

B AC PRO RISC

«Routage IP»

Comprendre le routage

Nom : _____ Prénom : _____ Classe : _____ Date : _____	Appréciation :	Note :
Objectifs : <ul style="list-style-type: none">- Être capable de configurer les passerelles par défaut- Être capable de configurer une route statique sur le routeur- Être capable de configurer le routage dynamique RIP sur le routeur- Être capable d'analyser la table de routage et de diagnostiquer un problème		durée :
Matériel et logiciel : - logiciel Packet Tracer		
Travail à réaliser : - lire le cours, répondre aux questions, et réaliser les exercices Packet Tracer		
Installation et configuration		

SAVOIRS

Connaître les concepts liés au routage IP (14 points)

Rappel : Le routage a pour objectif d'acheminer un message de l'expéditeur jusqu'au destinataire sur un réseau IP (ex : internet)

Le protocole réseau de niveau ____ du modèle OSI utilisé est IP, qui signifie : I _____ P _____ (2pts)

- Quel est rôle fondamental d'un routeur ? (1pt)
- De quels éléments matériels un routeur est-il constitué ? (1pt)
- Comment se nomme le système d'exploitation d'un routeur Cisco ? (1pt)
- Comment se nomme l'interface de commande d'un routeur Cisco ? (1pt)
- De quoi sont constituées les « routes » internet ? (1pt)
- Comment se nomme la table dans laquelle le routeur stocke la liste des routes qu'il connaît ? (1pt)
- Citez 4 protocoles de routages courants (4pts)
- Qu'est-ce qu' : une « route directement connectée » ? (1pt)
- Qu'est-ce qu' : une « route statique » ? (1pt)
- Qu'est-ce qu' : une « route dynamique » ? (1pt)
- Qu'est-ce qu' : une « route par défaut » ? (1pt)

COURS : LE ROUTAGE IP



Routeur à services intégrés 1841

Le rôle fondamental du routage est l'acheminement des messages de l'expéditeur jusqu'au destinataire via des réseaux IP (ex : internet)

Cette tâche est accomplie par les routeurs

Les routeurs relient les réseaux entre eux et leur permet d'échanger des données.



Les routes sont constituées par le câblage des réseaux de télécommunications.

Le paramètre de base du routage est l'adresse IP du destinataire. cette adresse a le même rôle qu'une adresse postale pour l'acheminement du courrier.

Le routeur doit connaître la route à emprunter pour atteindre l'adresse de destination. il cherche cette information dans sa table de routage.

La table de routage indique au routeur la route sur laquelle il doit envoyer le message pour qu'il arrive bien à l'adresse de destination voulue.

Le routeur

Le routeur est un ordinateur comportant un cpu, de la ROM, de la RAM et un système d'exploitation; dans un routeur Cisco, ce système se nomme IOS.

Le routeur travaille au niveau 3 du modèle OSI (couche "réseau")

La table de routage

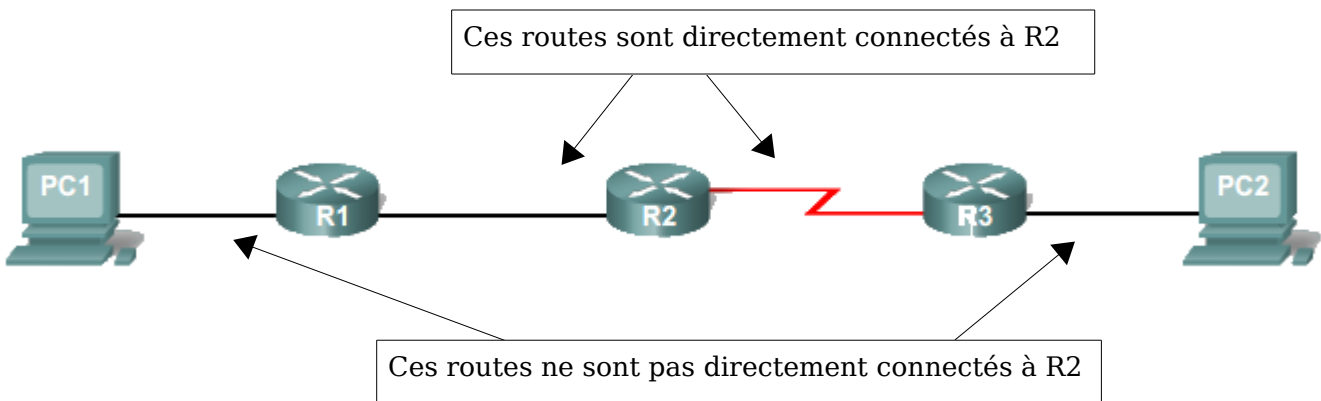
```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

 172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
R    172.16.1.0 [120/1] via 172.16.2.1, 00:00:12, Serial10/0/0
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial10/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial10/0/1
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, Serial10/0/1
```

