ppc32" for a build on powerpc (32-bits)
# - Use "nojit" for unsupported architectures.
-export DYNAMIPS_ARCH?=x86
+export DYNAMIPS_ARCH?=amd64

# Do you want to use lib (for 32 bit compiling) or lib64
-export DYNAMIPS_LIB?=lib
+export DYNAMIPS_LIB?=lib64
#export DYNAMIPS_LIB?=lib64

# For MAC x64 you can compile the "unstable" version, which should work
@@ -33,7 +33,7 @@
export VERSION_SUB=-RC3

# Executable binary extension
-export DESTDIR?=/usr
+export DESTDIR?=/usr/local
export BIN_EXT?=-
```

- Tout est maintenant prêt pour la compilation des sources.

```
$ make
make -C stable
make[1]: entrant dans le répertoire « /usr/local/src/dynamips-0.2.8-RC3-community/stable »
Linking rom2c
<snipped>
Linking dynamips
Linking nvram_export
make[1]: quittant le répertoire « /usr/local/src/dynamips-0.2.8-RC3-community/stable »
mv stable/dynamips dynamips.stable
```

- Ultime étape, on procède à l'installation dans l'arborescence du système local à partir du niveau super-utilisateur. En choisissant /usr/local/, on évite toute interférence avec le gestionnaire de paquets de la distribution.

```
$ su
Mot de passe :
# make install
make -C stable
make[1]: entrant dans le répertoire « /usr/local/src/dynamips-0.2.8-RC3-community/stable »
Linking dynamips
make[1]: quittant le répertoire « /usr/local/src/dynamips-0.2.8-RC3-community/stable »
mv stable/dynamips dynamips.stable
Installing
install -d /usr/local/bin /usr/local/man/man1 /usr/local/man/man7 /usr/local/etc
cp dynamips.stable dynamips
install dynamips stable/nvram_export /usr/local/bin/
rm -f dynamips
install -m644 dynamips.1 /usr/local/man/man1
install -m644 nvram_export.1 /usr/local/man/man1
install -m644 hypervisor_mode.7 /usr/local/man/man7
```

Contrairement à l'émulateur, le paquet correspondant au gestionnaire de configuration dynagen est tout à fait à jour et ne pose aucun souci. On se contente donc de l'installer.

```
$ sudo aptitude install dynagen
<snipped/>
$ aptitude search ~idynagen
i   dynagen      - Cisco 7200 Router Emulator Command Line Interface
```

La documentation du paquet dynagen contient un tutorial indispensable pour la description de la configuration matérielle des routeurs émuls. Le fichier à consulter est `/usr/share/doc/dynagen/docs/tutorial.htm`.

Le logiciel de commutation et l'hyperviseur de gestion des machines virtuelles sont aussi disponibles sous forme de paquets dans la catégorie principale de la distribution.

```
$ aptitude search ~ivde2 ~iqemu-kvm
i   qemu-kvm     - Full virtualization on x86 hardware
i   vde2        - Virtual Distributed Ethernet
```

Le fonctionnement du commutateur et le raccordement d'une ou plusieurs instances de machines virtuelles sont décrits dans l'article [Virtualisation système et enseignement](#)⁸.

4. Le fonctionnement de l'émulateur et du gestionnaire de configuration

La première opération consiste à lancer l'émulateur proprement dit avant de passer au gestionnaire de configuration.

```
$ nice dynamips -H 7200 &
[1] 20252
$ Cisco Router Simulation Platform (version 0.2.8-RC3-amd64/Linux stable)
Copyright (c) 2005-2011 Christophe Fillot.
Build date: Aug 31 2011 21:20:32

Local UUID: e1f5c058-907d-4563-a382-7a0a25cad5f5

Hypervisor TCP control server started (port 7200).
```

Avec l'instruction ci-dessus, l'émulateur de processeur MIPS est un démon en écoute sur le port 7200 via le protocole de transport TCP.

```
$ lsof -i | grep dynamips
dynamips 20252 latu    5u  IPv4 439736      0t0  TCP *:7200 (LISTEN)
```

C'est ce numéro de port qui correspond au canal de communication entre l'émulateur et le gestionnaire de configuration qui met en œuvre la topologie physique du réseau étudié. Avec dynagen, la topologie physique est décrite dans un fichier texte dont voici un exemple type.

⁸ <http://www.inetdoc.net/guides/vm/>

```
[localhost] ❶
ghostios = true ❷
sparsemem = true ❸

[[7200]] ❹

[[router R1]] ❺
model = 2621XM ❻
ram = 128 ❼
image = /home/phil/ios.images/c2600-ipbase-mz.124-15.T14.image ❸
s0/0 = R2 s0/0 ❹
f0/0 = LAN 1
f0/1 = NIO_vde:/var/run/vde2/tap0.ctl/ctl:/var/run/vde2/tap0.ctl/r1

