

Architecture d'Internet

I. Histoire et enjeux

A. Histoire d'internet [KURO 1.7]

Définition 1 Un **réseau** est un ensemble d'appareils interconnectés, pouvant communiquer entre eux.

Définition 2 **ARPAnet** est l'un des premiers réseaux, ancêtre d'Internet. Conçu dans les années 1960 aux États-Unis, il permettait initialement la communication entre quatre universités (*UCLA*, le *Standford Research Institute*, *UC Santa Barbara* et l'université de l'Utah). Il a ensuite été étendu, et a fini par couvrir tous les États-Unis.

Définition 3 **Cyclades** est un réseau français concurrent d'ARPAnet, né en 1971.

Définition 4 **Internet** (pour *Inter-Network*) est un réseau mondial accessible au public. Il est composé d'un regroupement de millions de sous-réseaux différents.

Remarque 5 Internet est par nature **décentralisé** : chaque composante (sous-réseau) d'Internet est capable de fonctionner indépendamment. Internet consiste en la liaison de ces composantes.

Remarque 6 Le premier programme permettant d'utiliser des **emails** est écrit en 1972.

Définition 7 La **World Wide Web** ou le **Web**, inventé dans les années 1990, permet de partager des ressources sur Internet (texte, image, fichiers, etc.) liées entre elles par des hyper-liens.

Remarque 8 **Démocratisation d'Internet**. Dans les années 1990, internet, qui était jusqu'à lors cantonné aux mondes académique et militaire, se démocratise, avec de plus en plus d'utilisations commerciales. Cela inclut par exemple des applications de messagerie instantanée et de partage pair à pair, puis, dans les années 2000, les réseaux sociaux.

B. Enjeux actuels d'internet

Enjeu 9 économique: l'économie mondiale actuelle repose largement sur Internet, pour les transactions boursières, informations bancaires ou même achats en ligne.

Enjeu 10 de sécurité: **[RESO 1.8]** le caractère personnel ou sensible des données transitant par internet imposent de s'intéresser à leur **confidentialité** (vol de données; détournement des données de leur but premier), leur **disponibilité** (attaques par *déni de service distribué*) et leur **intégrité** (*attaque par intermédiaire*).

Définition 11 le **Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD)** responsabilise les acteurs amenés à collecter des données, en leur imposant de respecter les droits des internautes, comme le droit à l'oubli.

Définition 12 Le **principe de neutralité du net [RESO 1.8]** préconise que les fournisseurs d'accès internet offrent la même qualité de service à types de trafic internet.

Enjeu 13 de désinformation: **[RESO 1.8]** Les informations sur internet peuvent se propager très rapidement et provenir d'une très grande diversité de sources, de qualité variable. Il faut faire attention à leur véracité.

Enjeu 14 écologique Certains appareils d'Internet sont construits à partir de terres rares, présents en quantité limitée. Ces appareils et les données qu'ils envoient consomment de l'électricité, souvent produite de manière polluante.

II. Infrastructure d'internet [KURO 1.1.1]

A. Matériel

Définition 15 Les **liens de communication** sont les différents moyens utilisés pour relier des machines entre elles.

Exemple 16 La fibre optique, les câbles ethernet, le WiFi ou la 4G sont des liens de communication.

Définition 17 [KURO 6.4.3, p.525-527] Un **nœud de transmission** est une machine qui *relaie* les paquets, pour les acheminer vers leur destination finale. On en distingue différents types:

- Les **commutateurs**, basés sur l'adresse MAC (couche lien)
- Les **routeurs**, basés sur l'adresse IP (couche réseau)

Définition 18 Un **terminal** est une machine connectée au réseau qui n'est pas un nœud de transmission. On distingue:

- Les terminaux **utilisateur**, tels que les ordinateurs, les téléphones portables, les objets connectés
- Les **serveurs**, qui proposent des services (par exemple serveur HTTP pour le web ou serveurs IMAP et SMTP pour les mails)

B. Organisation

Définition 19 **Sous-réseaux et passerelles**. Internet est composé de plusieurs **sous-réseaux**, qui sont reliés entre eux par des routeurs qu'on appelle des **passerelles**.

Exemple 20 Un **réseau domestique** avec les différents appareils d'un même foyer (ordinateurs, téléphones portables, routeur) connectés à internet est un exemple de **sous-réseau**.

Remarque 21 **FAI** En général, les routeurs et liens de communication utilisés par les particuliers appartiennent à un **Fournisseur d'Accès Internet**, tel que Orange, Free ou SFR. Le fournisseur d'accès internet de l'Éducation Nationale s'appelle **Renater**.

Exemple 22 Présenter aux élèves le réseau de leur lycée.

Définition 23 [KURO 5.3] Un **système autonome** est une partie d'internet contrôlée par une seule entité (par exemple un FAI) et ayant reçu un *numéro de système autonome* auprès de l'ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*).

