






1. Comment faire communiquer deux ordinateurs ?

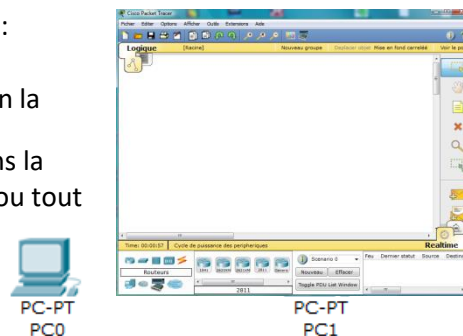
1.1. Communication poste à poste entre deux ordinateurs

A l'aide du logiciel de simulation « réseau » Packet Tracer, nous allons relier les deux ordinateurs via leurs cartes réseau. On appelle cela un réseau « poste à poste ».



1.1.1. *Création sous le logiciel Packet Tracer*

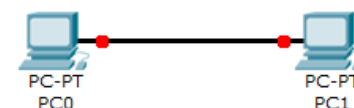
Lancez le logiciel CISCO PACKET TRACER, vous devez obtenir la fenêtre suivante :

Pour ajouter un poste dans votre réseau, sélectionner en bas à gauche de l'écran la rubrique « terminaux » , cliquer sur l'icône « Generic »  puis cliquer dans la fenêtre pour y déposer un premier poste : PC-PT PC0. Pour supprimer ce poste ou tout autre élément, cliquer sur l'icône « Delete (Del) »  à droite de l'écran puis sélectionner l'élément à supprimer.





Créer 2 postes « Generic », vous devez obtenir cela :

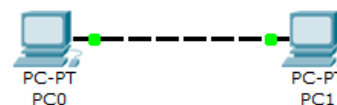
Maintenant, il faut relier par un câble nos deux postes : sélectionner en bas à gauche la rubrique « connexions »  puis choisissez un « câble droit » , cliquer sur l'un et l'autre poste afin de les relier entre eux (choisir FastEthernet0), vous devez obtenir le résultat suivant :




Les points de couleur rouge indiquent qu'il y a un problème dans l'installation de notre réseau. Il s'agit ici du fait qu'un câble réseau droit a été utilisé. L'objectif n'étant pas ici de traiter les différents types de câble, notez juste que pour relier des postes directement entre eux, il faut utiliser un câble réseau croisé.

Modifiez votre réseau : effacer le câble droit (icône delete  puis suppression) et remplacez-le par un câble croisé .

Les points de couleur verte indiquent que la configuration matérielle est correcte et que les postes ont maintenant la possibilité de communiquer entre eux.




Remarque : en choisissant une connexion automatique , le logiciel choisi automatiquement le câble adéquat (si les interfaces sont présentes sur les unités)

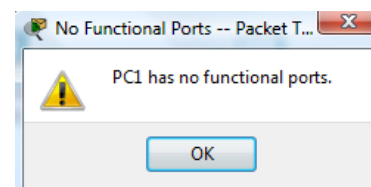
1.1.2. *Faire communiquer les deux postes*

Nous allons maintenant faire communiquer entre eux les 2 postes de notre réseau.

Lorsqu'un poste envoie des données à un matériel connecté au réseau, on dit qu'il émet une « Unité de Données ». Une « Unité de Données » désigne un bloc d'informations qui circule sur un support.

Un PDU (**Protocol Data Unit**) ou *Unité de données de protocole* est l'ensemble des informations échangées.

Cliquer sur l'icône « Add simple PDU » , cliquer ensuite dans l'ordre sur le poste émetteur de l'information puis sur le destinataire. Nous obtenons le message suivant :




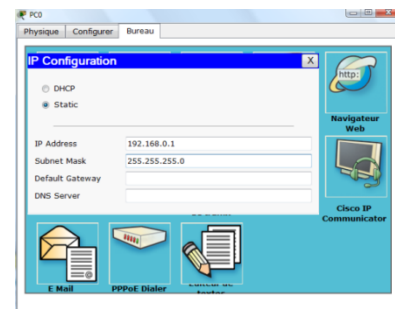
Selon vous, pourquoi l'information ne peut pas circuler ? Emettez quelques hypothèses ci-dessous :