[[router R2]]
model = 2621XM
ram = 128
image = /home/phil/ios.images/c2600-ipbase-mz.124-15.T14.image
s0/1 = R3 s0/1
f0/0 = LAN 1

[[router R3]]
model = 2621XM
ram = 128
image = /home/phil/ios.images/c2600-ipbase-mz.124-15.T14.image
s0/0 = R1 s0/1
f0/0 = LAN 1
```

L'ensemble des paramètres donnés dans ce patron de fichier de configuration est décrit dans le [tutoriel dynagen](#) cité plus haut.

- ❶ La directive entre crochets `localhost` indique que les deux outils `dynamips` et `dynagen` sont exécutés sur le même système hôte.
- ❷ L'option `ghostios` autorise le partage de la mémoire système allouée à chaque instance de routeur dans la mesure où les routeurs utilisent le même fichier image IOS.
- ❸ L'option `sparsemem` réduit la quantité de mémoire virtuelle requise par chaque instance de routeur en fonctionnement.
- ❹ La directive entre double crochet `7200` désigne le numéro de port du protocole TCP qui permet de communiquer avec l'émulateur. Dans cet exemple, on utilise une seule instance d'émulateur pour trois routeurs : R1, R1 et R3.
- ❺ La directive entre double crochets `router` définit une nouvelle instance de routeur en donnant son identifiant. Sous cette directive, on trouve tous les paramètres de la configuration de cette instance de routeur.
- ❻ L'option `model` désigne le modèle de routeur utilisé. Comme indiqué plus haut, le choix du modèle `2621XM` est un bon compromis entre les fonctionnalités des différentes versions de système d'exploitation et les possibilités d'interconnexion via les modules introduits dans les différents slots disponibles.

Par défaut, le modèle `2621XM` dispose de deux interfaces `FastEthernet` et le gestionnaire `dynagen` ajoute un module `WIC-2T` qui fournit deux liaisons WAN.

```
Router#sh inventory
NAME: "2621XM chassis", DESCR: "2621XM chassis"
PID: C2621XM-2FE          , VID: 2.2, SN: 000000000000

NAME: "WAN Interface Card - Serial 2T on Slot 0 Subslot 0", DESCR: "WAN Interface Card - Serial 2T"
PID: WIC-2T=            , VID: 1.0, SN:

NAME: "Unknown on Slot 1", DESCR: "Unknown"
PID:                    , VID:      , SN:
```

- ❼ L'option `ram` définit la quantité de RAM en Mo allouée à l'instance de routeur. Cette quantité se retrouve au niveau de l'IOS.

```

Router#sh ver
Cisco IOS Software, C2600 Software (C2600-IPBASE-M), Version 12.4(15)T14, RELEASE SOFTWARE (fc2)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2010 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Tue 17-Aug-10 05:40 by prod_rel_team

ROM: ROMMON Emulation Microcode
ROM: C2600 Software (C2600-IPBASE-M), Version 12.4(15)T14, RELEASE SOFTWARE (fc2)

Router uptime is 55 minutes
System returned to ROM by unknown reload cause - suspect boot_data[BOOT_COUNT] 0x0, BOOT_COUNT 0, BOOTD
System image file is "tftp://255.255.255.255/unknown"

Cisco 2621XM (MPC860P) processor (revision 2.2) with 111616K/19456K bytes of memory.
Processor board ID 000000000000
M860 processor: part number 0, mask 0
2 FastEthernet interfaces
2 Serial(sync/async) interfaces
32K bytes of NVRAM.
16384K bytes of processor board System flash (Read/Write)

