

Coté cours : les principes de base de la communication en réseau

Description du thème

| Propriétés | Description |
|----------------------------------|--|
| Intitulé long | Les principes de base de la communication en réseau |
| Formation(s) concernée(s) | BTS Services Informatiques aux Organisations |
| Matière(s) | SI2 |
| Présentation | <p>L'objectif général est de découvrir les différents éléments d'interconnexion nécessaires au fonctionnement d'un réseau.</p> <p>Les objectifs détaillés sont :</p> <ul style="list-style-type: none">• connaître les éléments composant un réseau informatique ;• décrire les caractéristiques apparentes de chaque élément ;• déterminer le rôle de chaque élément d'interconnexion ;• comprendre comment interconnecter les éléments les uns aux autres ;• appréhender la terminologie de base. <p>Cette ressource fournit des indications sur la façon d'introduire ces notions en BTS SIO. Elle correspond à une séance réelle qui pourrait être réalisée en début de module SI2. Elle peut faire suite à une précédente qui aurait consisté en une visite virtuelle et/ou réelle du réseau du lycée.</p> <p>La ressource comprend un cours réalisable en classe entière avec des ressources fournies et deux QCM.</p> |
| Savoirs | <p>Savoir-faire</p> <ul style="list-style-type: none">• Caractériser les éléments d'interconnexion d'un réseau <p>Savoirs associés</p> <ul style="list-style-type: none">• Modèles de référence associés aux architectures réseaux• Rôle et positionnement des éléments d'interconnexion dans les modèles de référence |
| Compétences | |
| Transversalité | |
| Prérequis | La visite réelle ou virtuelle d'un réseau peut être utile |
| Outils | <p>Simulateur Réseau. Même si les copies d'écran permettent de se passer de simulateur, nous fournissons les fichiers exploitables avec Sopirem en version 2 ou 3. La version 2 est disponible sur le site du réseau Certa.</p> <p>Il est aussi possible d'utiliser Packet Tracer mais la phase d'apprentissage du commutateur est plus difficile à visualiser (les couches 2 et 3 étant difficilement dissociables).</p> <p>Animations Flash (fichiers présents dans le dossier « animationsFlash » ou téléchargeable ici : http://reseaucerta.org/?q=content/simulateur-r%C3%A9seau)</p> |
| Mots-clés | commutateur routeur interconnexion réseau tcp ip |
| Durée | 3 heures |
| Auteur.e(s) | Apollonie Raffalli, Yann Barrot et David Duron |
| Version | v 1.0 |
| Date de publication | Septembre 2017 |

Contexte

Indications à destination des enseignants

Nous supposons que la séance précédente a consisté à découvrir l'environnement réseau d'un lycée. Les étudiants disposent ensuite d'une animation ou d'un diaporama rappelant les points clés de cette visite (voir <http://www.reseaucerta.org/content/visite-guid%C3%A9-dun-r%C3%A9seau>)

Cette séance peut débuter par un QCM (fichier `qcmValidationVisiteLycee.odt`) permettant de faire le point sur ce que les étudiants ont retenu de la visite du réseau.

Cette séance peut également se terminer par un QCM (fichier `qcmValidationComReseau.odt`) permettant de fixer ces notions générales.

Les deux QCM sont fournis dans le dossier « qcm ».

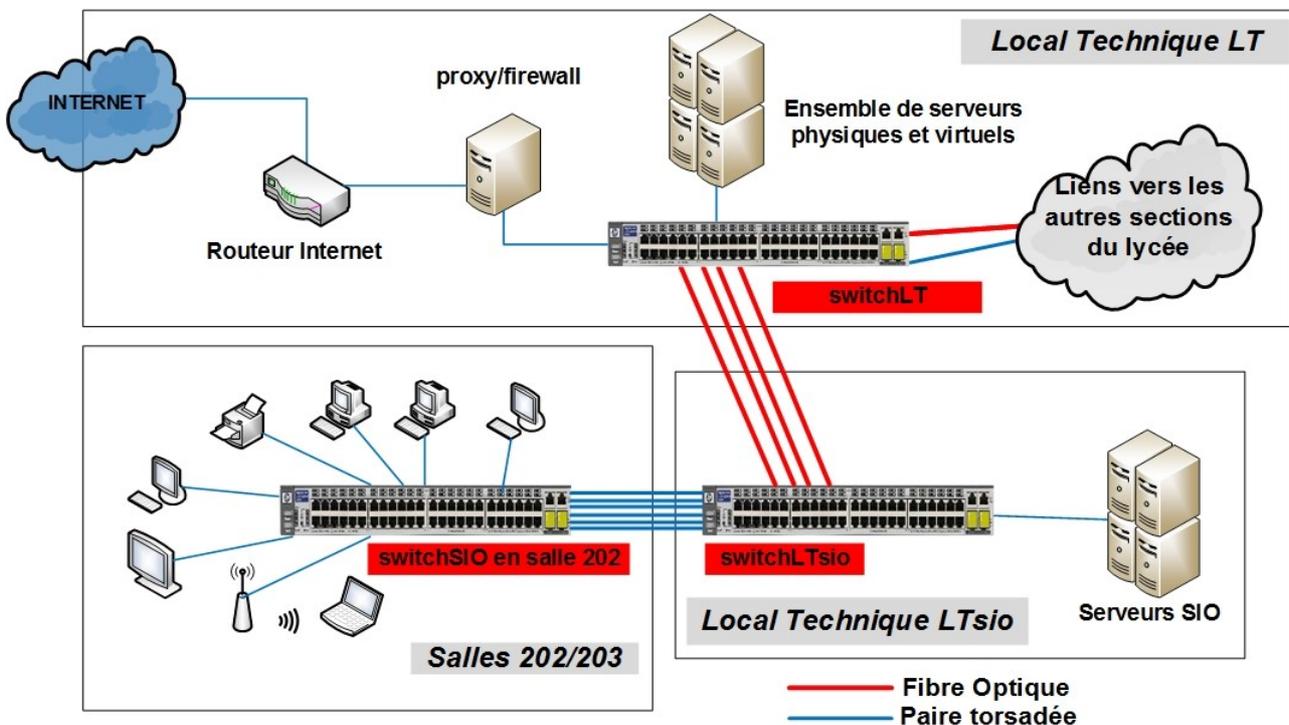
Nous avons vu dans la séance précédente que les principaux éléments physiques d'un réseau sont :