Les adresses IP ainsi que masque ne sont pas renseignés sur les 2 PC

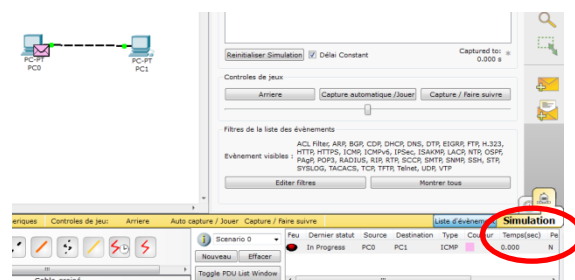
1.1.3. Adressage des hôtes du réseau poste à poste

Nous allons définir des adresses IP (Internet Protocol) pour chaque poste :

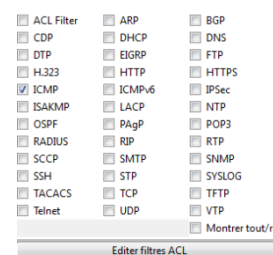
Cliquer sur l'icône « Select »  puis cliquer sur l'un des postes pour ouvrir sa fenêtre de configuration, choisir l'onglet « bureau » puis « IP Configuration », taper l'adresse : 192.168.0.1, cliquer dans la zone du masque de sous-réseau (« Subnet mask »), celui-ci sera défini automatiquement : 255.255.255.0. Faire de même pour l'autre poste avec l'adresse IP 192.168.0.2



Recommencer l'envoi d'une trame entre les 2 postes : cette fois la transmission s'est normalement déroulée...mais en temps réel, ce qui explique que l'on n'ait rien vu car on n'a pas eu le temps de voir quelque chose ! Pour ralentir le temps, passer en mode « simulation » en cliquant sur l'icône en bas à droite de l'écran :




Cliquer sur « Editer filtres » puis décocher l'option « montrer tout » et cocher UNIQUEMENT le protocole ICMP : nous ferons cela pour chaque simulation tout au long de cette activité, nous ne visualiserons que l'échange des données au niveau du protocole ICMP. Il faudra donc penser à chaque nouvelle construction de réseau à décocher l'ensemble des protocoles et ne laisser que le protocole ICMP. Le protocole ICMP est utilisé pour véhiculer des messages de contrôle et d'erreur.



Cliquer sur « capture automatique/jouer » et observer l'animation entre les 2 postes (Vous pouvez aussi réinitialiser la simulation et la rejouer si nécessaire). Pour recommencer la simulation à partir de zéro, cliquer en bas sur « Effacer » au niveau du « scénario 0 ». L'option « capture/ faire suivre » correspond à un mode « pas à pas » où il faut cliquer à chaque fois pour voir les échanges de données entre les postes.

Qu'observe-t-on ? Décrivez ci-dessous ce qu'il se passe :

La communication entre les deux PC a fonctionné : visualisation de l'échange aller / retour

Cliquer sur l'enveloppe  pour ouvrir le PDU. Dans quelle couche réseau du modèle OSI retrouve-t-on les adresses IP des postes ? Que trouve-t-on dans la couche 2 ?

Couche 3 IP

Sur la couche 2 du modèle OSI, les PDU(s) sont des trames . Ils contiennent des adresses physiques plus connues sous l'acronyme d'adresses MAC (Media Access Control).

Vous pouvez enregistrer votre réseau en faisant « Fichier » puis « Enregistrer comme *.pkt ». Par défaut, le répertoire d'enregistrement est celui du logiciel. Il vous appartient d'en choisir un ou d'en nommer un nouveau pour sauvegarder votre réseau.

