

Cadre	Enseignement SNT en seconde
Thématique	Internet
Résumé de l'activité	Introduction aux notions de protocoles TCP et IP et de routage
Objectif(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Introduire la notion de paquet • Savoir comment un paquet est acheminé sur Internet • Distinguer le rôle des protocoles IP et TCP. • Caractériser les principes du routage et ses limites.
Point(s) du programme	Protocole TCP/IP : paquets, routage des paquets

Durée approximative de l'activité	2 séances de 55 minutes
Forme de participation	Débranché. Activité sur table par groupes, débranchée ou non.
Matériel nécessaire	Salle informatique optionnelle pour le travail sur graphonline.
Préparation	Regarder la vidéo

Déroulement

1	(Re)visionnage de la vidéo MOOC SNT Internet – 5 minutes	
	Analogie TCP / IP avec l'envoi de paquets par la poste.	Les élèves auront – en théorie – visionné la vidéo au préalable... On réactive les notions et on permet à ceux qui ne l'ont pas vues de la voir...
2	Questionnements – Dialogue Professeur / élèves - 10 minutes	
	<ul style="list-style-type: none"> • Quel protocole est mis en jeu quand : <ul style="list-style-type: none"> ◦ on découpe une grosse image en petites vignettes pour les acheminer dans des petites enveloppes ◦ on achemine les enveloppes au destinataire • Qu'est-ce qu'une adresse IP ? • Comment se nomme le service permettant de transformer les adresses IP en noms ? • Le destinataire connaît-il l'expéditeur ? Pourquoi ? 	On s'assure que les notions ont bien été comprises par tout le monde
3	Activité débranchée : par groupe	
	L'explication des protocoles TCP/IP de manière classique étant délicate, l'idée est de symboliser les routeurs par les élèves et d'utiliser des câbles Ethernet pour les liaisons entre les routeurs.	On met en pratique les notions abstraites rencontrées dans la vidéo avec le découpage en paquets et la problématique du routage.
4	Bilan : – 10 minutes	
	Le professeur interroge les élèves observateurs pour faire le lien entre le jeu simulé et le fonctionnement d'internet.	On introduira la notion de modèle en couches (version simplifiée en 4 couches) en faisant le parallèle avec l'activité réalisée mais aussi l'acheminement d'une lettre par la poste.

Transcription de la vidéo

Internet est un réseau de réseaux interconnectés qui utilisent un protocole commun pour communiquer : L'Internet Protocol, connu sous le nom d'IP, définit des règles de communication, et un autre protocole, le principal étant TCP, gère la transmission des contenus. Tous ces réseaux dialoguent ensemble quelle que soit l'infrastructure dont ils dépendent : 4G, ADSL, Wifi...

Pour commencer, comme lorsqu'on envoie une lettre par la poste, il faut connaître l'adresse. L'adresse du destinataire, mais aussi celle de l'expéditeur en cas de problème d'acheminement, pour retour à l'expéditeur... Toutes les machines (ordinateurs, serveurs, routeurs, etc.) connectées à Internet possèdent une adresse unique appelée communément adresse IP... et c'est grâce à cette adresse IP que les machines peuvent communiquer entre elles. L'adresse IP est codée sur 32 bits, soit 4 octets. La version du protocole IP avec ce format d'adresse est appelée IPv4.

Chaque octet est exprimé en notation décimale, de 0 à 255... et est séparé par un point. Cette adresse IP est organisée selon une certaine hiérarchie, tout comme une adresse est constituée de la rue, de la ville et du pays. Ce n'est pas simple à retenir ! En plus, on va être obligé de passer à des adresses plus grandes, avec 16 octets, pour la prochaine version, IPv6, car on est à l'étroit avec seulement 4 octets.

Pour y remédier, il existe une sorte d'annuaire, un système de nommage, le DomainName System (DNS), qui permet de récupérer l'adresse IP associée à un nom plus compréhensible pour nous.

Pour envoyer une lettre, vous la postez dans la boîte aux lettres la plus proche. Ce courrier est envoyé au centre de tri de votre ville, puis transmis à d'autres centres de tri jusqu'à atteindre le destinataire.

