

Sciences Numériques et Technologie

Ressources dans <https://philippereneviergonin.github.io/snt/>

Philippe.Renevier-Gonin@ac-grenoble.fr

Repères historiques

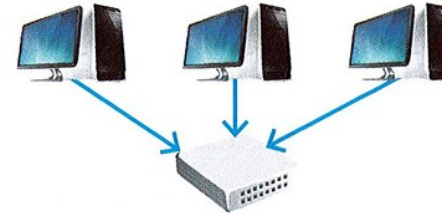
- Pages 36-37 du manuel « SNT, édition Delagrave »
- 1961 : communication par paquet (découpage d'un message en plusieurs morceaux plus petits et plus faciles à transporter)
- 1969 : Arpanet (Internet) relie 4 universités aux USA
- 1974 : TCP/IP
- 1982 : naissance d'internet (grâce à TCP/IP)
- 1989 : démocratisation d'internet
- 1991 : protocole Internet HTTP par Tim Berners-Lee et Robert Cailliau
- 2008 : IoT (internet des objets) : il y a plus d'objets sur internet que d'humains

Réseaux

	Bus de terrain	LAN (local area network)	MAN (metropolitan area network)	WAN (wide area network)
Critère				
Nombre d'éléments du réseau	Ensemble d'éléments limité à un « terrain »	Ensemble d'équipements appartenant à une même société	Interconnexion de plusieurs réseaux LAN	Interconnexion de plusieurs LAN ou WAN
Dispersion géographique	Faible distance entre les nœuds, comme dans une voiture	Machines situées sur un périmètre géographique restreint	Réseaux LAN géographiquement proches	Très grandes distances Internet est un WAN
Technologies utilisées	CAN, VAN, etc.	Ethernet, WiFi, Token Ring, FDDI, etc.	FDDI, ATM, SDH, IoT, etc.	SDH, SONET, WDM, etc.

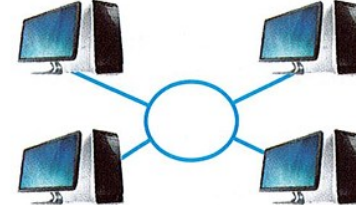
Source : IT - I2D - 2I2D - 1re/Tle STI2D, hachette technique

Étoile



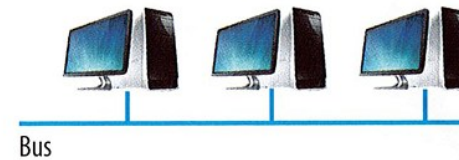
Tous les équipements du réseau sont reliés à un nœud central (switch, routeur) qui assure la communication entre tous les matériels.

Anneau



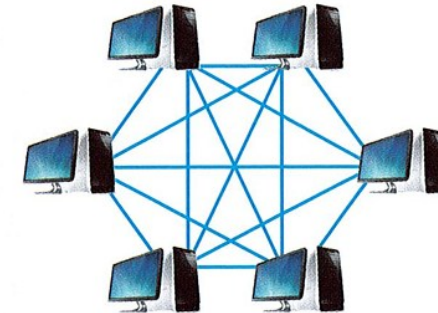
Tous les ordinateurs du réseau sont situés sur une boucle et communiquent chacun à leur tour.

Bus



Tous les équipements du réseau sont reliés à une même ligne de transmission appelée bus. Simple et facile à mettre en œuvre, ils sont très utilisés en domotique et dans les réseaux.

Maillé



La topologie maillée est une évolution de la topologie en étoile. Très utilisée dans les très grands réseaux, elle permet d'offrir des chemins différents pour relier deux points, ce qui évite les problèmes en cas de rupture d'une liaison.

Différents types de réseaux, différentes organisations du réseau

Bits, octets, etc.

- Bit (b) : La plus petite unité d'information, représentant un état binaire (0 ou 1).
- Octet (o) : Un ensemble de 8 bits.
 - "byte" en anglais.
- Kilooctet (Ko) : 1 ko = 1 000 octets.
- Mégaoctet (Mo) : 1 Mo = 1 000 Ko
- Gigaoctet (Go) : 1 Go = 1 000 Mo
- Téraoctet (To) 1 To = 1 000 Go
- système binaire (« historique »)
 - Kibioctet (Kio) : 1 Kio = 1 024 octets
 - Mibioctet (Mio) : 1 Mio = 1 024 Kio
 - Gibioctet (Gio) : 1 Gio = 1 024 Moi
 - Tébioctet (Tio) : 1 Tio = 1 024 Gio.

Décimal	Binaire	Hexadécimal (16)
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Conversion binaire / décimal

Binaire -> décimal : somme des puissances de 2

Ex : (0101 0110)_{binaire} =

$$0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 =$$

$$0 + 64 + 0 + 16 + 0 + 4 + 2 + 0 = 86$$

Hexa -> décimal : idem, mais avec des puissances de 16

Binaire -> Hexa : en partant des bits de poids faible, on regroupe par 4

(0101 0110)_{binaire} -> (56)_{hexa}

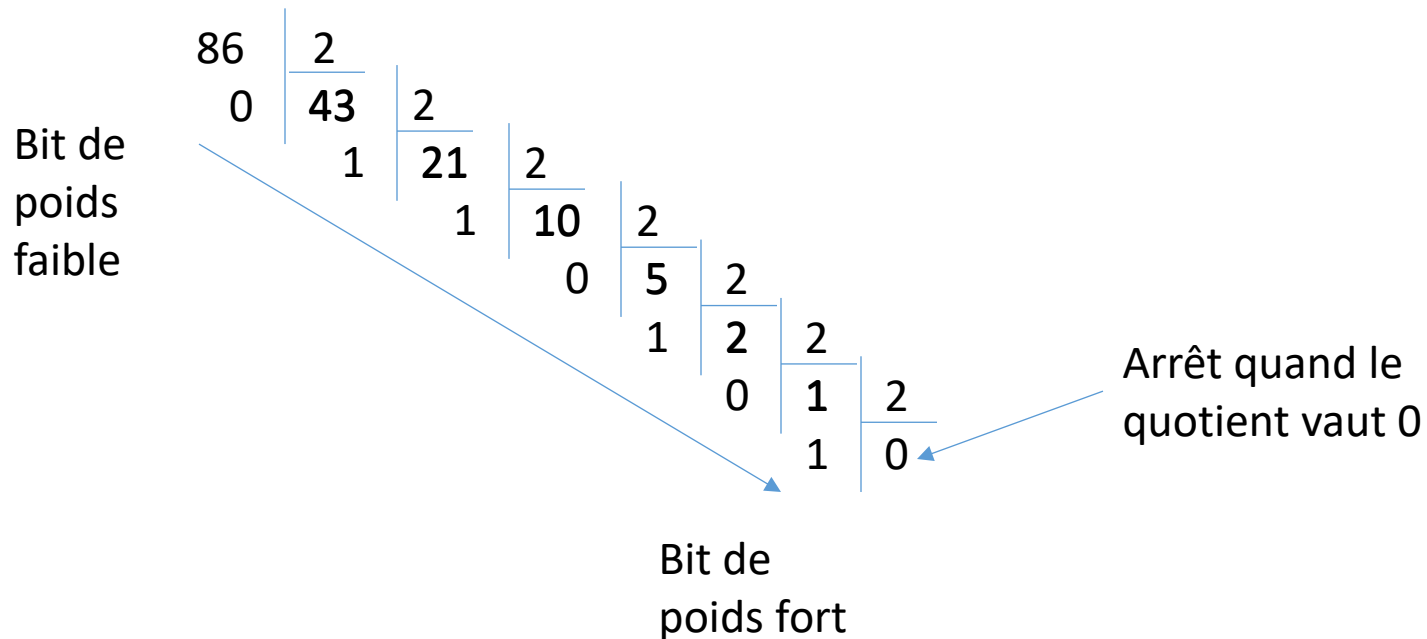
Hexa -> binaire : chaque chiffre hexa est remplacé par les 4 bits correspondant

Savoir combien de bits il faut pour coder un nombre (ou savoir combien de nombres on peut coder sur n bits)

- Sur n bits : on peut coder de
 - 0 : tous les chiffres binaires sont à 0
 - à $2^n - 1$: tous les chiffres binaires sont à 1
 - Cela fait 2^n nombres
- Pour savoir combien de bits il faut pour coder un nombre :
 - Il faut trouver la puissance de 2 la plus petite possible qui soit strictement plus grande que le nombre
 - Ex : $2^6 < 86 < 2^7 \rightarrow 7$

Conversion décimal -> binaire

- Par division successive de 2 (avec reste 0 ou 1) des quotients : les restes donnent les chiffres binaires



