

# Enoncé du TP 3 Réseaux

## Sous-adressage fixe et variable, CIDR

C. Pain-Barre

INFO - IUT Aix-en-Provence

version du 1/3/2013



Ce TP est à faire depuis Linux. Démarrer les PC sur Debian.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Rappels sur le routage, les masques et le sous-adressage</b>	<b>2</b>
1.1	Rappels sur l'utilisation d'une table de routage	2
	Exercice 1 (Table de routage et topologie)	3
1.2	Rappels sur le sous-adressage	4
	Exercice 2 (Sous-adressage fixe de la classe C)	4
	Exercice 3 (Vérification de la configuration d'un hôte)	5
<b>2</b>	<b>Sous-adressage fixe</b>	<b>6</b>
	Exercice 4 (Sous-adressage fixe du réseau 164.56.0.0/16)	6
<b>3</b>	<b>Routage inter-vlan</b>	<b>10</b>
	Exercice 5 (Configuration des vlans pour B et C)	12
<b>4</b>	<b>Sous-adressage variable</b>	<b>13</b>
	Exercice 6 (Préfixe d'une liaison point-à-point)	16
	Exercice 7 (Sous-adressage variable du bloc d'adresses de 198.199.0.0/24)	17
	Exercice 8 (Mise en application du sous-adressage variable)	17

# 1 Rappels sur le routage, les masques et le sous-adressage

## 1.1 Rappels sur l'utilisation d'une table de routage

Rappelons qu'un hôte (ou un routeur) IP dispose de sa propre table de routage qu'il utilise pour déterminer comment atteindre la destination d'un datagramme qu'il doit envoyer (ou router). La table contient (au moins) 3 colonnes **Destination (réseau)**, **Masque** et **Routeur**. Elle liste la totalité des routes qu'il connaît. S'il connaît  $r$  routes, la table contient  $r$  entrées  $(N_1, M_1, R_1)$  à  $(N_r, M_r, R_r)$ .

Toute route —ou entrée de la table—  $(N, M, R)$  indique qu'un réseau  $N$  de masque associé  $M$  est accessible via le routeur  $R$ . On peut cependant distinguer 3 types de routes :

- les routes directes, de la forme  $(N, M, 0.0.0.0)$ ;
- une<sup>1</sup> éventuelle route par défaut, de la forme  $(0.0.0.0, 0.0.0.0, R)$ . Généralement, c'est la route vers Internet ;
- les routes indirectes, de la forme  $(N, M, R)$  où  $R \neq 0.0.0.0$ . Notons que la route par défaut est aussi une route indirecte.

**Recherche d'une route** Pour envoyer un datagramme à la destination  $D$ , IP cherche dans la table les routes correspondantes. Ce sont les entrées  $(N, M, R)$  telles que :


$$N == D \ \& \ M$$

ou, en français, telles que l'application<sup>2</sup> du masque  $M$  sur  $D$  donne  $N$ .

Si la table ne contient **aucune route** qui corresponde à  $D$ , la **destination** est **inaccessible**. Si ce datagramme est en cours de routage, un message d'erreur ICMP est renvoyé à la source du datagramme et le datagramme est détruit. Si plusieurs entrées correspondent, la seule retenue est celle dont le masque comporte le plus de bits à 1, car c'est la plus spécifique (précise).

La route  $(N, M, R)$  retenue pour  $D$  indique qu'il faut passer par  $R$  pour atteindre  $D$  :

- si  $R$  vaut  $0.0.0.0$  la remise est directe. L'hôte doit utiliser la couche 2 (niveau trame) du réseau qu'il partage avec  $D$  pour lui envoyer le datagramme ;

 Le test de la remise directe est réalisé par simple consultation de la table de routage.

- sinon la remise est indirecte. L'hôte doit utiliser la couche 2 du réseau qu'il partage avec  $R$  pour lui confier le datagramme.

1. Il peut y avoir plusieurs routes par défaut, avec des priorités/métriques différentes.

2. On rappelle que  $\&$  est l'opérateur du ET bit à bit en C/C++.

## Exercice 1 (Table de routage et topologie)

1. Soit un hôte A qui possède la table de routage suivante :

Destination	Masque	Routeur
198.38.21.0	255.255.255.0	0.0.0.0
145.103.0.0	255.255.0.0	198.38.21.50
0.0.0.0	0.0.0.0	198.38.21.50

Dessiner la topologie (réseau) que l'on peut en déduire. Quelle remarque peut-on faire sur cette table ?

2. Soit un hôte B qui possède la table de routage suivante :

Destination	Masque	Routeur
145.103.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0
145.103.2.0	255.255.255.0	0.0.0.0
0.0.0.0	0.0.0.0	145.103.1.1

Compléter la topologie précédente.

[\[Corrigé\]](#)



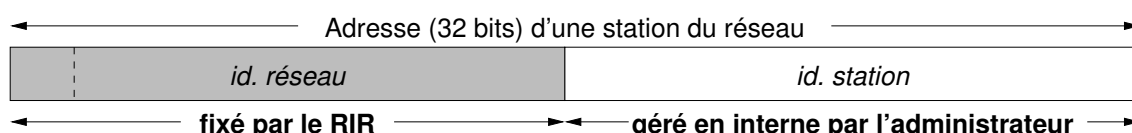
Une table de routage inclut généralement d'autres colonnes :

- une colonne **Interface** précisant l'interface à utiliser pour atteindre la destination (ou le routeur) ;
- une colonne **Métrique** car une table peut contenir des routes alternatives pour une même destination (et masque). Dans ce cas, la métrique indique la préférence de la route. La route préférée est celle ayant la plus petite métrique. En cas d'égalité totale, les routeurs peuvent pratiquer le *load balancing* : répartir le trafic vers une destination sur des routes de même préférence. Cela peut se faire selon la technique du tourniquet : utiliser une route différente à chaque envoi d'un datagramme vers cette destination.

## 1.2 Rappels sur le sous-adressage

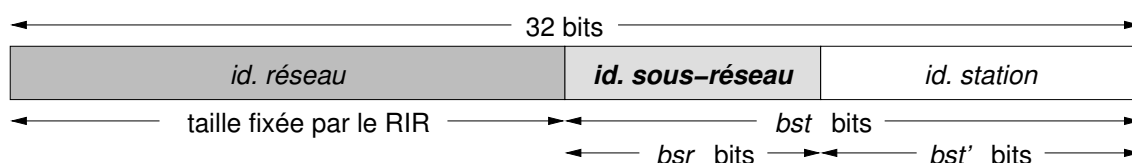
✍ La technique du sous-adressage (*subnetting*) est supposée connue. Ne figurent ici que des rappels. Une présentation plus détaillée est disponible via l'URL <http://infodoc.iut.univ-aix.fr/~cpb/index.php?page=reseaux> dans le document «*Sous-adressage et CIDR*» qui complète les transparents du cours.