- **Les hôtes¹ ou Solutions Techniques d'Accès :**
postes de travail fixe, portables, téléphone, imprimantes, télévisions, scanners, etc : dès lors qu'un élément est connecté directement au réseau, il est considéré comme un hôte ou une STA.

Les hôtes sont reliés entre eux grâce aux :

- Éléments actifs d'interconnexion :
 - concentrateurs, commutateurs, points d'accès, routeurs.
- Médias de transmissions (support réseau) :
 - câble en cuivre (paires torsadées), fibre optique, ondes.

Voici une représentation simplifiée de l'environnement réseau de la section des BTS SIO :



1 Un hôte est un dispositif chargé d'envoyer et de recevoir des informations sur le réseau.

I Médias et matériel d'interconnexion

Toute communication nécessite un émetteur, un récepteur et un média de communication.

Les émetteurs et les récepteurs sont les **cartes réseaux** (filaires et non filaires) que l'on trouve dans les hôtes ou dans les éléments d'interconnexion.

Les médias de communication sont composés de différents **matériels qui interconnectent** toutes les cartes réseaux entre elles par l'intermédiaire de câbles dans un réseau filaire, ou d'ondes électromagnétiques dans un réseau non filaire ou « sans fil » (type *WiFi*) :

- les câbles et connecteurs ;
- panneau de brassage ;
- concentrateur, commutateur, point d'accès wifi, routeurs.

1 Cartes réseaux, câbles et ondes

Dans un réseau informatique les **émetteurs et les récepteurs sont les cartes réseau**. Ces cartes électroniques permettent à l'ordinateur de recevoir et d'envoyer des informations sur un média réseau.



La carte réseau fait office d'interface entre l'ordinateur et le câble du réseau. Elle peut être intégrée à la carte mère ou installée dans un connecteur d'extension (slot) de l'ordinateur :

| | | | |
|--|--|---|--|
|  |  |  |  |
| Carte Ethernet RJ45 | Carte Wifi PCI | Carte WIFI USB | Carte fibre optique PCI (extrêmement rare sur un poste de travail) |



L'interface réseau est dotée d'une interface de connexion différente selon le type de câble (support de transmission) qui va lui être connecté : interface RJ45, interface fibre, antenne wifi.

Il existe plusieurs types de câbles, chacun ayant un usage différent.



Pour le câblage des réseaux à l'intérieur des bâtiments, on utilise actuellement du câble à paires torsadées (FTP – Foiled Twisted Pair) constitué de huit **fils de cuivre torsadés par paire**. Selon la date d'installation, on trouvera certaines catégories de câble. Une catégorie limite les possibilités de débit (cat 5 : 100 Mbits/s, Cat.6 : 1 Gbits/s , Cat.7 : 10 Gbits/s).



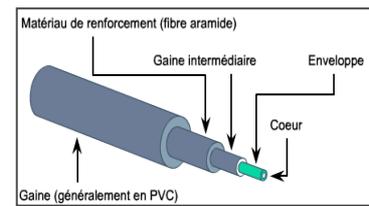
Seules deux paires sont utilisées : une pour l'émission des données et l'autre pour la réception. Le câblage en cuivre utilise les **signaux électriques** pour transmettre les données entre les périphériques.

Q1. Quel est l'usage de ce type de câble (FTP catégorie 6) dans l'environnement réseau du BTS SIO ? (vous pouvez observer votre environnement immédiat et le schéma réseau page précédente)

Ce type de câble est peu cher et facile d'installation mais il est sensible aux perturbations magnétiques et n'est pas adapté pour les longues distances (au-delà de 100 m, le signal s'atténue).



On utilise donc entre les bâtiments pour relier deux commutateurs (et parfois dans un même bâtiment entre le SR et le RG) de la fibre optique (**fil en verre souple** et fin comme un cheveu qui permet de transmettre les données sous la forme d'ondes lumineuses).



Pour un lien optique, deux fibres sont nécessaires. L'une gère l'émission, l'autre la réception.

Le câblage en fibre optique utilise donc de la fibre de verre ou plastique pour transmettre des informations sous forme d'impulsions lumineuses.

Ce type de câble n'est que très rarement utilisé pour relier un poste de travail et un élément d'actif.

Q2. Quel est l'usage de ce type de câble (fibre multi-mode) dans le réseau du BTS SIO ?

En complément au réseau local et dans les lieux publics (hots spots), il est aussi possible d'utiliser un **support de transmission sans fil** : le **WiFi** (Wireless Fidelity) est une technologie de réseau qui transporte les données sous la forme d'**ondes radio** sur des fréquences de 2,4 ou 5 GHz.



