

Organisation & Présentation de l'UE Réseaux

UE LU3IN033 Réseaux

2023-2024

Bruno Baynat

Bruno.Baynat@sorbonne-universite.fr



Remerciements

- À Prométhée SPATHIS
 - Responsable de cette UE depuis 2020-2021
 - En disponibilité cette année à l'Université NYU/Shanghai
- Tous les transparents de ce cours sont largement inspirés des siens



Organisation de l'UE

- 12 semaines

- 11 séances de cours de 1h45 : Lundis de 10h45 à 12h30 Amphi A2
- 11 séances de TD/TP de 3h30
 - 1h45 de TD suivi de 1h45 de TP (changement de salle)
 - 3h30 de TD pour les semaines 2 et 3
 - 8 groupes de TD/TP

- Equipe pédagogique

- Chargé de cours et responsable de l'UE : **Bruno BAYNAT** (Bruno.Baynat@lip6.fr)
- Chargé de TDs : **Bruno BAYNAT**, **Patient NTUMBA WA NTUMBA** (patient.ntumba-wa-ntumba@lecnam.net), **Alexandre PHAM** (Alexandre.Pham@lip6.fr), **Kim THAI** (Kim.Thai@lip6.fr)

- EdT et calendrier du semestre

- <http://planning.upmc.fr/jussieu/L3.INFO.MONO/>

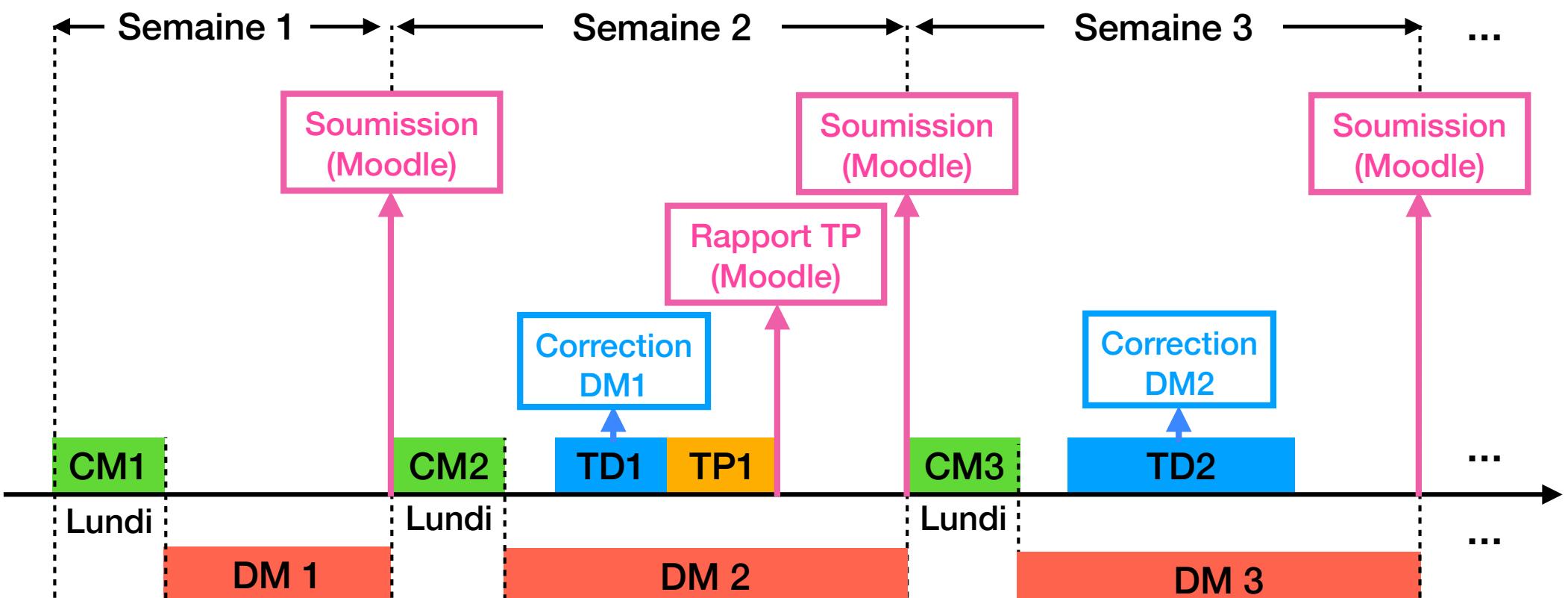
- Moodle de l'UE

- <https://moodle-sciences-23.sorbonne-universite.fr/>
- Aucun support papier

Calendrier 2023-2024

Date	Cours	TD	TP/TP	Chapitre
04/09	Cours 1			Introduction
11/09	Cours 2	TD1	TP1	Transmissions & Signaux
18/09	Cours 3	TD2	TD2	Méthodes d'accès
25/09	Cours 4	TD3	TD3	LAN & VLAN
02/10	Cours 5	TD4	TP4	Adressage IP & ARP
09/10	Cours 6	TD5	TP5	IP & ICMP
16/10	Cours 7	TD6	TP6	DHCP & NAT
23/10	Cours 8	TD7	TP7	Routage
30/10				
06/11			Examen mi-semestriel	
13/11	Cours 9	TD8	TP8	UDP & TCP (1)
20/11	Cours 10	TD9	TP9	TCP (2)
27/11	Cours 11	TD10	TP10	Web & DNS
04/12		TD11	TP11	
11/12				
18/12			Examen final	
25/12				
01/01				
08/01			Examen de rattrapage	

Programme Hebdomadaire



CM Cours Magistral

DM Devoir à la Maison

TD Travaux Dirigés

TP Travaux Pratiques

Moodle

Modalités de Contrôle des Connaissances

20%

- Devoirs à la maison et rapports de TP hebdomadaire
 - 11 devoirs (à rendre sur Moodle avant la fin de la semaine)
 - 9 rapports de TP (à rendre sur Moodle à la fin du TP)