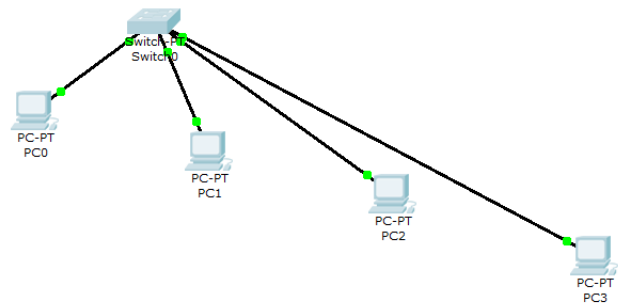
2. Comment faire communiquer plusieurs ordinateurs entre eux ?

2.1. A l'aide d'un réseau filaire

Pour cela, nous allons simuler un réseau composé de 4 ordinateurs et d'un switch.

Avec le logiciel « Packet tracer », réalisez le réseau constitué de 4 PC(s) et d'un switch (commutateur) ci-dessous. Puis affectez l'adressage IP des PC(s) selon le plan d'adressage suivant :

PC0 192.168.0.1 masque 255.255.255.0
 PC1 192.168.0.2 masque 255.255.255.0
 PC2 192.168.0.3 masque 255.255.255.0
 PC3 192.168.0.4 masque 255.255.255.0



- a) Envoyer un message (add simple PDU) de PC0 vers PC2, en respectant les consignes du précédent paragraphe (simulation / ICMP / capture automatique/jouer). Décrire ce qu'il se passe.

La communication entre les deux PC a fonctionné : visualisation de l'échange aller / retour

- b) Faire de même de PC3 vers PC1

Idem . La communication entre les deux PC a fonctionné : visualisation de l'échange aller / retour

- c) Il existe un autre moyen pour tester la communication entre postes au sein d'un réseau : la commande « ping » (acronyme de Packet INternet Groper). Cette commande permet de tester l'accessibilité à une autre machine (adresse IP) à travers le réseau. Ping utilise une requête ICMP « Echo » et attend en retour une réponse « Echo reply ».

ICMP (Internet Control Message Protocol) est l'un des protocoles fondamentaux constituant la suite de protocoles Internet. Il est utilisé pour véhiculer des messages de contrôle et d'erreur pour cette suite de protocoles, par exemple lorsqu'un service ou un hôte est inaccessible.

Exemple : ping 10.3.45.150

A l'aide du logiciel « Packet tracer », Testez la communication des 4 PC entre eux avec la commande « ping ». Pour ce faire :

- Clic droit sur le PC
- Sélection de l'onglet « Desktop »
- Puis sélection de l'icône « Command Prompt »



Dans la fenêtre qui apparaît, après le prompt C:\>, tapez la commande « ping <adresse IP du PC destinataire de requête echo> »

Faites un test de communication pour chaque PC.

Qu'observe-t-on ? Analysez chaque « echo reply » et en déduire l'accessibilité de chaque PC

La communication entre les pc fonctionne, la commande est exécutée 4 fois, 32 octets sont échangés (normalisé), le temps moyen d'un aller / retour est indiqué

- d) Tests de communication à l'aide de « Packet Tracer »

Premier Test

Modifiez l'adresse IP de PC3 en 192.168.6.4 – masque 255.255.255.0. Envoyer un « ping » depuis PC0, PC1 et PC2 vers PC3. Que se passe-t-il ?

La communication est en échec

Analyse

Faites un « ET » logique entre l'adresse IP de PC0 et son masque puis notez le résultat obtenu :

Test 1	En décimal							En binaire			
Adresse IP PC0		192.	168.	0.	1			11000000.	10101000.	000000000.	00000001
Opération logique	&						&				
masque		255.	255.	255.	0			11111111.	11111111.	11111111.	00000000
Résultat		192.	168.	0.	0			11000000.	10101000.	000000000.	00000000

Le résultat obtenu est l'adresse IP du réseau auquel appartient PC0.

Faites un « ET » logique entre l'adresse IP de PC3 et son masque puis notez le résultat obtenu, c'est à dire l'adresse IP du réseau auquel appartient PC3.

Test 1	En décimal							En binaire			
Adresse IP PC3		192.	168.	6.	4			11000000.	10101000.	000000110.	00000100
Opération logique	&						&				
masque		255.	255.	255.	0			11111111.	11111111.	11111111.	00000000
Résultat		192.	168.	6.	0			11000000.	10101000.	000000110.	00000000

Comparez les deux résultats issus des opérations et expliquez.

