

# Introduction aux réseaux IP

Julien Montavont

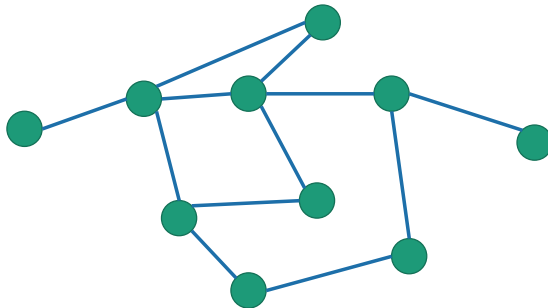
[montavont@unistra.fr](mailto:montavont@unistra.fr)

Licence 2 d'informatique

Ce cours est construit sur la base de plusieurs supports pédagogiques parmi lesquels ceux d'Antoine Gallais, Pascal Mérindol et Jean-Jacques Pansiot. L'usage de ce support ne peut être qu'académique

# Qu'est-ce qu'un réseau ?

- Définition (Larousse)
  - Ensemble formé de lignes ou d'éléments qui communiquent ou s'entrecroisent



## Quel intérêt ? Pour quel besoin ?

- Mutualisation
  - Ressources coûteuses qu'on souhaite partager
- Communications
  - Pigeons voyageurs, courrier postal, télégramme, téléphone, radio, télévision, Internet...
- Transport (de personnes, de marchandises)
  - Routes, trains, lignes aériennes, portuaires...

## Naissance d'Internet

- 1958 => DARPA (*Defense Advanced Research Projects*) crée un supercalculateur construit par IBM
- 1962 => souhait de partager les ressources informatiques entre centres de recherches, Université et entreprises
- 1969 => premier message informatique échangé entre UCLA (*University of California in Los Angeles*) et Stanford (université à Palo Alto)
  - Tentative d'émission de la chaîne « LOGIN »
  - Réception de « LO » puis crash du système

## Unités de mesure

- Bit : quantité minimale d'information ne prenant que 2 valeurs (0 ou 1)
- Octet : suite de 8 bits
- Byte : suite de bits (généralement 8, mais peut varier)
  - Octet et Byte sont abusivement considérés comme synonymes
- Multiples (unités du Système International)
  - 1000 octets = 1Ko (kilo octets) = 0,1 Mo (Méga octets)
  - 1024 octets =  $2^{10}$  = 1Kio (kilo binaire ou kibi) = 0,1 Mio

## 2018 *This Is What Happens In An Internet Minute*



## Objectif = communiquer

- Deux axes orthogonaux
  - Qualité des communications (débit, fiabilité, sécurité, etc.)
  - Réduction des coûts (mutualisation des ressources, simplicité)

## Comment communiquer ?

- Quel support physique ?
  - Câbles
    - Métallique : coaxial, paire torsadée
    - Optique (cœur en verre) : fibre optique
  - Air – émission / réception d'ondes radio, lumineuses, sonores, etc.
  - Liquide – ondes sonores
- Quelle topologie ?
  - Anneau, arbre, bus, étoile, maillée...
- Quelle échelle ?
  - Du corps - *body area network (BAN)*
  - D'un bâtiment - *local area network (LAN)*
  - D'une ville - *metropolitan area network (MAN)*
  - D'un continent - *wide area network (WAN)*

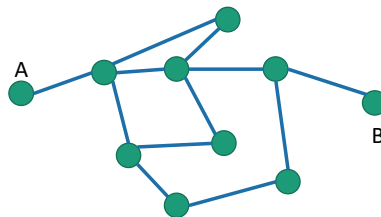
## Echanger des données

- Emetteur et récepteur doivent s'accorder sur
  - L'acheminement des données (commutation)
  - Le format des messages
  - La synchronisation (signal de départ, de fin)
- Ex : communication humaine
  - Quel moyen ? (lettre, carte, email, sms, oral, etc.)
  - Quelle langue ?
  - Quel degré d'affinité (« salut » ou « cher collègue » ?)

⇒ **Besoin de normaliser les échanges**

## Commutation

- Définition (Larousse) :
  - **Technique d'acheminement des données entre deux ordinateurs connectés par un réseau de transmission**
- Ex : quelle stratégie pour acheminer des données de A vers B ?