30%

- Examen mi-semestriel
 - devoir sur table : semaine du 06 novembre

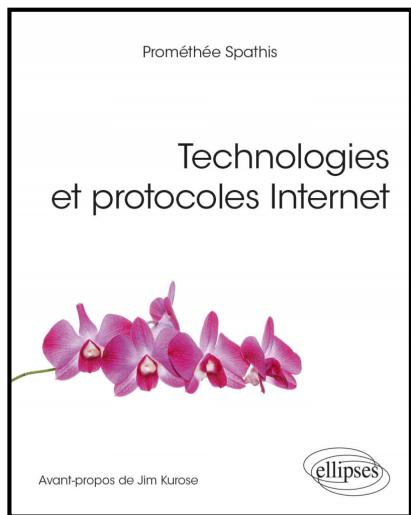
50%

- Examen final
 - devoir sur table : semaine du 18 janvier

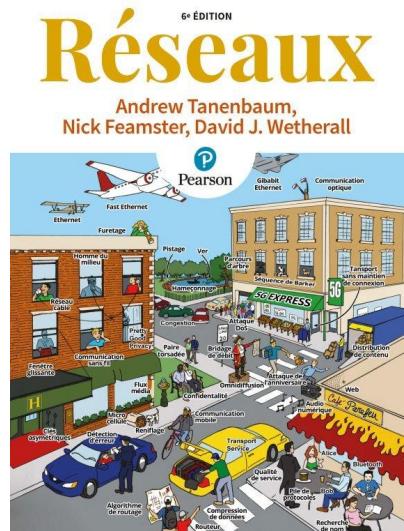
Présence et Participation

- Assister et participer à tous les cours / TDs / TPs
- Consulter régulièrement vos emails et le Moodle de l'UE
 - pour consulter les annonces
 - pour lire et étudier le matériel pédagogique dès que disponible
 - les transparents de cours
 - les supports de TD
 - le matériel de TP
 - pour soumettre avant la date limite
 - les devoirs
 - les rapports de TP
 - pour consulter vos notes
- Discuter avec votre chargé de TD
 - La porte de nos bureaux est grande ouverte !

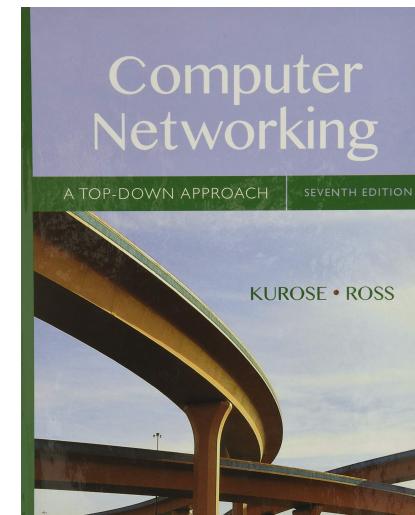
Ouvrages Recommandés



Technologies et protocoles Internet, P. Spathis.
Références Sciences, Ellipses



Réseaux, 6ème édition,
A. Tanenbaum, Inter-Editions
Pearson/Addison-Wesley



Computing Networking: A Top Down Approach, 7th edition,
J.F. Kurose & K.W. Ross

Introduction

UE LU3IN033 Réseaux
2023-2024

Bruno Baynat

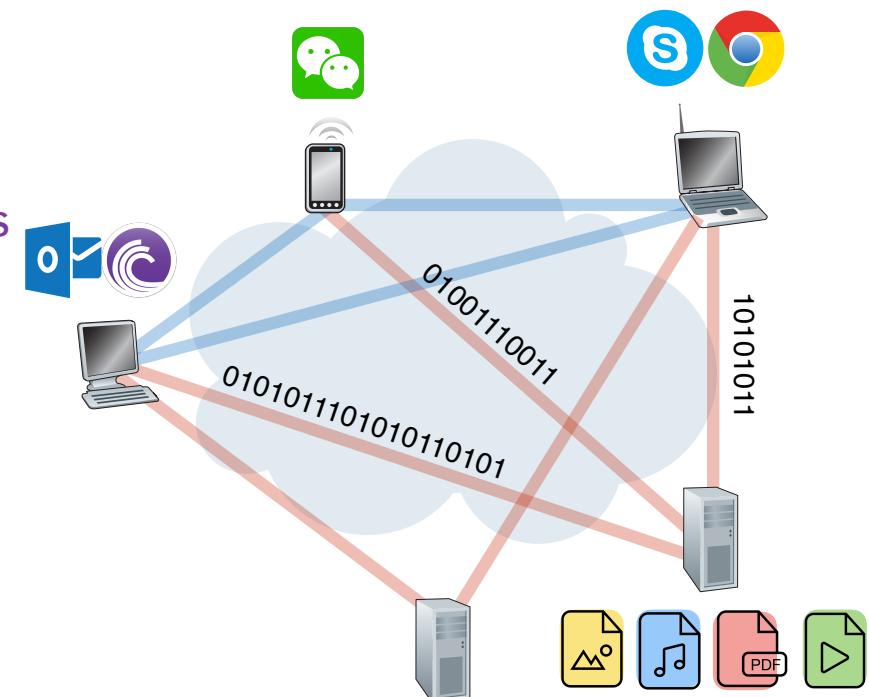
Bruno.Baynat@sorbonne-universite.fr



Réseaux de données

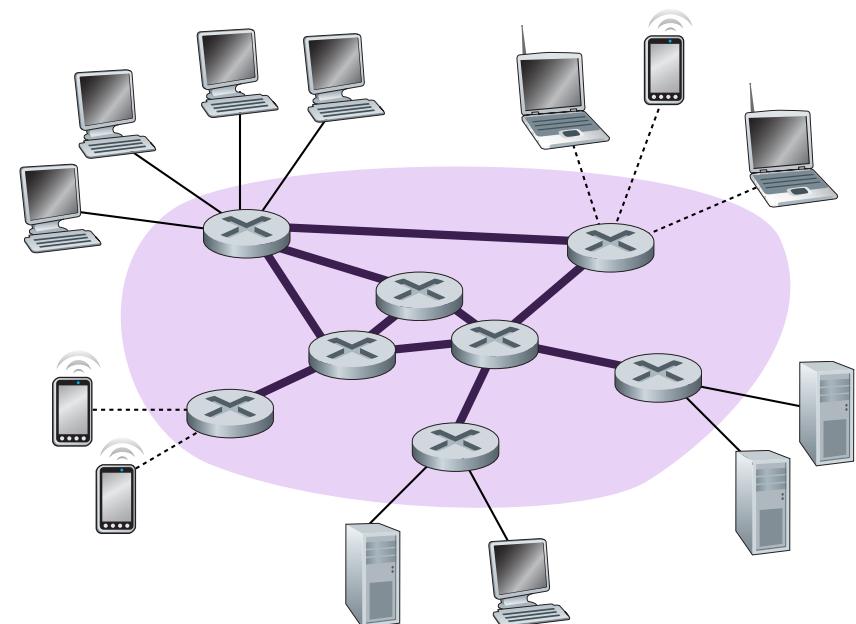
Que sont-ils ? A quoi servent-ils ?