Nous avons deux adresses de réseau différentes, la communication ne peut pas s'établir car ils ne sont pas dans le même réseau local.

Deuxième Test

Modifiez l'adresse IP de PC3 en 192.168.0.126 – masque 255.255.255.128. Envoyer un « ping » depuis PC0, PC1 et PC2 vers PC3. Que se passe-t-il ?

La communication fonctionne entre les PC

Analyse

Faites un « ET » logique entre l'adresse IP de PC3 et son masque puis notez le résultat obtenu, c'est à dire l'adresse du réseau auquel appartient PC3.

Test 2	En décimal							En binaire			
Adresse IP PC3		192.	168.	0.	126			11000000.	10101000.	000000000.	01111110
Opération logique	&						&				
masque		255.	255.	255.	128			11111111.	11111111.	11111111.	10000000
Résultat		192.	168.	0.	0			11000000.	10101000.	000000000.	00000000

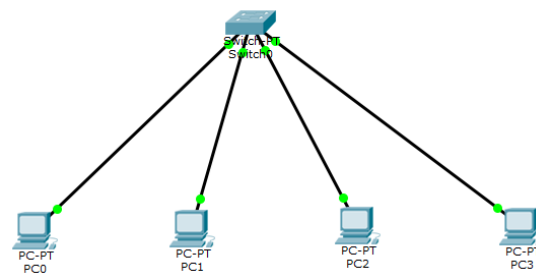
Comparez l'adresse IP de réseau auquel appartient PC0 obtenue avec le test 1 et l'adresse IP de réseau auquel appartient PC3 obtenue avec le test 2. Conclure quant à la communication des postes au cours du Test 2.

Les deux PC ont la même adresse de réseau, la communication entre les deux PC est possible (fonctionne). Ils font parti du même réseau local.

Troisième Test

Nous reprenons le plan d'adressage du réseau initial, à savoir :

PC0 192.168.0.1 /24
 PC1 192.168.0.2 /24
 PC2 192.168.0.3 /24
 PC3 192.168.0.4 /24



Il s'agit du même plan d'adressage que celui utilisé au début du chapitre. La seule différence est la façon de l'exprimer. En effet, ci-dessus, nous écrivons le plan d'adressage en notation CIDR (Classless Inter Domain Routing ou « routage sans classes entre domaines »). Le « /24 » nous permet de connaître le masque utilisé pour ce réseau. « 24 » signifie que les 24 premiers bits du masque sont positionnés à 1. Et par conséquent, les 8 derniers bits du masque sont positionnés à 0.

Dans notre exemple, l'adresse IP du masque s'écrit :

- En notation binaire pointée :

11111111.	11111111.	11111111.	00000000
-----------	-----------	-----------	----------

- En notation décimale pointée :

255.	255.	255.	0
------	------	------	---

Depuis le poste PC0, taper la commande « ping 192.168.0.255 ». Quel résultat obtenez-vous ?

Les 3 PC du réseau répondent

Combien de requête ICMP « Echo » ont été envoyées par PC0 ? Combien de requête ICMP « Echo Reply » ont été reçues ? Par quel poste ? Combien de paquets ont été reçus par PC1 ? par PC2 ? par PC3 ? A quoi correspondent ces paquets ?

4 envois par PC0, 4 réponses de PC1, 4 réponses de PC2, 4 réponses de PC3

Analyse

Faites un « ET » logique entre l'adresse IP paramètre de la commande « ping » et son masque puis notez le résultat obtenu, c'est à dire l'adresse du réseau auquel appartient PC3.

Test 3	En décimal				En binaire			
Adresse IP « ping »	192.	168.	0.	255	11000000.	10101000.	00000000.	11111111
Opération logique	&				&			
masque	255.	255.	255.	0	11111111.	11111111.	11111111.	00000000
Résultat	192.	168.	0.	0	11000000.	10101000.	00000000.	00000000

Quelle partie de l'adresse IP du « ping » comporte tous ses bits à 1 ? A quelle valeur sont positionnés les bits de la partie correspondante dans l'adresse IP du masque ?