L'administrateur du réseau d'une entreprise qui a obtenu une adresse de réseau officielle, affecte à sa guise les adresses des stations de son réseau en jouant sur les instances (combinaisons binaires) de l'*id. station*. Si  $bst$  est le nombre de bits de l'*id. station*, l'administrateur dispose d'un **bloc** de  $2^{bst}$  adresses pour son réseau :



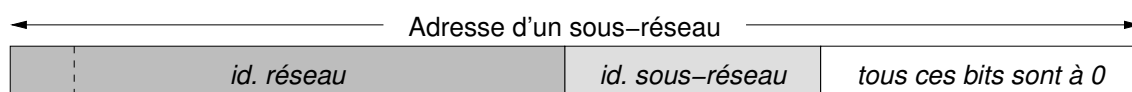
Si son "réseau" est constitué de sous-réseaux (physiques ou virtuels), il doit mettre en œuvre le sous-adressage (*subnetting*) pour que chaque sous-réseau (*subnet*) dispose de sa propre **adresse de sous-réseau**.

Pour adresser ses sous-réseaux, l'administrateur réserve  $bsr$  bits sur les bits de poids fort de l'*id. station* pour coder un **id. sous-réseau**, ne laissant plus que  $bst' = bst - bsr$  bits pour coder l'*id. station* :

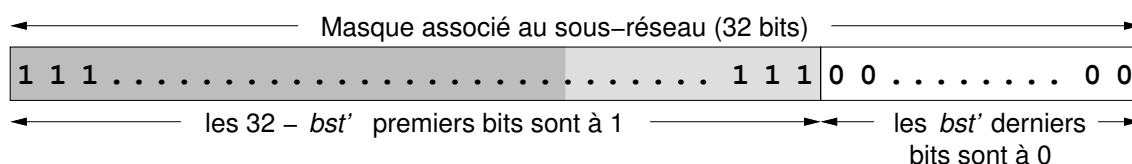


L'administrateur affecte à chaque sous-réseau une instance distincte de l'*id. sous-réseau*. Ce faisant, il répartit des **sous-blocs** de ses  $2^{bst}$  adresses entre ses sous-réseaux. Un sous-réseau dont l'*id. sous-réseau* tient sur  $bsr$  bits aura un bloc de  $2^{bst'} = 2^{bst-bsr}$  adresses. Les deux adresses d'extrémité de son bloc sont réservées et ne sont pas attribuables à un hôte (adresse du sous-réseau et de diffusion dirigée dans ce sous-réseau).

L'identifiant complet d'un sous-réseau est formé de son *id. réseau* et de son *id. sous-réseau*. Son adresse est constituée de son identifiant complet suivi des bits de l'*id. station* mis à 0 :



Un **masque de sous-réseau** est associé à chaque sous-réseau indiquant la position de son identifiant complet :



Tout hôte ou routeur connecté à un sous-réseau est configuré avec une adresse IP de ce sous-réseau (mêmes *id. réseau* et *id. sous-réseau* que le sous-réseau) et le masque du sous-réseau.

Dans le cas du **sous-adressage fixe**, tous les sous-réseaux ont le même masque et un bloc d'adresses (distinctes) de même taille. Le **sous-adressage variable** permet d'adapter les blocs d'adresses alloués aux sous-réseaux en fonction de leur taille. Les sous-réseaux ont alors des masques différents. Le développement d'un arbre binaire facilite le découpage du bloc d'adresses en sous-blocs distincts de taille variable.

## Exercice 2 (Sous-adressage fixe de la classe C)

Remplir le tableau ci-dessous afin de dresser les possibilités de **sous-adressage fixe d'une adresse de classe C**. Pour cela, se référer au document «*Sous-adressage et CIDR*» qui dresse ce tableau pour la classe B.

taille <i>id.</i> <i>sous-</i> <i>réseau</i> ( <i>bsr</i> )	taille <i>id.</i> <i>station</i> ( <i>bst'</i> )	masque correspondant (préfixe)	max hôtes par sous- réseau	sans <i>zerolall-ones</i>		avec <i>zerolall-ones</i>	
				max sous- réseaux	nombre d'adresses perdues	max sous- réseaux	nombre d'adresses perdues
1	7	..... (/..)	....	....	....	....	....
2	6	..... (/..)	....	....	....	....	....
3	5	..... (/..)	....	....	....	....	....
4	4	..... (/..)	....	....	....	....	....
5	3	..... (/..)	....	....	....	....	....
6	2	..... (/..)	....	....	....	....	....
7	1	..... (/..)	....	....	....	....	....

[Corrigé]

## Exercice 3 (Vérification de la configuration d'un hôte)

L'administrateur d'un réseau a configuré un hôte de la manière suivante :

- *Adresse IP* : **194.199.116.77**
- *Masque de sous-réseau* : **255.255.255.240**
- *Routeur par défaut (Gateway)* : **194.199.116.81**

Compte tenu de ces éléments :

1. Écrire la table de routage complète de cet hôte
2. Pourquoi la configuration est-elle incorrecte ?
3. Pour corriger cette configuration, il suffit de modifier un seul paramètre. Proposer 3 corrections, une pour chaque paramètre en gardant la valeur des deux autres, en respectant les contraintes suivantes sur le paramètre à corriger :
  - (a) correction de l'*Adresse IP* : prendre la plus petite adresse disponible dans le bon sous-réseau ;
  - (b) correction du *Routeur par défaut (Gateway)* : prendre la plus grande adresse disponible dans le bon sous-réseau ;
  - (c) correction du *Masque de sous-réseau* : modifier le moins de bits possible.
4. En considérant que l'erreur portait sur l'adresse du routeur par défaut, combien d'adresses comporte le bloc attribué à ce sous-réseau ?

[Corrigé]

## 2 Sous-adressage fixe

Dans cette partie, nous allons pratiquer le sous-adressage fixe. Nous repartons de l'interconnexion de réseaux obtenue à la fin du TP précédent mais où le réseau  $164.56.0.0/16$  n'est plus un seul réseau mais un "réseau" composé de cinq réseaux physiques, qu'on nommera **A**, **B**, **C**, **D** et **E**, comme on le voit sur la figure 1 et dont un focus sur ce réseau est présenté sur la figure 2.


### Exercice 4 (Sous-adressage fixe du réseau 164.56.0.0/16)

- On considère que tous les sous-réseaux (présents et futurs) de  $164.56.0.0/16$  contiennent environ 200 hôtes. Quelle taille maximale (nombre de bits) peut avoir l'*id. sous-réseau* ?
- On choisit cette taille maximale pour l'*id. sous-réseau*. Quel est le masque de sous-réseau commun à tous les sous-réseau ? Quel est le préfixe CIDR correspondant ?
- L'administrateur peut adresser bien plus de sous-réseaux que les 5 actuellement présents. Il choisit alors de suivre l'ancienne recommandation et de ne pas utiliser les *zero* et *all-ones subnets*. En suivant ce vœu, remplir le tableau d'affectation d'adresses en tenant compte des contraintes suivantes :
  - attribuer les plus petites adresses de sous-réseau possibles aux réseaux **A**, **B** et **C**, telles que  $A < B < C$  ;
  - attribuer les plus grandes adresses de sous-réseau possibles aux réseaux **D** et **E**, telles que  $D < E$ .

Tableau d'affectation des adresses de sous-réseau :

Sous-réseau	Adresse/préfixe
<b>A</b>	...../..
<b>B</b>	...../..
<b>C</b>	...../..
<b>D</b>	...../..
<b>E</b>	...../..

Télécharger le fichier `tp3_lab1.pkt` qui correspond à cette topologie et l'ouvrir avec *Packet Tracer* (PT). Inscrire ces adresses dans leur réseau respectif en utilisant l'outil d'ajout de texte.

 La configuration effective dans *Packet Tracer* (PT) ne débutera qu'à la question 7. Pour le moment, **nous nous contentons de travailler sur papier et d'annoter l'interface**.