- Les réseaux de données connectent des machines
 - machines de bureau, serveurs, portables, tablettes, smartphones, « objets » (IoT), ...
 - équipements internes
- Les réseaux permettent à des utilisateurs
 - de **communiquer**
 - d'accéder à des **ressources partagées**
 - **contenus** (pages web, images, vidéos, ...)
 - **services** (stockage, traitement, ...)
- Les réseaux transportent les données pour le compte des utilisateurs
 - de manière transparente
 - de manière fiable (ou pas)
 - sans s'intéresser à la sémantique des données



Composants réseaux

- **Machines d'extrémité**
 - en périphérie du réseau
 - qui exécutent des **applications réseau**
 - logiciels qui exécutent des tâches communicantes pour le compte des utilisateurs
- **Equipements internes**
 - **concentrateurs, commutateurs, routeurs, ...**
 - qui relaient l'information jusqu'à la destination
- **Liens de communication**
 - qui connectent les équipements
 - filaires (paire torsadée, fibre optique, ...)
 - sans fil (wifi, cellulaire, bluetooth, ...)



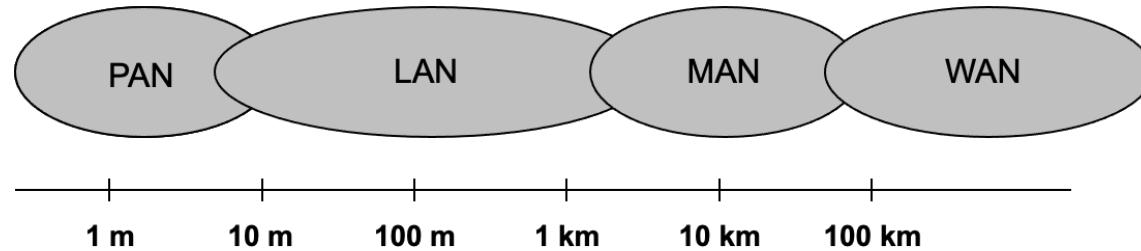
Applications réseaux

- Une application réseau fait référence à (au moins) deux programmes
 - chaque programme tourne sur une machine d'extrémité
 - les machines communiquent par l'envoi de **requêtes** et la réception de **réponses**
- Les applications réseau sont conçues selon deux modèles
 - Conception asymétrique : **modèle Client/Serveur**
 - les programmes côté client et côté serveur sont différents
 - les clients soumettent des requêtes (Ex : demandes de téléchargement ou d'hébergement de fichiers)
 - les serveurs traitent les requêtes et renvoient des réponses aux clients (Ex : envoi ou stockage d'un fichier)
 - Conception symétrique : **modèle Pair-à-Pair**
 - tous les noeuds exécutent le même programme
 - les noeuds agissent tour à tour comme client et comme serveur
 - Ex : applications P2P de partage de fichiers
 - Napster, Gnutella, LimeWire, BearShare, BitTorrent, ...

Propriétés des transferts de données

- **Fiabilité**
 - Des erreurs de transmission sont possibles
 - Ces erreurs doivent être
 - détectées / corrigées
 - ajout d'informations de redondance
 - ... ou pas !
- **Efficacité**
 - Maximisation de l'utilisation des ressources afin d'obtenir les meilleures performances possibles
 - éviter les messages de contrôle trop nombreux / trop gros
 - utiliser les tailles max des messages de données dès que possible
 - gérer au mieux les échanges pour éviter le gâchis de ressources
 - ...
- **Equité**
 - Partager de façon équitable les ressources de communication entre les différents utilisateurs
 - éventuellement avec des priorités
- **Passage à l'échelle**
 - Eviter que les performances ne soient significativement dégradées par l'accroissement d'une grandeur associée à la « taille » du réseau
 - nombre d'utilisateurs, de nœuds, de messages, ...
- **Sécurité**
 - Protéger les données durant leur transfert
 - cryptage, confidentialité, authentification, ...
- ...

Classification par taille

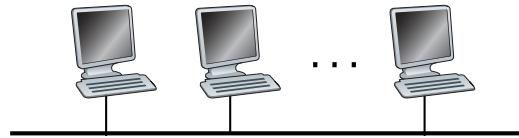


- **LAN : Local Area Networks**
 - Réseaux locaux
 - Adaptés à la taille d'une entreprise ou d'une université
 - Réseaux privés (géré par un organisme unique)
 - Quelques centaines / milliers de machines
- **WAN : Wide Area Networks**
 - Réseaux longue distance
 - Etendus sur plusieurs centaines voire milliers de km (un pays, un continent, ...)
 - Réseaux publics ou privés
 - Des dizaines / centaines de milliers de machines
- **MAN : Metropolitan Area Networks**
 - Réseaux métropolitains
 - Atteignant la taille d'un campus, d'une ville (métropole)
 - Réseaux publics ou privés
 - Essentiellement des « gros LAN »
 - Quelques milliers / dizaine de milliers de machines
- **PAN : Personal Area Networks**
 - Réseaux personnels
 - Tous petits réseaux permettant d'interconnecter des machines personnelles (PC portable, téléphone mobile, PDA, ...)
 - Réseaux sans fils
 - Quelques machines