C'est le point d'accès qui est connecté
Les postes nomades s'associent au



en filaire avec le réseau.
point d'accès

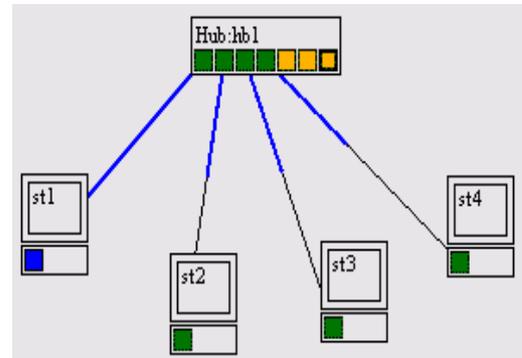
Pour communiquer, les postes doivent être reliés entre eux (avec fil ou sans fil). Parmi les matériels d'**interconnexion** on distingue les éléments principaux suivants :

1. le concentrateur (obsolète actuellement) ;
2. le commutateur ;
3. le routeur ;
4. le point d'accès (pour le WiFi).

2 Le concentrateur et l'adresse MAC

Animations flash à consulter : *concentrateur.swf* et *adressesmac.swf*

Le concentrateur (*hub* en anglais) réalise des liaisons en étoile. Chaque ordinateur est relié à un port de communication du concentrateur. Selon le modèle choisi un concentrateur dispose d'un nombre variable de ports.



Q3. Comment le concentrateur fonctionne-t-il ?

Q4. Qu'est-ce qu'une adresse MAC ? Quelle est son utilité ?

Q5. Comment le destinataire sait-il que le message appelé trame lui est adressé ?

Q6. À quel moment un hôte, via sa carte réseau, lit-il un message ?

Q7. Quels sont les deux types de messages (trames) que l'on peut envoyer sur le réseau ?

Q8. Quelle est, selon vous, la limite principale du concentrateur ?

Actuellement, il reste très peu de concentrateurs dans les réseaux d'entreprise.

3 Le commutateur et l'adressage dans un réseau physique

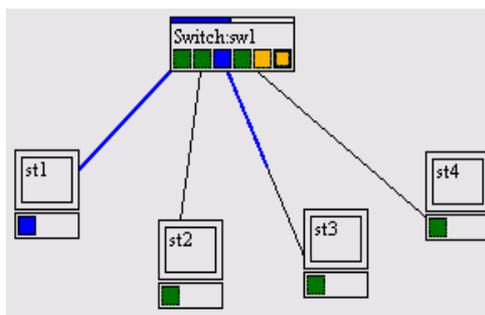


Lorsque l'on relie ensemble plusieurs hôtes, on utilise actuellement dans les réseaux d'entreprise un ou plusieurs commutateurs (switch en anglais).

À noter que si, chez vous, vous êtes connectés à Internet via une box, vous avez aussi un commutateur. En effet derrière la box, se trouve plusieurs ports sur lesquels vous pouvez brancher vos PC, imprimante réseau...

Le commutateur a donc le même aspect qu'un concentrateur mais contrairement à ce dernier il ne diffuse pas systématiquement les messages sur tous les ports connectés. Il met en relation les seuls postes concernés par l'échange ⇒ Il y a beaucoup moins de trames qui circulent.

Mais, avant cela, il doit « apprendre » progressivement où se trouvent les postes du réseau ⇒ c'est ce qu'on appelle la phase d'apprentissage que vous allez découvrir via l'activité suivante.



Activité

Le commutateur, pour distribuer correctement les messages, doit savoir sur quels ports sont branchés les postes identifiés par leur adresse MAC. C'est la table mac/port du commutateur qui stocke ces informations.

Cette activité permet de comprendre comment cette table est progressivement complétée lors de la phase d'apprentissage.

Indications pédagogiques

L'activité peut être réalisée avec ou sans simulateur, en mode démonstration (seul le professeur manipule) ou en mode TP.

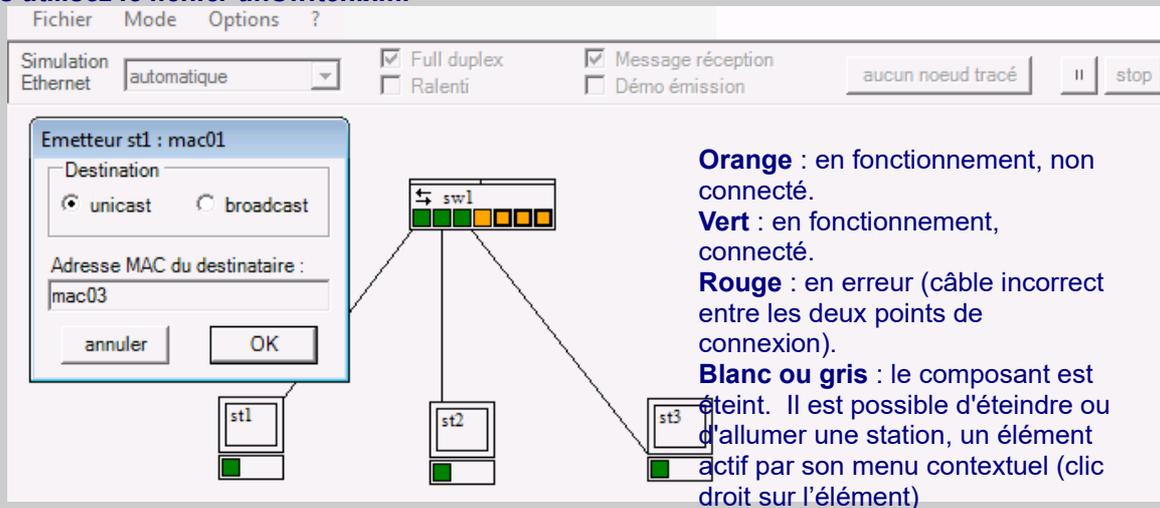
La partie grisée du tableau ci-dessous contient les indications qui peuvent être utiles si les étudiants utilisent le simulateur.