C'est la même chose sur Internet. Vous déposez le paquet IP sur l'ordinateur le plus proche (en général, c'est celui de votre fournisseur d'accès). Le paquet IP va transiter d'ordinateur en ordinateur - appelé noeud d'interconnexion ou routeur - jusqu'à atteindre le destinataire. L'objectif du routage IP est de trouver le chemin "le plus court" ou tout du moins le plus pertinent.

Le protocole IP ne s'occupe pas du contenu. Il est là juste pour acheminer la donnée. Quand un noeud reçoit la donnée, IP cherche dans sa table de routage au plus vite un endroit - le prochain noeud - à qui l'envoyer.

Le protocole TCP gère la transmission des contenus. Il s'occupe du processus de bout en bout. Déjà, il doit s'assurer que le destinataire est prêt à recevoir les données. Ensuite, la taille des paquets étant limitée, il découpe les fichiers en plusieurs unités de données appelés segments et les numérote. Les segments sont ensuite mis dans des paquets IP où sont précisées les adresses du destinataire et de l'émetteur. Le serveur envoie les paquets...

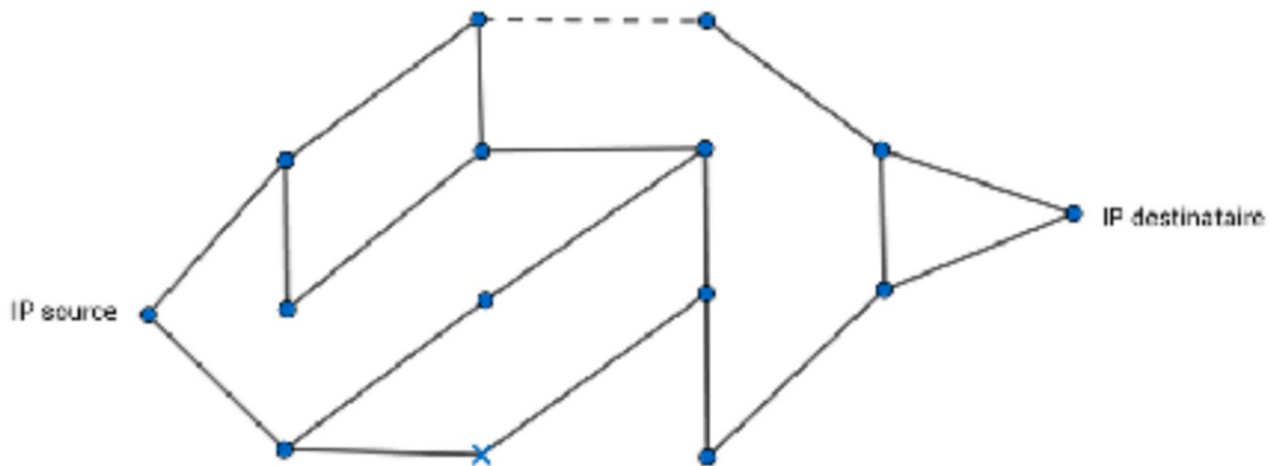
À la réception, le TCP vérifie que les segments sont bien reçus et les remet dans le bon ordre, si nécessaire. Il envoie des accusés réception pour prévenir l'expéditeur qu'ils sont bien arrivés, et qu'il attend le suivant, et là il peut transmettre les segments de données au destinataire final. Au cas où il y ait des paquets qui se sont perdus, le récepteur détecte un trou dans les segments de données reçus. Si l'émetteur ne reçoit pas d'accusé de réception pour la donnée émise, il la renvoie au bout d'un certain temps.

pour certaines applications, il n'est pas nécessaire que la transmission soit complètement fiable. Dans ce cas, il existe un autre protocole pour transporter les données : le protocole UDP.

Activité

Objectif

Le but de l'activité est de simuler l'acheminement d'un message de la source vers sa destination en utilisant le réseau schématisé par le graphe ci-dessous. Les nœuds de ce graphe sont les routeurs et les arêtes sont les connexions physiques (câbles, fibres optiques, ...) qui les relient.