Réponse donnée ci-dessous

La partie de l'adresse IP correspondant exactement à la partie du masque dans laquelle tous les bits sont positionnés à 1 s'appelle la « Partie Réseau » de l'adresse IP.

La partie de l'adresse IP correspondant exactement à la partie du masque dans laquelle tous les bits sont positionnés à 0 s'appelle la « Partie Hôte » de l'adresse IP. C'est elle qui contient le numéro unique de l'hôte dans le réseau.

En considérant le résultat obtenu à l'issue de notre test, qu'observe-t-on lorsqu'on utilise une adresse IP dont tous les bits de la « Partie Hôte » sont à 1 ?

Le message s'adresse à toutes les machines du réseau, toutes les machines du réseau sont destinataire du message et vont donc répondre si elles sont joignables.

Quel type d'adresse IP utilise-t-on lorsque tous les bits de la « Partie Hôte » sont à 0 ?

Adresse du sous réseau (ou du réseau)

e) Relevez ci-dessous les adresses MAC des 4 cartes réseaux Ethernet des PC.

PC	Adresse MAC
PC1	
PC2	
PC3	
PC4	

f) Switch : affichez la table de correspondance adresse MAC / n° du port.
Pour cela cliquez sur le commutateur « switch0 » et sous l'onglet « CLI » :

- appuyez sur la touche "entrée" de votre clavier,
- tapez la commande suivante : Switch> **show mac-address-table**
- relevez le contenu de cette table. Que contient cette table ?

```
Switch>show mac-address-table
Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports
----    -
1       0006.2aa7.8293   DYNAMIC   Fa2/1
1       0009.7ce9.72b6   DYNAMIC   Fa0/1
1       000a.f3e0.65b5   DYNAMIC   Fa1/1
1       00e0.8f38.9d2b   DYNAMIC   Fa3/1
```

g) Test de communication sur les PC(s) du laboratoire

Vérifiez l'adresse IP du poste sur lequel vous travaillez à l'aide de la commande « ipconfig ». (Menu démarrer / exécuter / cmd / ipconfig).

Après avoir relevé l'adresse IP du poste voisin, vérifiez la bonne communication entre vos deux postes réciproquement. Indiquez ci-dessous la procédure à suivre :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

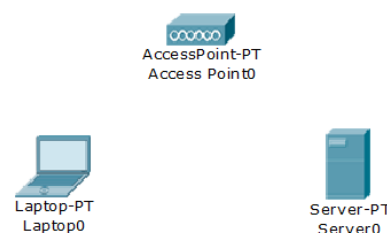
.....

2.2. A l'aide d'un réseau sans fil (Wi-Fi)

Nous allons simuler un réseau sans fil Wi-Fi (Wireless-Fidelity) constitué d'un ordinateur portable, d'un serveur et d'un point d'accès Wi-Fi.

A l'aide du logiciel « Packet tracer », créer un nouveau réseau constitué de :

- un ordinateur portable (Laptop-PT Generic),
- un serveur (server-PT Generic),
- un point d'accès Wi-Fi (access point-PT Generic) :



Aucun des terminaux ne peut se connecter au point d'accès car ils n'ont pas de connexions Wi-Fi.

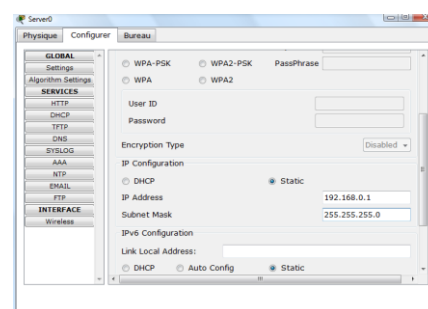
Cliquer sur le serveur pour ouvrir sa fenêtre de propriétés, onglet « physique », sur la face arrière visible, éteindre le serveur et remplacer le connecteur Fast Ethernet (PT-HOST-NM-1CFE) par un connecteur Wireless (PT-HOST-NM-1W). Rallumer le serveur.