## Commutation de circuits

- Circuit dédié entre émetteur et récepteur
  - Ex : réseaux téléphonique (RTC)
- Avantages
  - **Fiable, débit élevé, peu voire pas de gigue (variation du délai)**
- Inconvénients
  - **Nombre de circuits (relativement) limités**
  - **Gaspillage en cas de communication à débit variable** (e.g. Internet)
  - **Non robuste face aux pannes des équipements intermédiaires**
  - Délai d'établissement du circuit

## Commutation de messages

- Progression des messages de proche en proche
  - Pas de circuit dédié => deux messages d'une même communication peuvent emprunter des chemins différents
  - Ex : transmission des télégrammes, courrier postal
- Avantages
  - **Adapté aux communications à débit variable**
  - **Multiplexage de nombreuses communications simultanément**
  - **Robuste face aux pannes des équipements intermédiaires**
  - Pas de délais avant émission du premier message
  - Stockage du message dans le réseau
- Inconvénients
  - **Non fiable, débit variable, gigue (variation du délai)**
  - Réception de la totalité du message avant transfert
    - Inefficace pour des données de très grande taille car ajoute du délai

## Commutation de paquets

- Même paradigme que la commutation de messages mais...
- ... données découpées en paquets (segmentation)
  - Ex : Internet
- Intérêt ?
  - Efficacité ne dépend plus de la taille des données

Julien Montavont

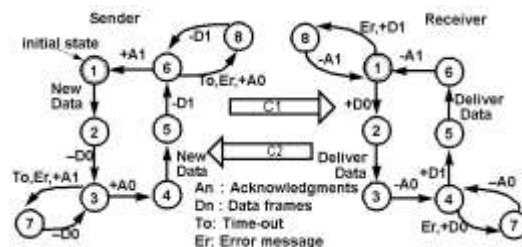
Introduction aux réseaux IP

13

## Procédure de communications - définition

- Ensemble de règles d'émission et de réception des messages
  - ⇒ Structurer l'information : différencier les données utiles des données de contrôle (en-tête)
  - ⇒ Gérer les événements / états
  - ⇒ Description par automate

- Ex : bit alterné



Julien Montavont

Introduction aux réseaux IP

source : <http://cs.uccs.edu/~cs522/pe/pe.htm><sup>14</sup>

## Protocole - définition

- Spécification d'un couple de procédures
  - Pas nécessairement identiques
    - Appelant / appelé
    - Client / serveur
- Assure un service entre deux ou plusieurs extrémités

## Protocoles réseaux

- Répondre aux problèmes « pratiques » posés dans les systèmes distribués
  - Moyen de transmission non fiable
  - Pas de mémoire commune
  - Événements inattendus (panne, erreur, etc.)
  - Hétérogénéité des matériels, logiciels, données
  - Nécessité de partager les ressources



## Normalisation / standardisation

- De manière générale
  - Harmoniser l'activité d'un secteur
  - Assurée par des organismes nationaux / internationaux
- En informatique
  - Normaliser les protocoles de communication... mais aussi
    - Les matériels
    - La diffusion de l'information (ex : draft, RFC)
    - Les ressources communes (ex : fréquences radio)

## Organismes de normalisation

- UIT (créée en 1932)
  - Union nationale des télécommunications
  - Règlementation des télécommunications, établissement de normes, diffusion d'informations techniques
  - Ex : recommandation IMT-2000 pour la téléphonie 3G
- ISO (créée en 1974)
  - *International Organization for Standardization*
  - Règlementation des télécommunications, établissement de normes, diffusion d'informations techniques
  - Ex : ISO 9001 (gestion de la qualité), ISO 14001 (management environnemental)

## Organismes de normalisation

- IEEE (créé en 1963)
  - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
  - Rédaction de normes, diffusion des connaissances
  - Ex : conférences, journaux, IEEE 802.3
- IETF (créé en 1986)
  - *Internet Engineering Task Force*
  - Rédaction de normes pour l'Internet
  - Propositions et débats de drafts, puis diffusion des normes RFC (Request for Comments)
  - Ex : RFC 675 (protocole TCP)

## Organismes de normalisation

- IANA (créée en 1988)
  - *Internet Assigned Numbers Authority*
  - Attribution des noms et identifiants des protocoles Internet
  - Ex : adresse IP, numéros de port, etc.
  - Collaboration étroite avec l'IETF
- ARCEP (créée en 1997)
  - Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes
  - Régulation des télécommunication et des activités postales, attribution des fréquences, assure le respect de la neutralité du net