Elle contient les informations sur les routes connues, c'est-à-dire accessible par le routeur. Ces informations peuvent provenir de plusieurs sources; on distingue :

- les routes directement connectés (C)
- les routes statiques (S)
- les routes dynamiques (R)
- la route par défaut (*)

- une **route "directement connectée"** est une route qui est reliée physiquement au routeur via une de ses interfaces. elle apparaît dans la table de routage dès que l'interface est configurée et active.

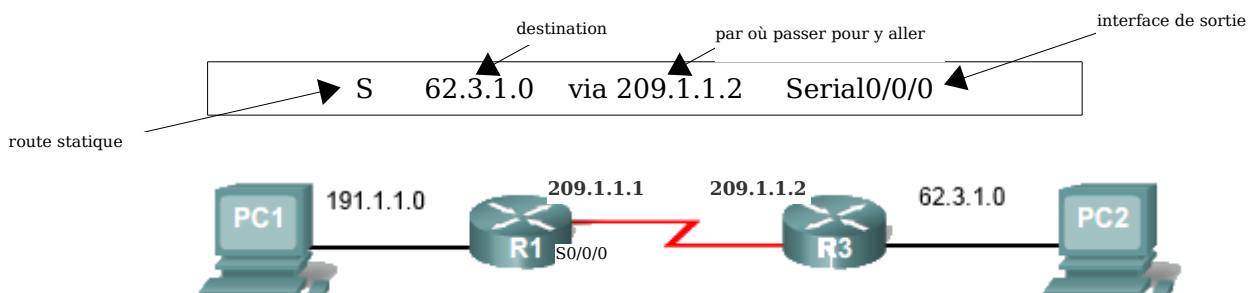


Les interfaces d'un routeur peuvent être de type :

- Ethernet, FastEthernet (pour la connexion au réseau local)
- Série, RNIS et à relais de trames. (connexion WAN)

Chacune de ces interfaces possède bien entendu une adresse IP dans le réseau concerné.

- **les routes statiques** sont des routes rajoutées dans la table par l'administrateur; par exemple, dans le schéma ci-dessous, la route vers le réseau 62.3.1.0 n'est pas connectée directement à R1, donc pas connue de R1; pour que PC1 puisse communiquer avec PC2, il faut que l'administrateur ajoute l'information de route statique suivante dans sa table de routage de R1 :

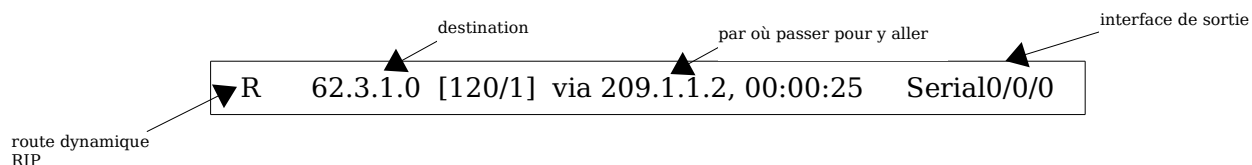


=> Une fois le message arrivé sur R3, c'est lui qui se charge de le délivrer au réseau 62.3.1.0

- **les routes dynamiques** : dans l'exemple précédent, R1 ne possédait pas d'information sur le réseau 62.3.1.0, ce qui a obligé l'administrateur à créer une route statique; mais R3, lui, possédait ces informations, puisque ce réseau est relié à une de ses interfaces. **Grâce aux protocoles de routage dynamique, les routeurs peuvent partager leurs informations**, ce qui évite un travail fastidieux à l'administrateur.