Nous allons maintenant lui donner une adresse IP fixe.

Choisir l'onglet « configurer » puis cliquer sur l'interface « Wireless0 ».

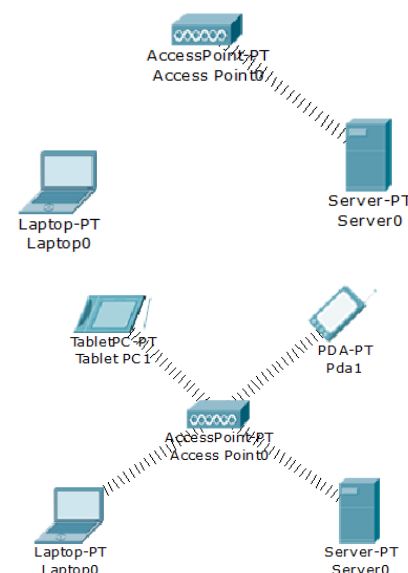
Dans la rubrique « IP configuration, cochez « Static » puis rentrer l'adresse IP 192.168.0.1 avec le masque de sous-réseau 255.255.255.0. Fermer la fenêtre.



Que constatez-vous sur le schéma du réseau ? Qu'est-ce que cela signifie au niveau du serveur ?

Les liaisons wifi s'établissent entre chaque appareil, le serveur établit les liaisons de façon auto.

De la même façon, configurer l'ordinateur portable en remplaçant le connecteur. Laissez (ou mettez) sa configuration IP en mode DHCP



Rajouter 2 autres périphériques sans fils :

- une tablette PC
- un PDA (rubrique « terminaux »)

a) Quelle remarque peut-on faire au sujet de l'adresse IP des terminaux rajoutés ? et de celle de l'ordinateur portable ?

Le serveur attribue de façon auto les adresses IP des PC : service DHCP

- b) Simuler l'envoi de « PDU » entre ces différents périphériques.
- c) Tous ces appareils communiquent ils entre eux ?

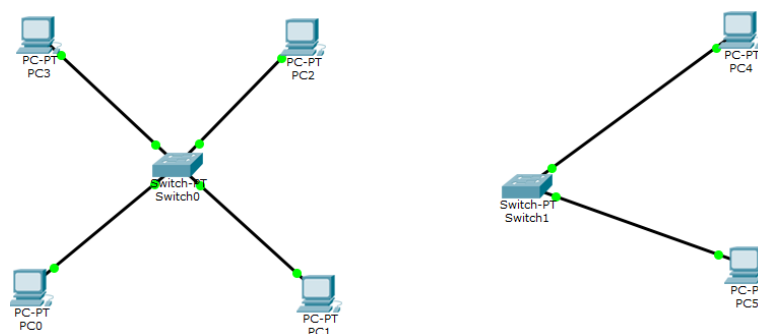
OUI

3. Comment les ordinateurs d'un réseau local peuvent-ils communiquer sur le réseau internet ?


3.1. Découverte d'un réseau constitué de sous-réseaux

Réaliser le réseau ci-contre de façon à avoir deux sous réseaux ayant une adresse IP différente :

- Sous réseau de gauche avec 1 commutateur (switch) et 4 postes. Adresse de sous réseau : 192.168.0.0/24
- Sous réseau de droite avec 1 commutateur (switch) et 2 postes. Adresse de sous réseau : 172.16.0.0/16



Puis ajoutez un routeur entre les deux réseaux : rubrique « routeurs » puis choisir le routeur « 1841 »

Connecter le routeur au premier switch (réseau de gauche) puis au deuxième switch (réseau de droite). Choisir des connexions automatiques. 

De quelle couleur sont les liaisons entre les switch(s) et le routeur ? Pourquoi selon vous ?