Lancez le simulateur réseau (icône « Simulateur réseau 3 » sur le bureau.

Vous trouverez la documentation du logiciel à cette adresse :

<http://www.sopireminfo.com/fr/simulateur/reseau/documentation/simulateur-reseau.html>

Vous utilisez le fichier unSwitch.xml



The screenshot shows the network simulator interface. At the top, there are menu options: 'Fichier', 'Mode', 'Options', and '?'. Below the menu is a 'Simulation Ethernet' section with a dropdown menu set to 'automatique'. To the right, there are checkboxes for 'Full duplex' (checked), 'Message réception' (checked), 'Ralentir' (unchecked), and 'Démo émission' (unchecked). Further right are buttons for 'aucun noeud tracé', a pause icon, and a 'stop' button. A configuration window titled 'Emetteur st1 : mac01' is open, showing 'Destination' set to 'unicast' and 'Adresse MAC du destinataire' set to 'mac03'. Below the window are 'annuler' and 'OK' buttons. The network diagram shows a central switch 'sw1' connected to three stations: 'st1', 'st2', and 'st3'. The switch 'sw1' has a status bar with five colored squares: green, green, orange, orange, orange. Stations 'st1' and 'st2' have green status bars, while 'st3' has a green status bar.

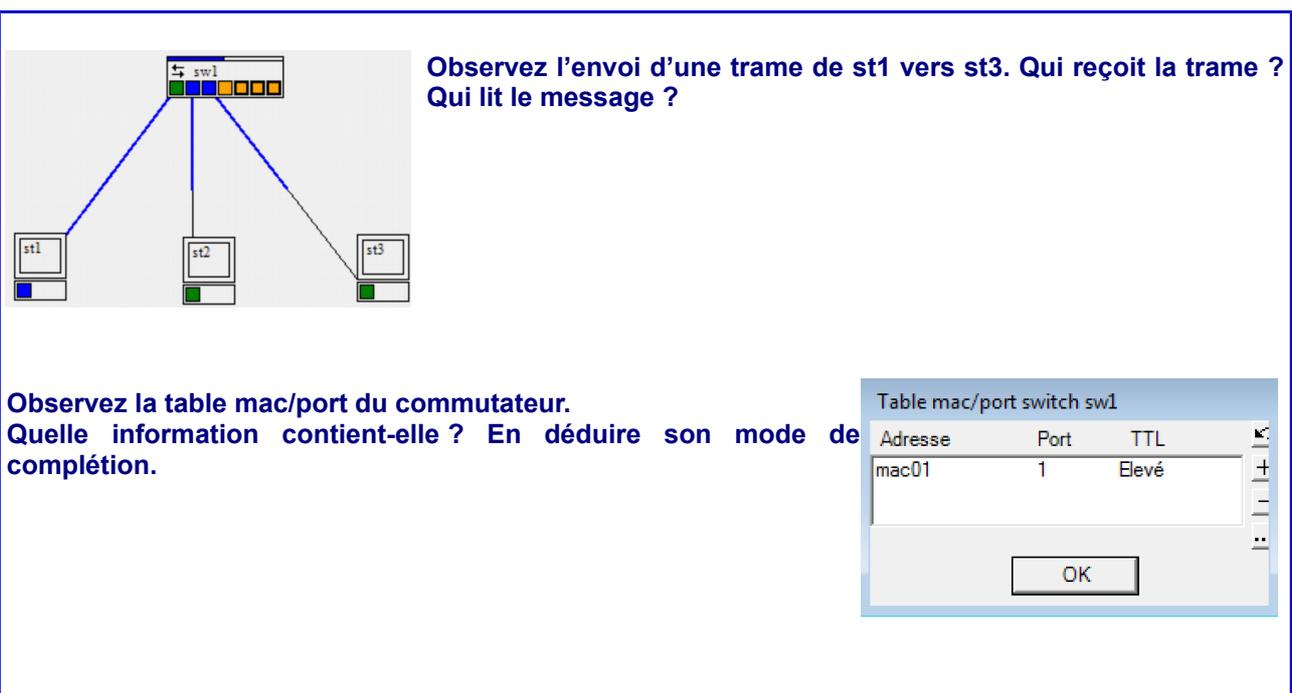
Orange : en fonctionnement, non connecté.
Vert : en fonctionnement, connecté.
Rouge : en erreur (câble incorrect entre les deux points de connexion).
Blanc ou gris : le composant est éteint. Il est possible d'éteindre ou d'allumer une station, un élément actif par son menu contextuel (clic droit sur l'élément)

Préalables :

- pour émettre une trame, il faut positionner la souris sur le carré vert représentant la carte réseau du poste émetteur et cliquer droit ;
- l'adresse MAC du destinataire peut être saisie automatiquement en cliquant sur la carte réseau du poste destinataire ;
- il faut activer « message réception » pour voir quel poste lit réellement la trame ;
- pour pouvoir simuler la phase d'apprentissage, **il faut impérativement vider la table mac/port du commutateur** : ce type de paramétrage se réalise par clic droit sur le commutateur.

Découverte de la phase d'apprentissage du commutateur : videz la table mac/port du commutateur.

Travail à faire 1 Observer les copies d'écran et répondre aux questions associées



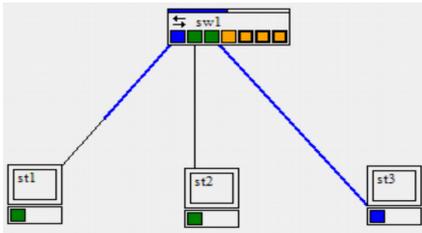
The first screenshot shows the network diagram with a blue line indicating a frame being sent from station 'st1' to station 'st3'. The switch 'sw1' has a status bar with five colored squares: green, blue, orange, orange, orange. The second screenshot shows a window titled 'Table mac/port switch sw1' with the following table:

| Adresse | Port | TTL |
|---------|------|-------|
| mac01 | 1 | Elevé |

Below the table is an 'OK' button.