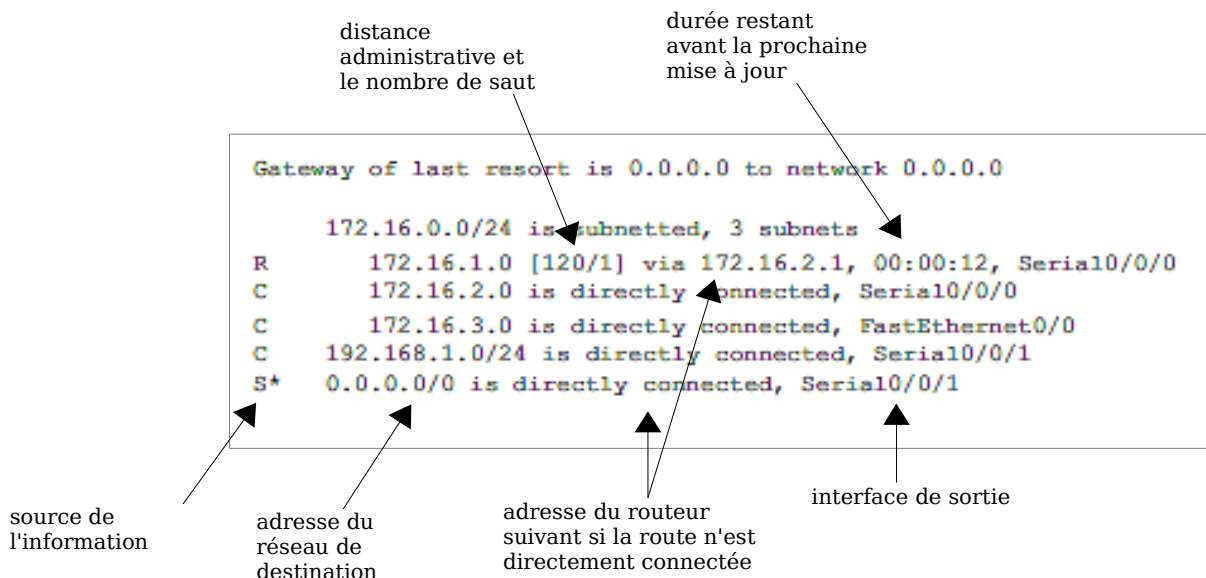
Dans l'exemple précédent, R3 peut apprendre à R1 l'existence du réseau 62.3.1.0, et R1 peut apprendre à R3 l'existence du réseau 191.1.1.0

Dans le cas où de l'utilisation du protocole de routage RIP, il apparaîtrait alors cette ligne dans la table de routage de R1 :



les protocoles de routages sont : RIP, OSPF, BGP, EIGRP, etc...

Analyse de la table de routage



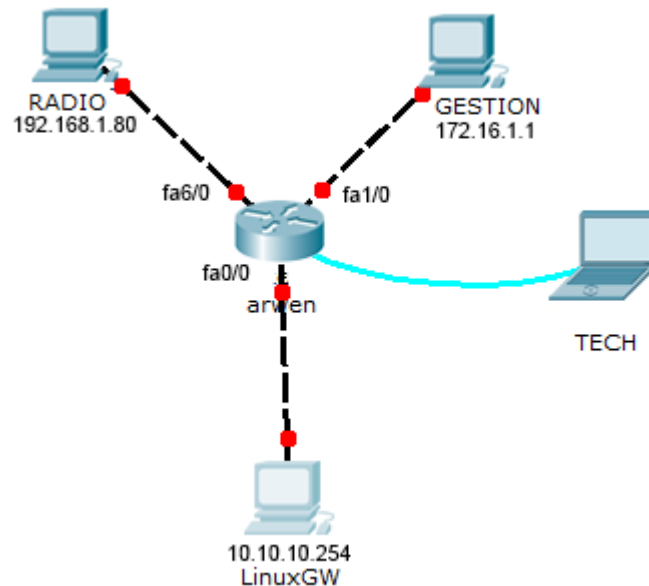
- Source de l'information : S (statique), C (directement connectée), R (protocole RIP), O (protocole OSPF)
- Adresse du réseau de destination : une adresse et un masque de sous-réseau
- Adresse du routeur suivant : on dit aussi du "tronçon suivant", si la route n'est pas directement connectée.
- Distance administrative : qualifie la fiabilité de la source d'information (voir le tableau ci-dessous)
- Nombre de saut : nombre de routeurs à "traverser" avant d'arriver au réseau de destination.

EXERCICE PACKET TRACER

Télécharger et lancer l'exercice : "**exercice routeur cisco 1.pkt**"

Sujet de l'exercice

Vous devrez configurer les trois hôtes et le routeur de façon à ce que toutes ces machines communiquent. l'ordinateur **TECH** est relié au port console du routeur pour le configurer en cli.