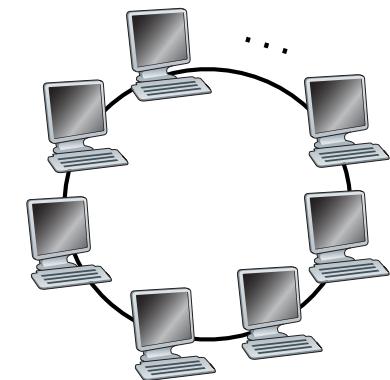
LAN

Topologie

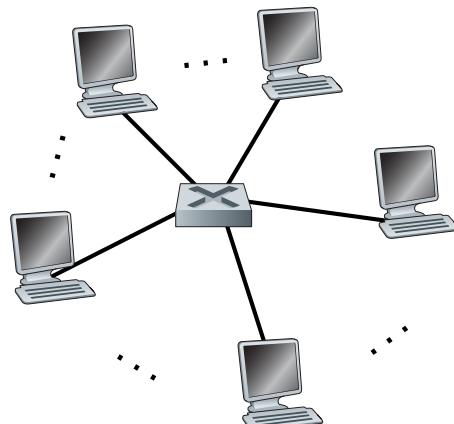
- Bus



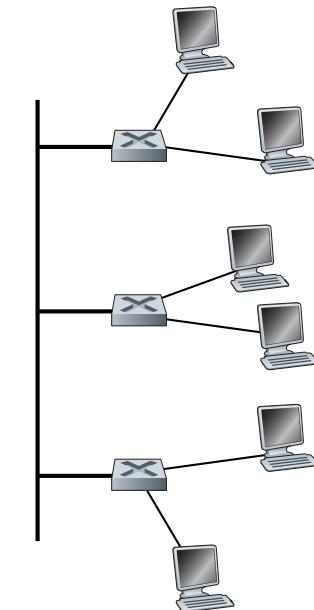
- Anneau



- Etoile

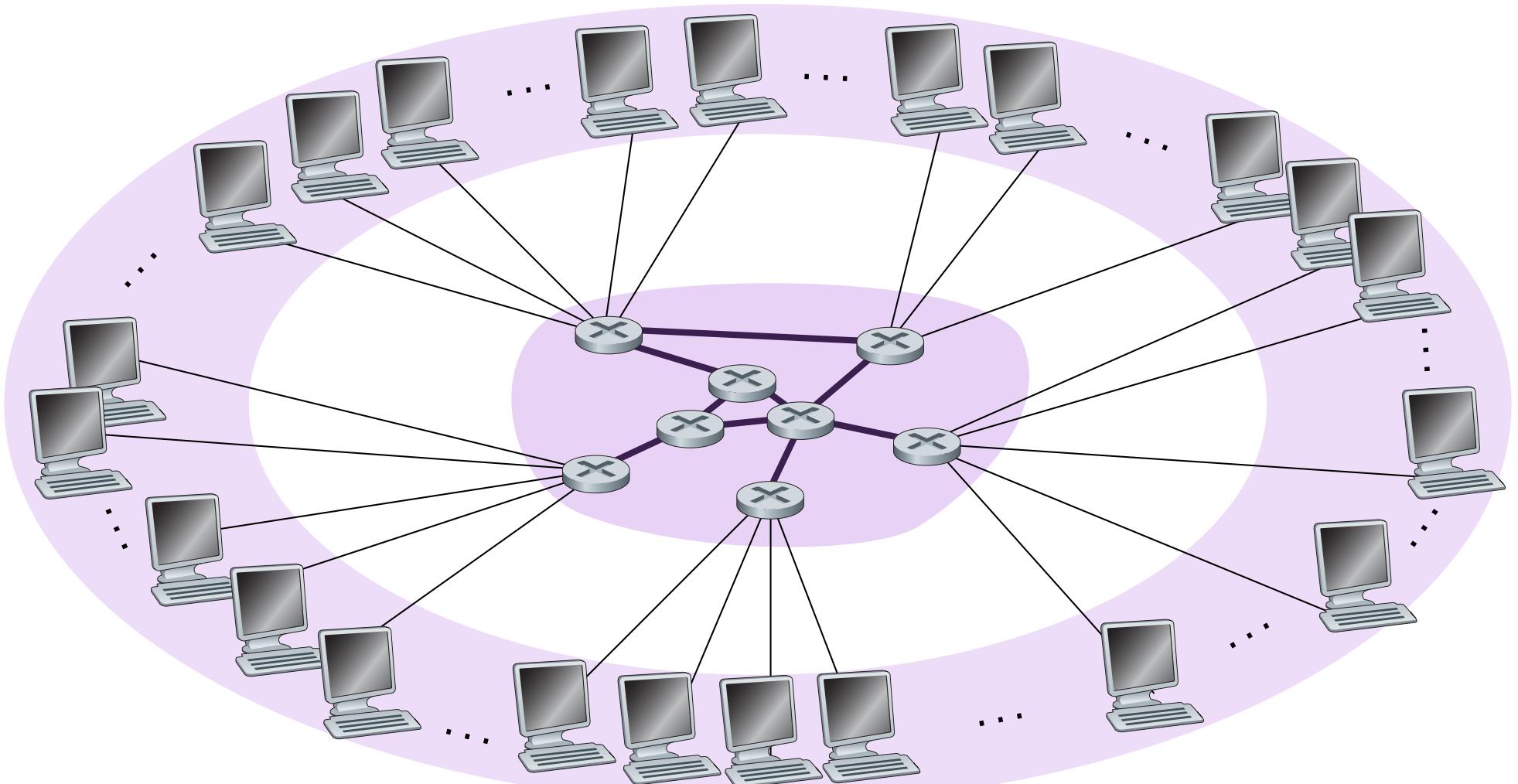


- Hybride

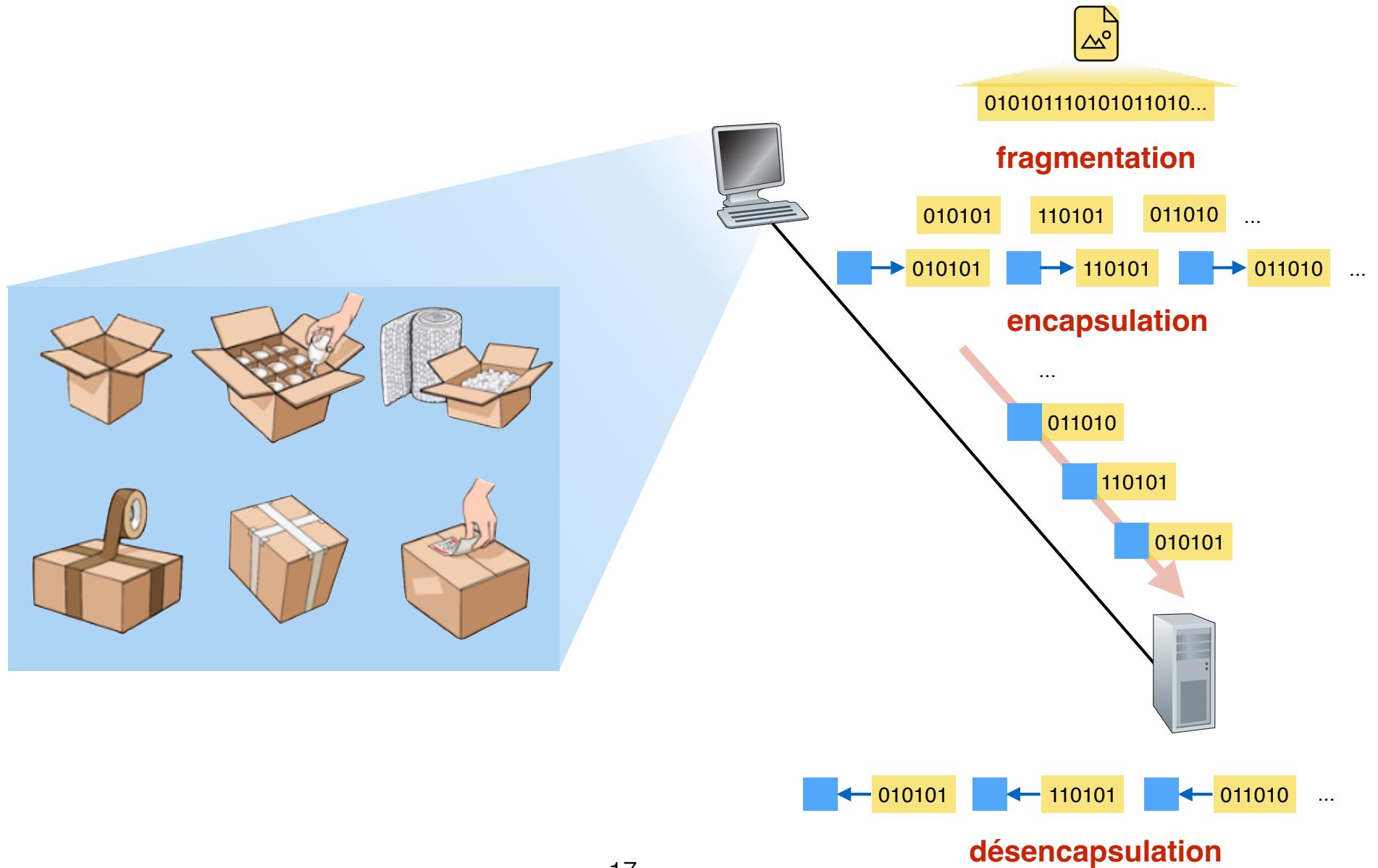


WAN

Périphérie vs Cœur

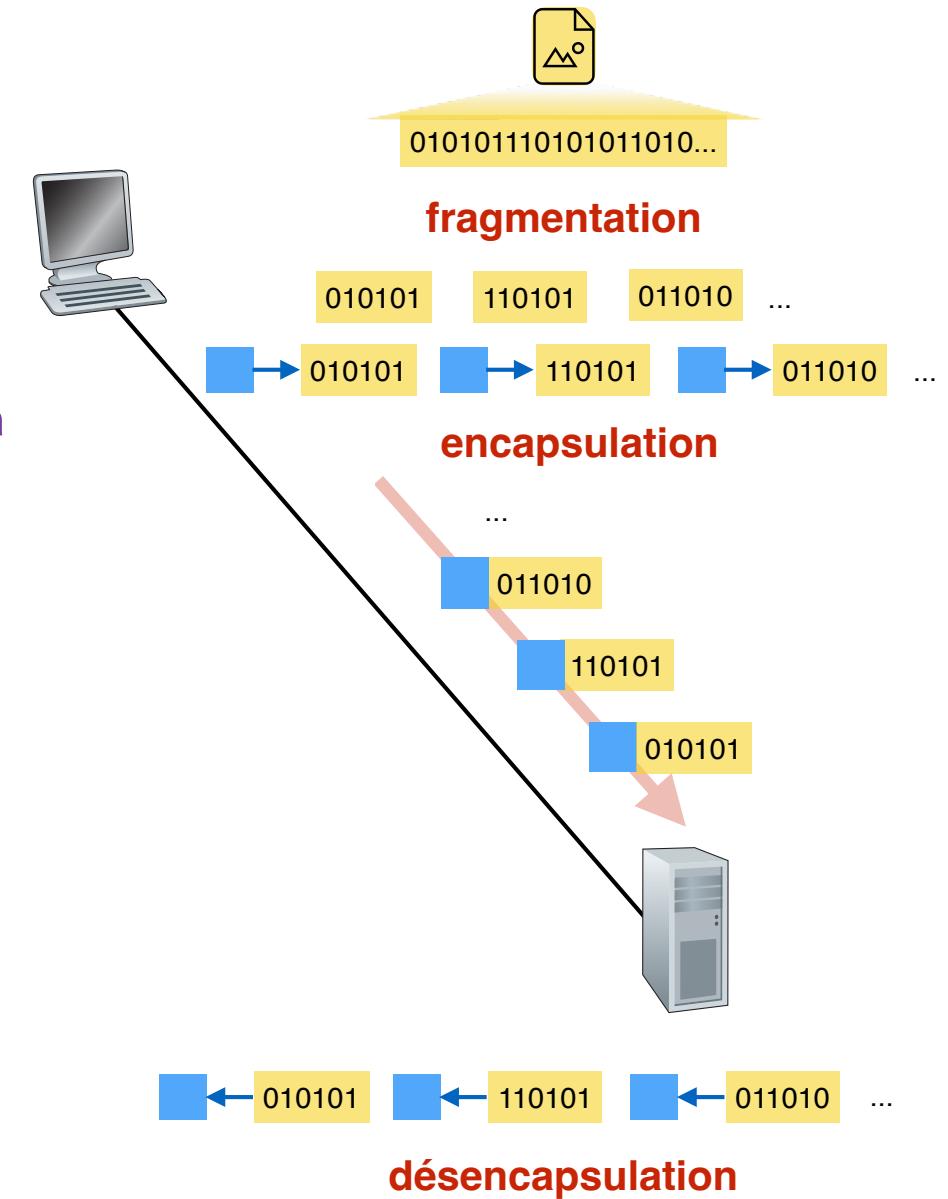


