



Université
de Paris

Cours **Réseaux**

UFR de Mathématiques et Informatique
Licence 3 Informatique
Semestre 5

Prof. Ahmed Mehaoua
Ahmed.mehaoua@u-paris.fr

Cours : Réseaux

Equipe pédagogique :

Pr. A. MEHAOUA, Professeur, responsable du cours, et chargé de TD (mardi)

Dr. N. DORTA, Maître de Conférences, chargé de TD (mercredi)

Dr E. AQUABA, Assistant d'enseignement, Chef de projet en Sécurité & Réseaux (lundi et vendredi)

Accueil des étudiants :

sur RDV – contact par email ou en fin de cours : ahmed.mehaoua@u-paris.fr

Bibliographie :

- Architectures des réseaux, Dromard et Seret, Pearson Edition
- transparents du cours et énoncés de TD/TP disponibles sur MOODLE et à la scolarité

Evaluation :

- une note d'examen de CC1 en présentiel en Amphi (50%) : **mi semestre (mi novembre 2021)**
- une note d'examen de CC2 en présentiel en salle TD (25%) : **mi semestre (fin novembre 2021)**
- une note de TP de CC3 en présentiel en séance de TD (25%) : **fin de semestre (decembre 2021)**
- une note d'examen final EX en présentiel et sans documents/ordinateurs (100%) : **janvier 2021**
- Calcul de la moyenne CC = $0.5CC1 + 0.25CC2 + 0.25CC3$
- Calcul de la moyenne final de UE = $\max [EX, \text{moy}(0.5EX, 0.5CC)]$

Objectifs du cours Réseaux

1. Etudier et comprendre le fonctionnement des réseaux informatiques
 1. Les architectures (logiciels, matériels)
 2. Les logiciels et algorithmes (Systèmes d'exploitation, protocoles)
 3. Les Commandes systèmes et réseaux (paramétrage, diagnostique, ...)
2. Réseaux locaux d'entreprises **ETHERNET/WIFI** (cablage, codage des signaux, algorithmes de contrôle d'accès au canal de communication)
3. Réseau **INTERNET** (adressage, routage, équipements d'interconnexion)
4. Travaux dirigés et pratiques avec utilisation du logiciel de diagnostique et d'analyse des réseaux (sniffer): **WIRESHARK**

Bonnes pratiques du cours :

- Récupérer le poly cours/TD/TP: **version papier ou version électronique** en ligne
- consulter le support du cours et le TD/TP de la semaine **avant chaque séance**
- participer activement aux séances de TD (passage aux tableaux)

Plan Général

- 1) ARCHITECTURES DES RESEAUX, DEFINITIONS**
- 2) COUCHE PHYSIQUE : MATERIELS, TRANSMISSION**
- 3) COUCHE LOGICIEL : COUCHE LIAISON, PROTOCOLES HDLC**
- 4) LES RESEAUX LOCAUX : ETHERNET ET WIFI**
- 5) RESEAU INTERNET: ADRESSAGE, NOMMAGE DES RESSOURCES**
- 6) RESEAU INTERNET: ROUTAGE DES INFORMATIONS**
- 7) LES EQUIPEMENTS D'INTERCONNEXION (HUB, SWITCH, GATEWAY, ...)**

Chapitre 1

Réseaux Informatiques **Architectures et** **Définitions**

Plan

- ❑ DEFINITIONS ET PRINCIPES DE BASE
- ❑ CLASSIFICATION DES RESEAUX
- ❑ NORMES ET STANDARDS
- ❑ HIERARCHIE DES PROTOCOLES
- ❑ PRINCIPES DE LA COUCHE PHYSIQUE
- ❑ TYPES D'INFOS ET CODAGE SOURCE
- ❑ TECHNIQUES DE TRANSMISSION

Qu'est ce qu'un réseau de communication ?

Un ensemble de ressources **matériels** (modem, routeur, commutateur, câblage, cartes, ...) et **logiciels** (procédures, règles, protocoles, systèmes d'exploitation, ...) dédiés à la transmission et **l'échange d'information** entre différentes **entités** (ordinateurs fixes et mobiles, périphériques, processus informatiques, personnes).

Les réseaux font l'objet d'un certain nombre de **spécifications techniques** et de **normes** pour garantir leurs inter-fonctionnement ou interopérabilité.

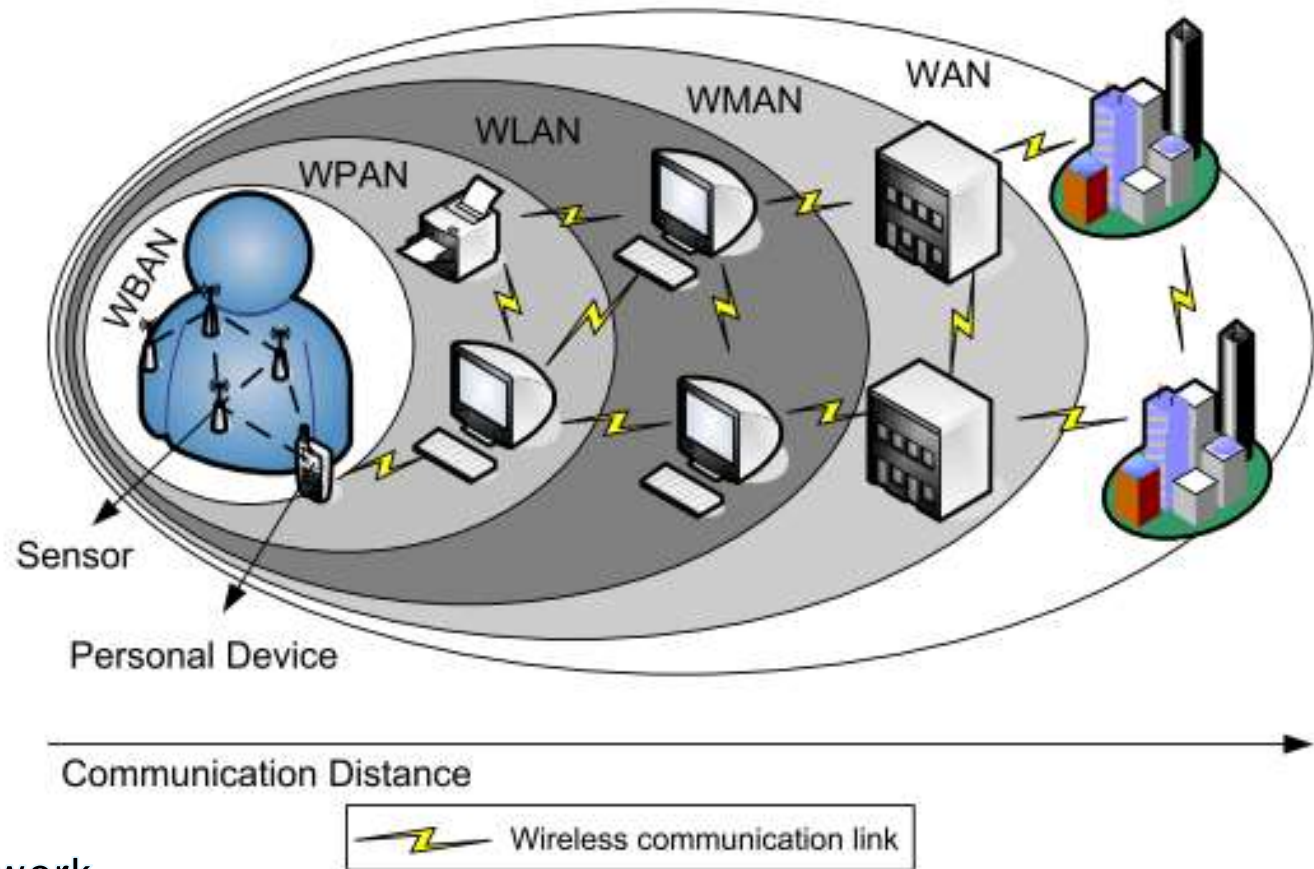
Classification des Réseaux de Communication

- type d'informations -

- ◆ Les **réseaux de communications** peuvent être **classés** en fonction du **type d'informations** transportées et de la **nature des entités** impliquées. On distingue ainsi trois principales catégories de réseaux de communication:
 - Les réseaux de **télécommunications**
 - Les réseaux de **télédiffusion**
 - Les réseaux **Téléinformatiques**

Classification des Réseaux de Communication

- Distances -



WAN : Wide Area Network

WMAN : Wireless Metropolitan Area Network (GSM, 3G/4G/5G)

WLAN : Wireless Local Area Network (WIFI)

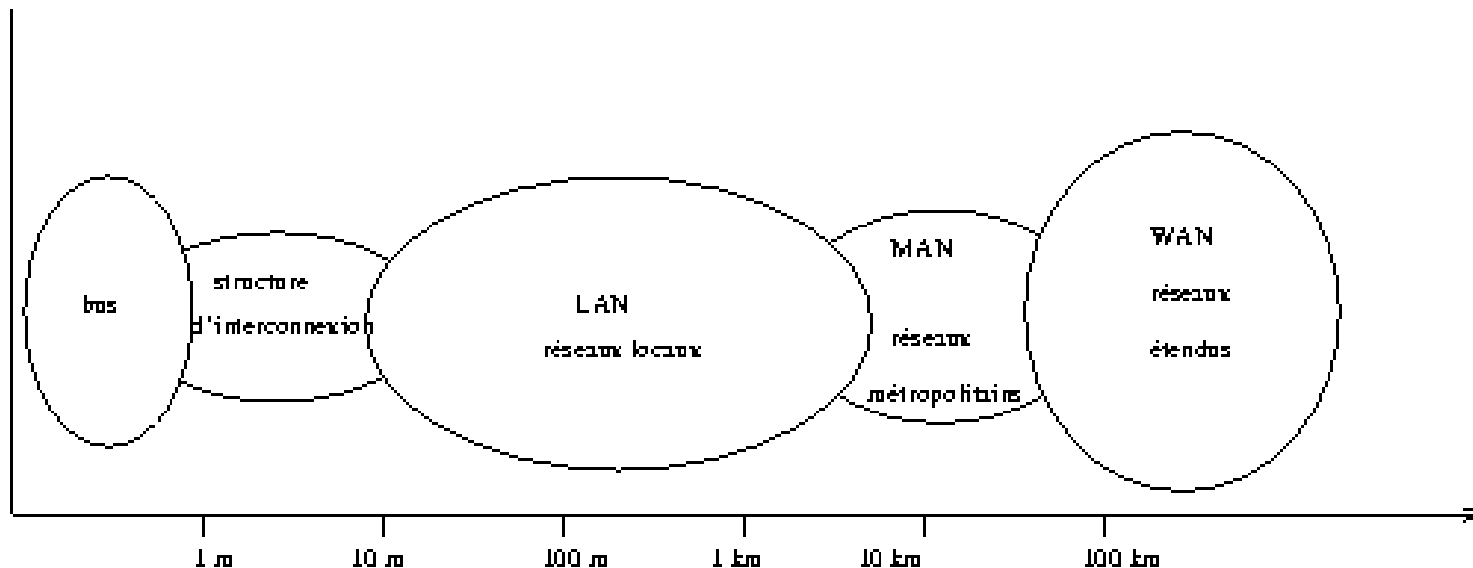
WPAN : Wireless Personal Area Network (Bluetooth)