- Remplir le tableau ci-dessous des adresses des routeurs R5-Marseille, R6 et R7, selon leur sous-réseau, en leur attribuant les plus hautes adresses disponibles dans leur sous-réseau. Si plusieurs routeurs sont connectés à un sous-réseau, attribuer la plus grande adresse au routeur portant le plus grand numéro.

Tableau d'affectation des adresses des routeurs, à inscrire sur PT près des interfaces des routeurs :

		Routeurs		
		R5-Marseille	R6	R7
Sous-réseaux	<b>A</b>	.....	.....	—
	<b>B</b>	—	.....	—
	<b>C</b>	—	.....	—
	<b>D</b>	.....	—	.....
	<b>E</b>	—	—	.....

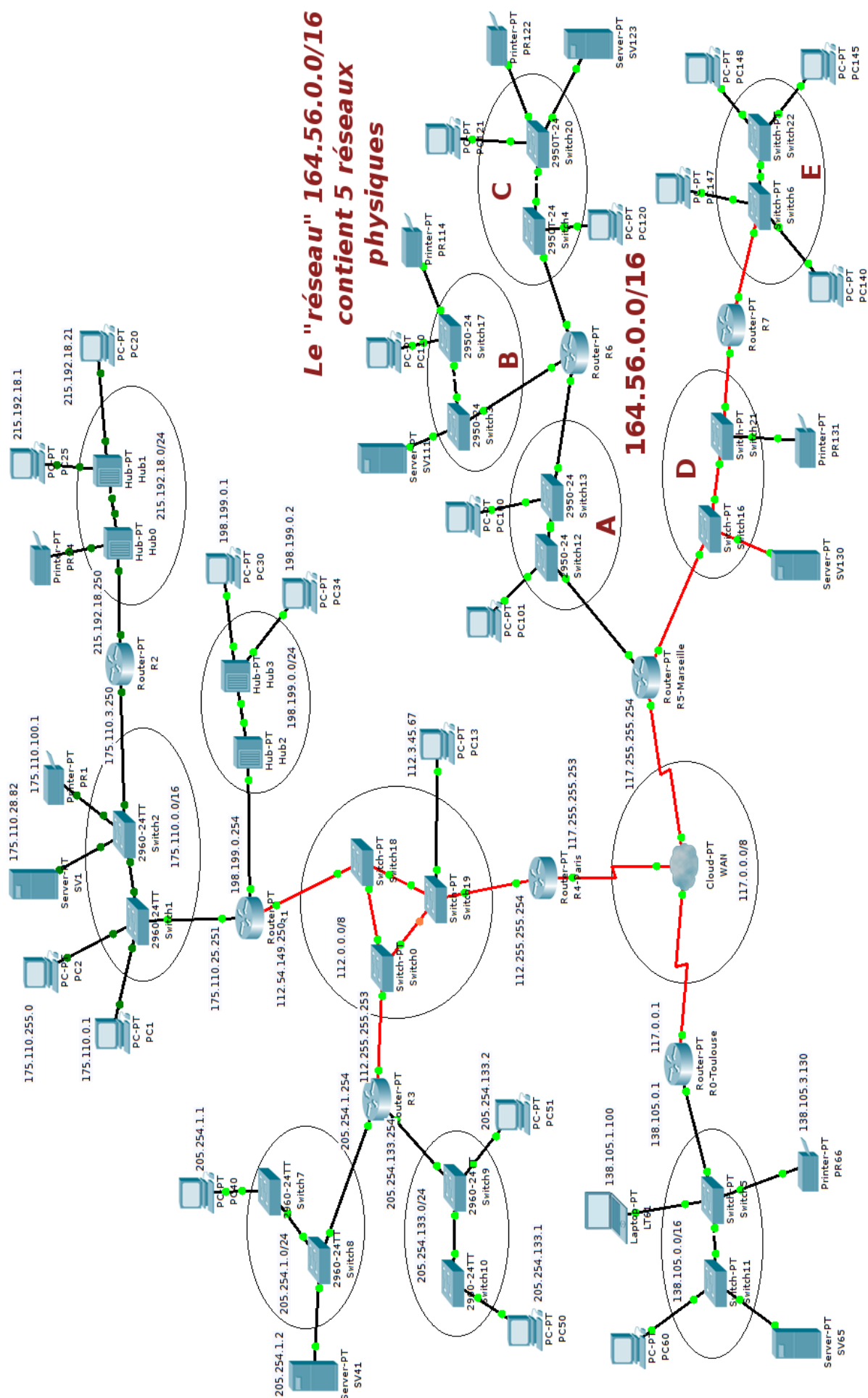


FIGURE 1 – Le réseau 164.56.0.0/16 est constitué de sous-réseaux

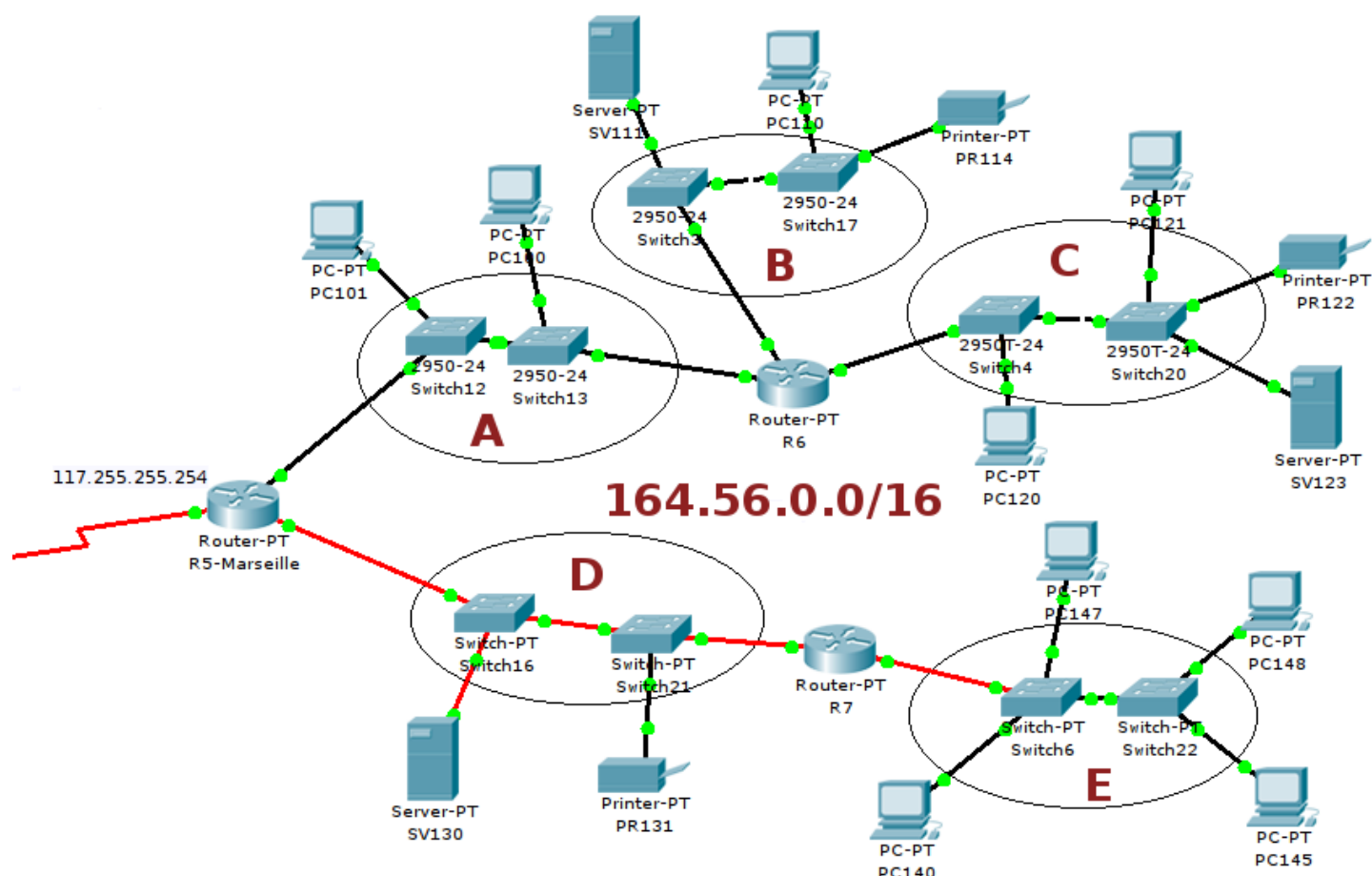


FIGURE 2 – Focus sur le réseau 164.56.0.0/16, constitué de sous-réseaux

5. Écrire (sur papier) les tables de routage de R6 et R7, sans les routes directes qui sont automatiquement ajoutées lors de la configuration des interfaces.
6. Indiquer les ajouts/modifications/suppressions à apporter à la table de routage de R5-Marseille qui contenait précédemment (et qui n'est déjà plus tout à fait la même suite à la modification de sa connexion au réseau 164.56.0.0/16) :

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	117.0.0.0/8	Serial2/0	---	0/0
C	164.56.0.0/16	FastEthernet4/0	---	0/0
S	0.0.0.0/0	---	117.255.255.253	1/0
S	138.105.0.0/16	---	117.0.0.1	1/0

7. Centrer la fenêtre PT sur (les sous-réseaux de) 164.56.0.0, situé vers le bas à droite. Pour chacun des routeurs R5-Marseille, R6 et R7, repérer le nom (label) de ses interfaces utilisées (en laissant la souris sur une liaison du routeur et/ou en modifiant les préférences de l'interface), puis configurer ces interfaces ainsi que la table de routage ;
8. Vérifier la connectivité de ces routeurs entre eux, en commençant entre R5-Marseille et les autres et en terminant entre R6 et R7.  
Si le test échoue entre R6 et R7, revoir les configurations ;



9. Est-ce que le sous-adressage oblige de modifier les tables des équipements extérieurs aux sous-réseaux de 164.56.0.0/16, tels que le routeur R4-Paris ou l'hôte PC1 du réseau 175.110.0.0/16 ?  
Si oui, que faut-il modifier ? Sinon, pourquoi ?