- $86 = (1010110)_{\text{binaire}}$
- Sur 7 bits car $64 \leq 86 < 128$

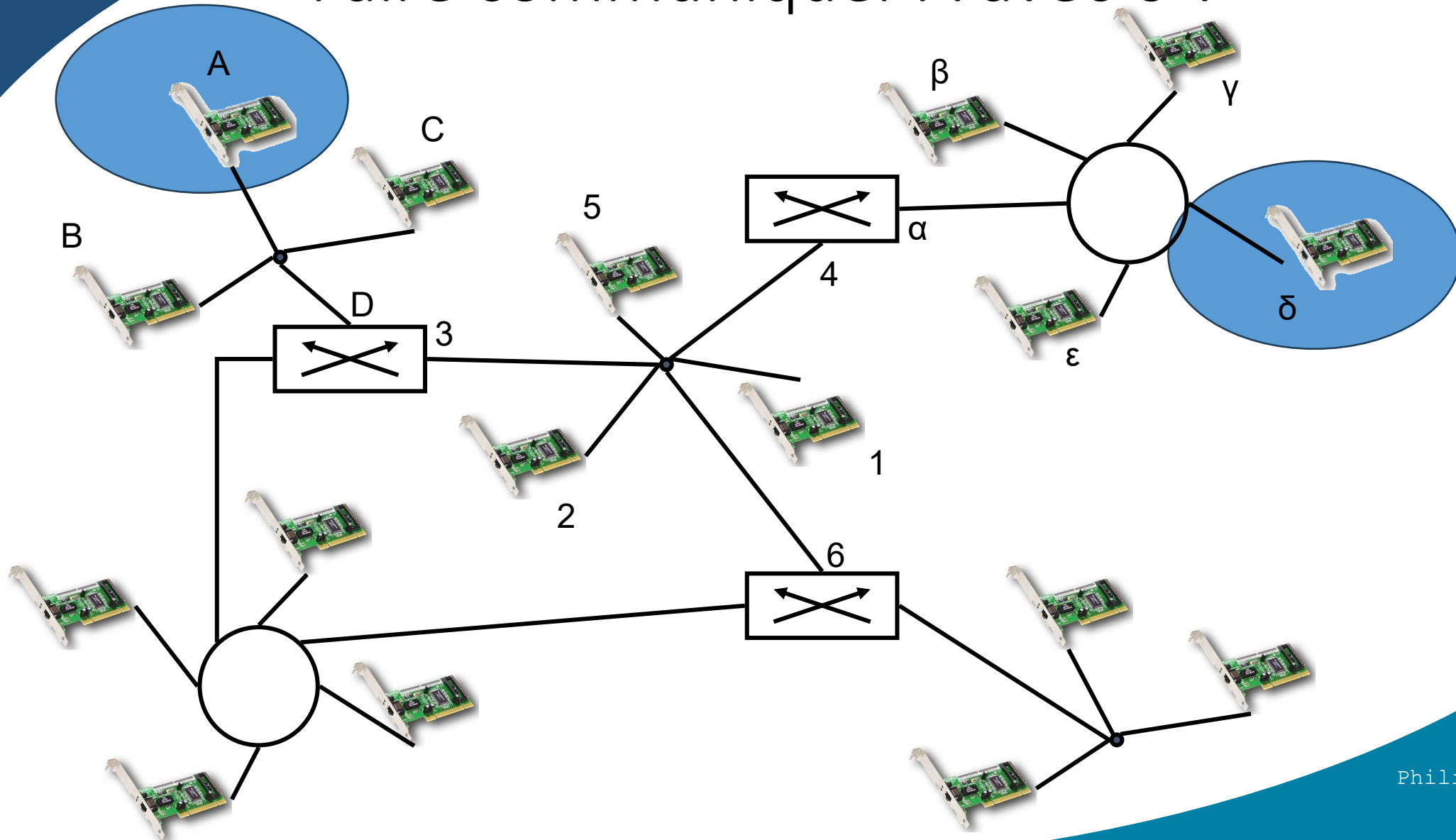
Débit / bande passante

- quantité de données transmises sur un réseau pendant une période donnée.
- bps : bits par seconde ou Kbps (kilobit par seconde) ou...
- Octet par seconde (1 octet = 8 bits) ou...
- Rappel : 1 ko = 1000 o
1 kio = 1024 o ($1024 = 2^{10}$)
- Débit ascendant (Upload)
- Débit descendant (Download)
- Facteurs Influant sur le Débit
 - Type de connexion (fibre vs ADSL)
 - Matériel (carte réseau, routeurs, etc.)
 - Qualité du signal (wifi, distance par rapport au DSLAM en ADSL)
 - Charge du réseau