Empaquetage des données



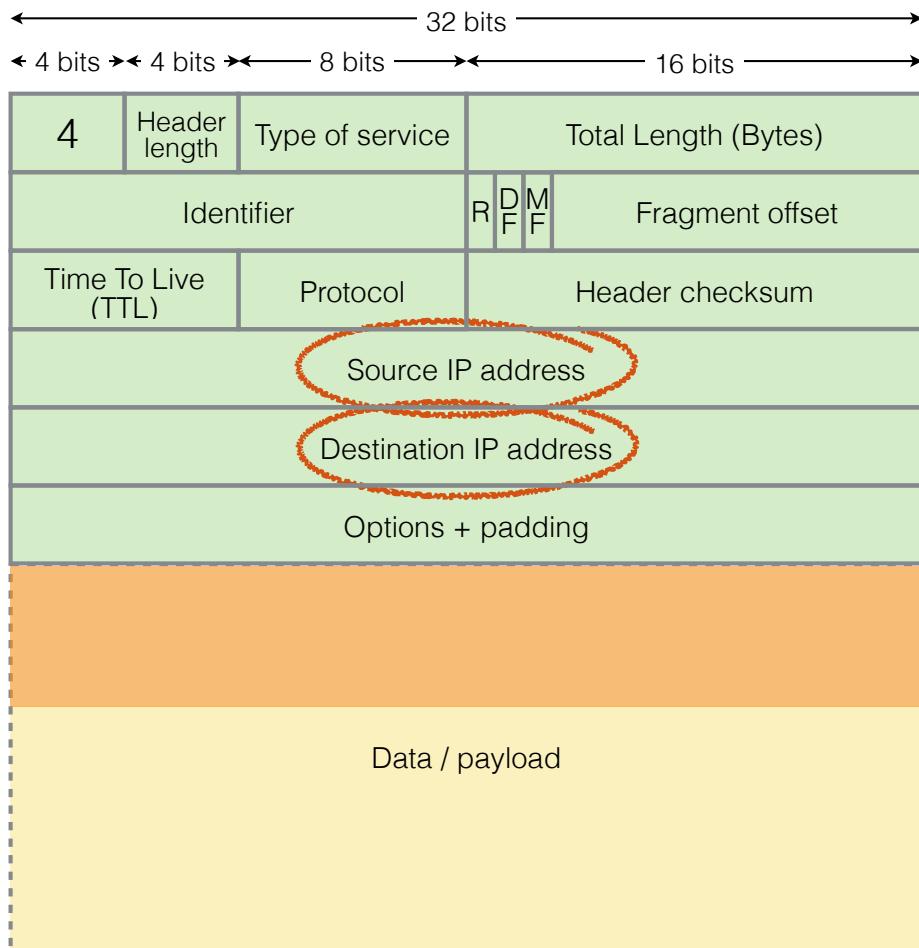
Empaquetage des données

- Les messages de données sont découpés en « petits morceaux »
 - chaque morceau a une taille maximale (et une taille minimale)
- Des bits supplémentaires sont ajoutés à chaque morceau
 - **entête**