10. Sans modifier les tables, vérifier la bonne connectivité de R5-Marseille avec le routeur R1 puis avec l'hôte PC50 du réseau 205.254.113.1.  
Faire de même avec R6 et de R7 ;
11. Configurer les hôtes SV123 du sous-réseau **C** et PR131 de **D** en leur attribuant l'adresse la plus petite de leur réseau, et renseigner leur routeur par défaut (*Gateway*) avec le routeur qui vous semble le plus approprié ;
12. Vérifier la connectivité de ces hôtes entre eux, puis avec PC50 ;
13. Créer un nouveau scénario (bouton *New* ci-dessous)



puis créer un message ICMP personnalisé depuis l'hôte PR131 avec :

- *Destination IP Address* : 164.56.10.30
- *TTL* : 8
- *Sequence Number* : 1
- *One shot Time* : 0 seconde

Ce message devrait être *Failed*.

14. Expliquer la raison de l'échec. Pour cela, passer en mode simulation. Augmenter au maximum la vitesse de la simulation en faisant glisser le curseur vers la droite. Éditer le filtre des événements pour ne retenir que les messages ICMP.  
Lancer la simulation par *Auto Capture / Play* puis observer jusqu'à ce qu'un message revienne à PR131. Dans le panneau de simulation, cliquer sur le carré coloré (colonne *Info*) du (dernier) message reçu par PR131. Une fenêtre s'ouvre. Cliquer sur la couche 3 (Layer 3) et observer les commentaires indiqués : il s'agit d'un message d'erreur de TTL expiré... Pourquoi est-ce arrivé ?
15. Sur les routeurs R5-Marseille, R6 et R7, sauver la configuration courante en cliquant sur le bouton *Save* de la NVRAM dans l'onglet *Config*, rubrique *Settings* (voir figure 3) ;
16. Sauver le fichier.

 Les routeurs peuvent fonctionner en mode **Classfull** ou **Classless** (maintenant, le défaut) :

- en mode **Classfull**, R5-Marseille n'aurait pas utilisé sa route par défaut car il aurait considéré que l'ensemble des sous-réseaux de 164.56.0.0/16 lui étaient connus. Il aurait donc refusé le datagramme en renvoyant à PR131 un message d'erreur ICMP de destination inaccessible ;
- en mode **Classless**, les routeurs ne font pas cette supposition et le phénomène observé peut se produire, à moins de réaliser des configurations supplémentaires, soit par des filtres (*ACL*), soit en passant par des interfaces virtuelles.

Sur *Packet Tracer*, les routeurs sont toujours **Classless**.

[\[Corrigé\]](#)