Configuration des hôtes

1. cliquer sur "Radio"

Aller dans => *Desktop* => *IP Configuration*

Remplir les paramètres IP

Aller dans => *Command Prompt*

Faire un "ipconfig /all" pour vérifier les paramètres

2. cliquer sur "Gestion"

Aller dans => *Desktop* => *IP Configuration*

Remplir les paramètres IP

Aller dans => *Command Prompt*

Faire un "ipconfig /all" pour vérifier les paramètres

3. cliquer sur "LinuxGW"

Aller dans => *Desktop* => *IP Configuration*

Remplir les paramètres IP

Aller dans => *Command Prompt*

Faire un "ipconfig /all" pour vérifier les paramètres

Configuration du routeur

Exemple de configuration de interface réseau Ethernet fa0/0 du routeur par le cli d'IOS

```
Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa0/0
Router(config-if)#ip address 10.10.10.201 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up

Router(config-if)#exit
```

Cliquer sur "**Tech**"

Aller dans => *Desktop* => Terminal => cliquer sur "ok"

- A la question : "Continue with configuration dialog? [yes/no]:" , répondre "no"
- Pour vous mettre en mode admin, tapez : "**enable**"
- Pour vous mettre en mode configuration, tapez : "**conf t**"
- Pour configurer l'interface fa0/0, tapez : "int fa0/0"
- taper : " ip address 10.10.10.201 255.255.255.0"
- taper : "**no shutdown**"
- taper : "exit"
- Remarquer que l'état du lien est passé en **vert** dans *packet tracer*
- Pour configurer l'interface fa1/0, tapez : "int fa1/0"
- taper : " ip address 172.16.1.254 255.255.255.0"
- taper : "no shutdown"
- taper : "exit"
- Remarquer que l'état du lien est passé en **vert** dans *packet tracer*
- Pour configurer l'interface fa6/0, tapez : "int fa6/0"
- taper : " ip address 192.168.1.254 255.255.255.0"
- taper : "no shutdown"
- taper : "exit"
- Remarquer que l'état du lien est passé en **vert** dans *packet tracer*
- taper : "exit"
- pour consulter la table de routage de *arwen*, taper : "**show ip route**"
- Relever les trois routes existantes dans la table de routage

-

-

-

Tests et vérifications

Cliquer sur "Radio"

Aller dans => *Command Prompt*

- Faire un "ipconfig /all" pour vérifier les paramètres
- Faire un ping vers arwen (192.168.1.254), vers Gestion (172.16.1.1), vers LinuxGW (10.10.10.254)
- Remplir le tableau suivant :

destination du ping	% de perte	temps moyen	conclusion ?
arwen (192.168.1.254)			
Gestion (172.16.1.1)			
LinuxGW (10.10.10.254)			

Cliquer sur "Gestion"

Aller dans => *Command Prompt*

- Faire un "ipconfig /all" pour vérifier les paramètres
- Faire un ping vers arwen (172.16.1.254), vers LinuxGW (10.10.10.254)
- Remplir le tableau suivant :

destination du ping	% de perte	temps moyen	conclusion ?
arwen (172.16.1.254)			
LinuxGW (10.10.10.254)			

Conclusion

Expliques dans tes propres termes pourquoi cet exercice a été réalisé avec succès :

EXERCICE PACKET TRACER 2

Télécharger et lancer l'exercice : "**exercice routeur cisco 2.pkt**"

Sujet de l'exercice

- 1) paramétrage IP des hôtes
- 2) paramétrage IP des routeur
- 3) activation de RIPv2
- 4) ajout d'une route statique

Note : dans l'exercice suivant tous les masques sont en /24

l'ordinateur **TECH** est relié au port console du routeur CISCO pour le configurer en cli.

Tu dois configurer les deux hôtes, RADIO et GESTION.

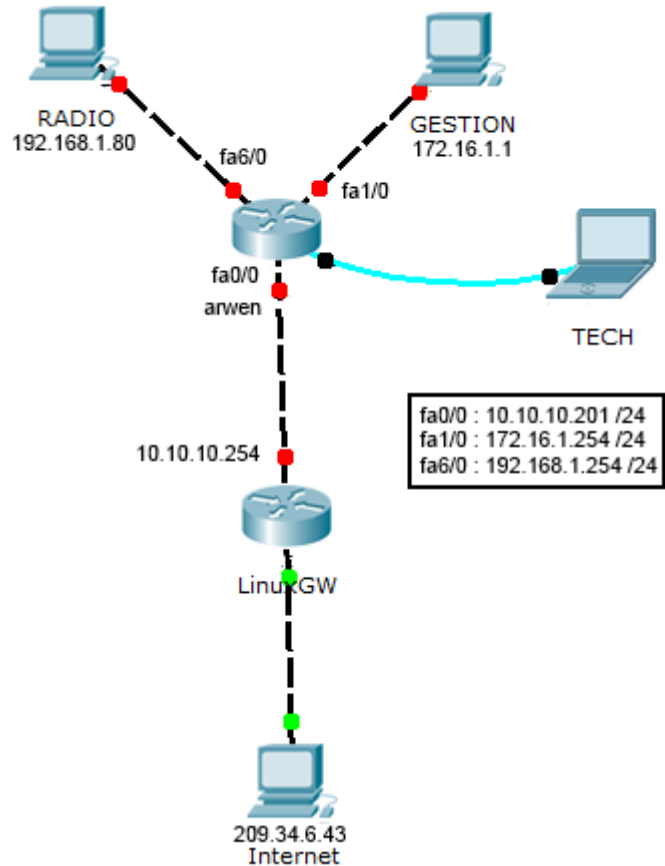
Puis tu devras configurer le routeur ARWEN de façon à ce que ces deux machines communiquent entre elles, et que l'ordinateur GESTION aie accès à internet via le routeur LinuxGW.