Configuration register is 0x2142

```

- 128 Mo = 128 x 1024 Ko = 131072 Ko
- 111616 Ko + 19456 Ko = 131072 Ko
- ⑧ L'option image désigne le fichier image du système d'exploitation à utiliser avec l'instance de routeur. Ce fichier a été préparé à la [Section 3.1, « Quel modèle de routeur ? »](#). Dans cet exemple, les trois routeurs utilisent la même version de système d'exploitation.
- ⑨ Avec les trois lignes suivantes, on aborde la topologie physique du réseau avec le brassage des interfaces WAN entre routeurs et avec les fonctions de commutation LAN.
 1. Brassage entre la première interface WAN du routeur R1 et la première interface WAN du routeur R2.
 2. Brassage de la première interface LAN du routeur R1 à un réseau local numéroté 1. Dans ce cas, c'est le gestionnaire dynagen qui assure la fonction de commutation des trames Ethernet. Cette fonction de commutation offre les fonctions usuelles de gestion des VLANs et permet de définir des ports de commutateur en mode accès ou en mode trunk.
 3. Brassage de la seconde interface LAN du routeur R1 au premier port disponible du commutateur virtuel vde. En plus des fonctions usuelles de gestion des VLANs, ce commutateur offre une protection contre les boucles au niveau liaison avec une implémentation du protocole Spanning Tree.

! **Important**

L'argument déterminant pour l'utilisation de ce commutateur virtuel, c'est qu'il offre une véritable table CAM. On est ainsi en mesure de connaître l'association entre un numéro de port de commutateur et la liste des adresses MAC vues de ce port. C'est une fonction très importante et assez peu courante même chez les «ténors» de la virtualisation.

Côté routeur R1, les informations sur l'interface LAN sont données par l'instruction suivante.

```

Router#sh int fa0/1
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up
  Hardware is AmdFE, address is c800.6010.0001 (bia c800.6010.0001)
  Internet address is 192.0.2.17/27
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:00, output 00:00:05, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: fifo
  Output queue: 0/40 (size/max)
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    29 packets input, 4975 bytes
      Received 21 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog
    0 input packets with dribble condition detected
    29 packets output, 4549 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
    3 unknown protocol drops
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

```

Côté commutateur vde, on peut consulter la table CAM à l'aide de la commande suivante.

```

vde$ hash/print
0000 DATA END WITH '.'
Hash: 0063 Addr: 32:37:ce:2a:10:87 VLAN 0000 to port: 001 age 5 secs
Hash: 0083 Addr: c8:00:60:10:00:01 VLAN 0000 to port: 002 age 10 secs
.
1000 Success

```

En plus de la gestion de la topologie réseau, dynagen offre une console de contrôle d'exécution des instances de routeurs émulsés par dynamips.

```

$ dynagen lab.net
Reading configuration file...

Network successfully loaded

Dynagen management console for Dynamips and Pemuwrapper 0.11.0
Copyright (c) 2005-2007 Greg Anuzelli, contributions Pavel Skovajsa

=> list
Name      Type      State      Server      Console
R1        2621XM    running    localhost:7200 2000
R2        2621XM    running    localhost:7200 2001
R3        2621XM    running    localhost:7200 2002
=>

```

Sur les différentes colonnes on reconnaît : la liste des routeurs en cours de fonctionnement dans la catégorie Name, l'émulateur auquel ils sont associés dans la catégorie Server et le port d'accès dans la catégorie Console.

C'est à partir de ce port d'accès console que l'on accède à l'interface en ligne de commande (CLI) du système d'exploitation émulé (IOS). On ouvre un Shell et on lance la session telnet.


```

$ telnet localhost 2001
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
Connected to Dynamips VM "R2" (ID 1, type c2600) - Console port

% Please answer 'yes' or 'no'.
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no

Press RETURN to get started!
    
```

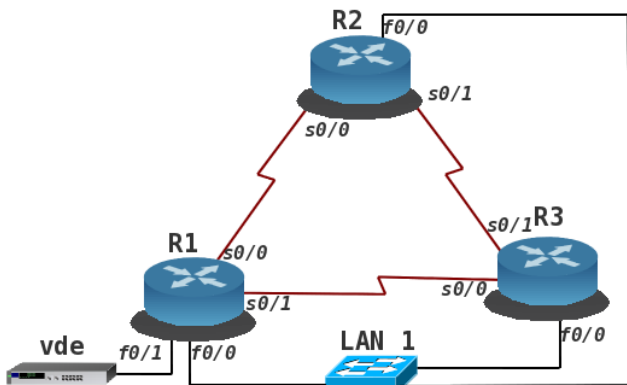
En pratique, on ouvre autant de Shell que de routeur à configurer. Pour quitter une session telnet, on utilise la séquence d'échappement : **Ctrl + Alt Gr +]**.

```

Router>
telnet> close
Connection closed.
:~$
    
```

5. La topologie équivalente

Le patron de fichier de configuration présenté dans la section précédente correspond à la représentation graphique suivante.



Topologie équivalente au patron de configuration dynagen⁹

Une fois ce fichier type au point, toutes les manipulations suivantes ne nécessitent que des ajustements marginaux et le fait de devoir saisir graphiquement toutes les interconnexions à chaque changement d'exercice devient très fastidieux en comparaison.

Sur une préparation du type de la certification CCNP Route, il suffit de faire une copie de l'arborescence de la manipulation précédente pour démarrer la suivante immédiatement.

6. La sauvegarde des configurations IOS

Il est possible de sauvegarder les configurations des routeurs sous forme de fichiers texte à partir de la console du gestionnaire dynagen.