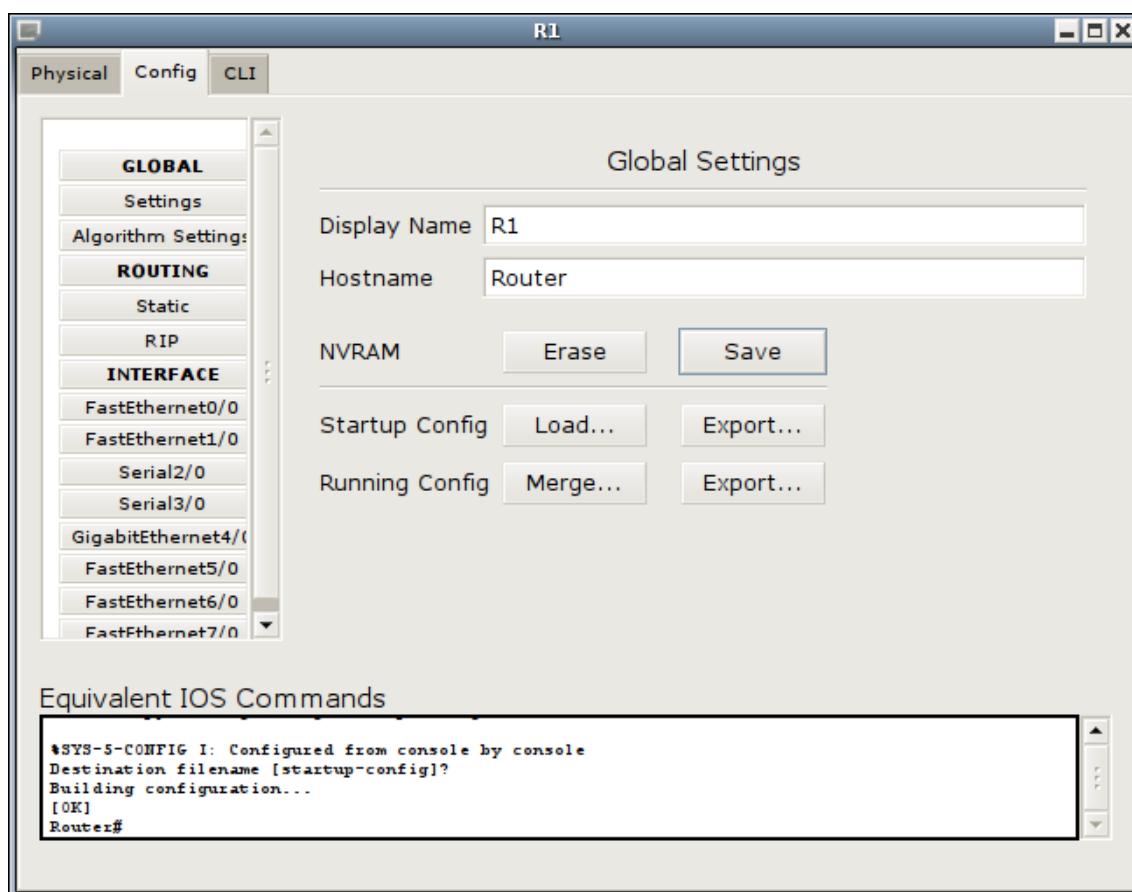



FIGURE 3 – Sauvegarde de la configuration d'un routeur (similaire pour un switch)

### 3 Routage inter-vlan

Un sous-réseau peut être un réseau physique ou un VLAN. Dans cette section, nous allons nous intéresser à des sous-réseaux formés par des vlans.

Nous repartons de la topologie de l'exercice précédent mais cette fois, les sous-réseaux **B** et **C** du réseau 164.56.0.0/16 n'ont plus la même séparation physique. Ce sont deux vlans comme le montre la figure 4.

Ce qui change en réalité, est que **la séparation de ces sous-réseaux se fait au niveau 2, et plus au niveau physique**. Ce sont les switches SW1, SW2, SW3 et SW4 qui vont assurer la fonction de séparation des hôtes sur la base des vlans auxquels ils seront intégrés.

 Sur *Packet Tracer*, on ne peut réaliser (du moins simplement) que des vlans de niveau 1, c'est à dire **par port**. Il faut d'abord ajouter des vlans dans une base. Chaque port (interface) peut être ensuite configuré en mode **Access** en précisant son VLAN. Par défaut, tous les ports sont placés en mode **Access** dans le VLAN 1. L'activation d'un trunk 802.1q pour une liaison inter-switchs se configure simplement en plaçant les ports correspondants en mode **Trunk**.

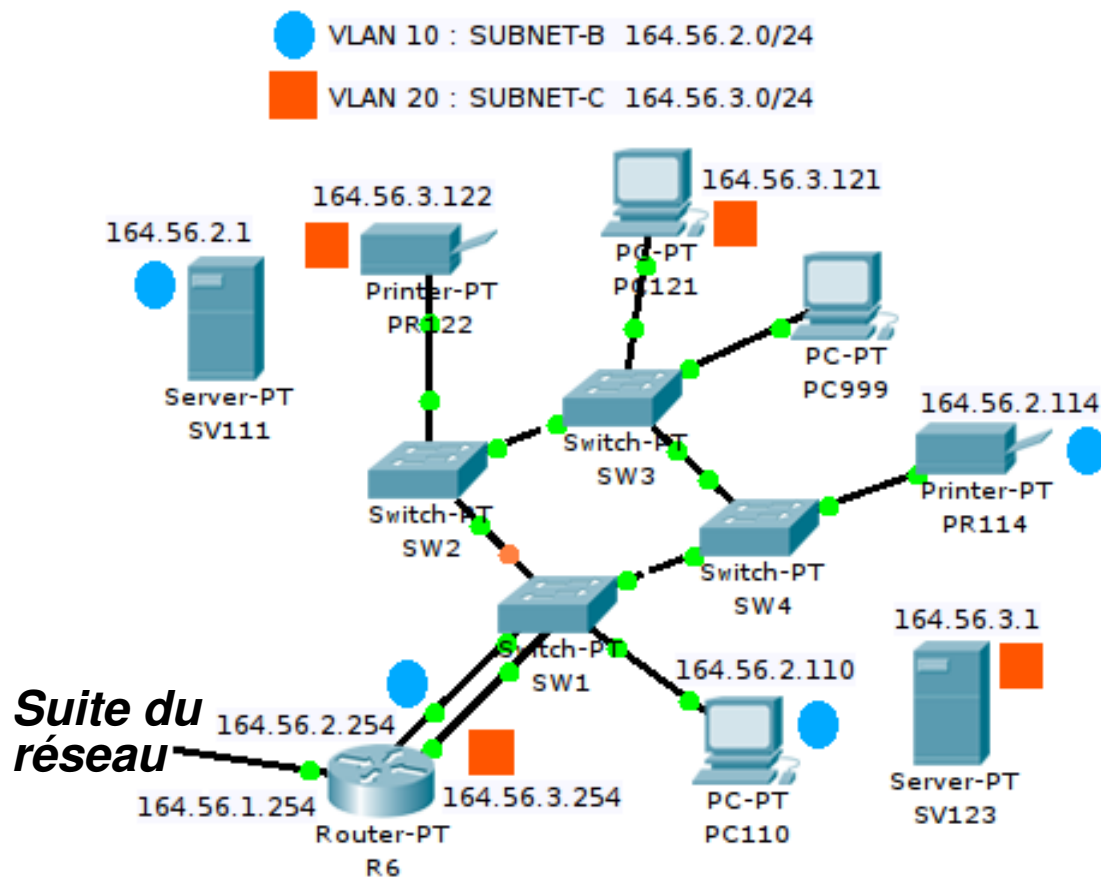


FIGURE 4 – Les sous-réseaux **B** et **C** ne sont pas physiquement distincts et sont des vlans gérés par les switches SW1 à SW4.

À l'aide des vlans, nous allons virtuellement séparer les hôtes de ce réseau physique, et le routeur R6 servira de routeur inter-vlan :

- le **VLAN 10** regroupera les hôtes du réseau **B** (adresses dans le bloc 164.56.2.0/24), qui sont mis en évidence par un rond bleu : PC110, SV111 et PR114, ainsi que le routeur R6 via son interface Gig6/0 ;
- le **VLAN 20** regroupera les hôtes du réseau **C** (adresses dans le bloc 164.56.3.0/24), qui sont mis en évidence par un carré orange : PC121, SV123 et PR122, ainsi que le routeur R6 via son interface Gig7/0.

Télécharger le fichier `tp3_lab2.pkt` qui correspond à cette nouvelle topologie et l'ouvrir avec PT. **Sa modification ne débutera qu'à l'exercice 5.** Pour le moment, centrer la fenêtre sur les réseaux **B** et **C** (situés au centre/droite).