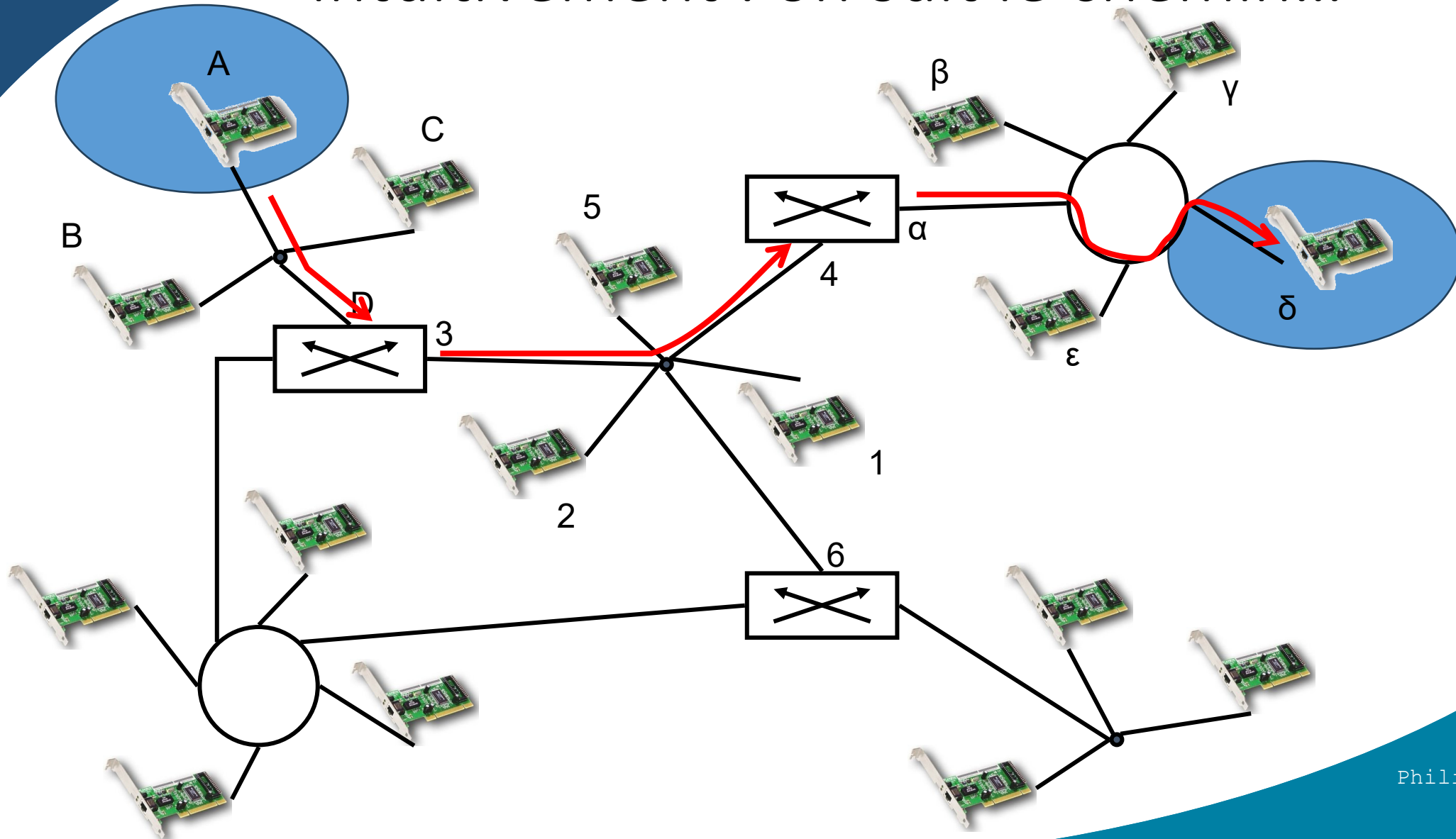
routage

La notion d'adresse va apparaitre et sera vue un peu après

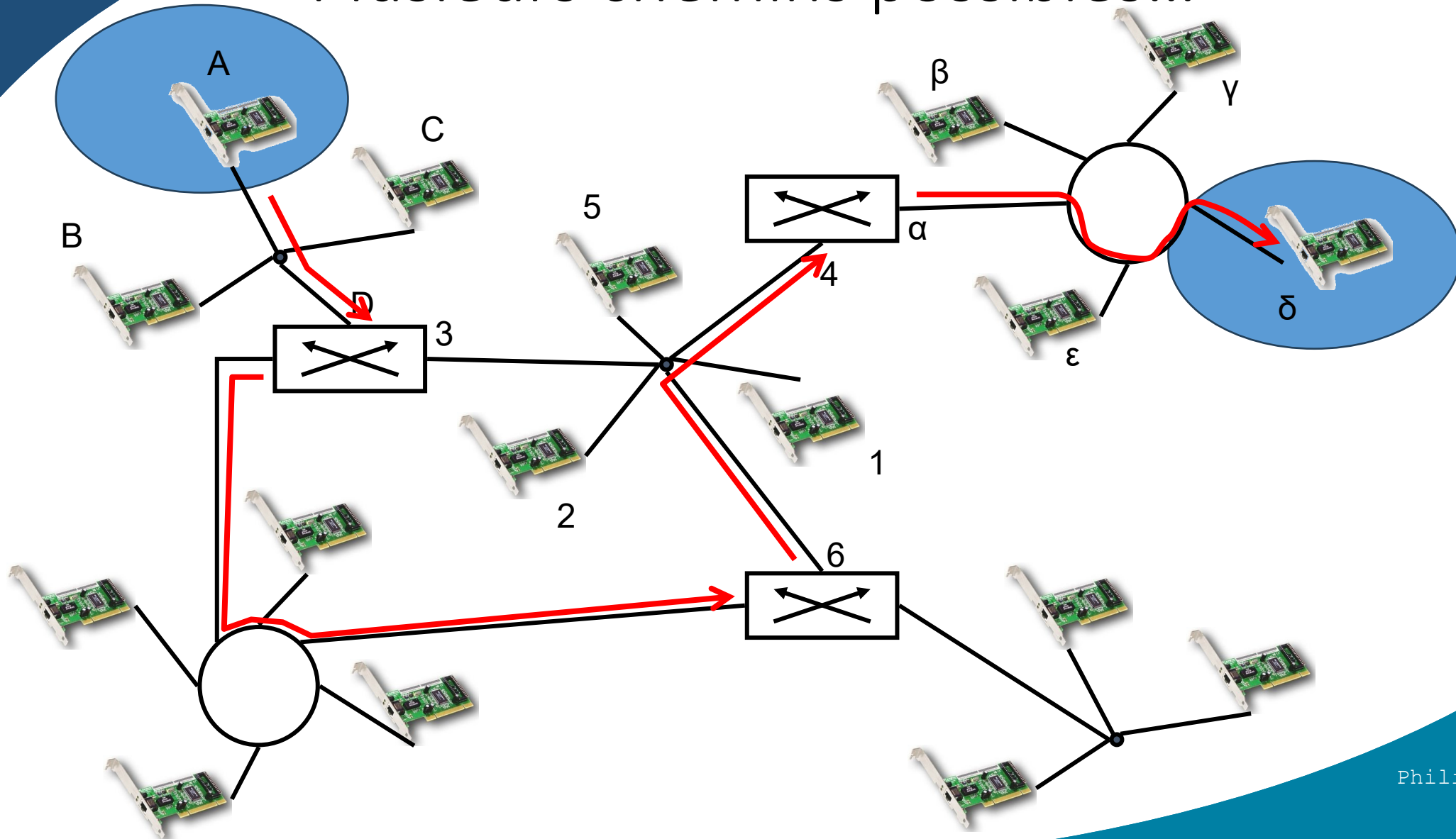
Faire communiquer A avec δ ?



Intuitivement : on suit le chemin...



Plusieurs chemins possibles...



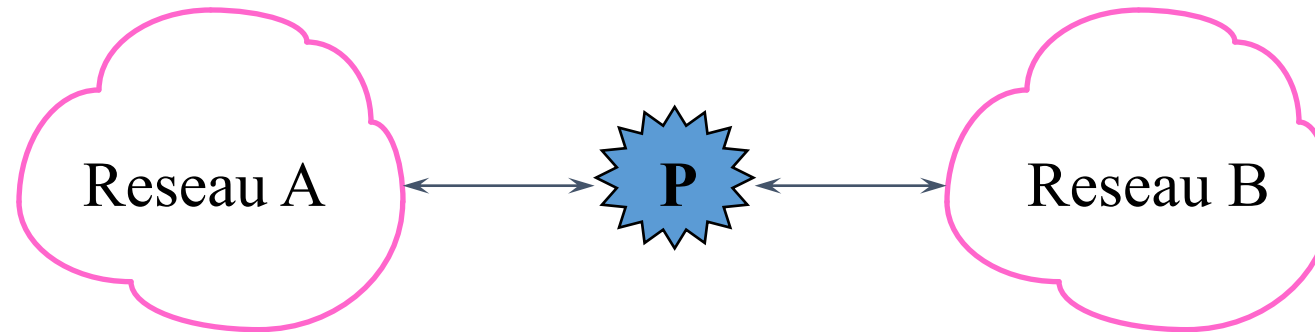
À propos des chemins...

- Une communication entre 2 ordinateurs ne sont pas toujours les mêmes
 - Encombrement (route de délestage)
 - Panne/travaux (déviation)
- Les messages envoyés n'arrivent pas toujours dans le même ordre, ni ne mettent le même temps
- Il est quasiment impossible de prévoir l'ordre d'arrivée et le temps mis par les messages.

Concepts de l'interconnexion

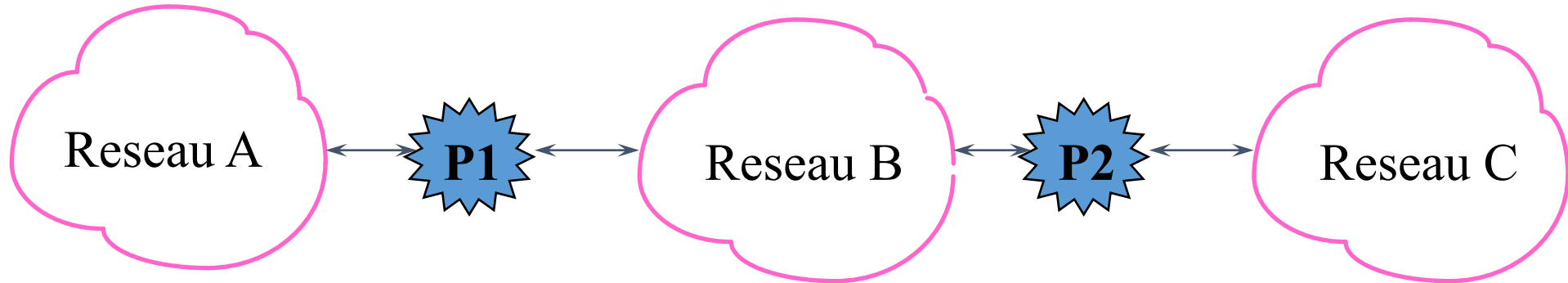
- Point de départ : les réseaux interconnectés sont de natures diverses
- Les différences entre tous ces réseaux ne doivent pas apparaître.
- Les passerelles permettent de passer d'un réseau à un autre en appartenant à plusieurs réseaux
- Les routeurs font circuler les messages entre des réseaux du même type