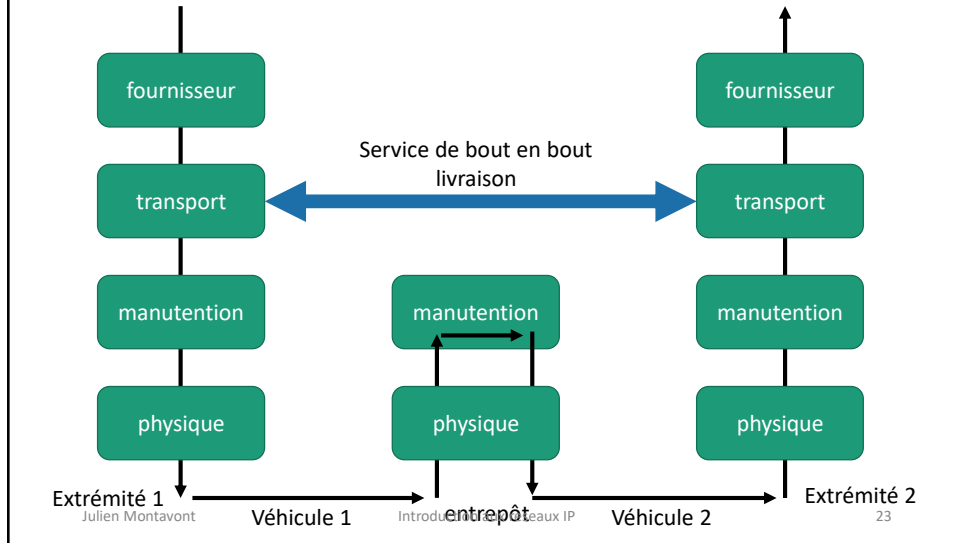
## Organisation d'une architecture réseau

- Modèle en couche
  - Dégager les principales fonctions liées à la communication
    - ⇒ Les hiérarchiser en couche
    - ⇒ Abstraction couche / service / protocole
  - Analogie avec des paradigme de programmation
    - ⇒ type abstrait (file, graphe, liste, etc.)
    - ⇒ programmation objet

## Analogie avec les réseaux de distribution

- Indépendance
  - Vendeur peut changer de transporteur
  - Transporteur peut transporter des produits différents
  - Une commande peut être livrée en plusieurs colis
- Adressage
  - Utilisateur final (adresse de livraison, de facturation)
  - Prochain entrepôt
- Différentiation entre *bout en bout* et *proche en proche*
- Fiabilité
  - Accusé de réception, bon de livraison, etc.

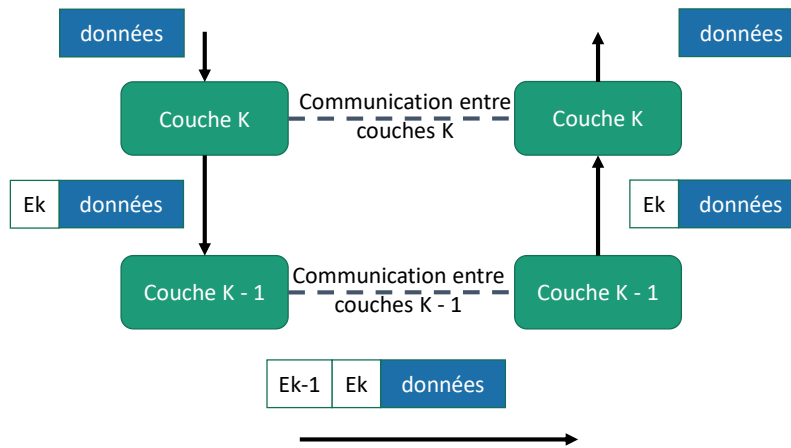
## Analogie avec les réseaux de distributions



## Organisation en couches

- Chaque couche traite une ou plusieurs fonctionnalités
- Chaque couche rend des services à la couche de niveau supérieur
- Chaque couche utilise des services de la couche inférieure
- Définitions
  - Service : ce qu'offre une couche
  - Interface : utilisation d'une couche
  - Protocole : comment

## Modèle en couche



Télécommunications : plusieurs modèles (OSI, TCP/IP, ATM)

Julien Montavont

Introduction aux réseaux IP

25

## Modèle OSI

- Norme ISO 7488
  - Modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts (*Open System Interconnection*)
  - Décrit l'architecture des communications en réseau
- Objectifs
  - Principales fonctions liées à la communication
  - Hiérarchiser les couches : modularité
  - Abstractions : couche, service, protocole

Julien Montavont

Introduction aux réseaux IP

26

# Modèle OSI

- Interface
  - Ensemble de fonctions et appels systèmes dans un programme
- Service
  - Description abstraite de fonctionnalités à l'aide de primitives (commandes ou événements)
- Protocole
  - Définit le format, la signification des messages, etc.
  - Indépendant du service fourni par la couche dans laquelle il fonctionne

# Modèle OSI

- 7 couches

application

Présentation

session

transport

réseau

liaison

physique

## Modèle TCP/IP

- Besoin de simplification, souplesse et robustesse
  - Fusion des couches session, présentation et application
- Abstraction de la technologie de communication (couche physique et liaison)
- Impose le protocole TCP pour la couche transport et IP pour la couche réseau
- Centré autour du protocole IP (Internet Protocol)
  - Langage universel