1) Commence par configurer les paramètres IP des deux hôtes RADIO et GESTION, c'est-à-dire l'adresse IP, le masque, la passerelle par défaut.

Note : l'ordinateur INTERNET est déjà configuré, tu ne DOIT PAS y toucher.

2) Aides-toi des connaissances acquises, lors du précédent exercices pour configurer les paramètres IP et activer les interfaces fa0/0 de LinuxGW, fa1/0 et fa6/0 et fa0/0 de ARWEN.

Note : l'interface fa1/0 de LinuxGW est déjà configurée, tu ne DOIT PAS y toucher.



Bilan

Tous les liens sont-ils en vert ? _____ (si ce n'est pas le cas, re-vérifie les **paramètres IP** et **l'activation** des interfaces des routeurs et des hôtes.)

Tests et vérifications

Cliquer sur "Gestion"

Aller dans => *Command Prompt*

- Faire un "ipconfig /all" pour vérifier les paramètres
- Faire un ping vers Radio (192.168.1.80), arwen (172.16.1.254), vers LinuxGW (10.10.10.254)
- Remplir le tableau suivant :

destination du ping	% de perte	temps moyen	conclusion ?
Radio (192.168.1.80)			
arwen (172.16.1.254)			
LinuxGW (10.10.10.254)			

Après avoir consulté la table de routage de LinuxGW, explique pourquoi le ping de GESTION vers LinuxGW ne fonctionne pas (*indice : y a t-il une route vers 172.16.1.0/24 ?*) :

3) Tu vas maintenant **activer le protocole de routage dynamique RIPv2** sur les interfaces fa0/0 de LinuxGW, fa1/0 et fa6/0 de ARWEN, pour que ces deux routeurs échangent les informations sur les routes qu'ils connaissent.

Note : l'interface fa1/0 de LinuxGW est déjà configurée, vous de DEVEZ PAS y toucher.

Cliquer sur "**Tech**"

Aller dans => *Desktop* => Terminal => cliquer sur "ok"

- Pour vous mettre en mode admin, tapez : "**enable**"
- Pour vous mettre en mode configuration, tapez : "**conf t**"
- Pour configurer le protocole rip, tapez : "router rip"
- Pour sélectionner le version 2 de rip, taper : " version 2"
- pour activer le protocole rip sur 192.168.1.0, taper : "**network 192.168.1.0**"
- pour activer le protocole rip sur 172.16.1.0, taper : "**network 172.16.1.0**"
- pour activer le protocole rip sur 10.10.10.0, taper : "**network 10.10.10.0**"
- taper : "no auto-summary"
- taper : "exit"

Cliquer sur "**LinuxGW**"

Aller dans => *CLI* => cliquer sur "Entrée"

- Pour vous mettre en mode admin, tapez : "**enable**"
- Pour vous mettre en mode configuration, tapez : "**conf t**"
- Pour configurer le protocole rip, tapez : "router rip"
- Pour sélectionner le version 2 de rip, taper : " version 2"
- pour activer le protocole rip sur 10.10.10.0, taper : "**network 10.10.10.0**"
- taper : "no auto-summary"
- taper : "exit"

Constatation

Coller ci-dessous une copie d'écran des tables de routage de ARWEN (3 routes) et LinuxGW (4 routes).
Surligner les routes apprises via le protocole RIPv2

Que signifie le "C" au début de certaines routes ? _____

Vérification

Cliquer sur "Gestion"

Aller dans => *Command Prompt*

- Faire un ping vers LinuxGW (10.10.10.254) et vers INTERNET (209.34.6.43)
- Remplir le tableau suivant :

destination du ping	% de perte	temps moyen	conclusion ?
LinuxGW (10.10.10.254)			
INTERNET (209.34.6.43)			

Expliquer pourquoi le poste GESTION peut maintenant communiquer avec LinuxGW ? (*indice : recopier ci-dessous la route qui le permet*)