III. Protocoles d'internet [RESO 1.5]

Définition 24 **Protocole**: [RESO 1.5.2] Un protocole est une convention entre plusieurs parties communicantes définissant le format et la gestion d'un message échangé.

Définition 25 **Modèle en couches**: [RESO 1.6.2] Aujourd'hui, la plupart des réseaux sont organisés selon plusieurs couches:

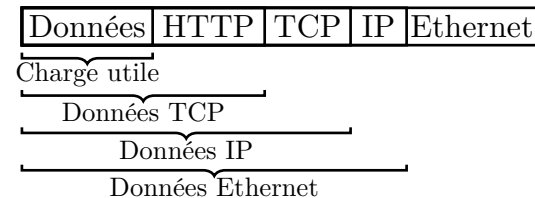
- couche application: définit les données à échanger
- couche transport: assure la correspondance des données de l'émetteur au destinataire
- couche réseau: définit le chemin et oriente les données
- couche liaison: s'assure de l'envoi des données à travers une liaison du réseau

Remarque 26 [RESO 1.6.2] Ce modèle en quatre couches est connu sous le nom de « modèle de référence TCP/IP ».

Remarque 27 [RESO 1.6.1] D'autres modèles existent, comme le modèle OSI, organisé en 7 couches. Cependant, il n'est plus utilisé et le modèle TCP/IP est aujourd'hui le standard.

Remarque 28 On **encapsule** les données d'un protocole dans celles des protocoles des couches inférieures.

Exemple 29 En-tête des différents protocoles pour les données HTTP transportés par TCP dans un réseau IP par une liaison Ethernet



A. Couche réseau [RESO 6]

Définition 30 Les machines sont identifiées sur le réseau par une **adresse IP** (pour *Internet Protocol*). Pour la norme **IPv4**, ces adresses font 32 bits.

Remarque 31 On note en général une adresse IPv4 sous la forme $w.x.y.z$, avec w , x , y et z les 4 octets de l'IPv4 en écriture décimale, avec w l'octet de poids fort et z l'octet de poids faible.

Exemple 32 185.26.126.225 est une adresse IPv4.

Remarque 33 Il existe une version plus récente du protocole IP, IPv6, avec des adresses sur 128-bits.

Définition 34 Un routeur contient une **table de routage** lui indiquant où il doit envoyer chaque paquet reçu.

Remarque 35 Il existe deux types de routage interne : le **routage statique**, pour lequel la table de routage est établie manuellement, et le **routage dynamique**, où la table de routage est mise à jour automatiquement, régulièrement, par des protocoles spécifiques.

Définition 36 Dans les protocoles à **vecteur de distance**, chaque routeur ne connaît que sa distance aux autres routeurs. C'est le cas du protocole **RIP** (pour *Routing Information Protocol* en anglais), qui se base sur l'algorithme de Bellman-Ford.

Définition 37 Dans les protocoles à **état de liens** chaque routeur connaît toute une partie du réseau. C'est le cas du protocole **OSPF** (*Open Shortest Path First*) qui se base sur l'algorithme de Dijkstra.

B. Couche transport [RESO 5]

Définition 38 Un **port** est un numéro permettant d'identifier différents services d'une même machine.

Exemple 39 Le port 25 est utilisé par le protocole SMTP d'envoi de mails, et le port 147 par le protocole IMAP de récupération des mails reçus. Ces deux services s'exécutent sur une même machine.

Définition 40 La **couche transport** permet de préciser un numéro de port, et de se prémunir de certaines erreurs de la transmission sur le réseau (perte ou modification des paquets).

Définition 41 Le **protocole UDP** (*User Datagram Protocol*) permet de préciser des ports source et destination, et repère quand 1 bit du message est erroné.

16 bits	16 bits
port source	port destination
taille	checksum
données	

Définition 42 [RESO] Le **protocole TCP** offre des garanties en plus par rapport au protocole UDP: il permet de vérifier que tous les paquets ont été reçus, dans le bon ordre.

16 bits	16 bits
port source	port destination
numéro de séquence	
numéro d'acquittement	
taille	fenêtre
checksum	pointeur urgent
options	
données	

C. Couche application [RESO 7]

Définition 43 Une **URL** (pour *Uniform Resource Locator* en anglais) permet d'identifier des sur internet. Elle a la forme
protocole://nom de domaine:port/chemin?options

Exemple 44 L'**URL** `https://agreg-info.org/faq/` désigne l'utilisation du protocole HTTPS pour accéder à la page web `faq/` pour le nom de domaine `agreg-info.org`.

Définition 45 **HTTP** (pour *HyperText Transfer Protocol*) est le protocole permettant de solliciter une page web auprès d'un serveur web, et de recevoir la réponse.

Définition 46 **HTTPS** (pour *HTTP Secure*) rajoute une couche de chiffrement **TLS** (*Transport Layer Security*) au protocole HTTP.