⇒ **Modèle utilisé actuellement sur Internet !**

Julien Montavont

Introduction aux réseaux IP

29

application

transport

réseau

Accès réseau

## Modèle TCP/IP vs modèle OSI

- **Modèle OSI**
  - Modèle théorique conçu avant les protocoles
  - Pas de protocole imposé à chaque couche
  - Objectif d'abstraction satisfait
  - Utile pour décrire différentes piles de protocoles (généricité)
- **Modèle TCP/IP**
  - Conçu après les protocoles
  - Adéquation parfaite à la pile de protocoles définis
  - Ne convient pas pour décrire d'autres piles

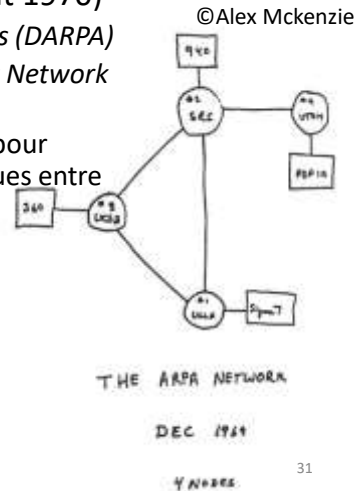
Julien Montavont

Introduction aux réseaux IP

30

## Internet – bref historique

- Réseau ARPANET de DARPA (début 1970)
  - *Defense Advanced Research Projects (DARPA)*
  - *Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET)*
  - Création d'un réseau informatique pour partager des ressources informatiques entre universités



- Pile TCP/IP : début 1980

Julien Montavont

Introduction aux reseaux IP

31

## Internet – bref historique

- Evolution des besoins, des technologies et des coûts
  - Toujours plus de noeuds connectés à ARPANET
  - Développement du système UNIX de Berkeley
    - API socket, utilitaires et outils de gestion
    - UNIX BSD 4.2 avec TCP/IP (pile presque complète)
  - 1980 : création du système de nommage (DNS) pour localiser les hôtes
- Parallèlement
  - Fin 1970 : NSFNET (*National Science Foundation*)
  - 1980 : 1<sup>er</sup> Wide Area Network TCP/IP

Julien Montavont

Introduction aux reseaux IP

32



## Internet – bref historique

- ARPANET se sépare des forces armées (1983)
- ARPANET + NSFNET => inter-réseau => Internet
- Se connecter à Internet demande de
  - Posséder une adresse IP
  - Supporter la pile TCP/IP
  - Être connecté physiquement au réseau
- Ouverture du réseau au public début 1990

## Internet – historique français

- 1973 : réseau CYCLADES – Louis Pouzin (base de la pile TCP/IP actuelle !)
  - FNET (1983) : connexion vers Internet (CNAM)
  - CNAM, INRIA, IRCAM (1984) : connexion aux USA via Amsterdam, par liaison téléphonique puis X.25
  - INRIA (1988) : 1<sup>er</sup> paquet IP arrive directement par liaison satellite entre Nice-Sophia et Princeton
  - Strasbourg : réseau OSIRIS connecté en 1989 via INRIA
  - RENATER (1982) : créé par le CEA, CNES, CNRS, INRIA, EDF, Ministère Education Nationale
    - S'ouvre aux industriels en 1985

## Internet – évolution

- 1995 : 50 000 réseaux, 4 millions d'ordinateurs, 100 pays, cellulaire / GSM
- 31 mars 2011 : 2 milliards d'utilisateurs (30% de la population mondiale)
- Problème d'échelle (NAT?) et migration lente vers IP version 6
  - Attribution des dernières adresses IP version 4 disponibles par l'IANA (2011)

## Internet – aujourd'hui

- 2012 : plus de 6 milliards d'objets connectés
  - D'ici à 2020 : plus de 50 milliards (prévisions Cisco)
- Très haut débit > Gb/s
- Réseaux d'accès haut débit (ADSL, Fibre, Câble)
- Réseaux sans fil (WiFi, 802.15.4, LoRa, 5G, etc.)
- Tout IP (triple play)
  - Télévision, Internet, Téléphone
- Tout connecté
  - Mobiles, capteurs, montres, frigos, etc.

## Internet – résumé

- Interconnexion de réseaux (locaux, métropolitains, etc.) qui utilisent le même langage (protocole IP)
- Interconnexion mondiale gérée par de multiples entités autonomes (AS)
  - Coordination et coopération de tous autour de consensus / normes opérationnelles
- Nombreuses difficultés
  - Internet est étendu (nb d'équipements, distances géographiques)
  - Acteurs sont multiples (constructeurs, opérateurs, utilisateurs, etc.)
  - Matériel est hétérogène (nœuds et liaisons)
  - Données et applications sont variées (texte, images, vidéos, etc.)
- Comment s'adapter aux différents besoins et proposer une qualité de service adéquate ? (au mieux ? Classe premium ?)