En cours d'activité, la *topologie* du réseau va changer : La liaison en pointillé va disparaître puis le routeur marqué d'une croix va tomber en panne.

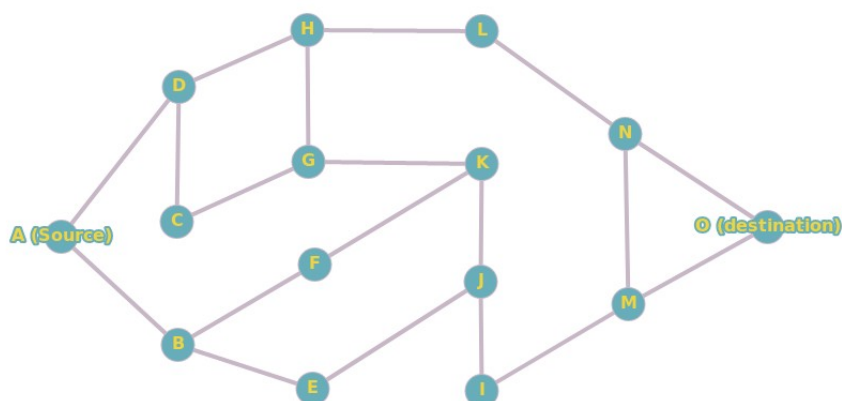
Élaboration des règles de routage

Constituer 6 groupes d'élèves :

- 3 vont élaborer les règles d'acheminement de la source vers la destination (1 groupe par topologie de réseau)
- 3 vont élaborer les règles d'acheminement de la destination vers la source

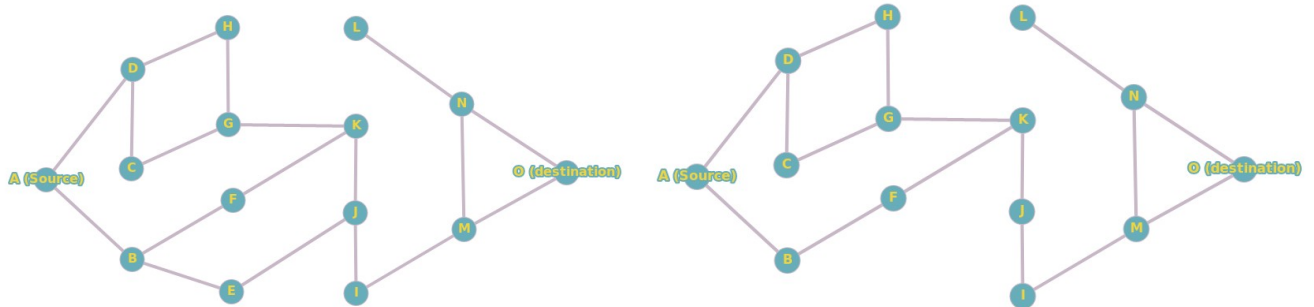
L'objectif est de calculer pour chaque routeur la distance minimale à l'objectif (source ou destination) et le routeur à atteindre pour réaliser cette distance minimale.

On pourra réaliser le travail sur papier, ou en s'aidant de l'outil <https://graphonline.ru/en>



Le schéma ci-dessus montre le réseau tel qu'il peut être réalisé dans graphonline, pour la topologie de départ. On nommera chacun des nœuds (routeurs) avec une lettre comme indiqué ci-dessus pour simplifier la suite du travail.

Si on coupe la liaison entre **H** et **L**, on obtient un autre graphe donnant des distances différentes, de même lorsqu'on supprime le routeur **E** :