Rouges, la configuration n'est pas terminée : adresses IP routeur

La configuration du routeur devra respecter les contraintes suivantes :

- Le port du routeur relié au sous réseau gauche doit posséder une adresse IP de ce sous-réseau, c'est-à-dire compatible avec le plan d'adressage du sous réseau gauche.
- Le port du routeur relié au sous réseau droit doit posséder une adresse IP de ce sous-réseau, c'est-à-dire compatible avec le plan d'adressage du sous réseau droit.

A l'issue de cette configuration, de quelle couleur sont les liaisons entre les switches et le routeur ?

Vertes

En mode "Realtime" et lancer un ping depuis PC0 vers PC4. Que se passe-t-il ?

Echec de la communication

Cliquer sur PC0, onglet « Bureau », icône « Configuration IP ». Saisissez l'adresse IP du port du routeur relié au sous réseau gauche dans le champ « Default Gateway ». Puis en passant la souris sur le poste « PC0 », vérifiez que l'adresse IP de la passerelle (Gateway) est bien prise en compte.

Cliquer sur PC4, onglet « Bureau », icône « Configuration IP ». Saisissez l'adresse IP du port du routeur relié au sous réseau droit dans le champ « Default Gateway ». Puis en passant la souris sur le poste « PC4 », vérifiez que l'adresse IP de la passerelle (Gateway) est bien prise en compte.

En mode « Simulation » depuis PC0, envoyer de nouveau un « PDU » à PC4. Qu'observez-vous ?

Communication réussie

En mode "Realtime", lancer un « ping » depuis PC0 vers PC4. Quel résultat obtenez-vous ?

Communication réussie

Maintenant, en mode « Simulation » depuis PC0, envoyer un « PDU » à PC5. Qu'observez-vous ?

Echec



Cliquez sur l'enveloppe PC-PT PC5 puis proposez une correction afin que la communication entre PC0 et PC5 soit effective comme cela était le cas entre PC0 et PC4 précédemment.

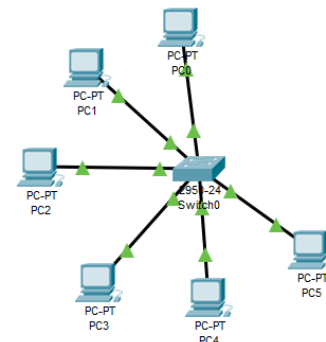
3.2. Dimensionnement d'un réseau d'une entreprise

Les postes informatiques sont répartis en deux sous-réseaux, reliés par un routeur

3.2.1. Etude du sous réseau A

Réaliser le sous réseau A constitué de six machines selon le plan d'adressage suivant :

PC0 172.16.0.1 /16
 PC1 172.16.0.2 /16
 PC2 172.16.0.3 /16
 PC3 172.16.0.4 /16
 PC4 172.16.0.5 /16
 PC5 172.16.0.6 /16



Calculez l'adresse du sous réseau A :

172.16.0.0

Depuis la machine PC5 et à l'aide de la commande « ping », envoyez un message « echo request » à toutes les autres machines du sous réseau A. Quelle adresse IP utilisez-vous en argument de la commande « ping » ?

172.16.255.255

Cette adresse s'appelle l'adresse de multidiffusion (broadcast) du sous réseau A.

A partir du masque, déterminez le nombre de bits de la « Partie Hôte » ?

16 bits

En déduire le nombre potentiel de postes sur le sous réseau A.

2^{16}

Affiner ce nombre après avoir pris en compte l'adresse IP du sous réseau A ainsi que l'adresse IP de multidiffusion.

$2^{16}-2$

En fait, le service informatique de l'entreprise prévoit un nombre maximum de 20 postes. Compte tenu de cette prévision, calculez le nombre de bits de la « Partie Hôte » nécessaire et suffisant. On notera ce nombre N.


2^5

En déduire le nouveau masque du sous réseau A.

$32-5=27 \Rightarrow / 27$ 255.255.255.224

Configurez les 6 machines avec ce nouveau masque puis vérifiez que toutes les machines communiquent bien entre elles à l'aide de la commande « ping ».