 - contient des informations de contrôle (adresses source et destination, numéro du morceau, ...)
- L'entête est ajouté par la source, retiré par la destination
 - ajout d'un entête : **encapsulation**
 - retrait de l'entête : **désencapsulation**



Entête

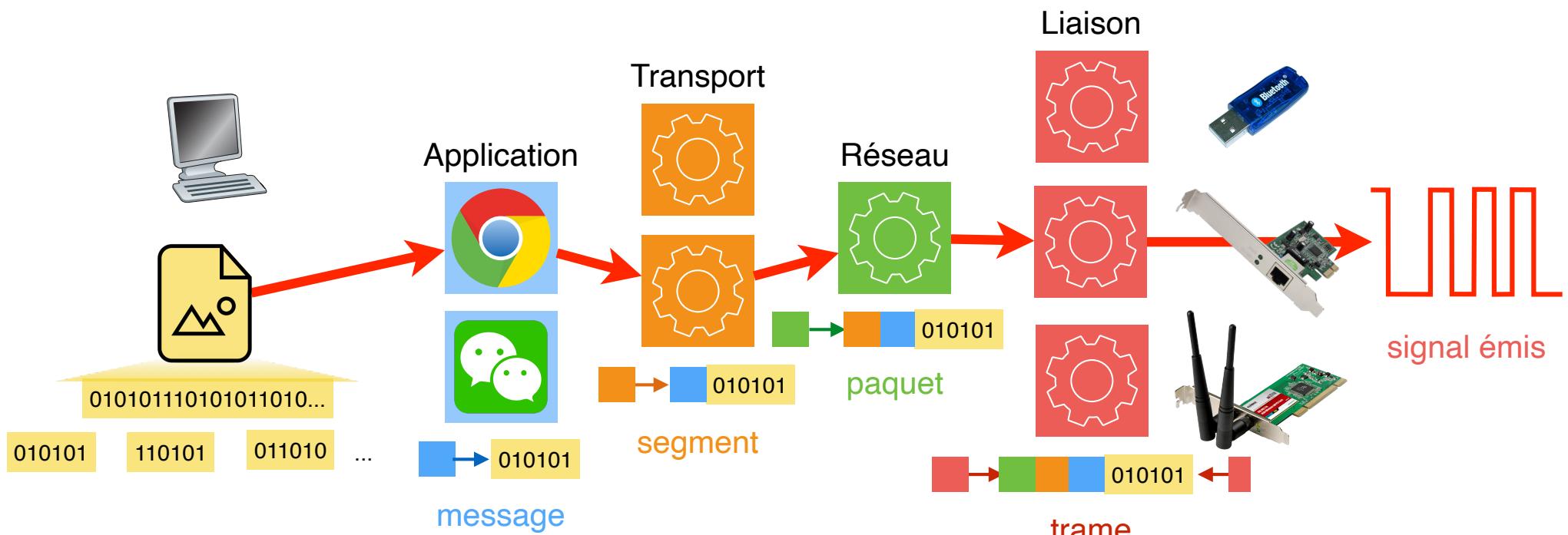
Entête Réseau (Paquet IP)