Passerelle entre deux réseaux



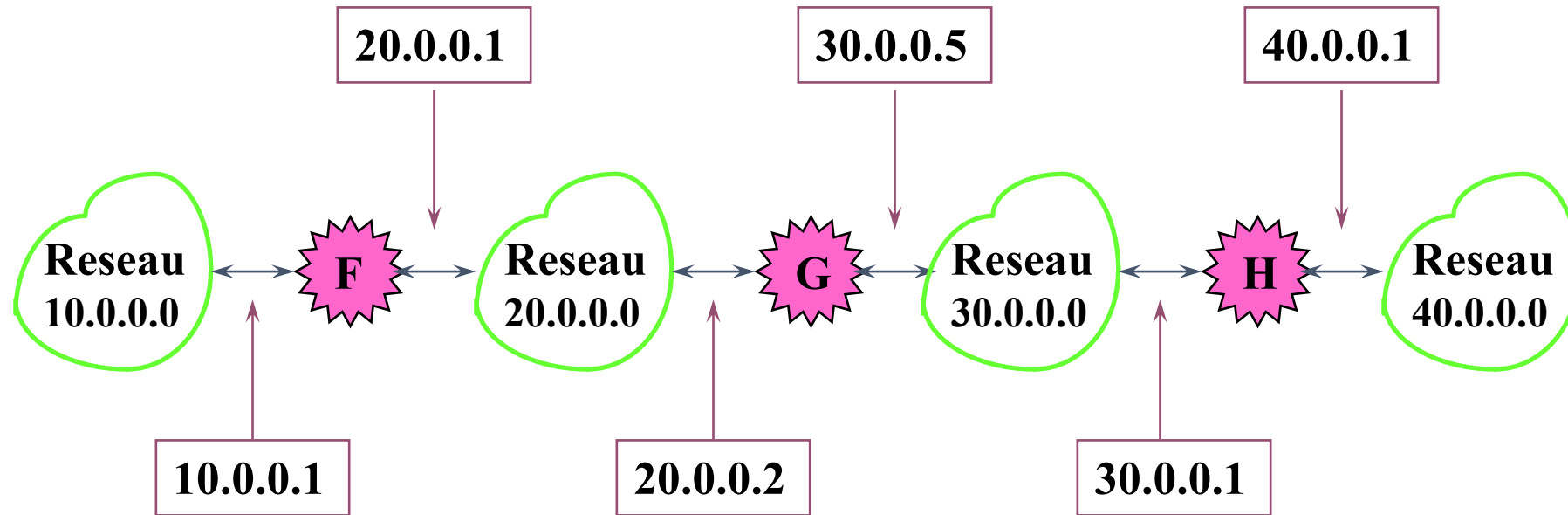
- La passerelle P interconnecte les réseaux A et B.
- Le rôle de la passerelle P est de transférer sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés au réseau B et inversement.

Relier plusieurs réseaux



- P1 transfère sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés aux réseaux B et C
- P1 doit avoir connaissance de la topologie du réseau; à savoir que C est accessible depuis le réseau B.
- Le routage n'est pas effectué sur la base de la machine destinataire mais sur la base du réseau destinataire

Routage



Pour atteindre les machines du réseau	10.0.0.0	20.0.0.0	30.0.0.0	40.0.0.0
Router vers	20.0.0.1 (c'est F)	direct	direct	30.0.0.1 c'est H

Table de routage de G

Le matériel

- Hub / Concentrateur : connecte plusieurs dispositifs dans un réseau local, en envoyant les données à tous les dispositifs
- Switch / Commutateur : connecte plusieurs dispositifs dans un réseau local, en envoyant les données qu'aux dispositifs concernés
- Repeater / Répéteur : relaie, amplifie un signal pour étendre la couverture du réseau
- Router / Routeur : dirige le trafic entre différents réseaux de même type (souvent également switch)
- Gateway / Passerelle : point de liaison entre des réseaux de types différents (souvent le rôle de routeur en plus du rôle d'adaptation)

Adresses MAC et IP, TCP

IP : internet protocole

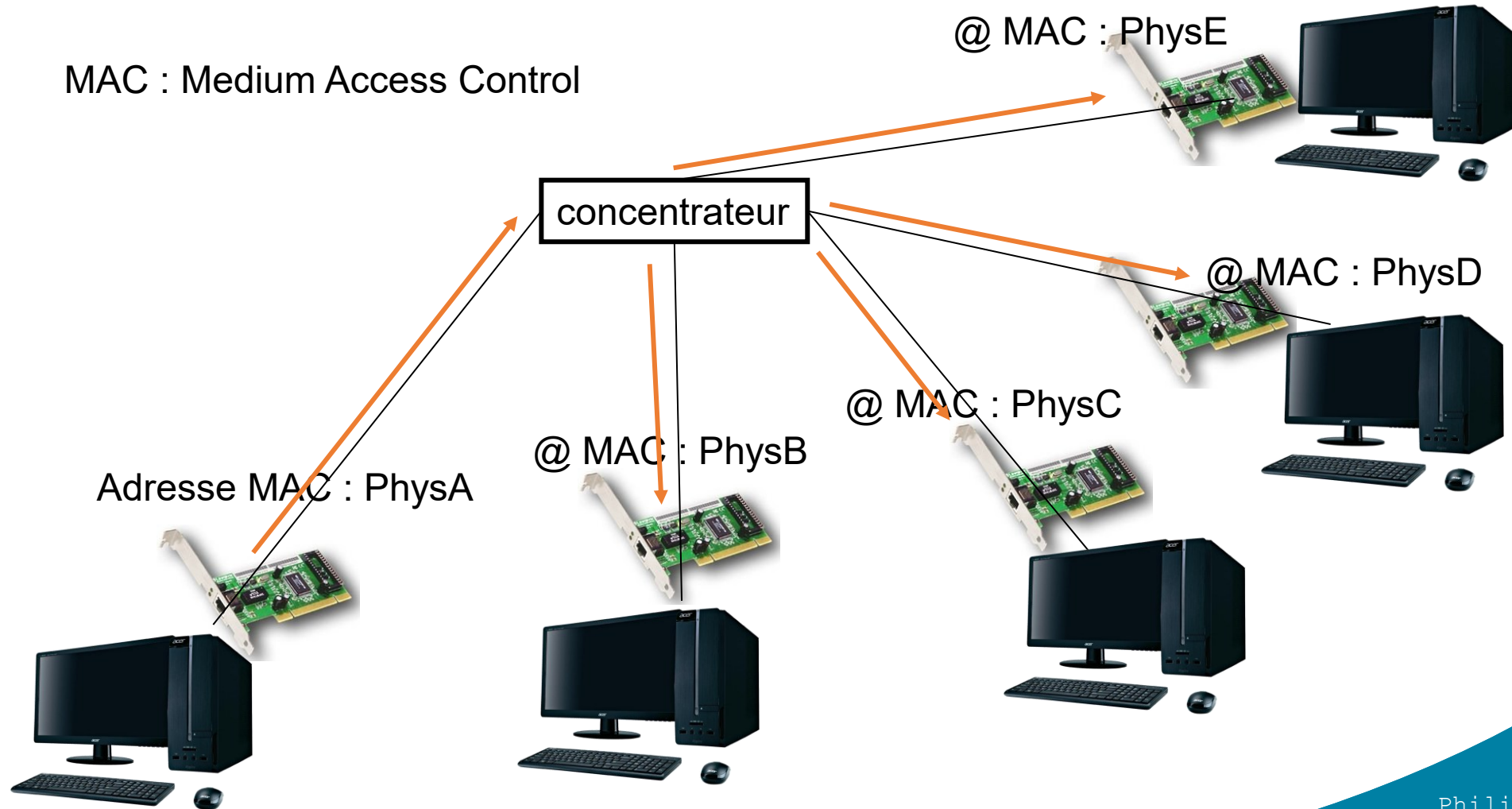
TCP : Transmission Control Protocol

Adresse MAC

- medium access control
- Adresse physique
 - associée à la carte réseau, wifi, etc.
 - Sert à la communication directe
- 6 octets (12 chiffres hexa) dans l'ordre :
 - 3 octets attribués par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) à chaque constructeur de matériel de réseau
 - 3 autres octets définis par le constructeur.
- Chaque adresse MAC est censée être unique