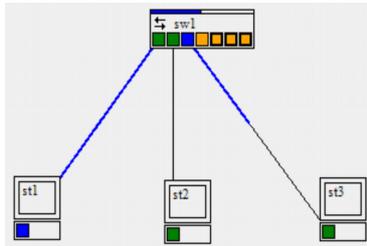
Observez l'envoi d'une trame de st1 vers st3. Qui reçoit la trame ? Qui lit le message ?

Observez la table mac/port du commutateur. Quelle information contient-elle ? En déduire son mode de complétion.



Observez l'envoi d'une trame de st3 vers st1. Qui reçoit la trame ? Justifiez. Qui lit le message ?

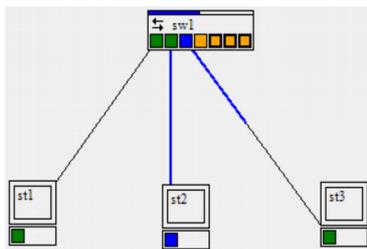
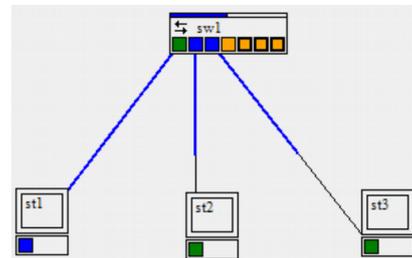
Qui reçoit la trame et qui lit le message (justifiez vos réponses) lors des envois suivants :



Envoi de trame de st1 vers st3 ?

Que doit contenir la table mac/port à ce stade ?

Envoi de trame de st1 vers st2 ?



Envoi de trame de st2 vers st3 ?

La table d'adresse MAC/PORT est maintenant remplie :

| Adresse | Port | TTL |
|---------|------|--------|
| mac01 | 1 | Faible |
| mac02 | 2 | Moyen |
| mac03 | 3 | Elevé |

OK

Que se passera-t-il si on réitère l'envoi de trame de st1 vers st2 ?

Travail à faire 2 Conclusion

- De quoi a-t-on besoin pour que le commutateur sache où se trouvent tous les postes ?
- Le commutateur peut-il ignorer la position d'une station ?
- Que fait un commutateur quand il reçoit une trame dont il ne connaît pas l'adresse du destinataire ?

Comment ça marche en réalité ?

Quand une trame lui parvient, le commutateur associe le port par lequel arrive le message, à l'adresse MAC de l'émetteur de la trame, s'il ne la connaît pas encore il l'enregistre dans sa table mac/port. Ainsi, après un certain nombre de messages, le commutateur connaît « l'emplacement » des hôtes sur le réseau et peut les mettre en relation deux à deux.

En pratique, dès qu'un hôte est branché au commutateur, il envoie une trame ce qui permet au commutateur de remplir sa table mac/port. Si un hôte est branché sur un autre port, il envoie une trame et l'association mac/port est immédiatement modifiée. Par ailleurs cet enregistrement est soumis à un TTL (Time To Live ou durée de vie) qui gère la durée pendant laquelle le commutateur conserve l'association mac/port (300 secondes par défaut sur les commutateurs Cisco). Cette association est supprimée lorsque le TTL est égal à zéro et elle est renouvelée à chaque fois que le commutateur reçoit une trame.

Limite des commutateurs

Animation flash à consulter : limite_des_commutateurs.swf

Un commutateur mémorise dans sa table d'adresse MAC/PORT toutes les adresses MAC des cartes réseaux qu'il met en relation soit directement soit par l'intermédiaire d'autres commutateurs mais le nombre d'adresse qu'un commutateur peut gérer est limité.

On ne peut donc interconnecter des millions de postes uniquement avec des commutateurs car si tous les postes du monde s'interconnectaient à travers des commutateurs, ils formeraient un unique et gigantesque réseau où chacun devrait connaître l'adresse de tous les autres !

Pour résoudre ce problème on utilise un système d'adressage logique.

II Notion de réseau logique et adressage dans un réseau logique

Animation flash à consulter : adresselP.swf

1 Pourquoi un réseau logique ?

Imaginons un service postal travaillant comme les commutateurs. Il affecterait un numéro à chacun des usagers et les utiliserait pour distribuer le courrier. La distribution des lettres serait alors un casse-tête pour les facteurs : "Mais où est donc la boîte aux lettres de l'usager numéro 855497789991004 ?"

Notons qu'en adoptant la logique de fonctionnement d'un concentrateur ce serait pire : la lettre serait envoyée à tout le monde alors que seul le destinataire ouvrirait la lettre.

Les usagers sont donc regroupés par code pays, par code postal, puis par rue et, enfin seulement, par numéro dans la rue. On a donc créé des niveaux intermédiaires qui permettent d'accélérer la recherche d'un destinataire. Tous les habitants d'un même quartier ont un même code postal et ceux d'une même rue ont des numéros différents pour les distinguer. Ainsi, le service postal localise d'abord le pays, puis la ville, puis le quartier, puis la rue et enfin l'habitation du destinataire.

On procède également ainsi dans les réseaux informatiques. **Pour limiter le nombre d'adresses à gérer, on regroupe les ordinateurs en réseaux logiques.** Ainsi, l'ordinateur a une adresse composée d'une partie commune qui permet de localiser le réseau logique auquel il appartient, puis une partie spécifique qui l'identifie de façon unique au sein du réseau logique.