Etiquette d'expédition FedEx

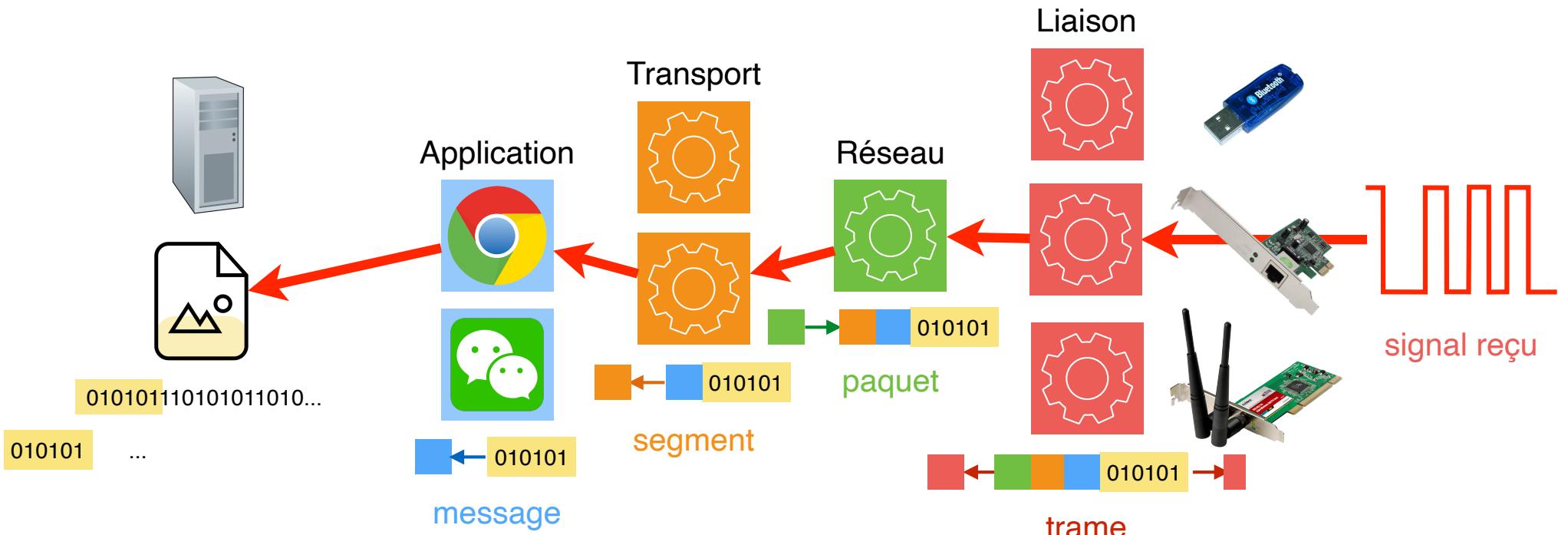


Encapsulation



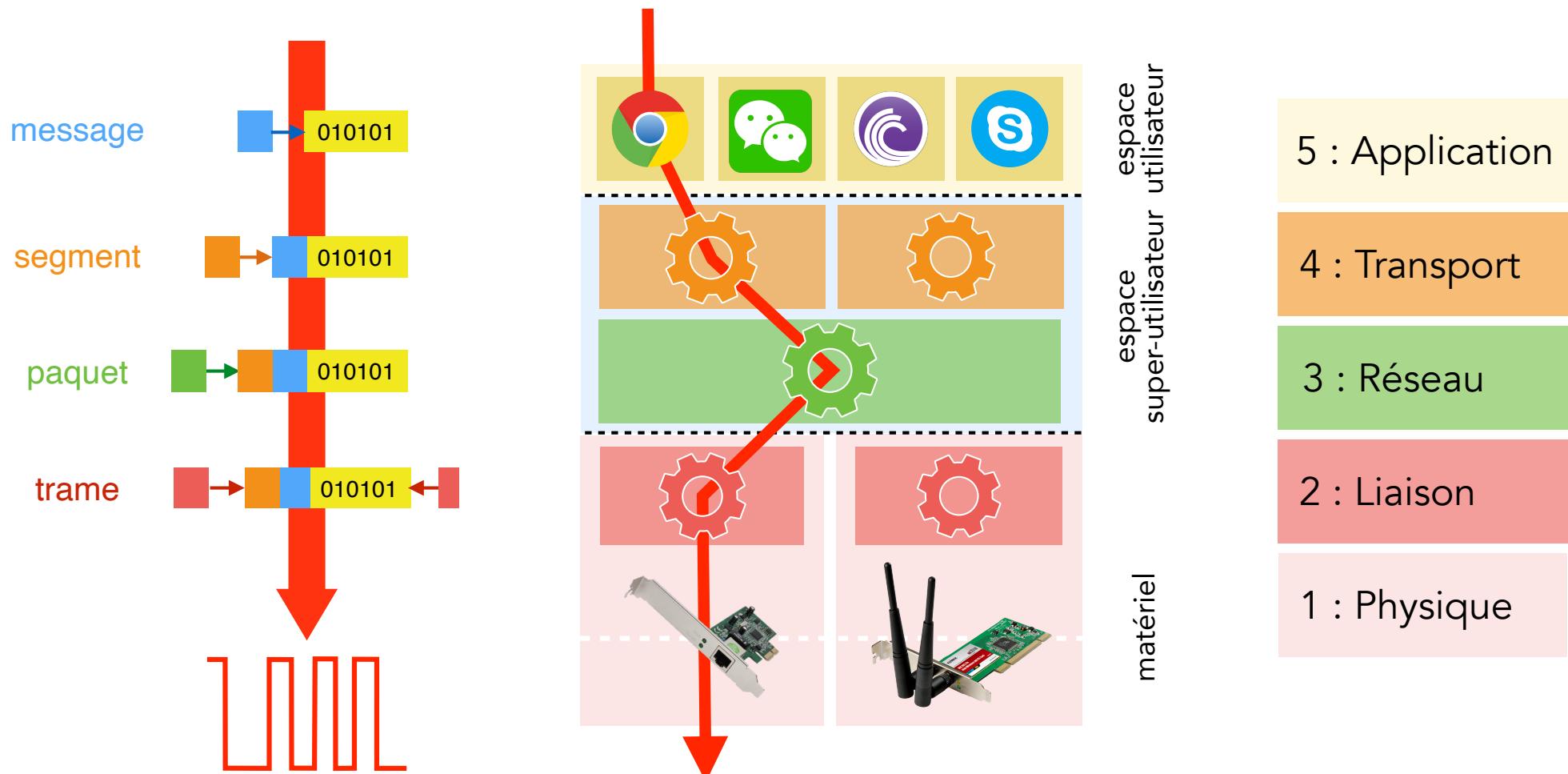
- Avant de quitter une machine, les bits de données traversent une séquence de programmes
- En émission, chaque programme (sauf le dernier)
 - reçoit en entrée une séquence de bits
 - découpe (éventuellement) cette séquence en fragments plus petits
 - ajoute un entête (et éventuellement une enqueue) à chaque fragment
 - passe chaque fragment au programme suivant
- Le dernier programme produit un signal électromagnétique transmis sur le support de transmission