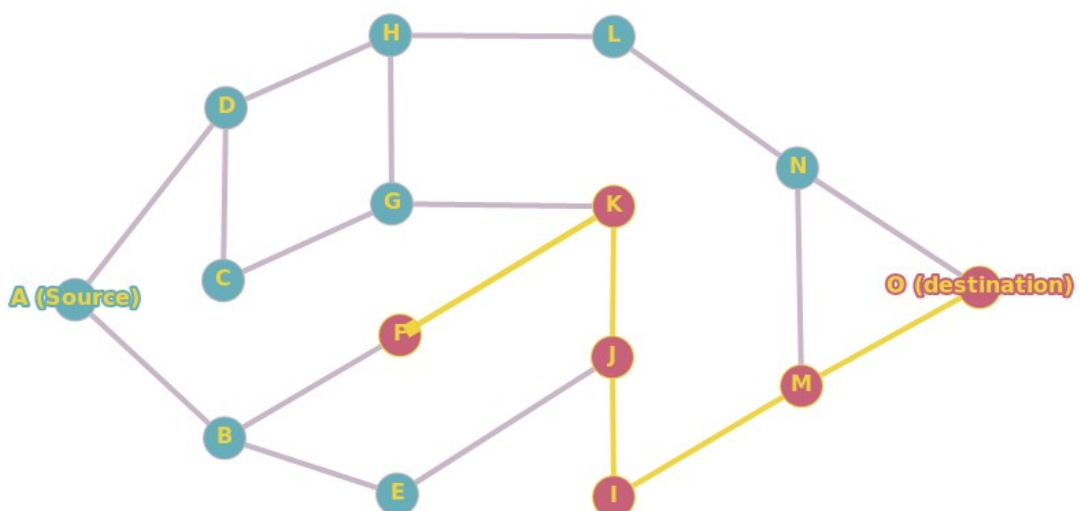
Chaque groupe d'élève travaillera sur une de ces 3 topologies, sur feuille en utilisant les documents fournis dans l'annexe 1, ou bien en salle informatique avec l'outil graphonline.

Travail à réaliser par chaque groupe

Pour une topologie donnée chaque groupe devra, pour chacun des routeurs, donner la longueur du chemin le plus court pour atteindre l'objectif (Source ou destination) ainsi que le nom du routeur à contacter pour réaliser cette distance.

Exemple, pour la topologie de départ, pour aller du routeur **F** au routeur **O (destination)**, le chemin le plus court est en 5 étapes et le routeur à contacter est K. Graphonline permet de le déterminer par le menu *Algorithm / Find shortest path using Dijkstra's algorithm*, ce qui donne ceci :

Shortest path length is 5: F⇒K⇒J⇒I⇒M⇒O (destination)



Il est facile de voir également que pour aller du routeur **F** au routeur A (**source**), le chemin le plus court est en 2étapes et le routeur à contacter est B.

Chaque groupe complétera donc un des tableaux ci-dessous :

Topologie : 1 – 2 – 3		
Sens : A (source) vers O (destination)		
Routeur	Nb sauts	cible
A		
⋮		
F	5	K
⋮		

Topologie : 1 – 2 – 3		
Sens : O (destination) vers A (source)		
Routeur	Nb sauts	cible
A		
⋮		
F	2	B
⋮		

Ce travail peut être fait sur feuille ou à l'aide de l'outil informatique avec un tableur collaboratif type [framacalc](#) de manière à ce que chacun dispose des informations produites par tous les groupes, ce qui sera utile pour la suite. Voir annexe 2 pour les solutions.

Début du jeu

Distribution des rôles

Le professeur jouera le rôle de **l'application**.

Il désignera 2 élèves jouant le rôle de **TCP/IP** (un côté source (A), un côté destination(O)) puis 15 élèves jouant les rôles des 15 routeurs de **A** à **O**.

Côté source, le professeur (**application**) donne l'image à transmettre à **TCP/IP (A)**.

TCP/IP(A) découpe l'image en 4 paquets, les numérote et dessine au tableau 4 cases portant les mêmes numéros. Il indique au dos de chaque paquets une adresse IP source et une adresse IP destination (qu'il invente).

Acheminement d'un paquet

L'élève **TCP/IP(A)** donne alors sa première enveloppe à l'élève **routeur A** qui fait suivre au **routeur** voisin qui lui semble le plus pertinent selon les tableaux établis précédemment et ainsi de suite. Le message est acheminé de **routeur** en **routeur** jusqu'à la **destination**.