Gestion de transport de données : liaison des données

MAC : Medium Access Control



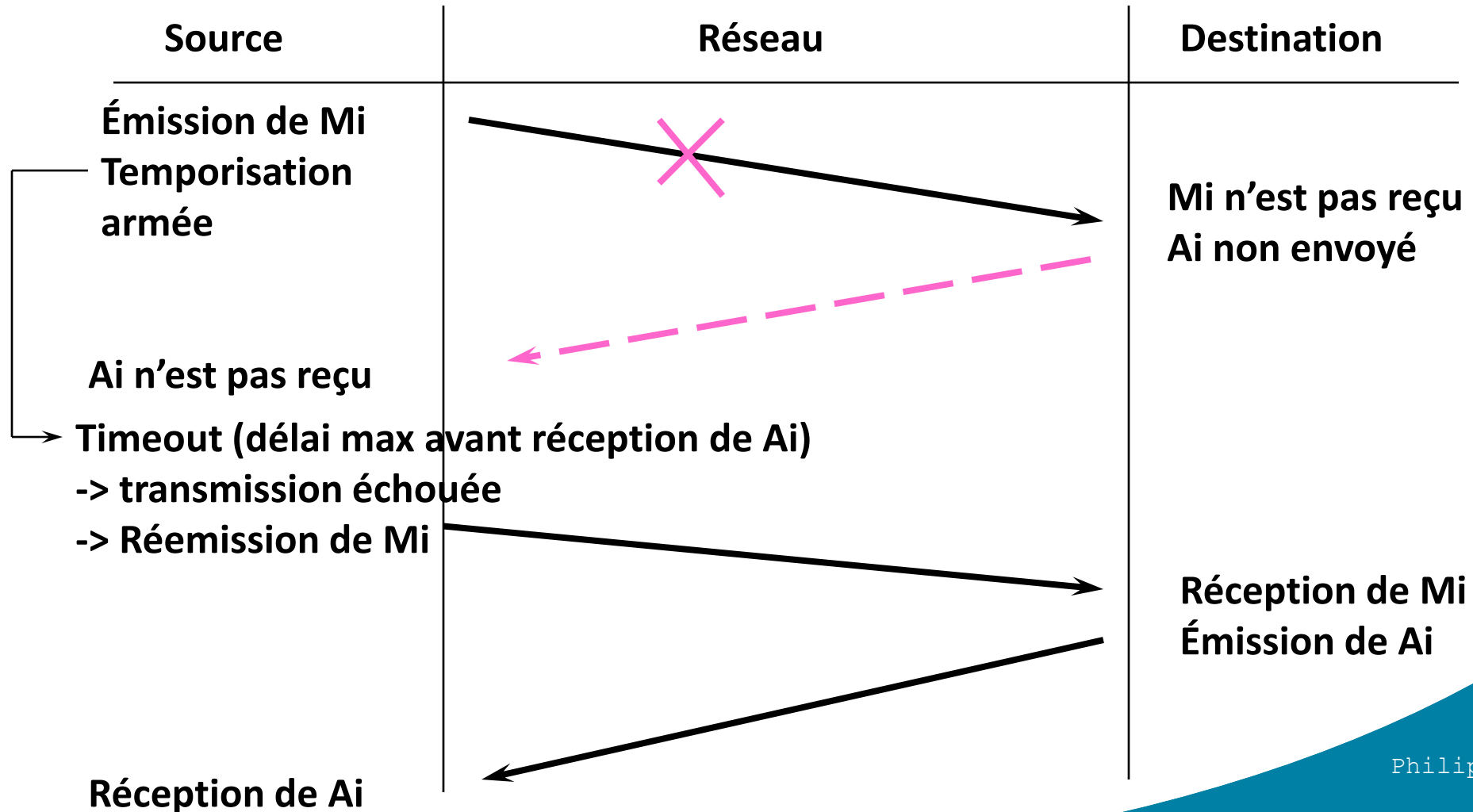
Adresse IP

- les « routeurs » ont une adresse MAC différente de l'expéditeur (quand un message transite par un routeur ou une passerelle, quelle adresse MAC faudrait-il mettre ? Et pour la réponse ?)
- Besoin d'une adresse « logique » qui contient des informations sur le réseau
- IPv4 : 4 octets, généralement écrit en nombres décimaux : 172.22.240.23 par exemple
- IPv6 contient 128 bits, (16 octets)
 - $2^{128} \approx 3,4 \times 10^{38}$ adresses vs $2^{32} \approx 4$ milliards IPv4.
 - Il y a d'autres différences (amélioration du routage, de la sécurité, etc.)
 - Transition progressive (entamé depuis 2012... fin non prévue)

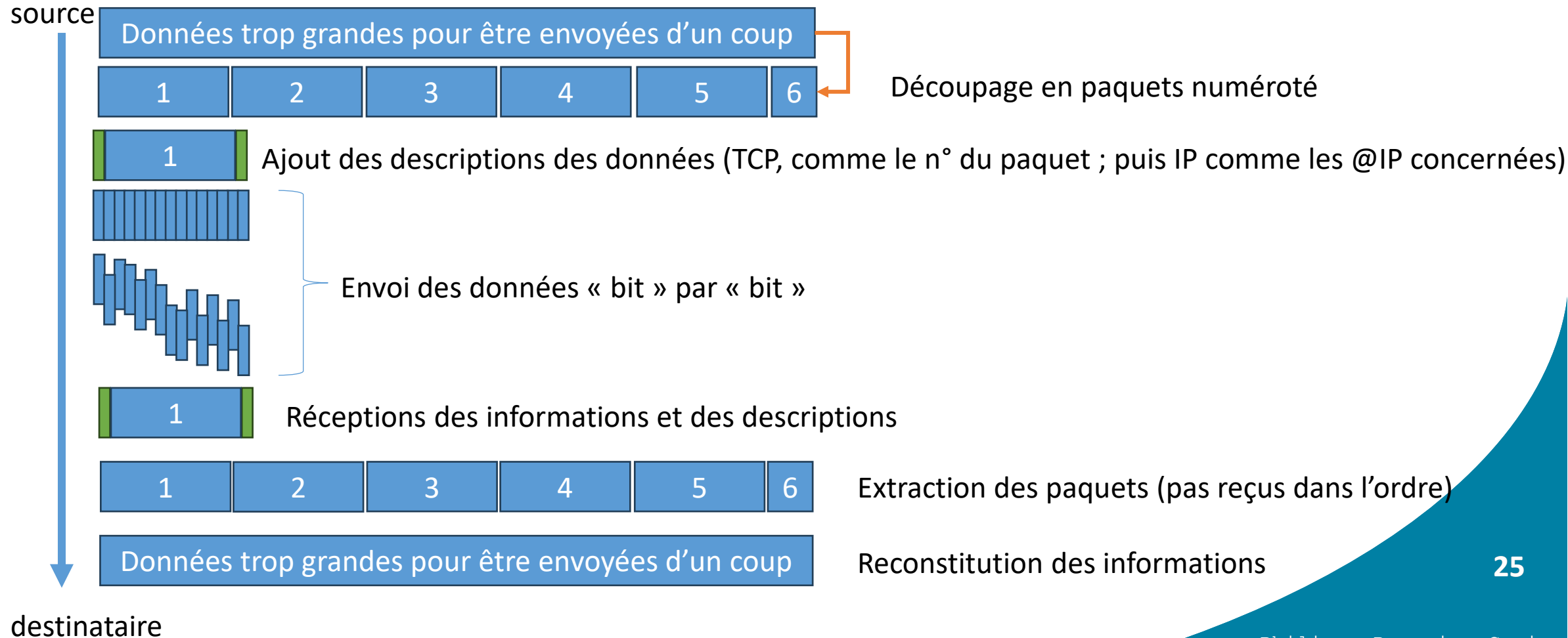
TCP

- Fiabilité = illusion assurée par le service, par un système d'ACKNOWLEDGMENT (accusé de réception=
- transferts tamponnés : découpage en segments (numérotés)
- connexions bidirectionnelles et simultanées

TCP : accusé de réception



Découpage des données



DNS : domaine name server

Les annuaires d'internet

Domaines racines : Il existe 13 ensembles de serveurs DNS racine, identifiés par les lettres de A à M. Chacun de ces ensembles de serveurs est responsable de gérer une copie de la zone racine. Ces serveurs sont « répliqués » dans le monde.