Un employé de la société s'installe dans un bureau. Il vous demande de l'aider à connecter son ordinateur portable au sous réseau A. Il vous communique l'adresse IP de son poste : 172.16.0.40. A l'aide de « Packet Tracer », ajoutez le PC portable (Laptop) en le configurant et en le reliant au commutateur. Puis faites un test de communication depuis le PC5 en utilisant la commande « ping ».

Qu'observez-vous ? Renouvelez ce test en mode « Simulation » en envoyant un PDU depuis PC5 vers le Laptop. Après avoir analysé le résultat (clic sur l'enveloppe , proposez une correction pour connecter l'ordinateur portable de l'employé au sous réseau A.

Changer adresse IP : 172.16.0.7

Déduire de ce qui précède :

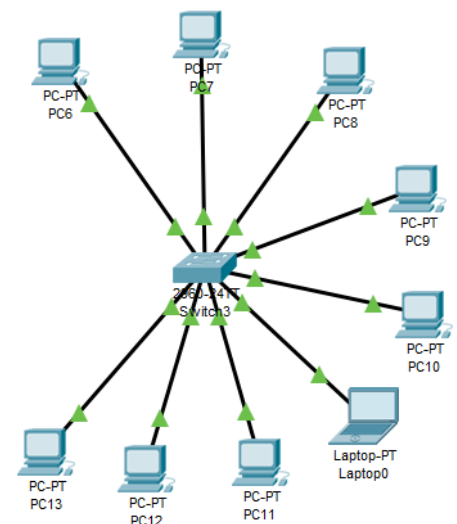
- la plus petite adresse IP d'hôte utilisable sur le sous réseau A
- la plus grande adresse IP d'hôte utilisable sur le sous réseau A

172.16.0.1
172.16.0.30

3.2.2. Etude du sous réseau B de l'entreprise

Réalisez le sous réseau B avec les caractéristiques suivantes :

- Il est actuellement constitué de neuf postes. La société prévoit d'inclure jusqu'à 34 postes informatiques dans ce sous réseau.
- Son adresse IP est : 172.16.0.64



Calculez le nombre maximum de postes du sous réseau :

$$2^6 - 2 = 62$$

En déduire le masque du sous réseau B en notation binaire puis décimale pointée.

$$32 - 6 = 26 \quad /26 \quad 255.255.255.192$$

En déduire :

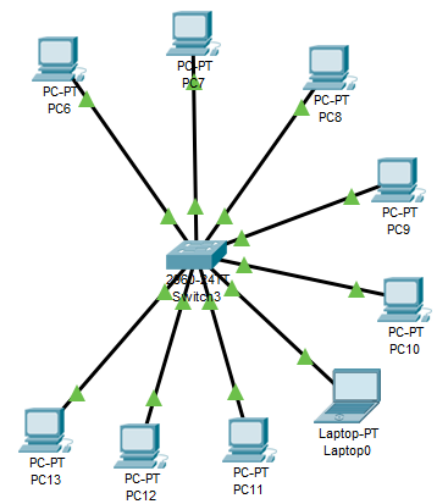
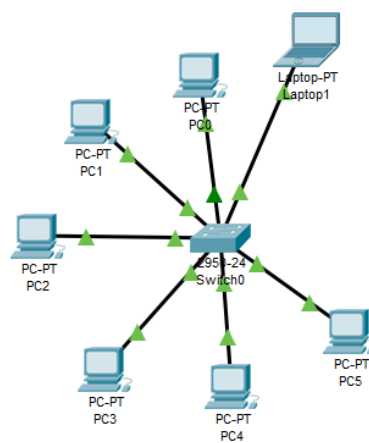
- la plus petite adresse IP d'hôte utilisable sur le sous réseau B
- la plus grande adresse IP d'hôte utilisable sur le sous réseau B

172.16.0.65

172.16.0.126

A l'aide de « Packet Tracer », construire le sous réseau B à côté du sous réseau A.

Vérifiez que tous les postes du sous réseau B communiquent bien entre eux.



Les postes du réseau A doivent pouvoir communiquer avec ceux du réseau B. Ajoutez un routeur puis configurez le afin d'atteindre cet objectif.