Rappel 47 L'**architecture client-serveur** est celle où un serveur, disponible en permanence, propose des ressources, et des clients indépendants peuvent formuler des requêtes au serveur pour accéder aux ressources.

Définition 48 Le **protocole DNS** (pour *Domain Name Server*) permet de trouver l'adresse IP associée à chaque nom de domaine.

Exemple 49 Le nom de domaine `agreg-info.org` correspond à l'adresse IP `185.26.126.225`.

Définition 50 Le **protocole DHCP** Permet d'assigner une adresse IP à une machine nouvellement connectée au réseau.

DEV **Exemple 51** Récapitulatif de tous les protocoles intervenant dans un accès classique à une page web

Remarque 52 Les **architectures pair-à-pair** fonctionnent sans serveur centralisé. Un terminal souhaitant récupérer une ressource la récupérera depuis les différents terminaux connectés, et mettra lui-même des ressources à disposition.

Exemple 53 **Bit-torrent** est un exemple de service internet fonctionnant avec une architecture pair-à-pair.

Architecture d'Internet		B. Enjeux actuels d'internet	
I. Histoire et enjeux		9	Enjeu économique: [NAN]
A. Histoire d'internet [KURO 1.7]		10	Enjeu de sécurité: [RESO 1.8]
1	Def		
2	Def ARPAnet		
3	Def Cyclades	11	Def le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD)
4	Def Internet	12	Def Le principe de neutralité du net [RESO 1.8]
5	Rem	13	Enjeu de désinformation: [RESO 1.8]
6	Rem	14	Enjeu écologique [NAN]
7	Def		
8	Rem Démocratisation d'Internet.	II. Infrastructure d'internet [KURO 1.1.1]	
		A. Matériel	
		15	Def Les liens de communication
17	Def [KURO 6.4.3, p.525-527] Un nœud de transmission	16	Ex Exemples de liens
18	Def Un terminal	25	Def Modèle en couches: [RESO 1.6.2]
B. Organisation		26	Rem [RESO 1.6.2]
19	Def Sous-réseaux et passerelles.	27	Rem [RESO 1.6.1]
20	Ex Un réseau domestique	28	Rem Encapsulation
21	Rem [NAN] FAI	29	Ex
22	Ex	A. Couche réseau [RESO 6]	
23	Def [KURO 5.3] Un système autonome	30	Def
III. Protocoles d'internet [RESO 1.5]		31	Rem
24	Def Protocole: [RESO 1.5.2]	32	Ex
35	Rem	33	Rem
36	Def	34	Def
37	Def	C. Couche application [RESO 7]	
B. Couche transport [RESO 5]		43	Def Une URL
38	Def Un port	44	Ex L'URL
39	Ex ports	45	Def HTTP
40	Def La couche transport	46	Def HTTPS
41	Def Le protocole UDP	47	Rappel L'architecture client-serveur
42	Def [RESO] Le protocole TCP	48	Def Le protocole DNS
		49	Ex Exemple de NS -> IP
		50	Def Le protocole DHCP
		51	Ex Récapitulatif de tous les protocoles intervenant dans un accès classique à une page web
		52	Rem Les architectures pair-à-pair
		53	Ex Bit-torrent

Remarque

- Tortues lycée parlent de OSPF, RIP et HTTPS
- Serait-ce possible de faire ce plan en top-down plutôt que bottom-up ?
Qu'est-ce que ça impliquerait ?

Éléments de programme

Seconde

- Repères historiques: Dès les années cinquante, les ordinateurs ont été mis en réseau pour échanger des informations, mais de façon très liée aux constructeurs d'ordinateurs ou aux opérateurs téléphoniques. Les réseaux généraux indépendants des constructeurs sont nés aux États-Unis avec ArpaNet (1970) et en France avec Cyclades (1971). Cet effort a culminé avec internet, né en 1983.
- Client-Serveur
- TCP/IP
- IP, DNS, HTTP, NTP

Première

- Histoire de l'informatique (PREM 1A et Term 1A)
- PREM5 : IHM, sur le web
 - Page web, éléments graphiques, Formulaires, méthodes
- PREM6B : Paquets, encapsulation, protocoles, bit alterné, archi réseau, topologie locale

Terminale

- Réseau internet comme exemple de graphes.
- Histoire de l'informatique (PREM 1A et Term 1A)
- TERM 4C : protocoles de routages (RIP et OSPF)

Prepa rien.

Complémentaire

- Informatique et société.
- Perfs
- Routage (Dijkstra, Bellman-Ford)

Bibliographie

[KURO] J. F. Kurose & K. W. Ross, *Computer Networks, a top-down approach, 8th edition.*

[RESO] A. Tanenbaum & N. Feamster & D. J. Wetherall, *Réseaux, 6^e édition, en français.*