Expliquer pourquoi, dans cette configuration, le poste GESTION ne peut PAS accéder à INTERNET ? (*indice : que manque-t-il dans la table de routage d'arwen ?*)

4) Tu dois maintenant ajouter **la route par défaut** sur ARWEN, qui permettra aux postes du réseau local 172.16.1.0/24 et 192.168.1.0/24 d'aller vers INTERNET :

Cliquer sur "**Tech**"

Aller dans => *Desktop* => Terminal => cliquer sur "ok"

- Pour vous mettre en mode admin, tapez : "enable"
- Pour vous mettre en mode configuration, tapez : "conf t"
- Pour ajouter une route statique, taper : " **ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.10.10.254**"
- taper : "exit"

Vérifier la table de routage, quelle ligne a été ajoutée ?

Que signifie le "S" a gauche de cette ligne ?

Que signifie le " * " a droite du "S" ?

Vérification

Cliquer sur "Gestion"

Aller dans => *Command Prompt*

- Faire un ping vers vers INTERNET (209.34.6.43)
- Remplir le tableau suivant :

destination du ping	% de perte	temps moyen	conclusion ?
INTERNET (209.34.6.43)			

Recopier la ligne qui permet d'aller vers INTERNET dans la table de routage d'ARWEN :

Recopier la ligne qui permet d'aller vers INTERNET dans la table de routage de LinuxGW :

Conclusion

Expliques dans tes propres termes pourquoi cet exercice a été réalisé avec succès :

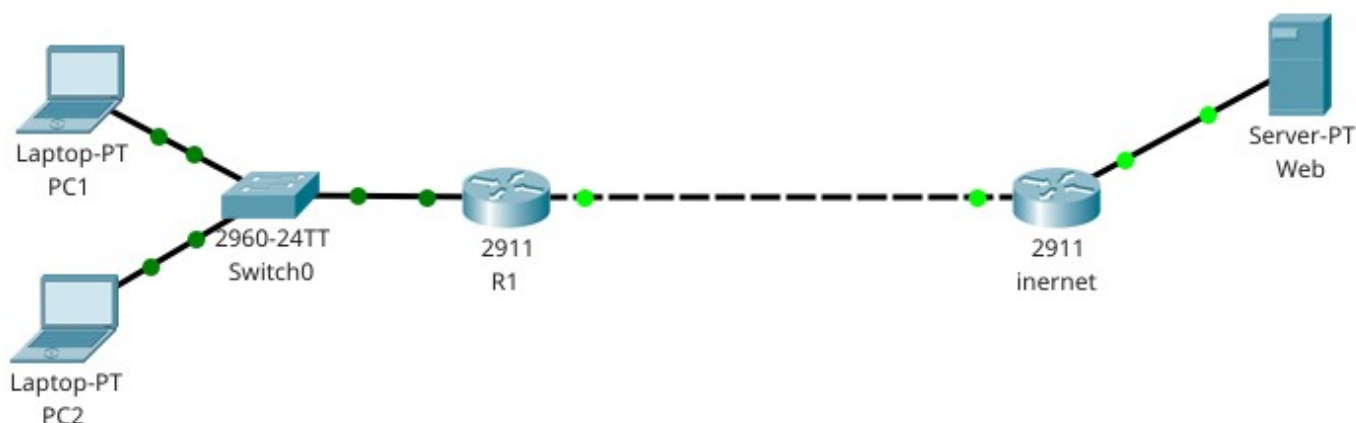
EXERCICE PACKET TRACER 3

Télécharger et lancer l'exercice : "**exercice PT routage 3.pkt**"

Sujet de l'exercice

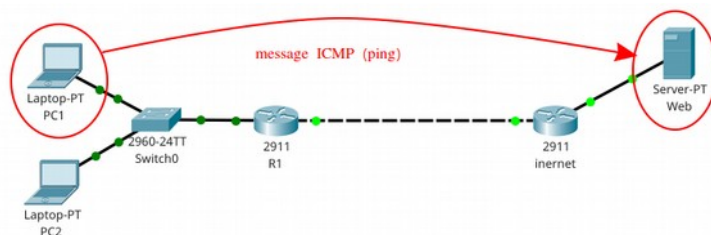
Note : dans l'exercice suivant tous les masques sont en /24

Dans les TP précédents nous avons créé des réseaux très théoriques où les PC étaient reliés directement aux routeurs. Dans la réalité les PC sont reliés aux switches qui sont eux-même reliés aux routeurs :



Ce 3ème TP va te permettre de découvrir un autre mécanisme important dans le routage, dans lequel la couche 2 (liaison) et la couche 3 (réseau) du modèle OSI ont chacun un rôle à jouer.