Il y a un côté arbitraire dans la création de ces niveaux intermédiaires. Pour les villes, il relève de leur histoire. Il y a des grandes et des petites villes. Certaines villes sont limitrophes les unes des autres et, quand on traverse une rue, il est possible de changer de commune. **Il ne faut donc pas se fier à la configuration physique pour décider de l'appartenance d'une adresse à une ville.**

Pour les réseaux informatiques, c'est la même chose. Les regroupements obéissent de plus en plus à des impératifs organisationnels et de moins en moins à des considérations géographiques. **Deux postes qui sont proches physiquement peuvent ne pas appartenir au même réseau logique.**

2 Comment définir un réseau logique ?

Un réseau logique est donc formé par des postes qui, indépendamment de leur emplacement, appartiennent à un même regroupement que l'on veut pouvoir adresser de façon unique ⇒ il faut définir une **adresse logique pour le réseau** et, au-delà de l'adresse matérielle (physique) des cartes réseau, définir l'adresse logique de chacune d'elles dans le réseau.

C'est le protocole IP (Internet Protocol) qui permet de définir des adresses logiques. On utilise actuellement la version 4 du protocole. Les adresses logiques sont appelées adresse IP.

Comment sont formées les adresses IP ?

Dans une adresse IP, il y a une partie qui identifie le réseau et une partie qui identifie le poste, ou plutôt la carte réseau du poste.

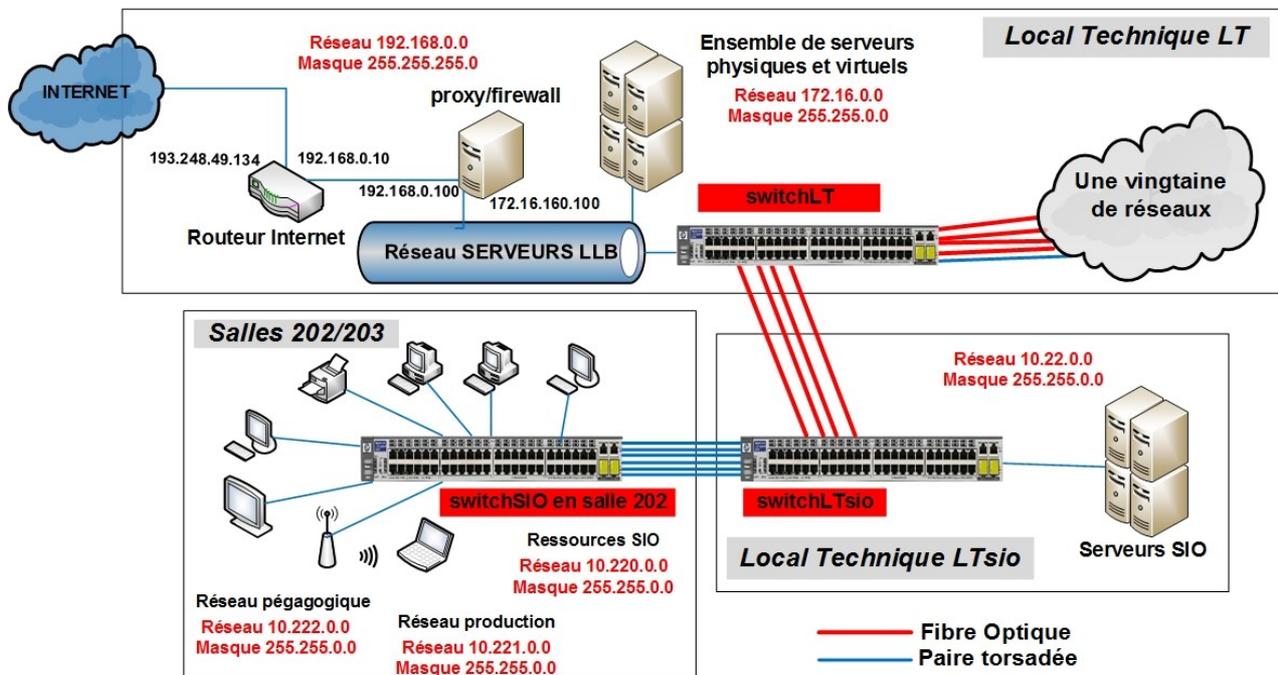


Une adresse IP est composée de quatre valeurs décimales séparées par un point. Chaque valeur est comprise entre 0 et 255. La partie gauche de l'adresse identifie le réseau, la partie droite le poste. Le masque de sous-réseau permet de connaître la longueur de la partie réseau de l'adresse. La façon dont on procède sort du cadre de cette initiation. Mais, pour simplifier, on dira que, dans le masque, les emplacements à 255 indiquent la partie réseau et les emplacements à 0 la partie poste.

Voici quelques exemples d'adresses IPv4 et de masques de sous-réseau :

| | | |
|-------------|----------------------|---|
| 192.168.1.1 | masque 255.255.255.0 | correspond au poste 1 du réseau 192.168.1.0 |
| 192.168.1.2 | masque 255.255.255.0 | correspond au poste 2 du réseau 192.168.1.0 |
| 192.168.2.1 | masque 255.255.255.0 | correspond au poste 1 du réseau 192.168.2.0 |
| 10.0.0.1 | masque 255.0.0.0 | correspond au poste 1 du réseau 10.0.0.0 |
| 160.20.12.1 | masque 255.255.0.0 | correspond au poste 12.1 du réseau 160.20.0.0 |

Voici une représentation simplifiée des réseaux logiques de la section des BTS SIO et du LT :