Certaines configurations ont déjà été effectuées et peuvent être vérifiées (en entrant dans la configuration et/ou avec la *Loupe* et/ou avec l'affichage du nom des ports) :

- sur tous les switches SW1, SW2, SW3 et SW4, à part les vlans par défaut, deux vlans ont déjà été créés dans leur base et devront être utilisés :
  - ◇ **VLAN 10** (nommé SUBNET-B) : pour le sous-réseau **B** ;
  - ◇ **VLAN 20** (nommé SUBNET-C) : pour le sous-réseau **C** ;

mais les liaisons entre ces switches ne sont pas (encore) des trunks 802.1q ;

- l'hôte PC110 est pleinement opérationnel dans le sous-réseau **B** :
  - ◇ il a pour adresse IP 164.56.2.110, comme routeur par défaut (*Gateway*) 164.56.2.254 et le masque de sous-réseau de **B** ;
  - ◇ il est relié au port Fa0/1 de SW1, configuré en mode **Access** dans le VLAN 10 ;
- l'hôte PC121 est pleinement opérationnel dans le sous-réseau **C** :
  - ◇ il a pour adresse 164.56.3.121, comme *Gateway* 164.56.3.254 et le masque de sous-réseau de **C** ;
  - ◇ il est relié au port Fa0/1 de SW3, configuré en mode **Access** dans le VLAN 20 ;
- Les ports de SW1 qui connectent le routeur R6 par des liaisons gigabit sont (pour le moment) placés en mode **Access** dans le VLAN 1, mais R6 est correctement configuré pour **B** et **C** :
  - ◇ son interface Gig6/0 est configurée pour **B** avec l'adresse 164.56.2.254 ;
  - ◇ son interface Gig7/0 est configurée pour **C** avec l'adresse 164.56.3.254 ;
- sur SW2, un port est déjà placé dans le VLAN 10, et servira à connecter SV111 qui est correctement configuré pour **B** (masque, gateway) avec l'adresse 164.56.2.1 ;
- sur SW4, un port est déjà placé dans le VLAN 20, et servira à connecter SV123 qui est correctement configuré pour **C** (masque, gateway) avec l'adresse 164.56.3.1 ;
- Les ports de SW4 et SW2 auxquels sont reliés les hôtes PR114 et PR122 sont (pour le moment) placés en mode **Access** dans le VLAN 1. Néanmoins :
  - ◇ PR114 est correctement configuré pour **B** (masque, gateway) avec l'adresse 164.56.2.114 ;
  - ◇ PR122 est correctement configuré pour **C** (masque, gateway) avec l'adresse 164.56.3.122 ;
- L'hôte PC999 n'est pas (encore) configuré mais il est connecté à SW3 sur un port déjà placé dans l'un des deux vlans, ce qui déterminera son appartenance à **B** ou **C**.

Il ne manque pas grand chose pour que l'ensemble soit pleinement opérationnel...

### Exercice 5 (Configuration des vlans pour B et C)

1. (*Configuration des trunks 802.1q*) Repérer les noms (labels) des interfaces (ports) de toutes les liaisons inter-switch. Entrer dans la configuration des switchs et placer les interfaces correspondantes en mode **Trunk**. Ceci fait, les trunks 802.1q devraient être opérationnels ;
2. Vérifier que PC110 et PC121 ne peuvent pas discuter ensemble ;
3. (*Connexion de SV111*) En laissant la souris sur le switch SW2 (ou en utilisant l'outil d'inspection (loupe), et en faisant afficher sa *Port Status Summary Table* en cliquant sur le switch), repérer quel port est déjà placé dans le VLAN 10.  
Connecter sur ce port l'hôte SV111 ;
4. Tester la connectivité de SV111 et de PC110. Si cela ne fonctionne pas, revoir la configuration ;
5. (*Connexion de SV123*) Connecter SV123 sur le port de SW4 déjà placé dans le vlan de **C** ;
6. Tester la connectivité de SV123 et de PC121. Si cela ne fonctionne pas, revoir la configuration ;
7. (*Placement dans B de PR114*) Sur SW4, placer le port qui le relie à PR114 dans le bon vlan ;
8. Vérifier la connectivité de PR114 avec PC110. Si cela ne fonctionne pas, revoir la configuration ;
9. (*Placement dans C de PR122*) Sur SW2, placer le port qui le relie à PR122 dans le bon vlan ;
10. Vérifier la connectivité de PR122 avec PC121. Si cela ne fonctionne pas, revoir la configuration ;

11. Observer le vlan du port de SW3 sur lequel PC999 est connecté. En déduire son sous-réseau d'appartenance. Le configurer correctement dans ce sous-réseau en lui affectant la plus petite adresse disponible, sans oublier son *Gateway* ;
12. (*Liaisons R6 - SW1*)
  - (a) repérer le port de SW1 qui le relie à l'interface de R6 d'adresse 164.56.2.254. Sur SW1, placer ce port dans le vlan adéquat ;
  - (b) faire de même pour le port de SW1 qui le relie à l'interface de R6 d'adresse 164.56.3.254.
13. Vérifier la connectivité entre R6 et PC110, puis entre R6 et PC121. Si cela ne fonctionne pas, revoir la configuration ;
14. À ce stade les hôtes des sous-réseaux doivent pouvoir communiquer entre eux car R6 fait le lien entre ces sous-réseaux. Vérifier la connectivité entre SV111 et SV123. Si cela ne fonctionne pas, revoir la configuration ;
15. Les hôtes doivent aussi pouvoir discuter avec l'extérieur. Vérifier la connectivité de PC110 puis de PC121 et de PC999 avec PC50 (du réseau 205.254.133.0/24) ;
16. Sauver la configuration des switches SW1, SW2, SW3 et SW4 ainsi que du routeur R6 ;
17. Sauver le fichier.

[\[Corrigé\]](#)

## 4 Sous-adressage variable

Dans cette partie, nous allons nous consacrer au sous-adressage variable, permettant aux sous-réseaux de disposer de blocs d'adresses de tailles différentes.

Nous repartons de l'interconnexion de réseaux obtenue à la fin de la section précédente mais un réseau a encore une fois bien changé : il s'agit du réseau 198.199.0.0/24. Contrairement aux apparences trompeuses de son adresse, il s'agit bien d'un réseau de la classe C (/24). Comme le montre la figure 5, il est constitué de 4 vlans (nommés ADM, ENS1, ETD1 et GUESTS), et de réseaux physiques, ce qui inclut les 4 liaisons séries point-à-point (en rouge) pour les liaisons R1—R21, R1—R11, R11—R12 et R11—R13.

Ce réseau simule une petite structure d'enseignement (ce pourrait être une entreprise) répartie sur trois locaux assez éloignés :

- le routeur R11 relie en haut les routeurs R12 et R13 qui desservent chacun un local :
  - ◊ R12 dessert un local contenant plusieurs salles d'enseignement, notamment de TP informatiques, et une salle où des invités peuvent connecter leur portable ;
  - ◊ R13 dessert un local contenant plusieurs bureaux administratifs et d'enseignants ;
- R21 dessert un dernier local accueillant une petite salle informatique et quelques bureaux.

Il y a en tout 10 sous-réseaux :

- 4 sont ceux formés par les 4 liaisons séries point-à-point ;
- en bas le routeur R21 relie deux sous-réseaux physiquement séparés :
  - ◊ une petite salle informatique constituée du switch SWD2-1 et d'environ 25 hôtes nommés ETD2-1, ETD2-2, ...
  - ◊ des bureaux du personnel partageant le switch SWD2-2, contenant au plus 10 hôtes nommés STAF1, STAF2, ...