WBAN : Wireless Body Area Network (Zigbee)

Classification Des Réseaux informatiques

- Distances -

cm	● Bus des ordinateurs	ISA, PCI, USB
	● Réseaux personnels (PAN)	Bluetooth
	● Réseaux locaux (LAN)	Ethernet filaire, Ethernet sans-fil ou WiFi
	● Réseaux métropolitains (MAN)	Gigabit Ethernet, Réseaux cablés
km	● Réseaux étendus (WAN)	Internet, GSM/3G/4G/5G, Satellites



Historique technologique



- ❑ 1876: Téléphonie (Graham Bell), 1880 en France
- ❑ 1906: Radiodiffusion (Branly, Ducret, Marconi)
- ❑ 1930: La télévision
- ❑ 1969: Arpanet, 1^{er} réseau informatique
- ❑ Apparition du transistor dans les années 50
- ❑ **Numérisation** des communications téléphoniques 1970
- ❑ **1980**: réseau Numéris, **intégration** de la voix et des données informatiques
- ❑ **Numérisation** de la télévision
 - ❑ 1994 MPEG Motion Picture Expert Group (**codage source**)
 - ✓ Représentation numérique et compression de l'information audiovisuelle
 - ❑ 1995 DVB-S (Satellite) Digital Video Broadcasting (**codage canal**)
 - ✓ Transmission numérique de l'information audiovisuelle
 - ✓ 2001 : DVB-T (Terrestre)

La télé-informatique



- ❑ En **1957** Seymour Cray invente la société CDC et le 1^{er} ordinateur
- ❑ En **1964**, Kleinrock du MIT invente la commutation de paquets
- ❑ Le réseau ARPANET apparaît en **1969**
- ❑ **1971** : Email la 1^{ère} application ARPANET inventée par le MIT
- ❑ En **1976**, TCP/IP intégré dans ARPANET
- ❑ En **1979**, Metcalf invente Ethernet et quitte Xerox pour créer 3Com
- ❑ Mai **1982** : 235 machines connectées sur Internet

Equipment Manufacturers

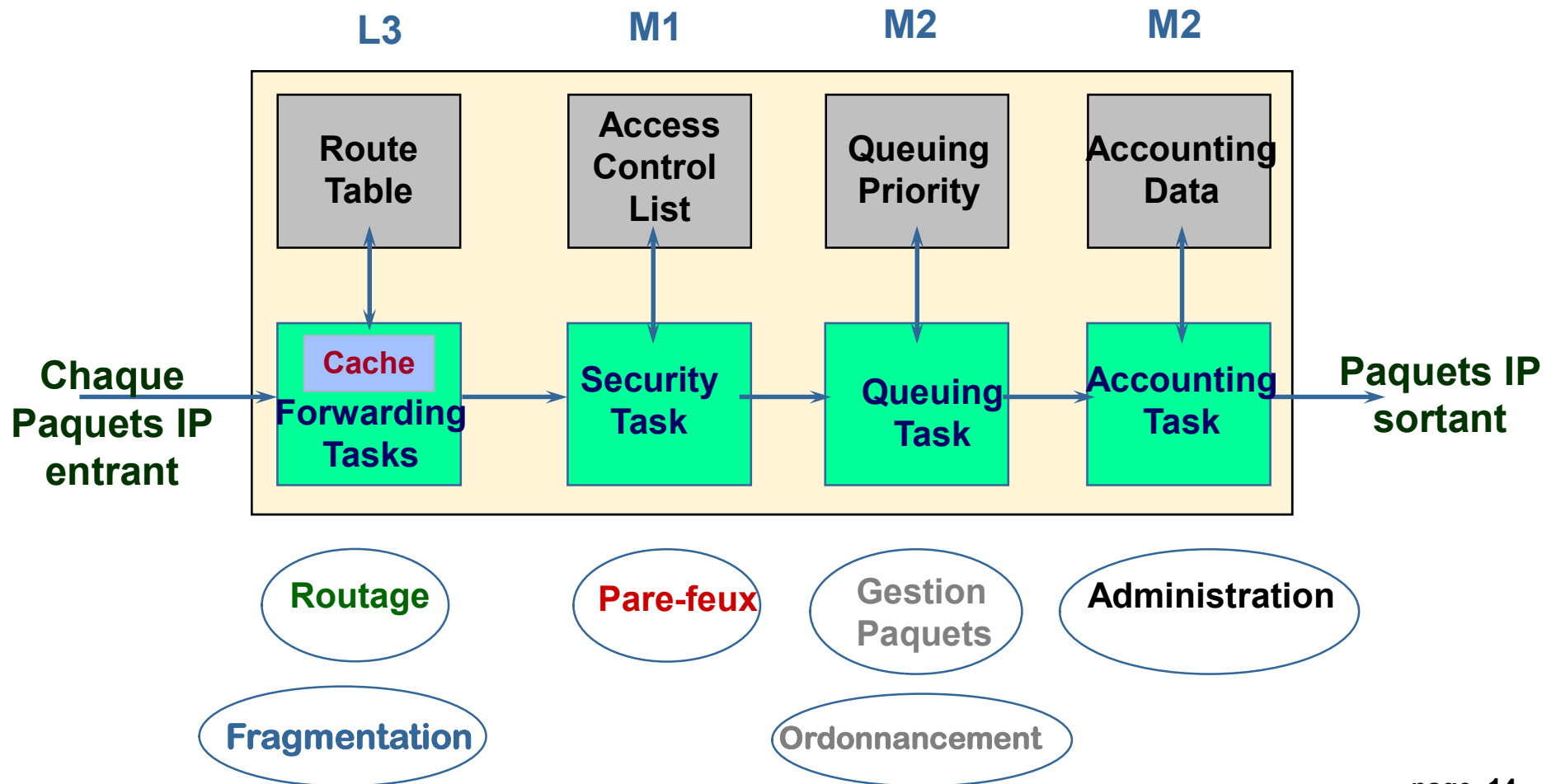


NOKIA

Alcatel-Lucent



Fonctions d'un Routeur Internet



Architecture matérielle d'un réseau d'opérateur

POP

Points de(Of) Présence (équipements commutateur, routeur, multiplexeur)

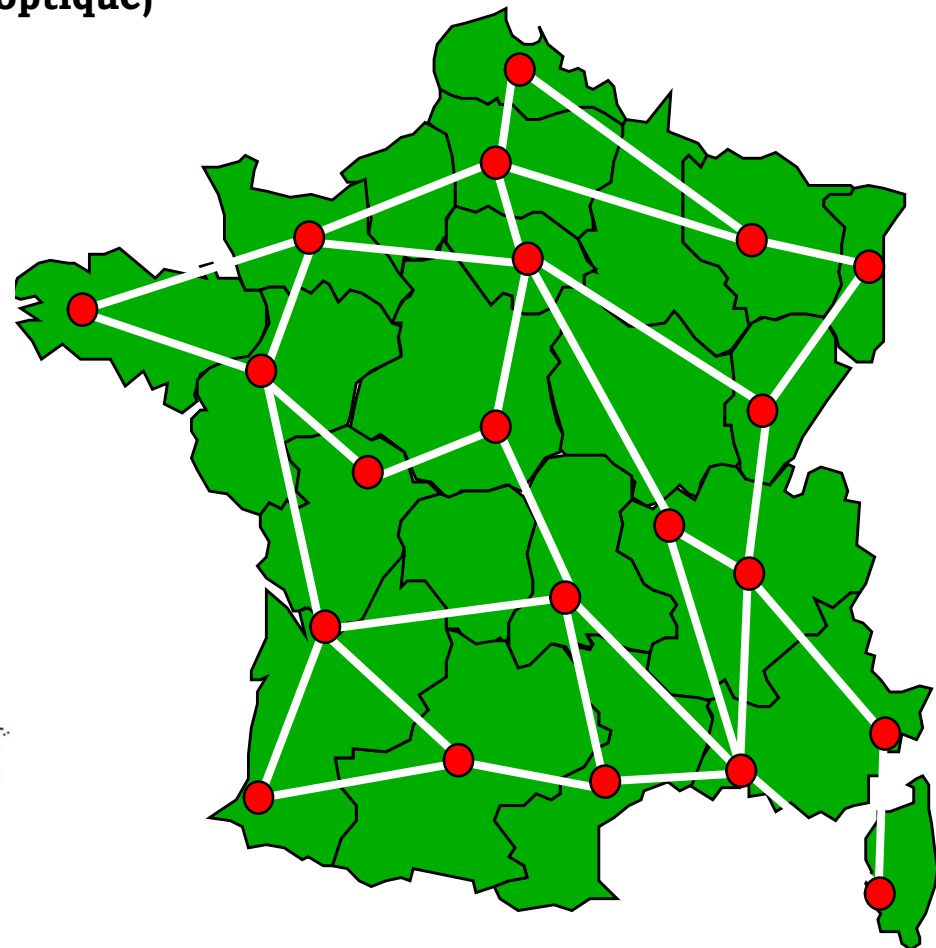
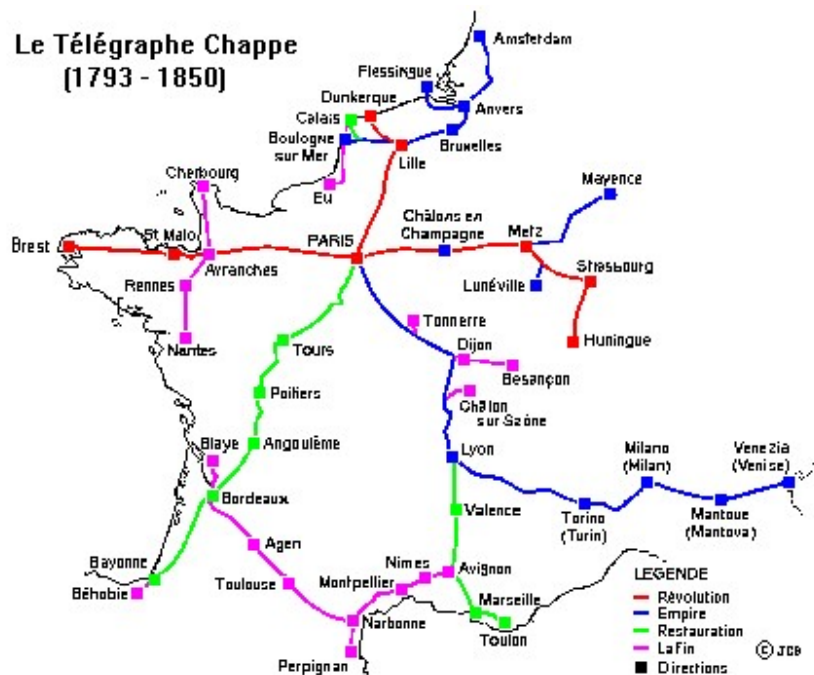
Raccordement des utilisateurs sur les POP