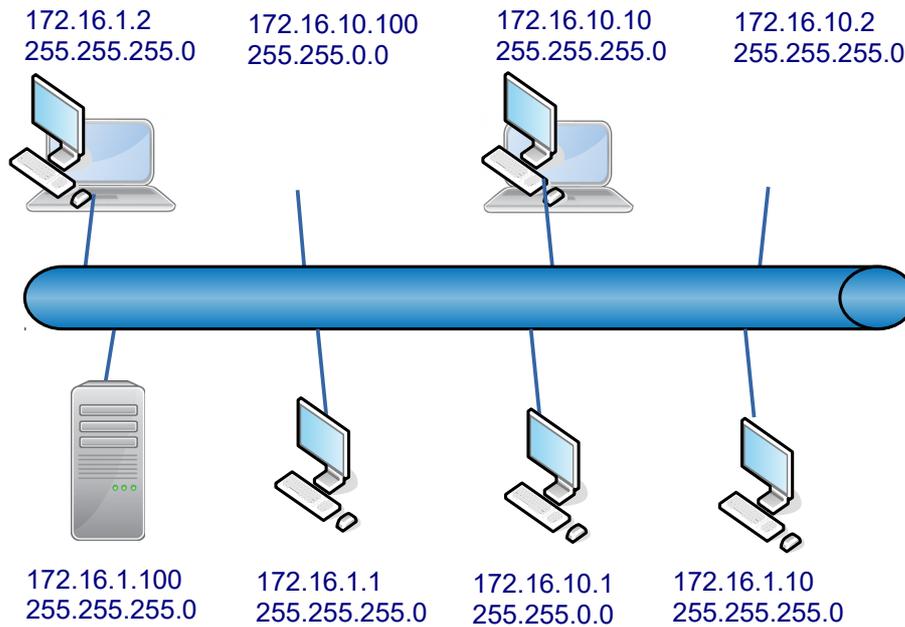
Q1. Quels sont les réseaux logiques utilisés en BTS SIO ?

Q2. Comment savoir si le poste avec lequel on veut communiquer se trouve sur notre réseau ?

Q3. Donnez un exemple d'adresse IP que vous pouvez utiliser sachant que quand votre poste est connecté à la prise murale étiquetée « Vlan 21 », vous êtes dans le réseau de production.

Exercice :

Les hôtes suivants sont situées sur le même commutateur.



Q1. Quels sont les différents réseaux logiques présents sur ce segment et de quels ordinateurs chaque réseau logique est-il composé ?

Q2. Comment faire communiquer tous les hôtes de ce segment sans ajout d'éléments supplémentaires ?

Q3. Peut-il y avoir plusieurs adresses IP identiques sur un segment réseau logique ?

3 Le routeur et l'interconnexion des réseaux logiques

Les réseaux logiques ont été mis en œuvre pour permettre de retrouver plus facilement l'emplacement d'un poste sur un réseau. Mais qui, dans un réseau, est chargé de ce travail ?

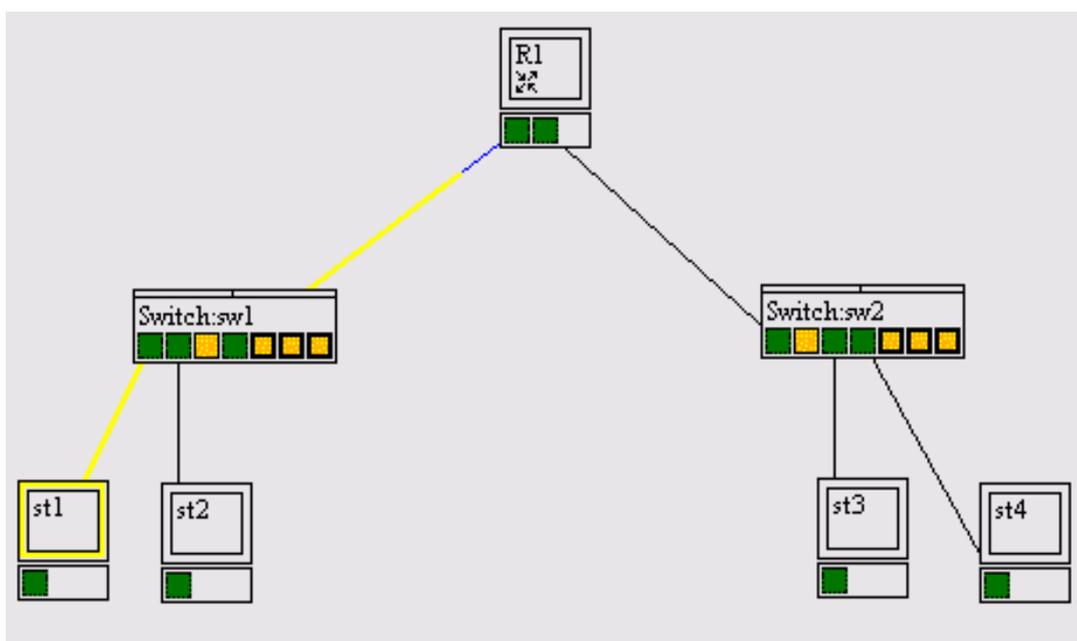
Dans un service postal, le courrier est trié en fonction de sa destination, puis acheminé par des relais postaux jusqu'au correspondant final.

C'est le routeur qui assure le travail de relais postal dans un réseau informatique.

Dans un même réseau logique, les postes peuvent communiquer directement entre eux. **Entre deux réseaux logiques différents, il faut passer par un routeur pour communiquer.** Un routeur est donc une porte d'entrée et de sortie sur un réseau logique.