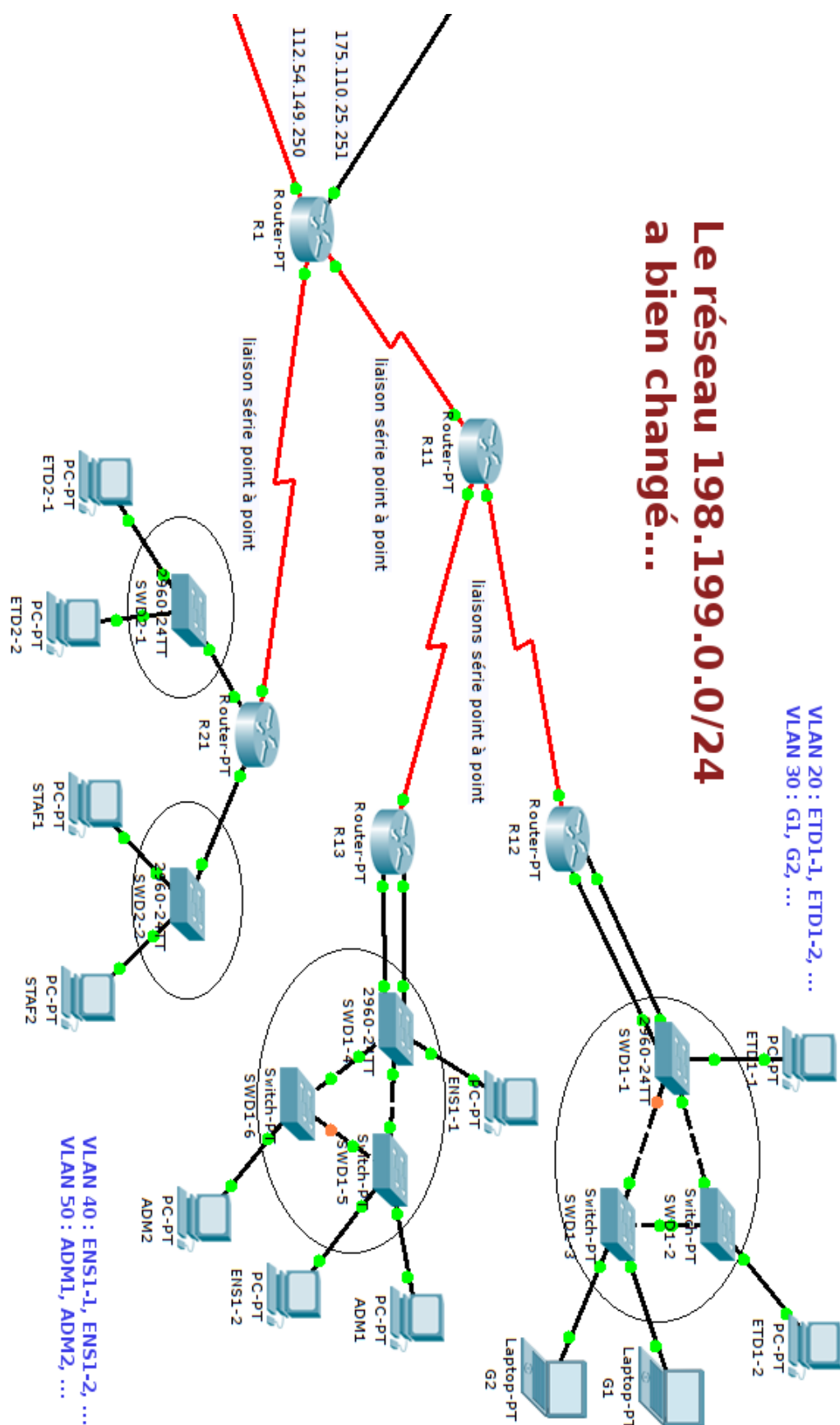


FIGURE 5 – Évolution du réseau 198.199.0.0/24 (sur la droite du routeur R1).

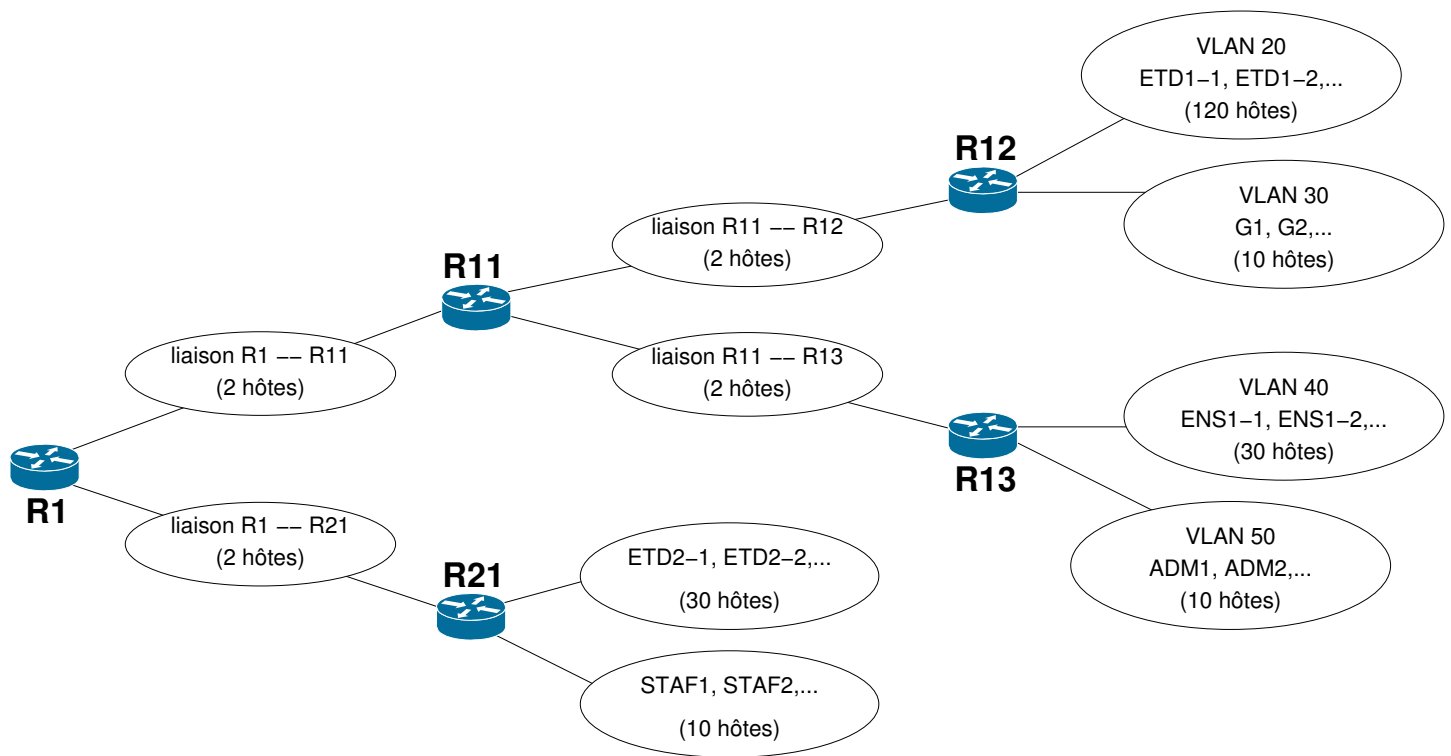


FIGURE 6 – Schéma résumant la topologie logique du réseau 198.199.0.0/24

- en haut à droite, le routeur R12 relie 2 vlans déjà configurés sur les switches SWD1-1, SWD1-2 et SWD1-3 :
  - ◇ VLAN 20 (nommé ETD1) : formé d'environ 100 postes de travail compris) pour les étudiants, nommés ETD1-1, ETD1-2, ...
  - ◇ VLAN 30 (nommé GUESTS) : pour accueillir environ 10 ordinateurs d'invités (sur le switch SWD1-3), nommés G1, G2, ... ;