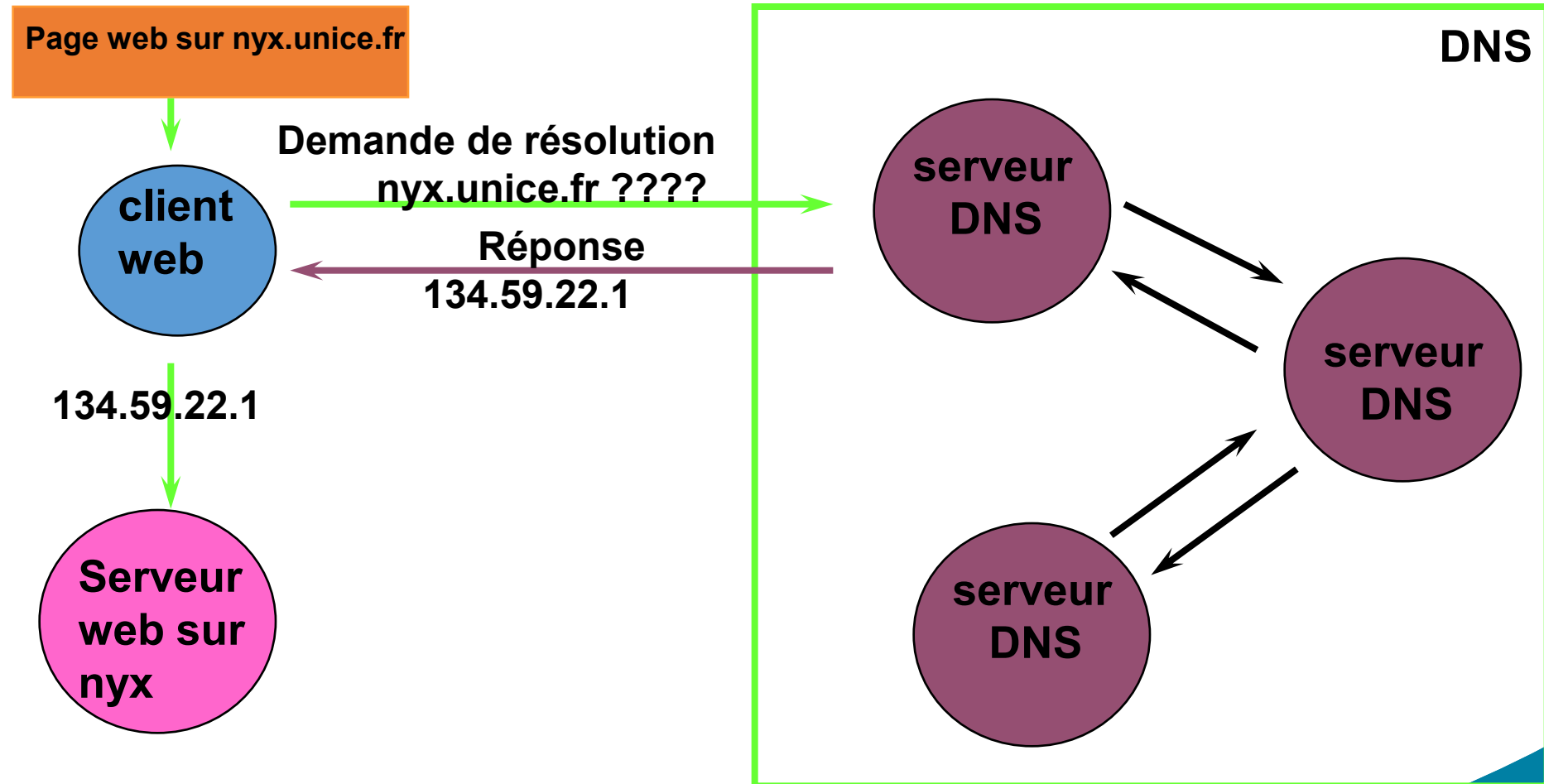
Domain Name Server : Besoins

- L'Internet est constitué de réseaux (dizaines de milliers)
- Les réseaux sont constitués de sous-réseaux
- Les sous-réseaux sont constitués de machines,
- La technologie de base (TCP/IP) permet l'accès aux machines par leur adresse IP,
- Il est devenu impossible aux humains de connaître les adresses (IP) des machines auxquelles ils veulent accéder.
- Le système DNS permet d'identifier une machine par un (des) nom(s) représentatif(s) de la machine et du (des) réseau(x) sur le(les)quel(s) elle se trouve ; exemple :
 - nyx.unice.fr identifie la machine nyx sur le réseau unice.fr
- Le système est mis en œuvre par une base de données distribuée au niveau mondial
- Les noms sont gérés par un organisme mondial : l'interNIC et les organismes délégués : RIPE, NIC France, NIC Angleterre, etc.

Domain Name Server : Principes

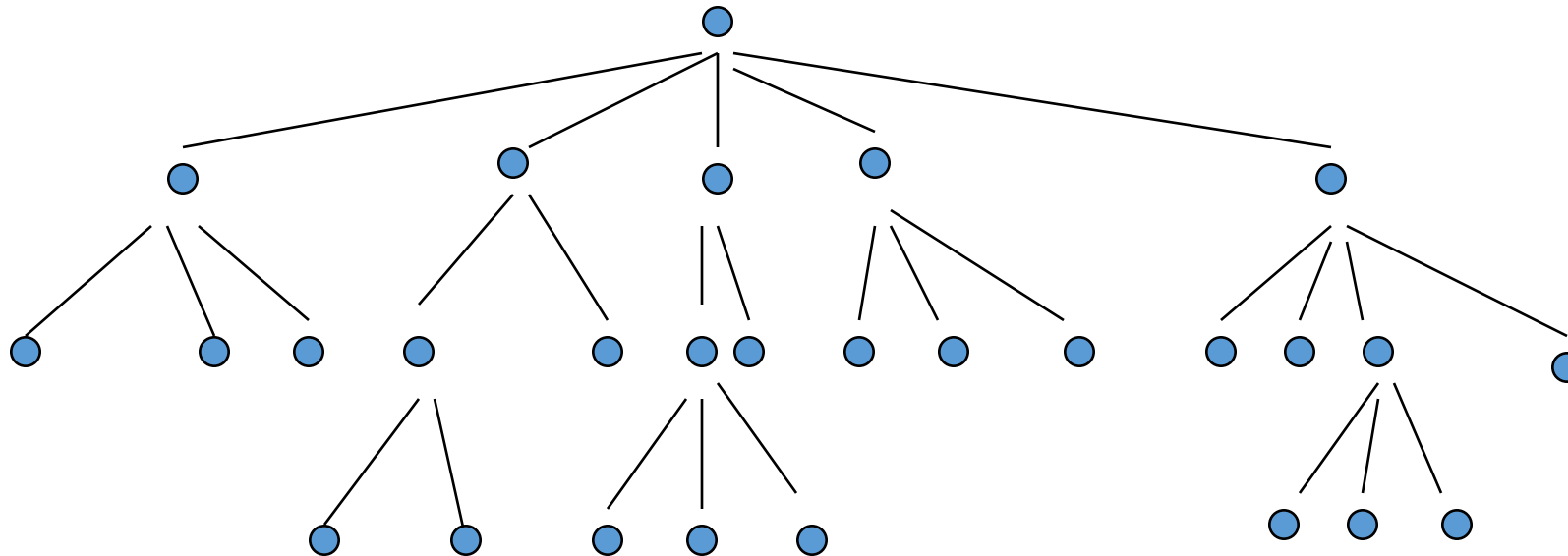
- basé sur le modèle client / serveur
- le logiciel client interroge un serveur de nom; typiquement :
 - l'utilisateur associe un nom de domaine à une application ; exemple :
 - Je veux une page web sur `nyx.unice.fr`
 - l'application cliente requiert la traduction du nom de domaine auprès d'un serveur de nom (DNS) : cette opération s'appelle la résolution de nom
 - le serveur de nom interroge d'autres serveurs de nom jusqu'à ce que l'association nom de domaine / adresse IP soit trouvée
- le serveur de nom retourne l'adresse IP au logiciel client : `134.59.22.1`
- le logiciel client contacte le serveur web comme si l'utilisateur avait spécifié une adresse IP : `134.59.22.1`

Domain Name Server : Principes



DNS : Espace Nom de domaine

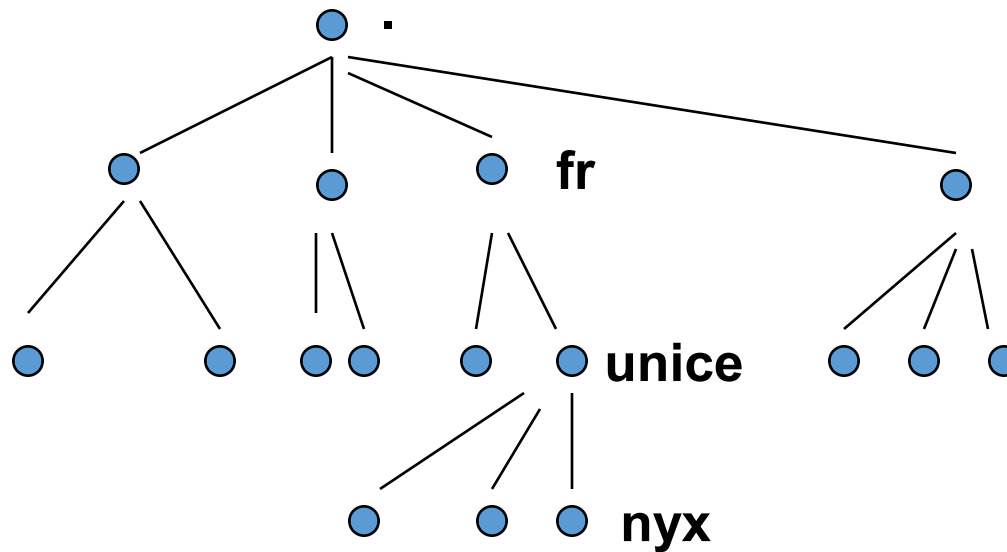
- Chaque unité de donnée dans la base DNS est indexée par un nom
- Les noms constituent un chemin dans un arbre inversé appelé **l'espace Nom de domaine**
- Organisation similaire à un système de gestion de fichiers