Dans ce TP, PC1 envoie une requête ICMP (un 'ping') vers un serveur Web qui est à l'extérieur du réseau local : la trame doit donc sortir par le routeur R1



Le but du TP est de résoudre ce mystère :

pourquoi le switch 'Switch0' transmet-il la trame envoyée par PC1 au routeur R1 alors que ce n'est pas lui le destinataire de ce message ? Comment « sait-il » que la trame doit passer par le routeur R1 pour atteindre sa destination ?

La solution est dans une étude attentive de l'entête de la trame envoyée par PC1

Relever les indicateurs de fonctionnement

Avant de continuer tu vas d'abord vérifier que tout est bien configuré et que tout fonctionne dans ce réseau. Rempli le tableau suivant en faisant tous les tests nécessaires :

Vérification	Résultat
Adresse IP et passerelle de PC1	
Adresse IP et passerelle de PC2	
Adresses IP du routeur R1 (2 adresses)	
Route par défaut du routeur R1	
Adresses IP du routeur internet (2 adresses)	
Route statiques du routeur internet	
Adresse IP et passerelle du serveur Web	
Ping de PC1 vers R1	
Ping de PC1 vers internet	
Ping de PC1 vers Web	

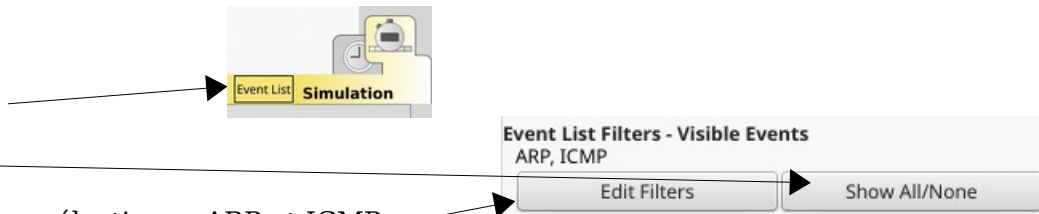
Le schéma comporte 3 réseaux IP ; cites-les :

-
-
-

Analyse des trames routées

1. Cliques sur :

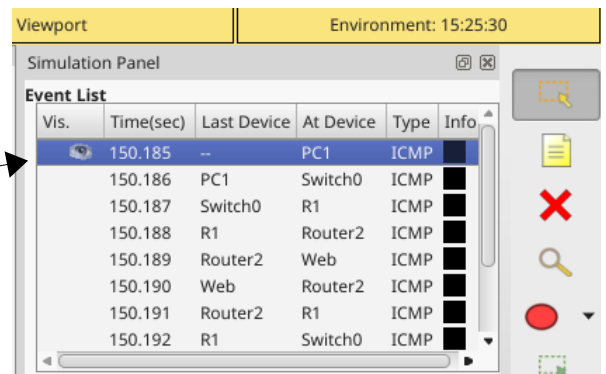
- « simulation »
- show all/none
- edit filters → IPv4 → sélectionne ARP et ICMP
- « auto capture play »



2. Dans le « command prompt » de PC1, fais un :

- ping 209.0.0.2
- observes le trajet aller/retour de la trame ICMP, dans quels matériels a-t-elle transité ?

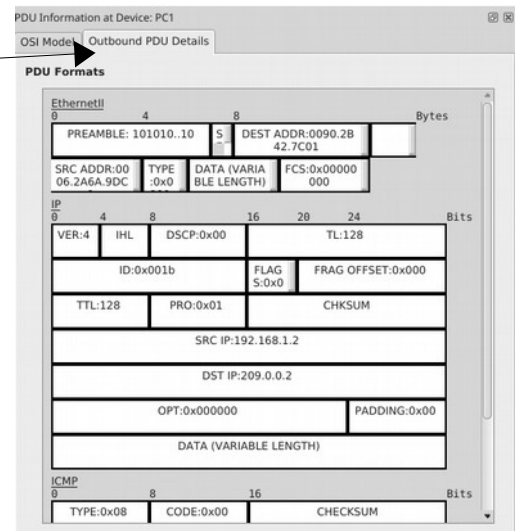
3. Une fois la réponse ICMP revenue à PC1, cliques à nouveau sur « auto capture play » pour arrêter la capture des trames, puis...