Réception d'un paquet

Lorsque le routeur **destination (O)** reçoit un paquet, il le transmet à l'élève **TCP/IP(O)**. Ce dernier fabrique un accusé de réception (morceau de papier) portant l'IP de départ (O), l'IP de destination (A) et le numéro du paquet qui a été reçu. Cet accusé de réception est alors transmis au **routeur O** pour qu'il soit acheminé jusqu'à la **source A**.

Traitement de l'accusé de réception

Le routeur A reçoit l'accusé de réception qu'il transmet à **TCP/IP(A)**. Celui-ci coche sur son tableau la réception du paquet.

L'envoi du paquet suivant est déclenché selon la même procédure.

Fin de transmission

Une fois toutes les cases du tableau cochées, TCP/IP(A) fabriquera un message de FIN qu'il enverra à **O**. A la réception de celui-ci, **TCP/IP(O)** reconstituera le message d'origine et le transmettra au professeur **application**.

En cours de route

on simulera des incidents en changeant de topologie de réseau. Le professeur pourra aussi intercepter des paquets pour simuler une perte de paquet. **TCP/IP(A)** devra alors le réexpédier après avoir constaté que son tableau était incomplet. On mettra en évidence la notion de durée de vie d'un paquet inhérente au protocole TCP.

Bilan de l'activité

Pour acheminer un message au travers du réseau Internet, on peut modéliser le processus au travers d'un modèle simplifié en 4 couches (en réalité, le véritable modèle nommé OSI en comporte 7, mais pour la compréhension du système, 4 suffiront).

L'accès réseau englobe la partie connexion physique et fait référence à des termes comme Ethernet, Wifi, 4G, Lora, Bluetooth...

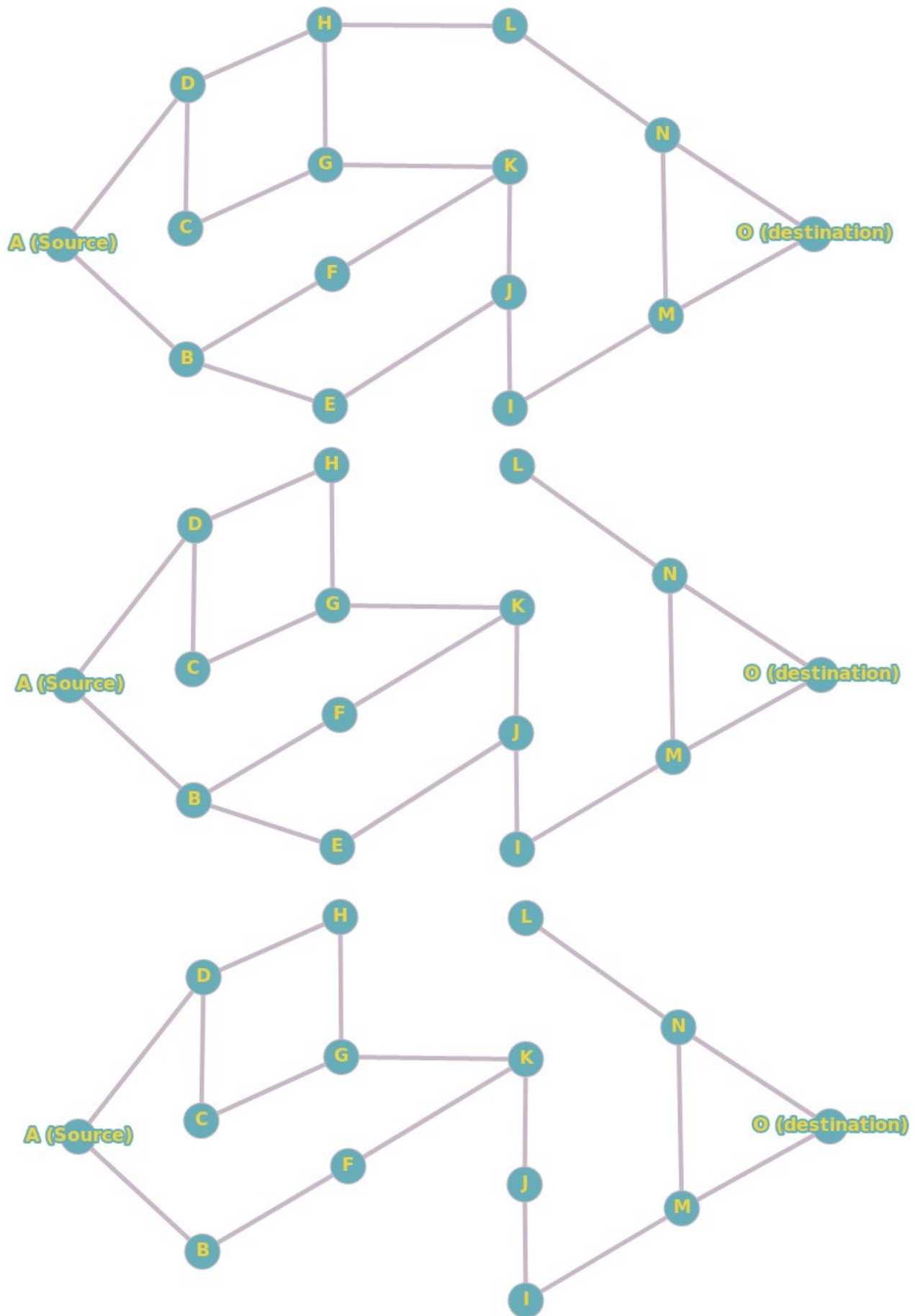
La couche Internet est responsable de l'acheminement des paquets. C'est ici le protocole IP qui rentre en jeu avec la notion d'adresse IP et de routage.