- **Chaque noeud est identifié par un nom**
- **Racine appelée root, identifiée par «.»**
- **127 niveaux au maximum**

DNS : Nom de domaine

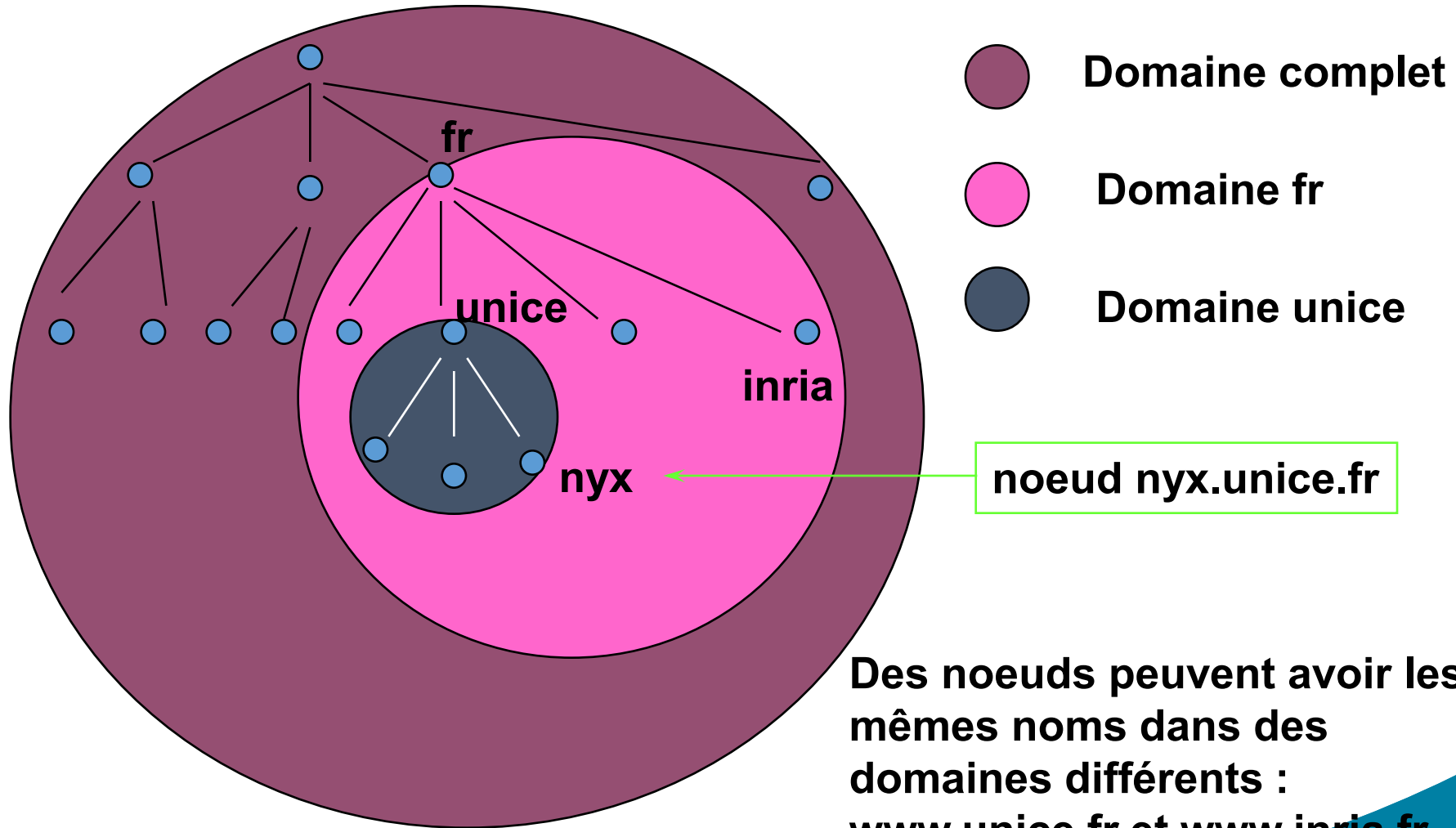
Un nom de domaine est la séquence de labels depuis le noeud de l'arbre correspondant jusqu'à la racine



Deux noeuds fils ne peuvent avoir le même nom ==> unicité d'un nom de domaine au niveau mondial

Domain Name Server : Domaine

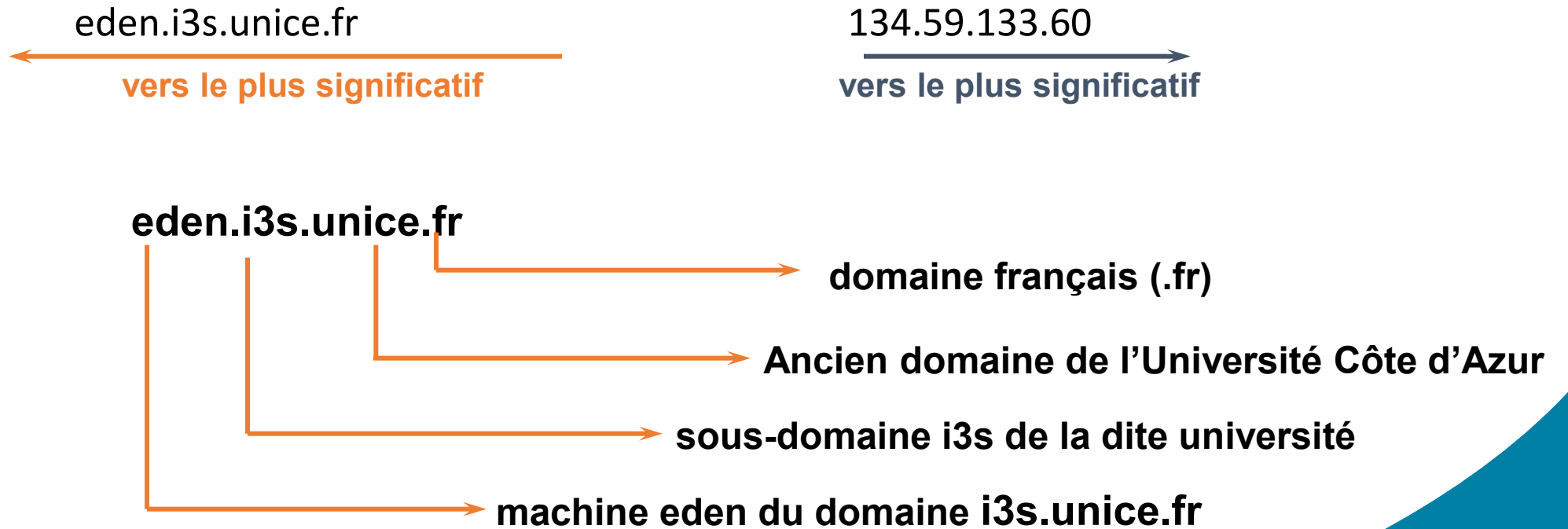
Un domaine est un sous-arbre de l'espace nom de domaine



Des noeuds peuvent avoir les mêmes noms dans des domaines différents :
www.unice.fr et www.inria.fr

Domain Name Server : Interprétation

- A l'inverse de l'adressage IP la partie la plus significative se situe à gauche de la syntaxe :



Domain Name Server : Délégation

- Le système DNS est entièrement distribué au niveau planétaire;
Le mécanisme sous-jacent est la délégation de domaine
- A tout domaine est associé une responsabilité administrative
- Une organisation responsable d'un domaine peut
 - découper le domaine en sous-domaines
 - déléguer les sous-domaines à d'autres organisations :
 - qui deviennent à leur tour responsable du (des) sous-domaine(s) qui leurs sont délégué(s)
 - peuvent, à leur tour, déléguer des sous-domaines des sous-domaines qu'elles gèrent
- Le domaine parent contient alors seulement un pointeur vers le sous-domaine délégué; exemple :
 - unice.fr est délégué à l'Université Côte d'Azur
 - Cette université gère donc les données propres à ce domaine.
 - unice.fr (en théorie seulement) pourrait être géré par l'organisation responsable du domaine .fr (NIC France) qui gèrerait alors les données de unice.fr

Client / Serveur

Introduction aux concepts de client et serveur



- Les clients et serveurs sont des notions répandues dans l'usage des réseaux informatiques.
- Un client demande des ressources tandis qu'un serveur les fournit.
- La communication entre clients et serveurs repose sur des protocoles standardisés.