Concrètement, un routeur est une machine qui possède plusieurs cartes réseaux. Chacune de ses cartes relie la machine à un réseau différent. Lorsqu'un routeur reçoit un message, il analyse l'adresse IP du destinataire et, en fonction de la partie réseau de cette adresse, il envoie le message, par l'intermédiaire d'une de ses cartes réseaux, directement au destinataire ou bien à un autre routeur. Le routeur suivant procède de même, et ainsi de suite.

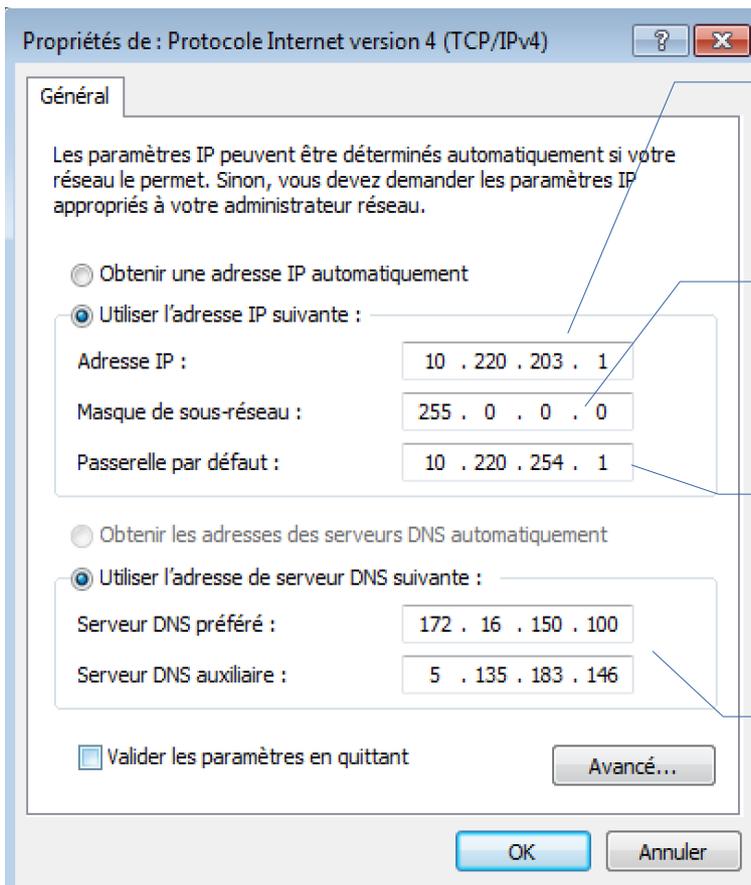
Dans l'exemple ci-dessous, les postes situés de part et d'autre sont configurés sur des réseaux logiques différents.



Q4. Quel est l'élément indispensable dans la configuration IP d'un poste pour que ce dernier puisse atteindre un poste situé sur un autre réseau ?

Remarque : dans la configuration des postes, que l'on soit sous Windows, Linux ou autre, le terme utilisé est « passerelle » (traduction de l'anglais « gateway »).

Exemple de configuration réelle de carte réseau dans la salle de BTS SIO lorsque le poste est connecté en WiFi dans le réseau « Ressources SIO » :



Une adresse IP unique pour chaque poste.
Ici 10.220.203.1

Tous les postes doivent avoir le même masque qui va déterminer le réseau dans lequel on se trouve : ainsi si on « applique » le masque 255.255.0.0 à l'adresse IP 10.220.203.1, cela veut dire que l'on est dans le réseau 10.220.0.0 : tous les postes dont l'adresse IP commencera avec 10.220 pourront communiquer entre eux.

C'est l'adresse IP du matériel qui sert de passerelle : on doit passer par ce routeur pour changer de réseau et notamment sortir sur Internet.

Adresses IP du serveur DNS du lycée + celui d'un serveur DNS OpenNIC en secours : ce sont les serveurs qui vont se charger de convertir les noms que vous saisissez (par exemple lorsque vous voulez obtenir une page WEB) en adresse IP car seul l'adresse IP définit un poste : on y reviendra...

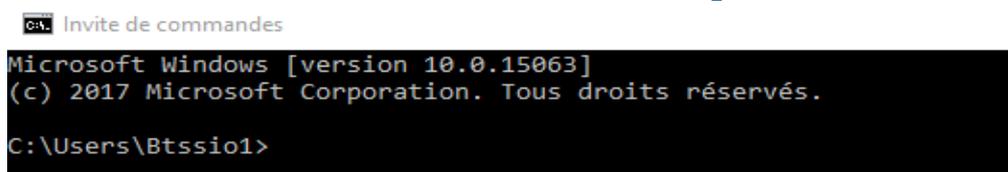
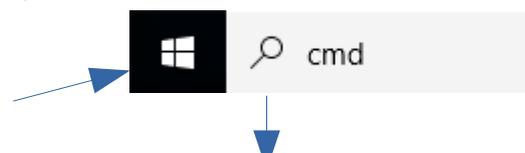
L'adressage IP vient se superposer à l'adressage MAC sans la remplacer. L'adresse IP permet d'identifier tous les ordinateurs reliés à Internet.

Les adresses IP peuvent être fixées sur chaque Solution Technique d'Accès (ordinateur, portable, téléphone, etc) comme sur la copie d'écran ci-dessus ou obtenues dynamiquement à partir d'un serveur.

La commande qui permet de connaître l'adresse IP sur un système Windows est : « ipconfig » (*ipconfig /all* pour avoir plus de renseignements).

Pour accéder au mode commande sur Windows 10 :

Saisir « cmd » dans la fenêtre de recherche et valider



Quelle est la configuration IP de votre ordinateur sous Windows 10 ?

Q5. Quel est le réseau logique auquel appartient votre poste ?