La couche transport est responsable du découpage du message en paquets et s'assure le cas échéant que ces paquets sont bien arrivés. Un paquet perdu sera réexpédié. On parle ici de protocole TCP qui s'assure que les paquets ont bien été reçus, mais il existe d'autres protocoles à ce niveau comme UDP qui ne fait pas cette vérification. On accepte donc ici de perdre de l'information de temps en temps, mais on gagne en rapidité. UDP est donc plus adapté à des usages nécessitant de la performance comme de la transmission vidéo.

Enfin la couche application est en lien avec l'utilisateur. C'est elle qui commande l'envoi d'un message : texte, image, page web etc.



Annexe 1 : Les 3 topologies de réseau



Annexe 2

Topologie : 1 Sens : A (source) vers O (destination)			Topologie : 1 Sens : O (destination) vers A (source)		
Routeur	Nb sauts	cible	Routeur	Nb sauts	cible
A	5	D	A	0	
B	5	E	B	1	A
C	5	D	C	2	D
D	4	H	D	1	A
E	4	J	E	2	B
F	5	K	F	2	B
G	4	H	G	3	C
H	3	L	H	2	D
I	2	M	I	4	J
J	3	I	J	3	E
K	4	J	K	3	F
L	2	N	L	3	H
M	1	O	M	5	N
N	1	O	N	4	L
O	0		O	5	N

Topologie : 2 Sens : A (source) vers O (destination)			Topologie : 2 Sens : O (destination) vers A (source)		
Routeur	Nb sauts	cible	Routeur	Nb sauts	cible
A	6	B	A	0	
B	5	E	B	1	A
C	6	G	C	2	D
D	7	A	D	1	A
E	4	J	E	2	B
F	5	K	F	2	B
G	5	K	G	3	C
H	6	G	H	2	D
I	2	M	I	4	J
J	3	I	J	3	E
K	4	J	K	3	F
L	2	N	L	7	N
M	1	O	M	5	I
N	1	O	N	6	M
O	0		O	6	M

Topologie : 3 Sens : A (source) vers O (destination)			Topologie : 3 Sens : O (destination) vers A (source)		
Routeur	Nb sauts	cible	Routeur	Nb sauts	cible
A	7	B	A	0	
B	6	F	B	1	A
C	6	G	C	2	D
D	7	C	D	1	A
E			E		
F	5	K	F	2	B
G	5	K	G	3	C
H	6	G	H	2	D
I	2	M	I	5	J
J	3	I	J	4	K
K	4	J	K	3	F
L	2	N	L	8	N
M	1	O	M	6	I
N	1	O	N	7	M
O	0		O	7	M