Double-clic sur le premier paquet ICMP envoyé par PC1

Dans la fenêtre qui s'ouvre cliques sur :

Outbound PDU Détails



Dans cette fenêtre relève les informations suivantes :

- Adresse MAC de destination
- Adresse IP de destination

Puis rempli le tableau suivant, en identifiant les machines correspondants à ces adresses :

	Valeur de l'adresse	Machine correspondante
Adresse MAC destinataire		
Adresse IP destinataire		

Maintenant tu as tous les indices en main ! Expliques pourquoi le switch envoie la trame au routeur R1, bien qu'elle soit au final destinée au serveur Web 209.0.0.2 :

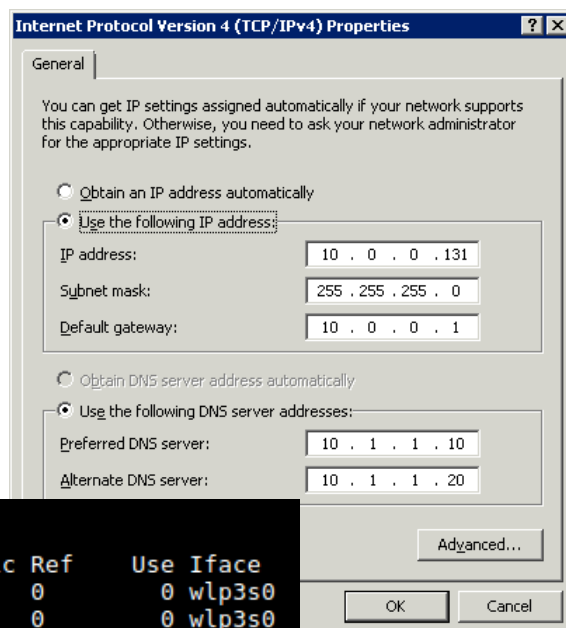
Mécanisme de routage

Le logiciel réseau d'un PC (que ce soit Windows, MAC OS ou Linux), réagit d'une manière spéciale quand la machine destinataire du message est à l'extérieur du réseau local. Elle fabrique alors une trame spéciale avec ces 2 éléments « contradictoires » :

- fixe l'adresse IP de destination avec l'adresse IP du destinataire réel
- fixe l'adresse MAC de destination avec l'adresse MAC de la « passerelle par défaut »

Exercice 1 : Dans la boîte de configuration d'une machine Windows, entoure la configuration de la passerelle par défaut :

Exercice 2 : Dans le résultat de la commande « route -n » d'une machine Linux, entoure la configuration de la passerelle par défaut :



```
@ASUS /opt/pt/bin $ route -n
Table de routage IP du noyau
Destination      Passerelle      Genmask         Indic Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0          192.168.7.254  0.0.0.0        UG    600    0     0    wlp3s0
10.0.0.0         0.0.0.0        255.255.255.0  U     600    0     0    wlp3s0
169.254.0.0     0.0.0.0        255.255.0.0    U    1000    0     0    wlp3s0
192.168.7.0     0.0.0.0        255.255.255.0  U     600    0     0    wlp3s0
```

Problème : quand on configure un ordinateur, on indique l'adresse IP de la « passerelle par défaut », et non son adresse MAC ; comment l'ordinateur peut-il donc connaître l'adresse MAC de la « passerelle par défaut » ?

Réponse : pour le comprendre, effectue les manip suivantes :

- relève l'adresse IP de la « passerelle par défaut » de ta machine Windows avec la commande « ipconfig /all »

- affiche le contenu de la table ARP de ton ordinateur Windows avec la commande « arp -a » ; l'adresse MAC de la passerelle par défaut est-elle présente dans cette table ?

Conclusion : l'ordinateur connaît l'adresse MAC de la passerelle par défaut grâce à sa table ARP

Conclusion de l'exercice 3 : mécanisme de routage

Une trame qui a besoin d'être routée (c'est-à-dire de passer d'un réseau IP à un autre réseau IP) contient toujours ces 2 informations :

- l'adresse IP destinataire est celle du destinataire final (ex : un serveur Web,...)
- l'adresse MAC destinataire est celle du prochain routeur à traverser.

En conséquence, si la trame doit traverser plusieurs routeurs avant d'arriver à destination, la valeur de « l'adresse MAC destinataire » sera modifiée plusieurs fois pendant le trajet, alors que l'adresse IP destinataire ne change pas

Pour le vérifier, reprends les captures de trames de Packet Tracer et rempli le tableau suivant avec les informations contenues dans les trames (en utilisant toujours l'onglet « Outbound PDU Détails ») :

Analyse des trames ICMP capturées			
Trame « at device »	Adresse MAC destinataire	Nom de la machine correspondant à cette @MAC	Adresse IP destinataire
PC1			
R1			
internet			