Les trunks sont déjà configurés pour les liaisons inter-switch, et leurs ports sont placés dans les bons vlans. Seuls les ports qui relient SWD1-1 à R12 sont (encore) dans le VLAN 1 ;

- juste en dessous, le routeur R13 relie aussi 2 vlans déjà configurés sur les switches SWD1-4, SWD1-5 et SWD1-6 :
  - ◇ VLAN 40 (nommé ENS1) : formé d'environ 25 postes de travail pour les enseignants, nommés ENS1-1, ENS1-2, ...
  - ◇ VLAN 50 (nommé ADM) : formé d'environ 10 postes de travail pour le personnel administratif, nommés ADM1, ADM2, ... ;


Les trunks sont déjà configurés pour les liaisons inter-switch, et leurs ports sont placés dans les bons vlans. Seuls les ports qui relient SWD1-4 à R13 sont (encore) dans le VLAN 1 ;

**i** On aurait pu utiliser les même numéros de VLAN que pour les sous-réseaux d'en haut, mais cela aurait pu amener de la confusion...

Pour résumer, la figure 6 schématise la topologie logique du réseau 198.199.0.0/24 en mettant en évidence les sous-réseaux (physiques ou virtuels) et leur interconnexion.




**Exercice 6 (Préfixe d'une liaison point-à-point)**

 Une liaison point à point est une liaison distante. Du point de vue IP, elle est considérée comme un réseau (appelé "*cable*") même si elle ne relie que 2 routeurs. Elle doit donc avoir sa propre adresse de sous-réseau.

D'après les calculs que nous avons déjà réalisés (cf. tableaux de sous-adressage fixe des classes B et C), quel doit être le préfixe (ou masque) maximal que doit avoir l'adresse de sous-réseau d'une telle liaison, sachant qu'il faut adresser seulement 2 hôtes ?


[\[Corrigé\]](#)

 Des liaisons de ce type sont très nombreuses sur Internet et si elle devaient effectivement toutes avoir un préfixe de /30, cela gaspillerait beaucoup trop d'adresses en ces périodes de disette sur l'espace d'adressage. Différentes méthodes ont été développées pour éviter ce gaspillage :

- liaison non numérotée (*unnumbered link*) : permettre aux interfaces de la liaison de ne pas avoir d'adresse IP propre. À la place, on fait référence au routeur par l'adresse IP d'une autre de ses interfaces. Cette possibilité est activable sur les routeurs mais elle complique la recherche/résolution de problèmes éventuels ;
- utiliser un préfixe /31 : la RFC 3021 autorise ce préfixe pour une liaison point-à-point uniquement. Les adresses des deux cotés de la liaison se confondent alors avec l'adresse de ce sous-réseau et l'adresse de diffusion dirigée dans ce sous-réseau. Les routeurs actuels permettent cette configuration ;
- utiliser des adresses privées pour ces liaisons mais s'assurer qu'aucun datagramme ne sortira (ni n'entrera) avec une telle adresse comme source (destination) car elles ne sont pas routables. Pour cela, on peut (doit) utiliser des adresses dans les plages d'adresses réservées à un usage privé (RFC 1918 et RFC 3927) :
  - ◇ 10.0.0.0/8 : bloc de 10.0.0.0 à 10.255.255.255 ;
  - ◇ 172.16.0.0/12 : bloc de 172.16.0.0 à 172.31.255.255 ;
  - ◇ 192.168.0.0/16 : bloc de 192.168.0.0 à 192.168.255.255.

⇒ Certains pourront remarquer que cette dernière plage d'adresse contient les adresses utilisées dans leur réseau domestique. Nous y reviendrons quand nous étudierons le NAT/PAT.

Auxquelles on peut ajouter le bloc 169.254.0.0/16 destiné à l'auto-configuration des hôtes.

 *Packet Tracer* ne permet pas d'appliquer les deux premières méthodes et la dernière demande une configuration plus poussée si on veut la faire proprement. Nous utiliserons donc des masques /30.



**Exercice 7 (Sous-adressage variable du bloc d'adresses de 198.199.0.0/24)**

Réaliser le partage des adresses de 198.199.0.0/24 entre les sous-réseaux en suivant les étapes suivantes :

1. Identifier, pour chacun des 10 sous-réseaux, la taille maximale de son préfixe en fonction du nombre d'hôtes/routeurs qu'il doit contenir :
  - liaisons point-à-point : /30 ;
  - sous-réseau des postes ETD1-1, ETD1-2, ... : . . . . ;
  - sous-réseau des postes G1, G2, ... : . . . . ;
  - sous-réseau des postes ENS1-1, ENS1-2, ... : . . . . ;
  - sous-réseau des postes ADM1, ADM2, ... : . . . . ;
  - sous-réseau des postes ETD2-1, ETD2-2, ... : . . . . ;
  - sous-réseau des postes STAF1, STAF2, ... : . . . . ;
2. Développer un arbre binaire dont la racine est 198.199.0.0/24 afin de partitionner ce bloc d'adresses et s'assurer que chaque sous-réseau obtienne un sous-bloc suffisant, distinct de ceux des autres sous-réseaux. Utiliser les *zero subnet* et *all-ones subnet* si nécessaire.

[\[Corrigé\]](#)

**Exercice 8 (Mise en application du sous-adressage variable)**

Télécharger le fichier `tp3_lab3.pkt` qui correspond à cette nouvelle topologie et l'ouvrir avec PT. Centrer la fenêtre sur le réseau 198.199.0.0/24, qui se trouve en haut à droite. Configurer les routeurs de ce réseau ainsi que premier hôte (ETD1-1, ADM1, etc.) de chaque sous-réseau. Pour cela, suivre les instructions suivantes :

- dans les sous-réseaux, donner les plus petites adresses aux hôtes et les plus grandes aux routeurs ;
- procéder par étapes : configurer les sous-réseaux les uns après les autres, en vérifiant à chaque fois la connectivité du routeur du sous-réseau avec l'hôte configuré ;
- ne pas oublier de placer les ports qui connectent SWD1-1 à R12 et ceux connectant SWD1-4 à R13 dans les bons vlans ;
- ne pas oublier de configurer les tables de routage ! L'extérieur et les autres sous-réseaux doivent être accessibles à tous. Utiliser autant que possible des routes par défaut ;
- vérifier la connectivité des hôtes entre eux à travers les sous-réseaux, d'abord les plus proches, puis les plus éloignés. Notamment, on commencera par tester la connectivité de ETD1-1 avec G1, avant de la tester entre ETD1-1 et STAF1 ;
- à la fin, vérifier la connectivité des hôtes ETD1-1, G1, ENS1-1, ADM1, ETD2-1 et STAF1 avec l'extérieur, par exemple PC50 ;
- sauvegarder la configuration des 5 routeurs R1, R11, R12, R13 et R21 ;
- sauvegarder le fichier.

[\[Corrigé\]](#)