Rôle des clients dans un réseau



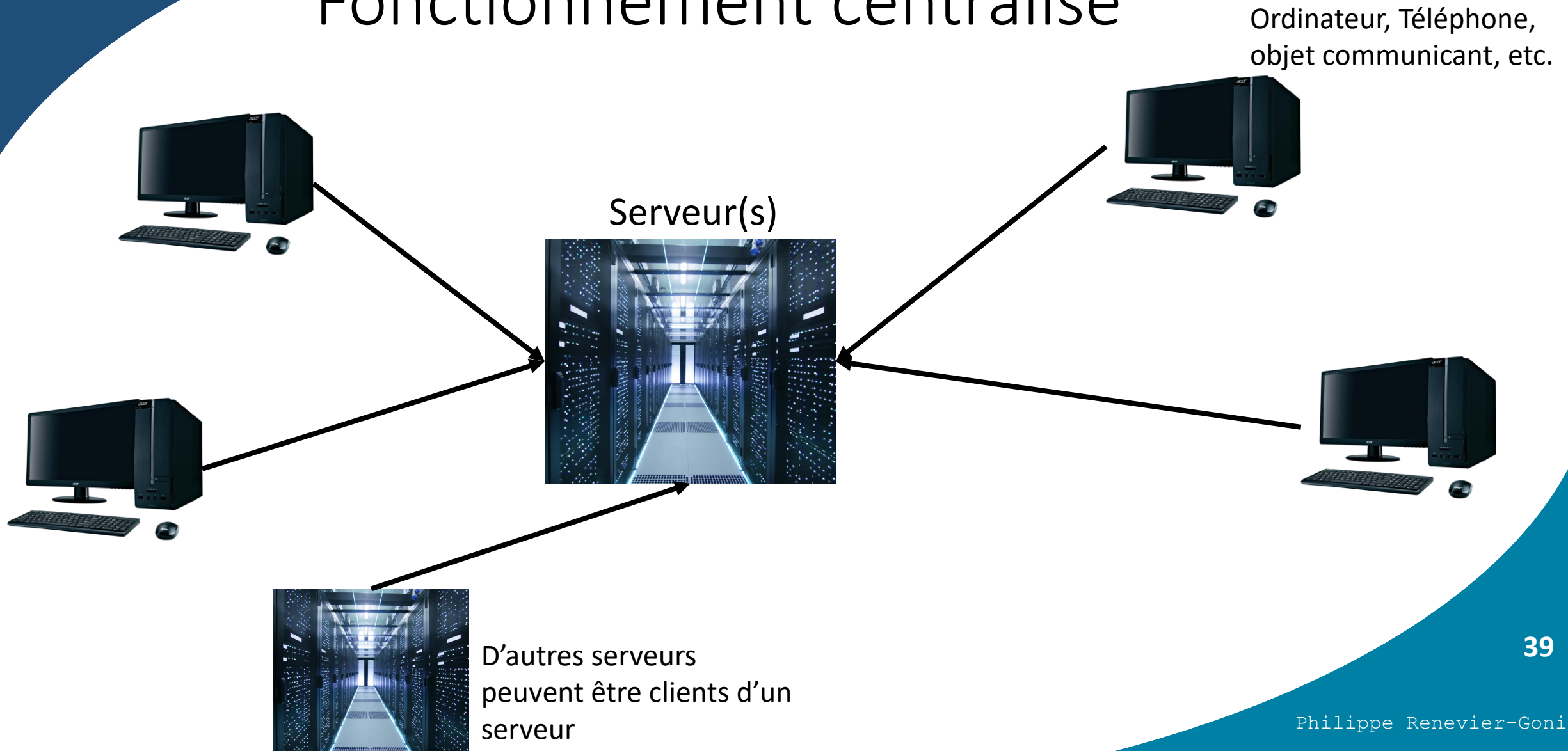
- Les clients peuvent être des ordinateurs, des smartphones ou d'autres dispositifs.
- Ils envoient des requêtes pour accéder aux services du serveur.
- Les clients peuvent exécuter des applications ou naviguer sur Internet.
- Les clients n'ont besoin d'être connecté que lorsqu'ils font une requête.

Fonction des serveurs



- Les serveurs stockent et gèrent les données demandées par les clients.
- Ils peuvent offrir divers services, tels que le web, les fichiers ou les bases de données.
- Les serveurs fonctionnent en continu pour répondre à tout instant aux demandes des clients.

Fonctionnement centralisé



Réseaux pairs à pairs

Chaque machine est à la fois cliente (elle reçoit de l'information) et serveur (elle met à disposition les informations reçues).

C.f. pages 44 et 45 du manuel « SNT, édition Delagrave »

Usage d'internet

Usages d'Internet



- Internet est devenu un outil essentiel pour la communication quotidienne.
 - Les plateformes de streaming et de réseaux sociaux dominent nos loisirs.
 - Le commerce en ligne transforme la façon dont nous achetons des biens.
- Le trafic Internet augmente
 - Adsl (≤ 24 Mb/s) \rightarrow Fibre (entre 300 Mb/s et 8 Gb/s)
 - 4G \rightarrow 5G (x100 par rapport à la 4G initial)
 - Débits 4G : **théorique** 150-300 Mb/s / en pratique : 50-100 Mb/s / usuel : 10 Mb/s
 - Débits 4G+ : **théorique** 1-3 Gb/s / en pratique : 600-750 Mb/s / usuel : 450-600 Mb/s
 - Débits 5G : **théorique** 10 Gb/s / en pratique : 3 Gb/s / usuel : 1 Gb/s
- Les données mobiles et le streaming sont des moteurs majeurs de cette croissance.
- Les prévisions indiquent une croissance continue du trafic dans les années à venir.



Des chiffres sur internet

- Quelques sources :
 - 2014 [État des lieux de la vidéo sur Internet](#)
 - 2022 [30 chiffres sur l'usage d'Internet, des réseaux sociaux et du mobile en 2022](#)
 - 2024 <https://blog.cloudflare.com/radar-2024-year-in-review/>
 - Cloudflare est une entreprise qui propose des services (sécurité, CDN, etc.) et des infrastructures autour des réseaux au niveau mondial "330 cities in over 120 countries/regions, serving an average of over 63 million HTTP(S) requests per second for millions of Internet properties, in addition to handling over 42 million DNS requests per second on average." Cloudflare agrège les données de trafic provenant de son réseau mondial
- En résumé :
 - Toujours plus d'utilisateurs dans le monde, toujours plus de « mobiles »
 - 5 milliards d'internautes en 2022 (environ 62.5% de la population mondiale)
 - 7h par jour sur internet en France
 - La vidéo représentait 60% du trafic web en 2014
 - 36% des vidéos en 2014 étaient de la pub
 - IPv6 : 28.5% du trafic
 - 4.3% des courriels sont toxiques

<https://radar.cloudflare.com/traffic>

- 82% des échanges sur internet est du web (http)
- Entre 28 et 30% de « bot » sur internet
- Environ 42% de la navigation sur le web est sur mobile
 - On passe à 55% si on enlève les bots

Empruntes carbone

- <https://blog.antimuonium.com/blog-post/l-empreinte-carbone-du-stockage-des-donnees>
- L'impact carbone du transport et du stockage de données sur un serveur en France est de 0,0066 g CO₂e/Mo/an. Ainsi, si on garde une donnée de 1 Mo en France pendant 10 ans, on est responsable de l'émission de 0,029 g CO₂e, soit 147 g CO₂e pour 5 Go de stockage, contre 0,013 g CO₂e pour le stockage sur disque dur personnel.
- CO₂ par kWh
 - 52 g CO₂/kWh en 2022 en France (Ademe)
 - Monde : 481 g CO₂ / kWh (moyenne, 713/charbon, 30/hydro, 4-12/nucléaire) (statista.com)

SNT

Bilan

Variétés de réseaux et d'usage

- Différents types de réseaux
- Interconnexion des réseaux = internet
- Routage
 - Savoir où envoyer l'information
 - Chemin variant
 - Temps de transmission inconnu
 - Ordre de transmission inconnu
- 2 types d'adresse
 - @MAC (physique, liée à la carte réseau)
 - @IP (logique), pour le routage
- DNS : pour convertir une adresse « nom.domaine » en une @IP (32 ou 128 bits)
- Communication client-serveur : centralisé, serveur au cœur des échanges
- Communication pair à pair : décentralisé, tout le monde joue les 2 rôles
- Usage d'internet : toujours plus, toujours plus de « mobile », 30% de bots, avec un impact écologique