Via la boucle locale (cuivre, fibre optique)

Interconnexion des POP

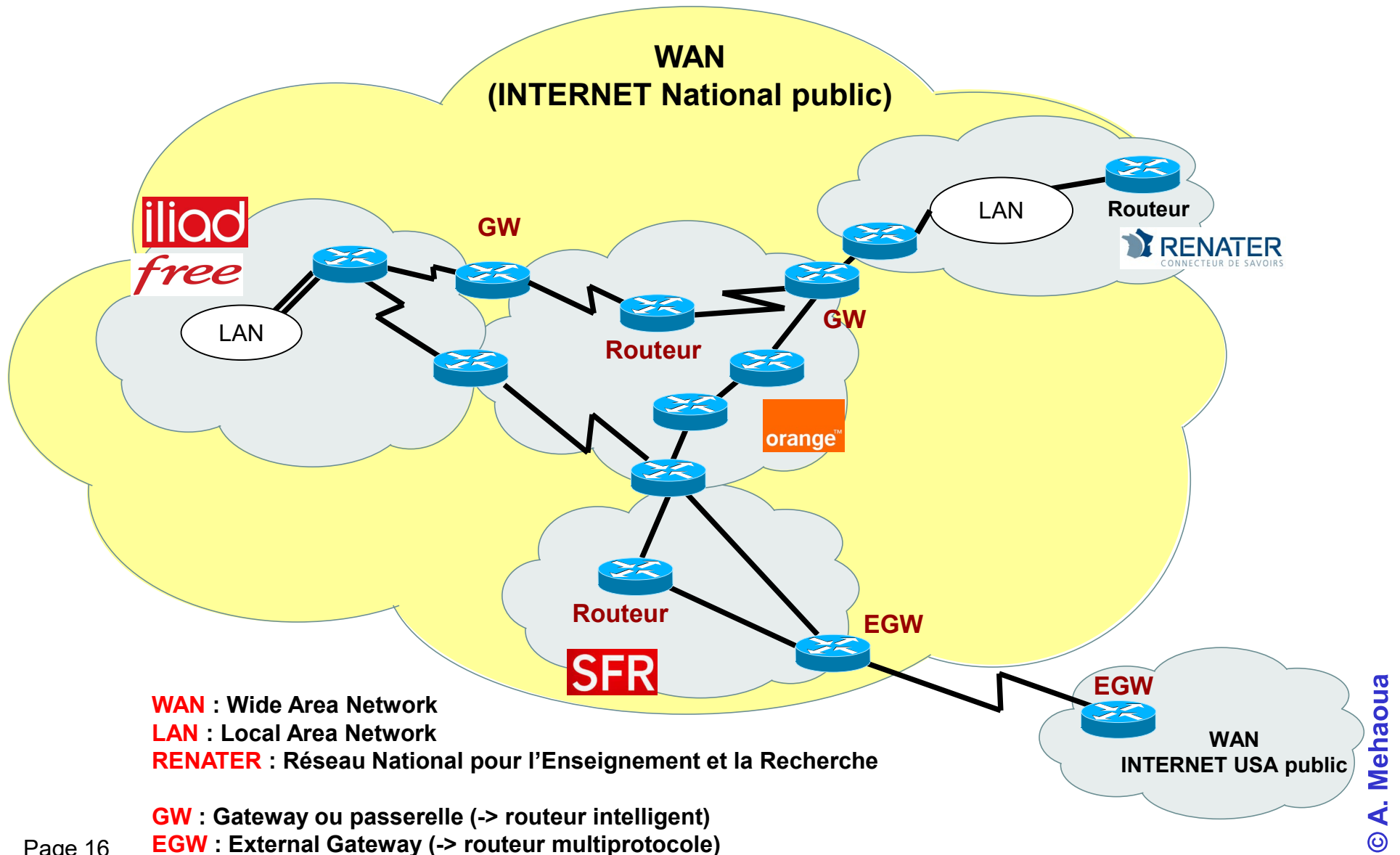
Réseau maillé

Fibres optiques



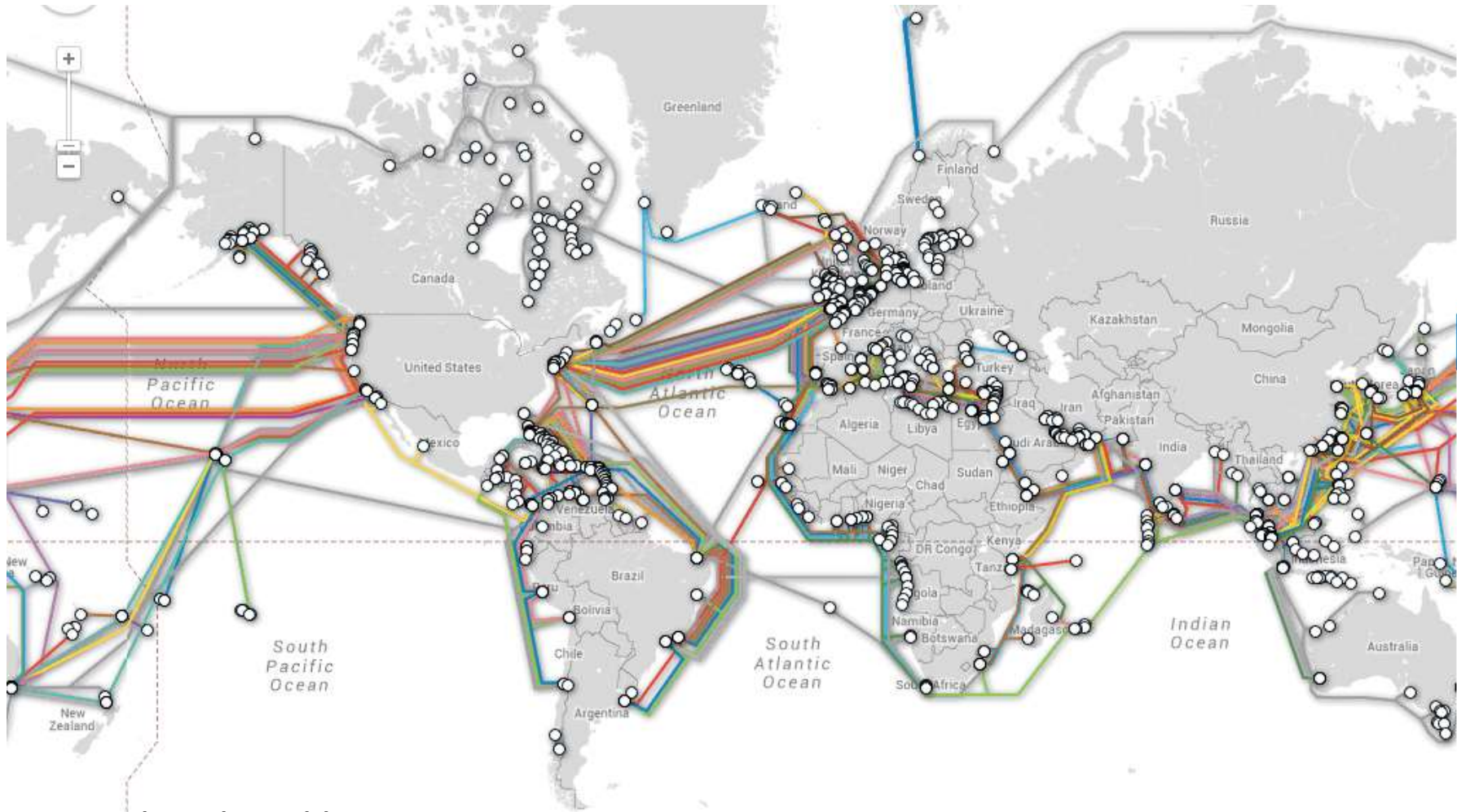
Réseaux nationaux & Internet

Exemple de la France



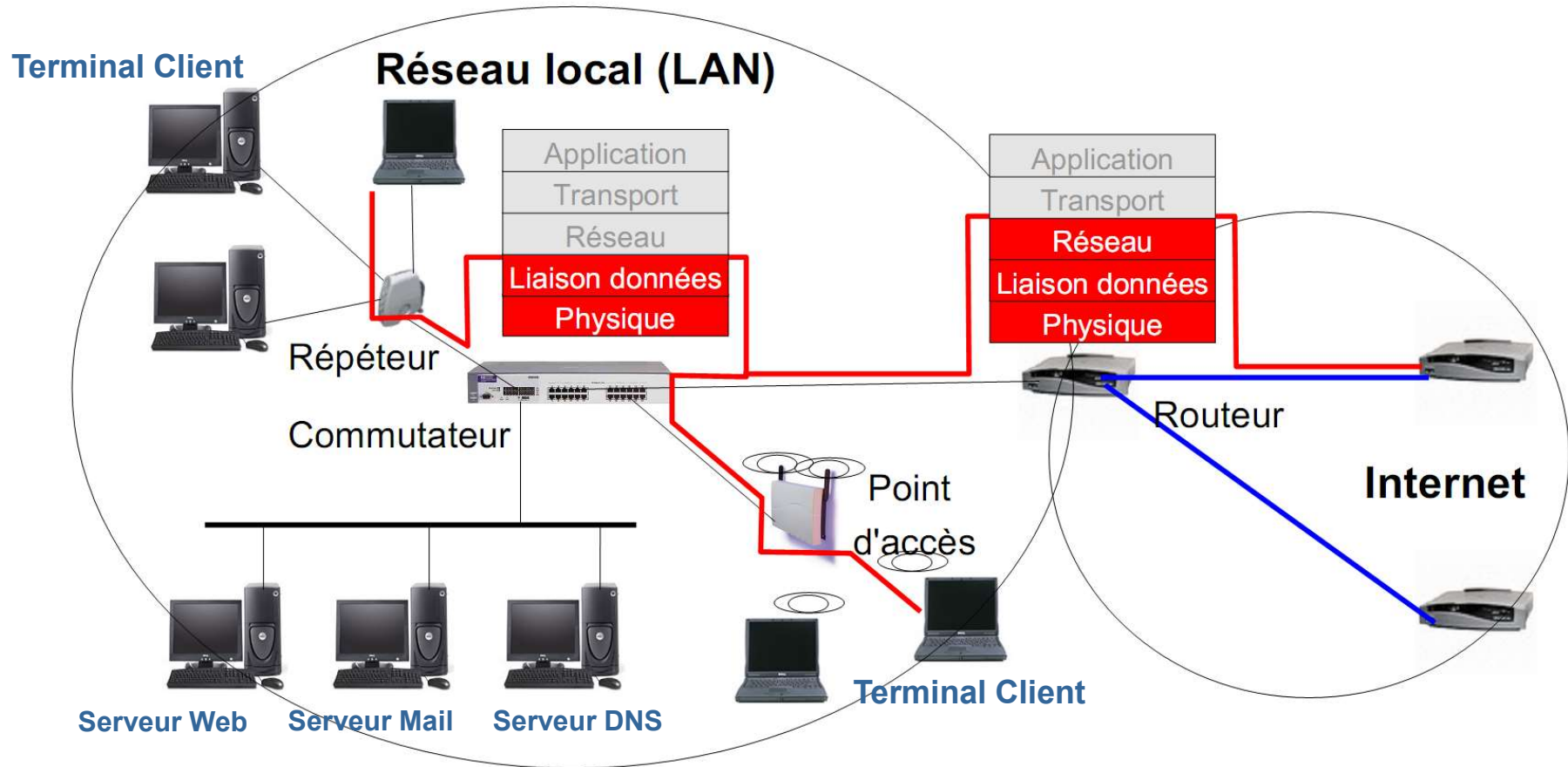
Interconnexion des réseaux nationaux : Internet