```

=> export /all
export {/all | router1 [router2] ...} "directory"
      saves router configs individual files in "directory"
      Enclose the directory in quotes if there are spaces in the filespec.

=> export /all cfgf
START = 0x00000025, LEN = 0x00000346
END   = 0x0000036a
Exporting R1 to cfgf/R1.cfgf
START = 0x00000025, LEN = 0x00000346
END   = 0x0000036a
Exporting R2 to cfgf/R2.cfgf
START = 0x00000025, LEN = 0x000003a1
END   = 0x000003c5
Exporting R3 to cfgf/R3.cfgf
    
```

⁹ images/lab-topology.png

7. L'optimisation des ressources du système hôte

Le gestionnaire dynagen doit être configuré pour optimiser l'occupation mémoire et la gestion du temps processeur sur le système hôte. Sans réglage, chaque instance de routeur mobilise autant de mémoire vive que celle indiquée dans le fichier de description de la topologie réseau et la consommation de temps processeur monte à 100%.

L'opération décrite ici est à effectuer au premier lancement de dynagen avec une nouvelle version d'IOS. La marche à suivre est donnée dans le [tutoriel dynagen](#).

Une fois le gestionnaire lancé avec un fichier de configuration de topologie réseau, on relève le message `*** Warning: Starting R(1|2|3) with no idle-pc value.`

On ne conserve qu'une seule instance de routeur active.

```
=> list
Name      Type      State      Server      Console
R1        2621XM    running    localhost:7200 2000
R2        2621XM    running    localhost:7200 2001
R3        2621XM    running    localhost:7200 2002
=> stop R2

C2600 'R2': stopping simulation.
100-VM 'R2' stopped
=> stop R3

C2600 'R3': stopping simulation.
100-VM 'R3' stopped
=> list
Name      Type      State      Server      Console
R1        2621XM    running    localhost:7200 2000
R2        2621XM    stopped    localhost:7200 2001
R3        2621XM    stopped    localhost:7200 2002
=>
```

On collecte les informations sur la consommation des ressources du système hôte et on sauvegarde une valeur de liste pour tous les autres routeurs faisant appel à la version d'IOS retenue.

```
=> idlepc get R1
Please wait while gathering statistics...

Please wait while gathering statistics...
Done. Suggested idling PC:
 0x806a82c0 (count=30)
 0x801c835c (count=24)
 0x806a86c0 (count=22)
 0x806a8704 (count=30)
 0x806a87dc (count=76)
 0x806a8ce8 (count=38)
 0x806a8e28 (count=24)
 0x80a04940 (count=34)
 0x80a0499c (count=35)
 0x806ae0b8 (count=21)
Restart the emulator with "--idle-pc=0x806a82c0" (for example)
 1: 0x806a82c0 [30]
 2: 0x801c835c [24]
 3: 0x806a86c0 [22]
 4: 0x806a8704 [30]
 5: 0x806a87dc [76]
 6: 0x806a8ce8 [38]
 7: 0x806a8e28 [24]
 8: 0x80a04940 [34]
 9: 0x80a0499c [35]
10: 0x806ae0b8 [21]
Potentially better idlepc values marked with "*"
Enter the number of the idlepc value to apply [1-10] or ENTER for no change: 1
Applied idlepc value 0x806a82c0 to R1

=> idlepc save R1 db
idlepc value for image "c2600-ipbase-mz.124-15.T14.image" written to the database
=>
```

La sauvegarde est effectuée dans le fichier `~/dynagenidledb.ini` dont on peut consulter le contenu.

```
$ cat ~/dynagenidledb.ini  
c2600-ipbase-mz.124-15.T14.image = 0x806a82c0
```

8. Pour conclure

Et voilà ! Après toutes ces opérations de préparation, on dispose maintenant d'une infrastructure complète qui permet la mise en œuvre de pratiquement n'importe quelle interconnexion réseau sans «compromis sordide» sur les conditions d'exploitation réelles. Chaque instance de routeur émulé utilise un véritable système d'exploitation IOS avec toutes ses fonctionnalités. Avec le commutateur virtuel vde, chaque instance de routeur peut être connectée avec une ou plusieurs machines virtuelles et faire appels à des services applicatifs.

Si vous êtes arrivés jusqu'à la lecture de ces lignes, j'espère que ce (trop) long article vous aura permis d'avancer dans l'acquisition de compétences dans l'univers (impitoyable) des technologies réseau.