Cables optiques sous-marins

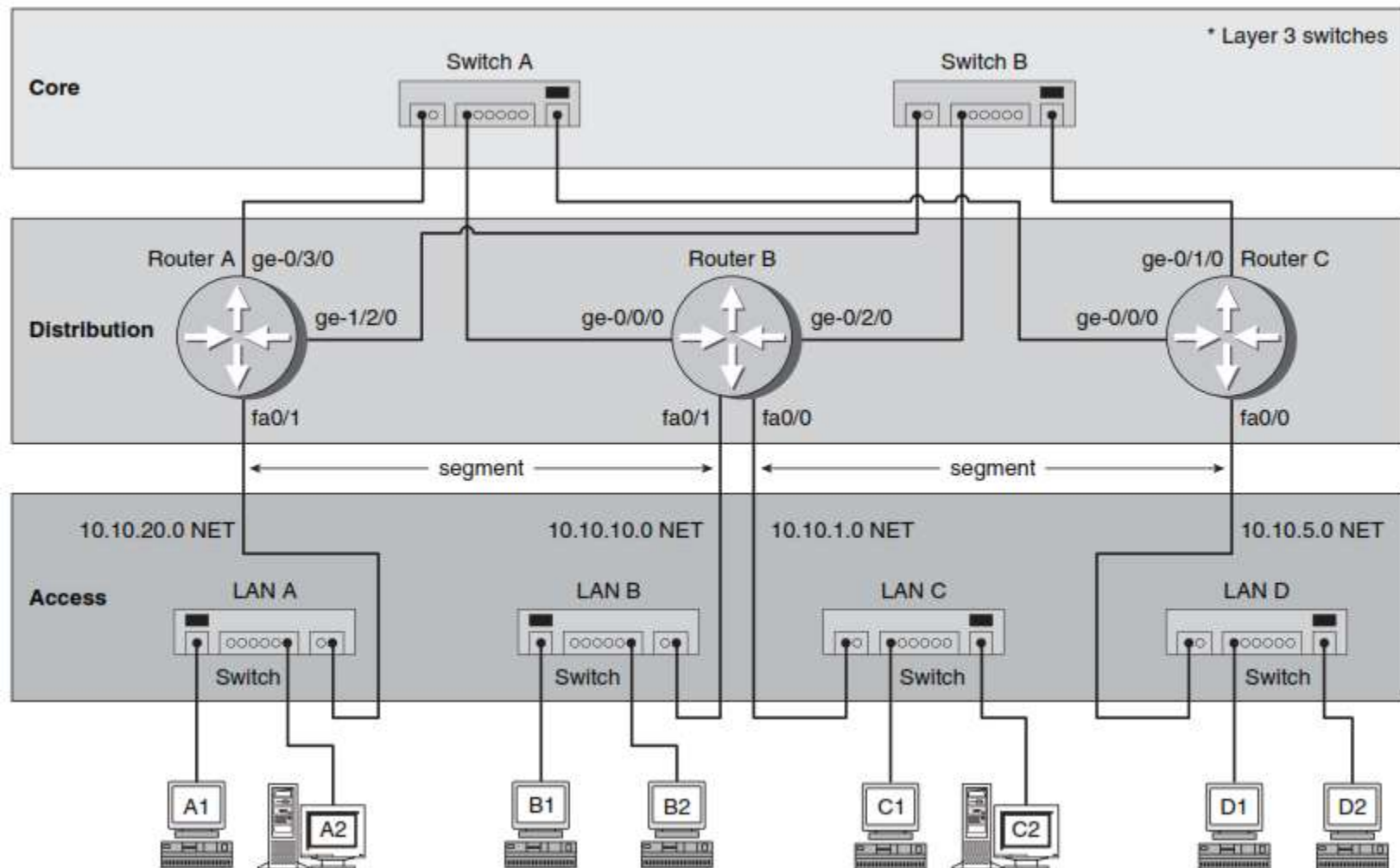


www.submarinecablemap.com
100 Gbps par fibre

Réseau Local Intranet d'entreprises

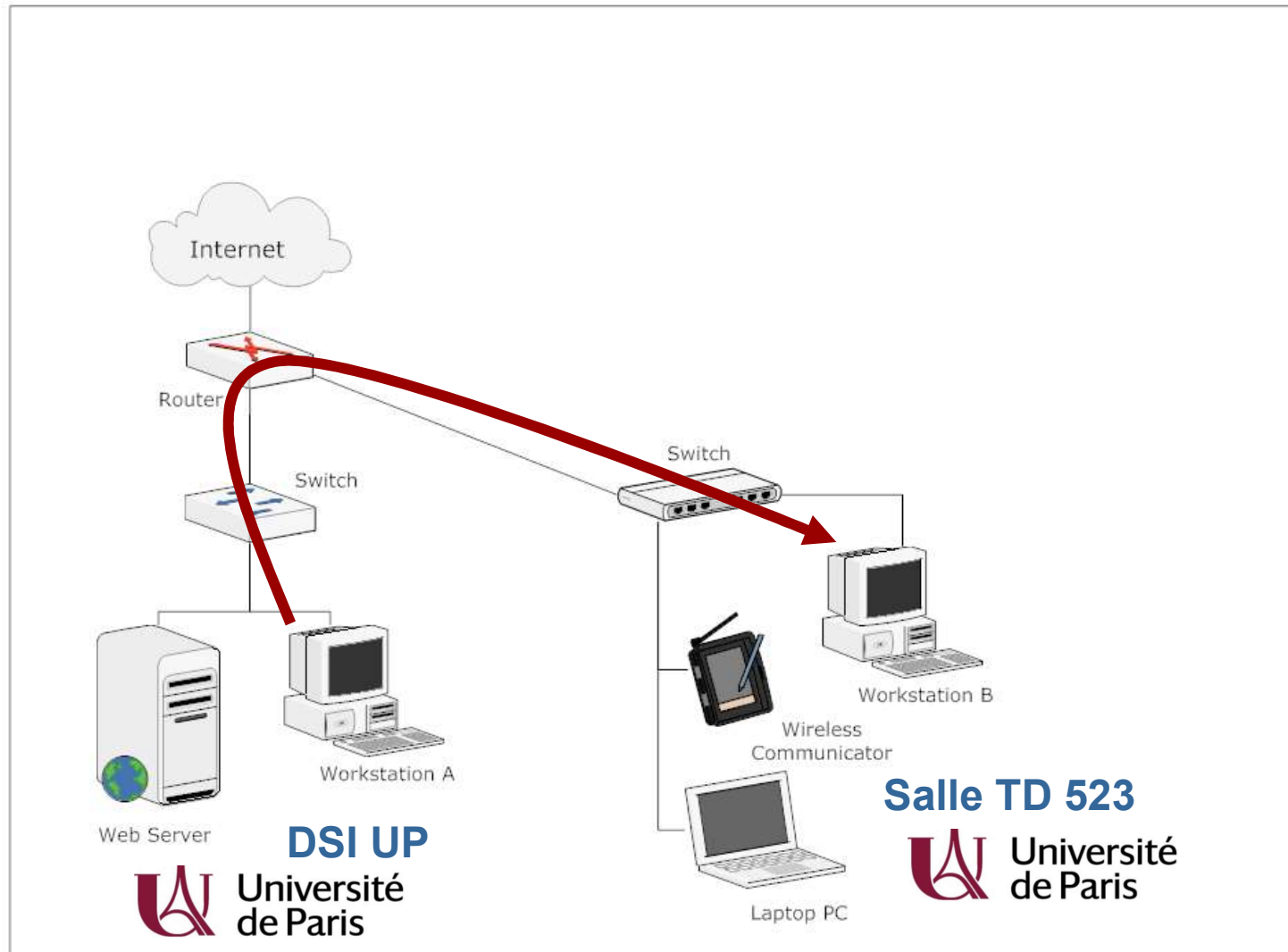


Exemple d'un réseau d'entreprise



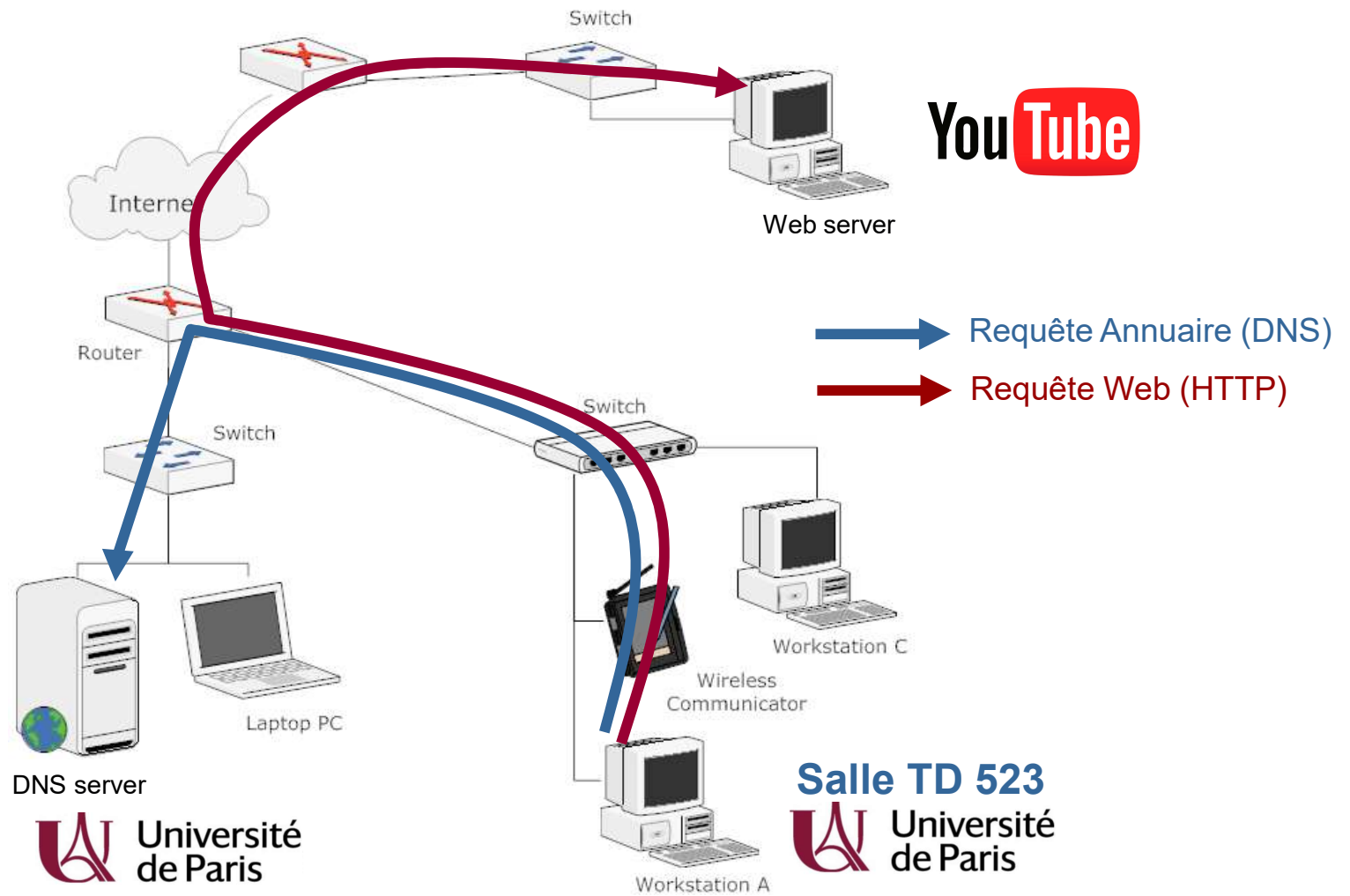
Routage IP

- scénario 1 – entres LAN Local

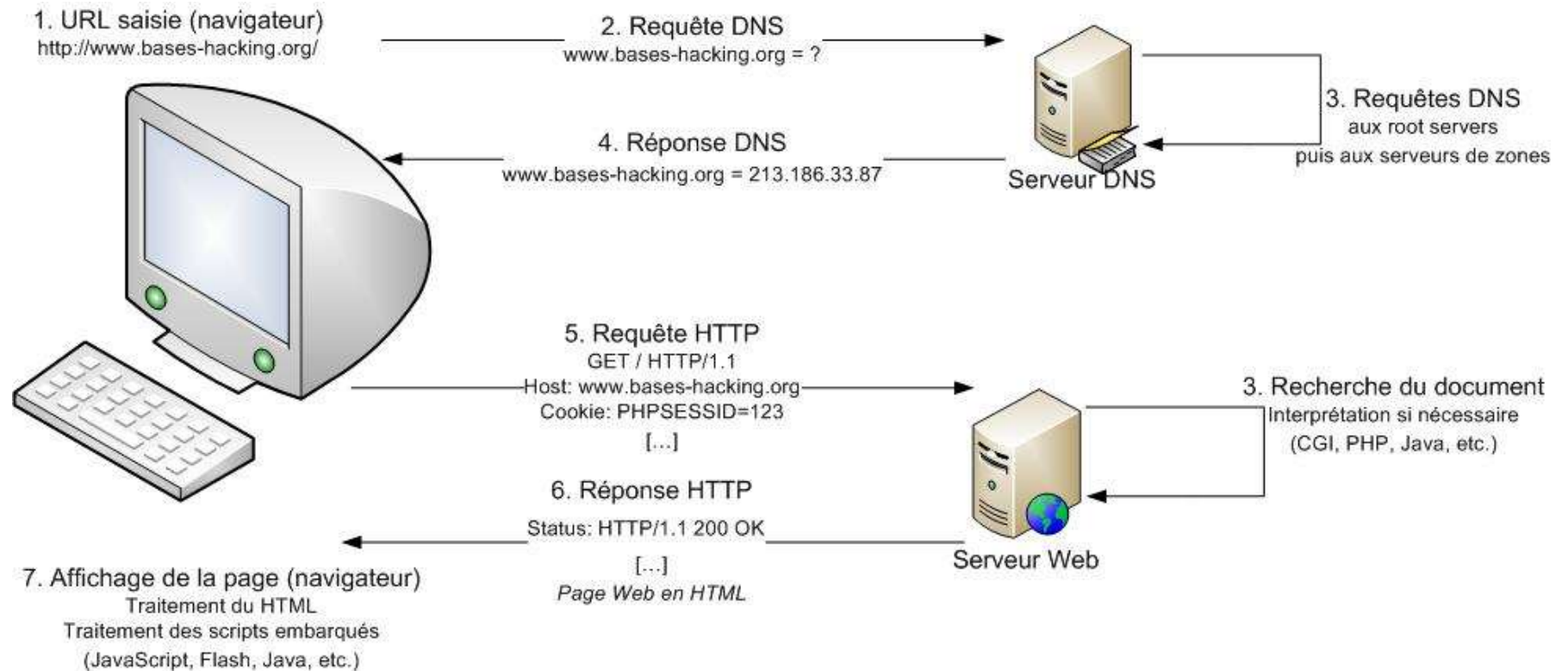


Routage IP

- scénario 2 – entres LAN distant

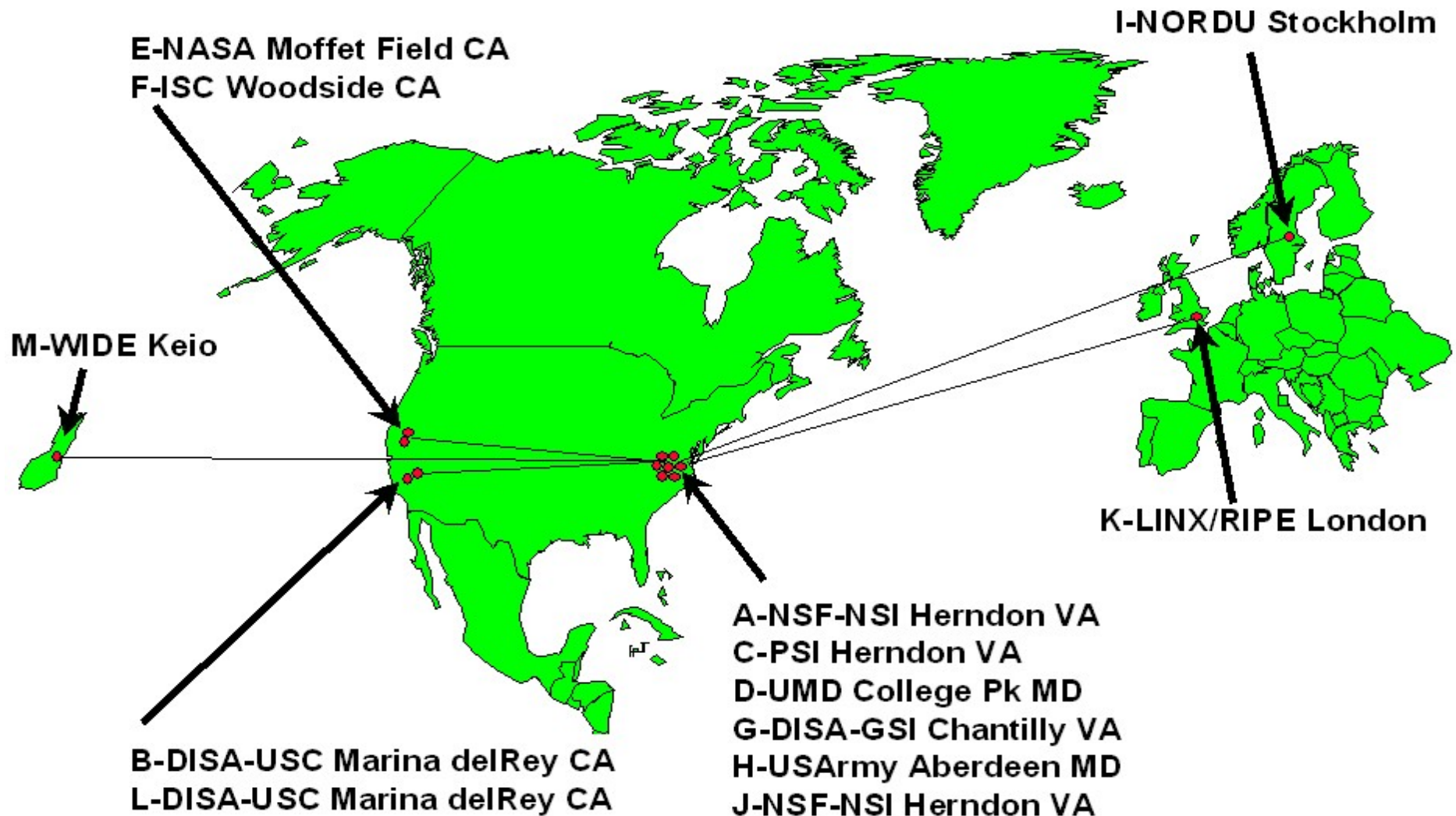


Accès à un site Web













DNS Root Servers

Designation, Responsibility, and Locations

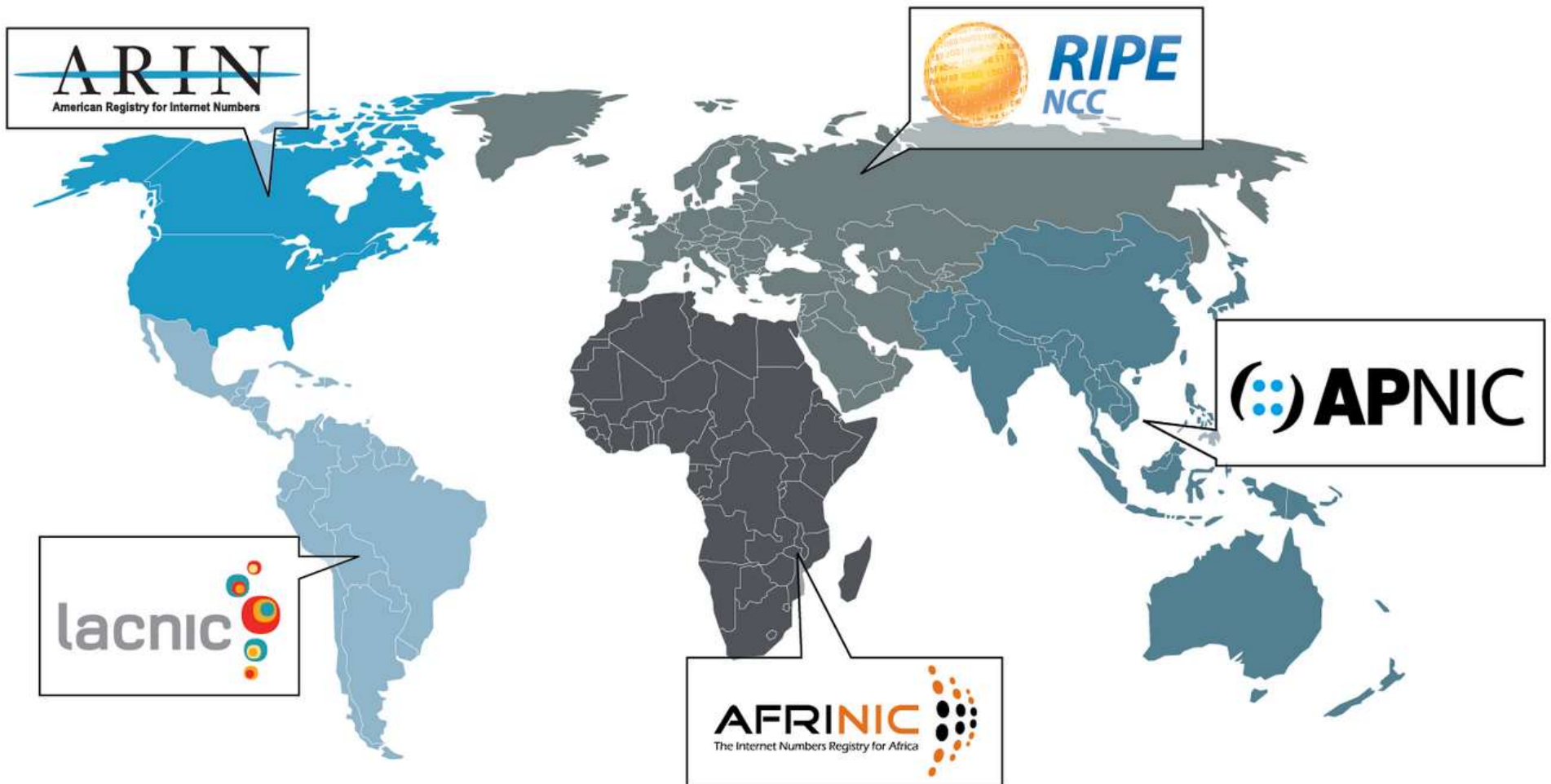


Répartition des adresses IPv4

Rank ↕	Country or entity ↕	IP addresses ^[3] ↕	% ↕	Population (mostly 2012) ^[4] ↕	IP addresses per 1000 ↕
	<i>World</i>	4,294,967,296	100.0	7,021,836,029	611.66
1	 United States	1,541,605,760	35.9	313,847,465	4,911.96
	<i>Bogons</i>	875,310,464	20.4		
2	 China	330,321,408	7.7	1,343,239,923	245.91
3	 Japan	202,183,168	4.7	127,368,088	1,587.39
4	 United Kingdom	123,500,144	2.9	63,047,162	1,958.85
5	 Germany	118,132,104	2.8	81,305,856	1,452.93
6	 Korea, South	112,239,104	2.6	48,860,500	2,297.13
7	 France	95,078,032	2.2	65,630,692	1,448.68
8	 Canada	79,989,760	1.9	34,300,083	2,332.06
9	 Italy	50,999,712	1.2	61,261,254	832.50
10	 Brazil	48,572,160	1.1	205,716,890	236.11

© wikipedia

Qui gère Internet



Qui normalise l'Internet ?

◆ Les Organismes Internationaux :

Les organismes de normalisation internationaux cités ci-dessous sont sous l'égide de l'**ONU** et sont les plus **actifs** dans le domaine des **réseaux** et des **télécommunications**.

- **OSI** (Organisation Internationale de Standardisation) ou ISO (International Organisation for Standardisation)
- **UIT** (Union Internationale des Télécommunications) anciennement CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique)

◆ Les Organismes Multinationaux :

A ces organismes internationaux, s'ajoutent encore des organismes de différents continents comme l'Europe et les Etats-Unis :

- **IETF** (Internet Engineering Task Force)
- **IEEE** (Institute of Engineers in Electronic & Electrotechnic)
- **ETSI** (European Telecommunication Standardization Institute)
- **EBU** (European Broadcasting Union)

La problématique des réseaux téléinformatiques

- ☐ **Comment faire communiquer les ordinateurs/processus sur une seule ligne ?**
- ☐ **La solution**
 - ☐ **Coder les données et les informations de contrôle (logique à deux états)**
 - ☐ **Les transmettre sur la même ligne**
- ☐ **Les protocoles**
 - ☐ **Règles de codage des informations**
 - ☐ **Règles de dialogue entre ordinateurs**
 - ☐ **Gérés par les logiciels et matériels de communication**
- ☐ **Les architectures**
 - ☐ **Cadres d'environnement et de définition des protocoles**
 - ☐ **Ensemble de protocoles, procédures et équipements de communications**
 - ☐ **Permettre l'interconnexion des réseaux hétérogènes aux moyens de dispositifs de conversion**

LE MODELE DE REFERENCE ISO de L'OSI

Le Modèle de référence ISO pour **I**nterconnexion des **S**ystèmes **O**uverts a été proposé en 1984 par l'OSI (Organisation de standardisation Internationale) :

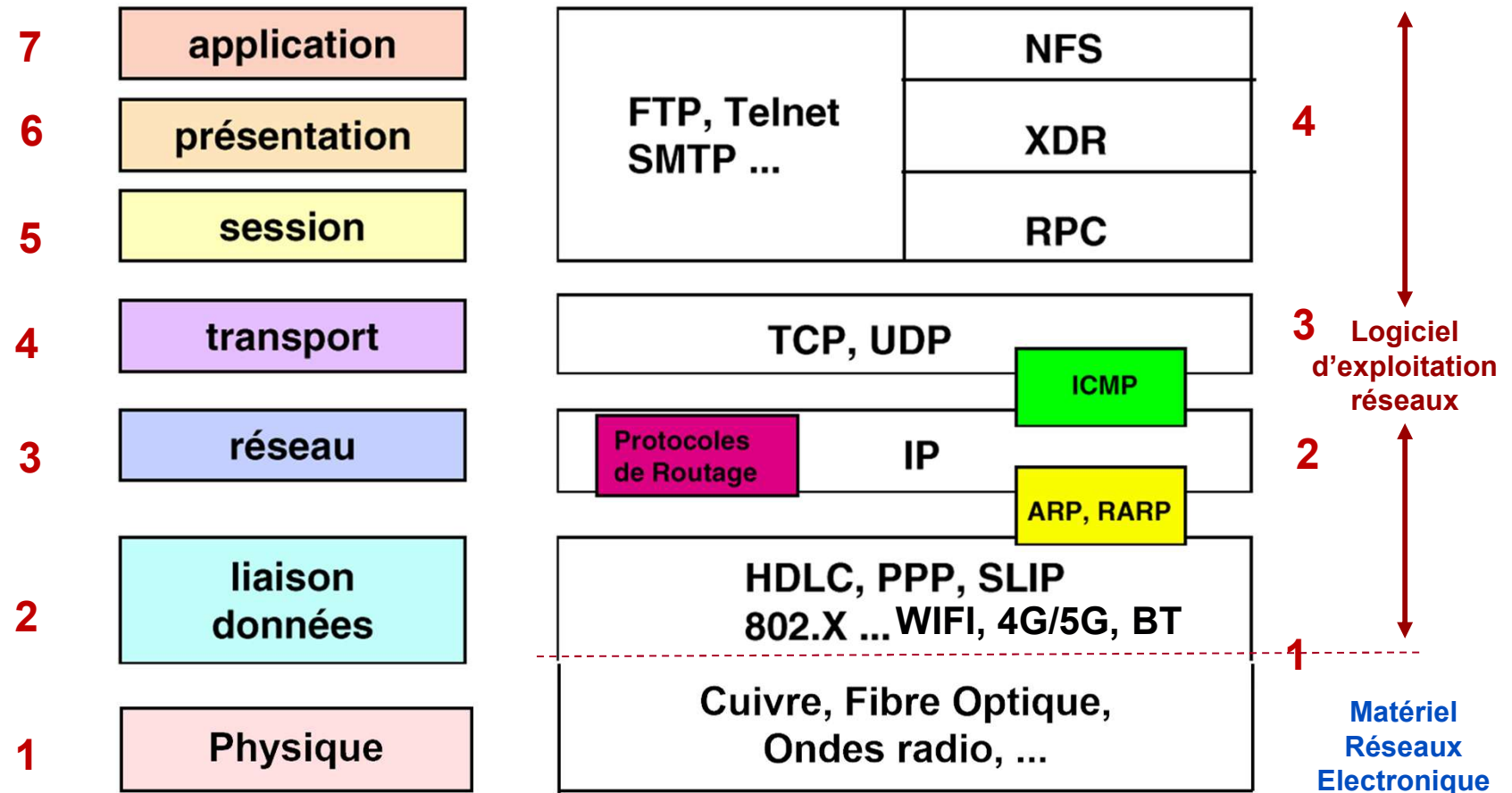
- **Modèle fondé sur un principe énoncé par Jules César :**
 - « Diviser pour Régner »
- **Le principe de base est la représentation des réseaux sous la forme de couche de fonctions superposées les unes aux autres.**
 - Leur nombre, leur nom et leur fonction varient selon les réseaux
- **L'étude du système de communication revient alors à l'étude de ses éléments élémentaires et offre une plus grande :**
 - Facilité d'étude
 - Indépendance des couches
 - Souplesse d'évolution

LE MODELE ISO 7 COUCHES

Tableau 2 – Couches du modèle OSI			
Niveau	Nom	Fonction	Protocoles
7	Couche application	Assurer l'interface avec les applications.	HTTP, FTP, tel-net, SSH, DNS
6	Couche présentation	Formater des données (leur représentation, éventuellement leur compression).	
5	Couche session	Fournir les moyens pour organiser et synchroniser les dialogues et les échanges de données.	
4	Couche transport	Transporter les données et, selon le protocole, gérer les erreurs.	TCP, UDP
3	Couche réseau	Gérer l'adressage et le routage.	IP, ICMP, IGMP, ARP
2	Couche liaison	Définir l'interface avec la carte réseau et la méthode d'accès.	Ethernet, LLC, SNAP, PPP
1	Couche physique	Convertir des données en signaux numériques.	Ethernet, 802.3, 802.5 (<i>token ring</i>), 802.11 (<i>wireless</i>)

Architecture Logiciel Réseaux

le modèle ISO (1982) vs le modèle Internet (1969)



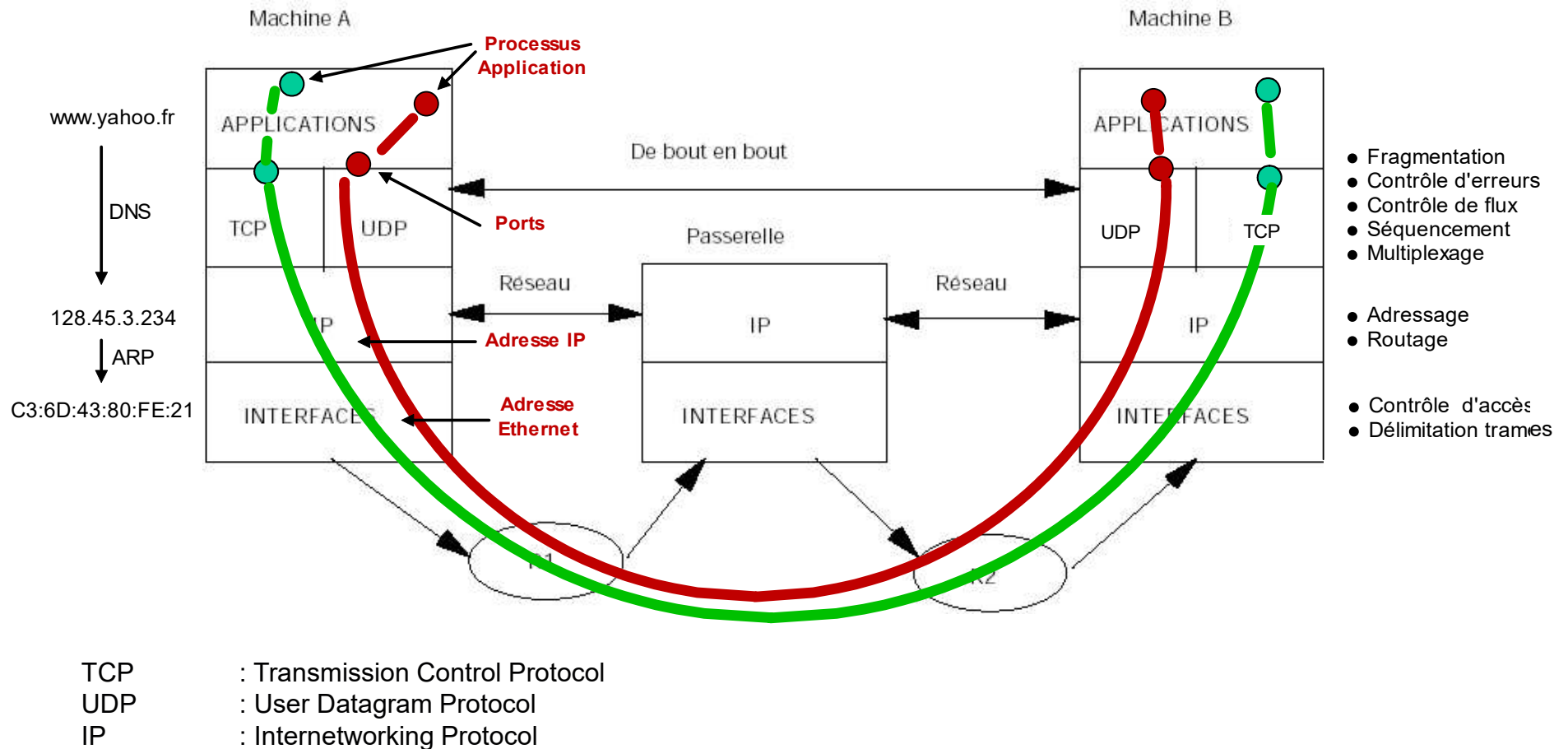
ISO

Interconnexion des Systèmes Ouverts

Internet

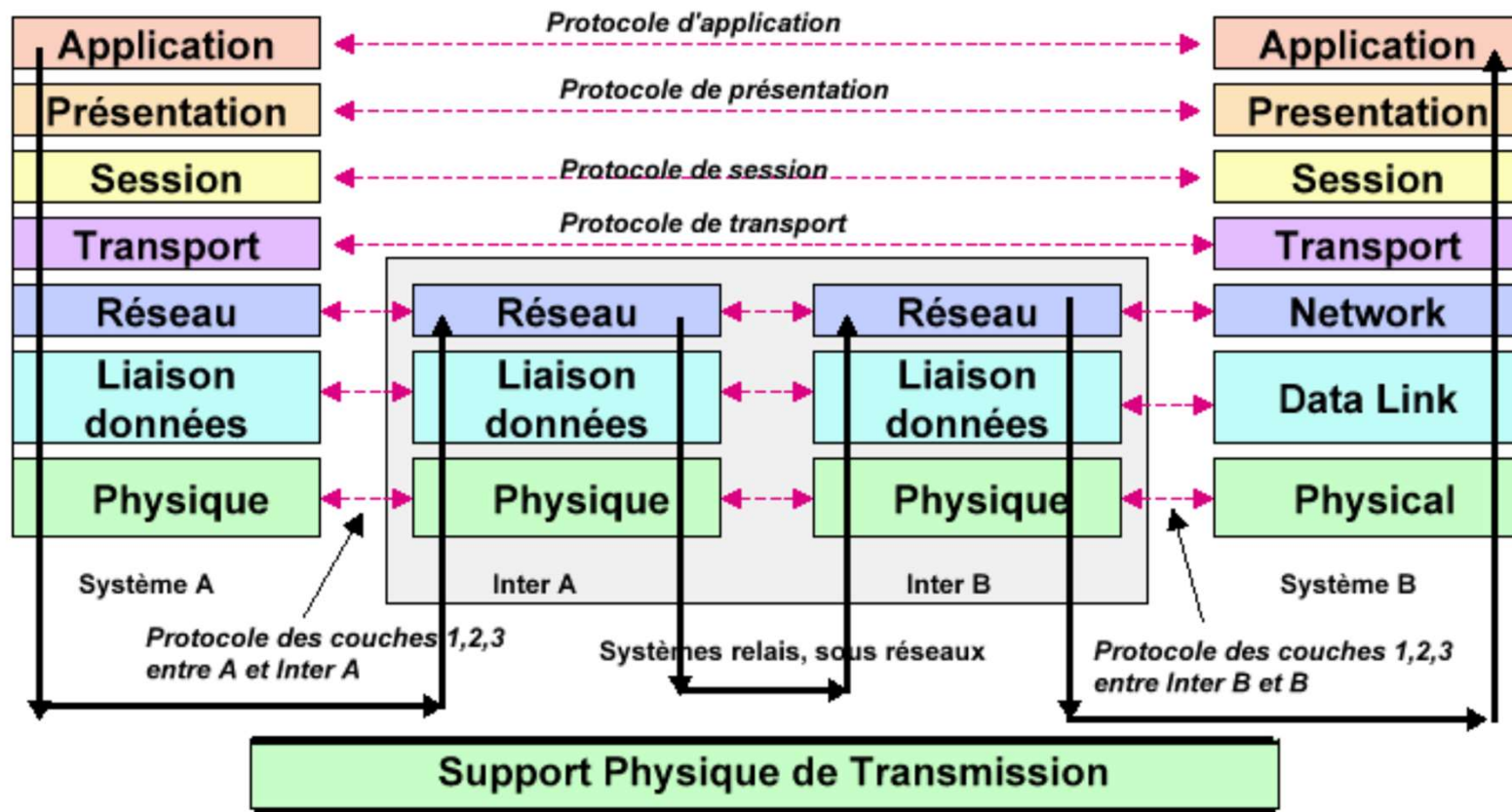
La pile de protocoles TCP/IP

Accès à un serveur Web: le modèle client/serveur



LE MODELE ISO

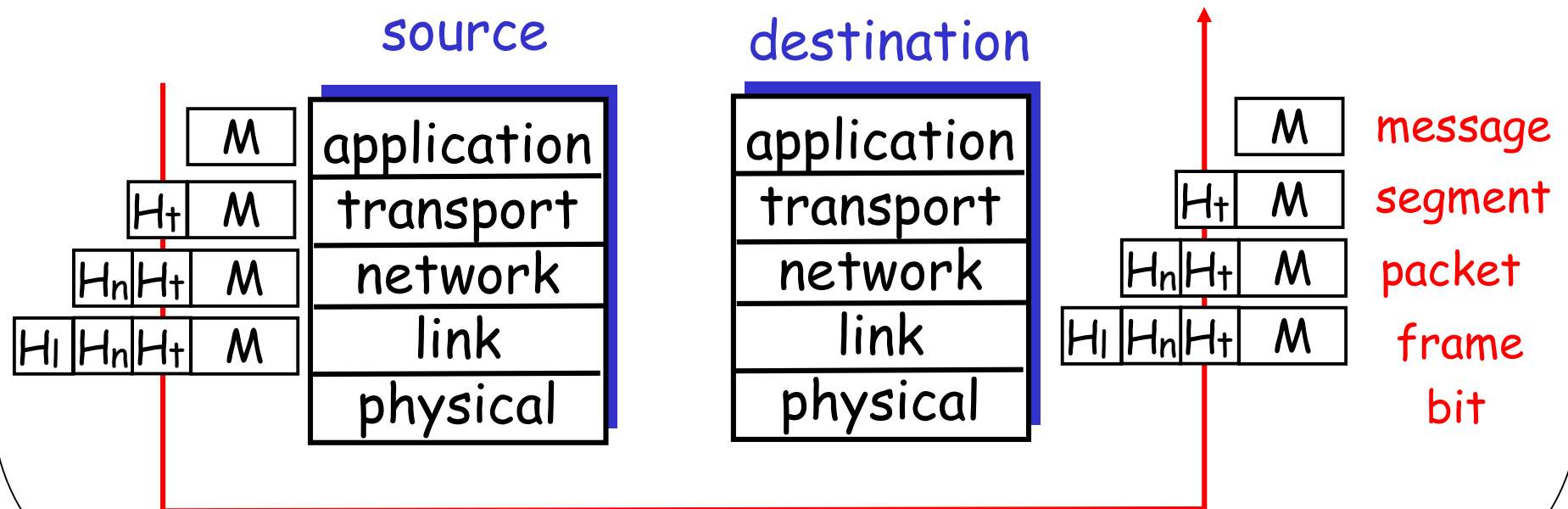
Principe du routeur



Encapsulation des données

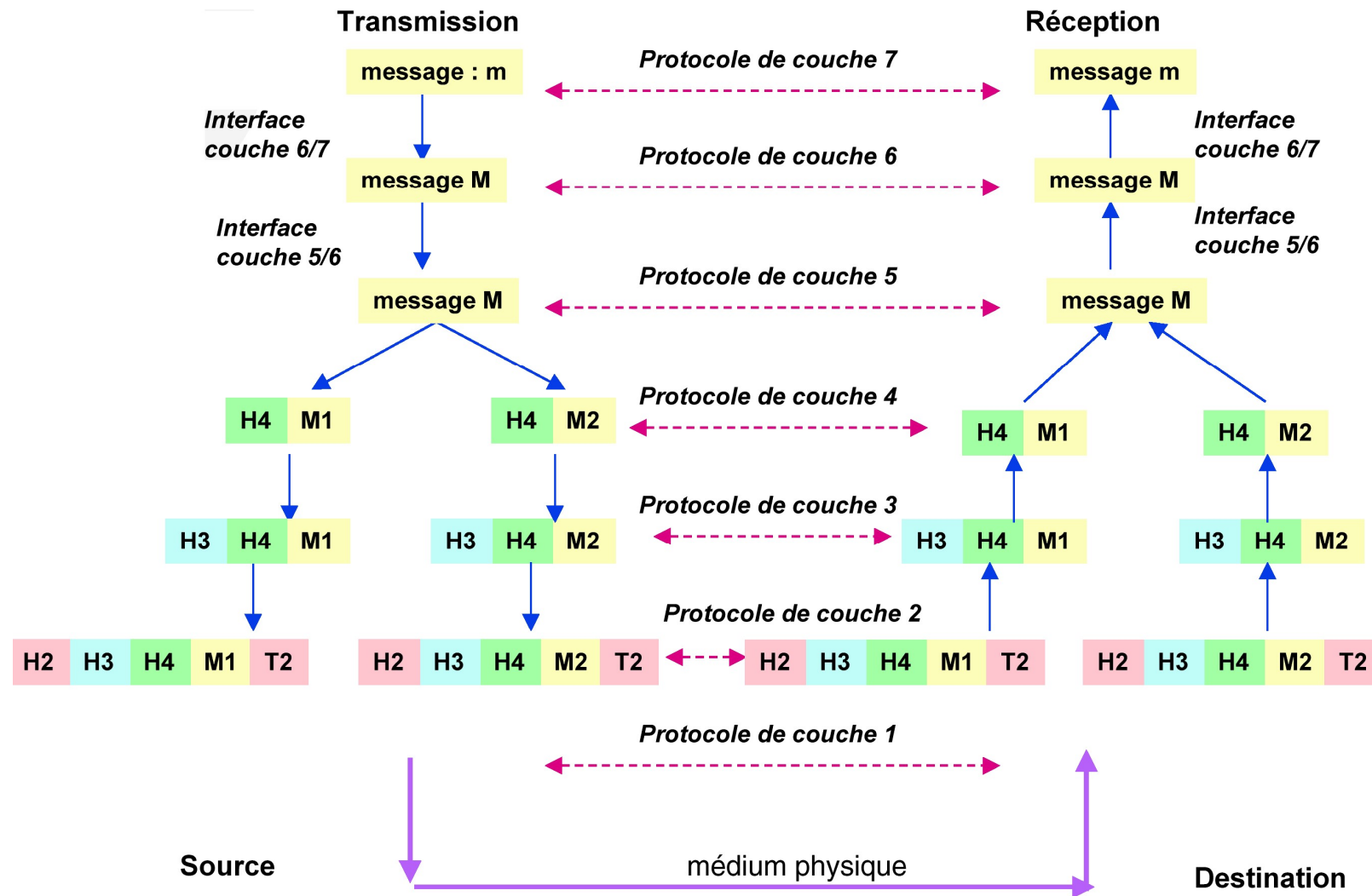
Chaque couche récupère les données de la au dessus et

- ajoute des entête d'information de controle (variables)
- Transmet la nouvelle structure de données à la couche inférieure



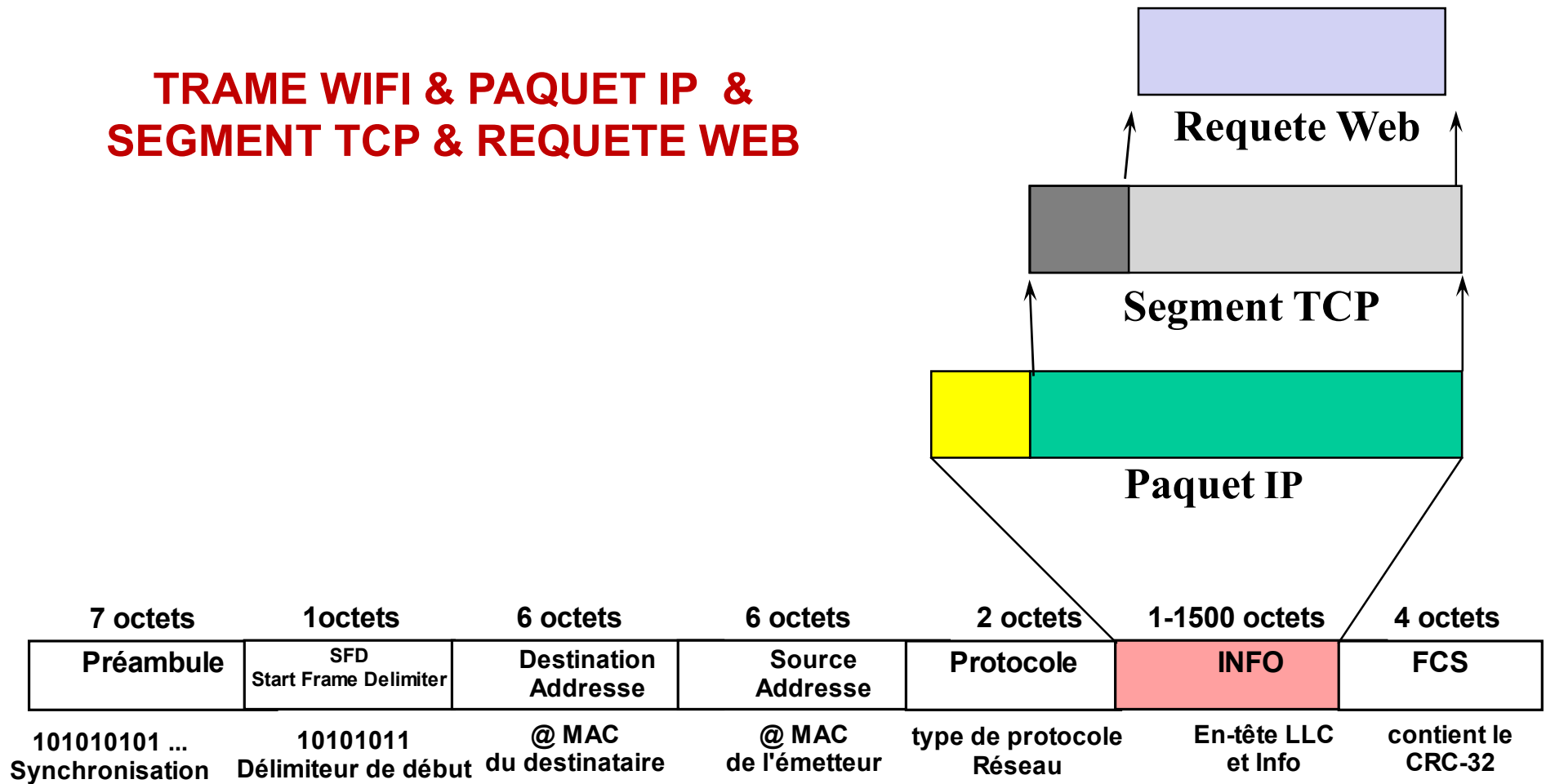
LE MODELE ISO

Principe de L'encapsulation



Encapsulation des données

TRAME WIFI & PAQUET IP & SEGMENT TCP & REQUETE WEB



Trame Wifi