Désencapsulation



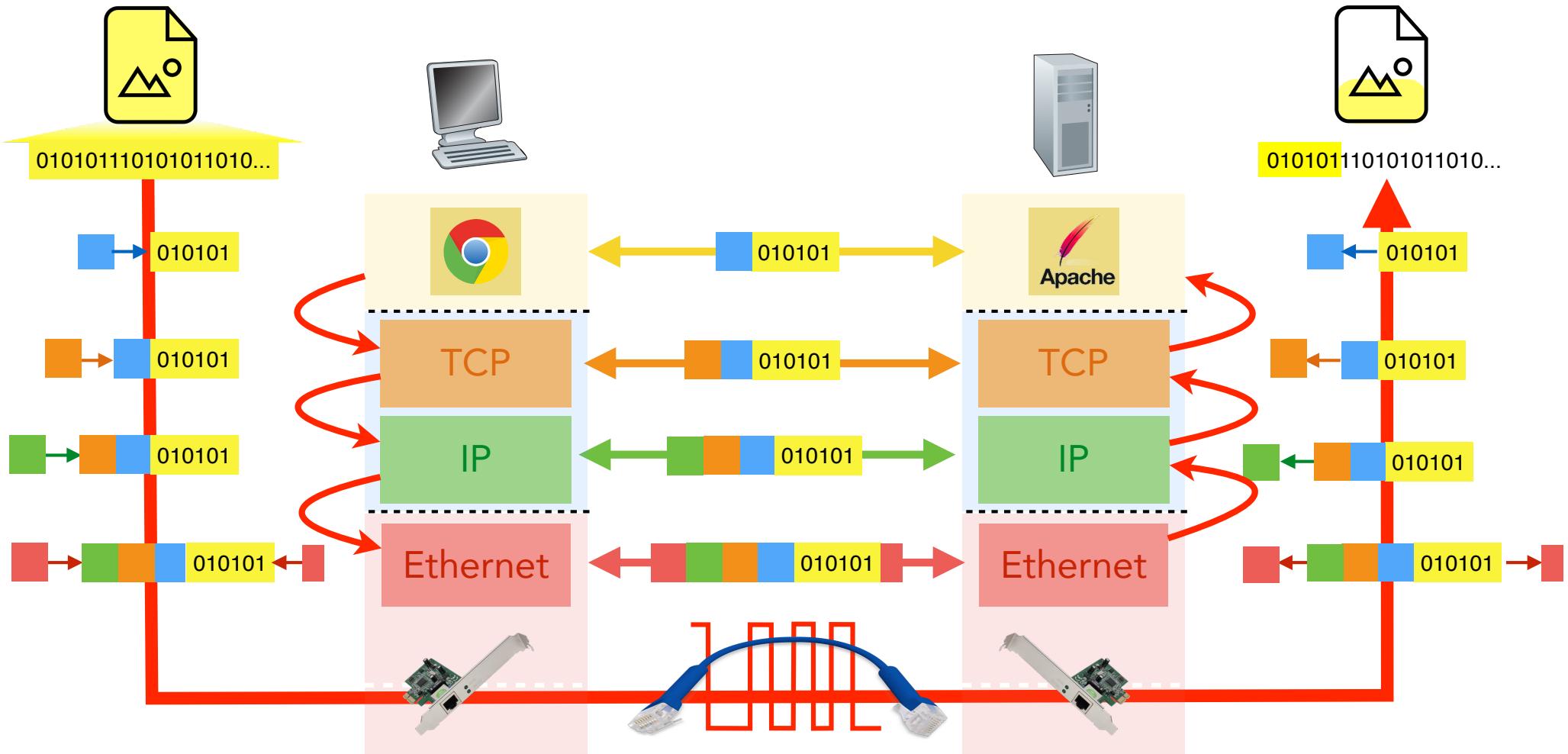
- En arrivant à destination, les bits de données traversent la même séquence de programmes en sens inverse
- En réception, chaque programme (sauf le premier)
 - reçoit en entrée une séquence de bits correspondant à un fragment du message d'origine
 - retire l'entête (et l'enqueue) de chaque fragment
 - réassemble (éventuellement) plusieurs fragments pour reconstruire le message d'origine
 - passe le message désencapsulé (sans entête ni enqueue) et réassemblé au programme suivant
- Le dernier programme retourne le message à la machine de destination

Architecture en couches



- Par soucis de représentation, les programmes réseaux sont empilés en « couches »
- Chaque couche implémente un ensemble de **fonctions cohérentes et de même niveau**

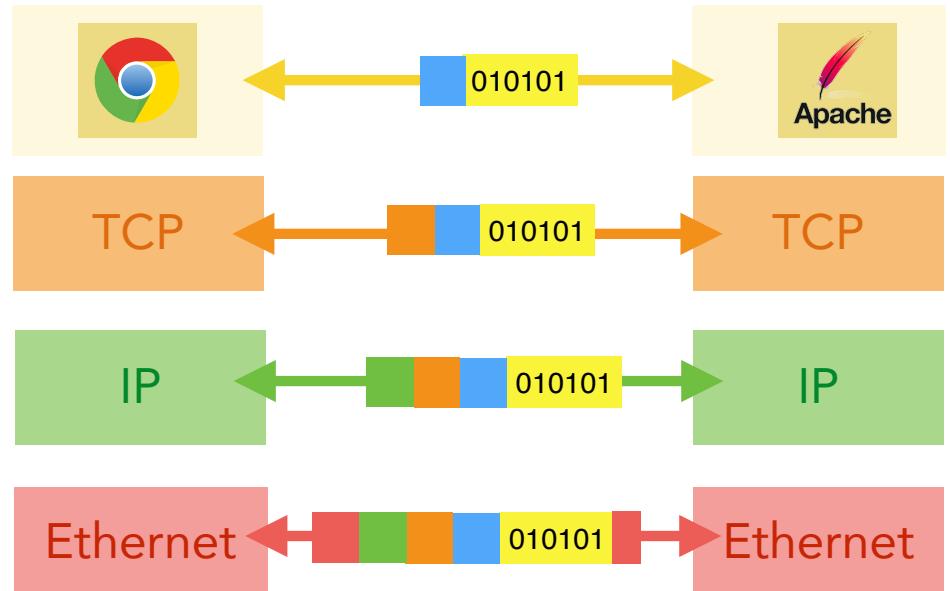
Pile protocolaire TCP/IP



- Le programme d'une couche interagit uniquement avec le programme de même couche sur la machine distante selon des règles pré-établies : **protocole de communication**

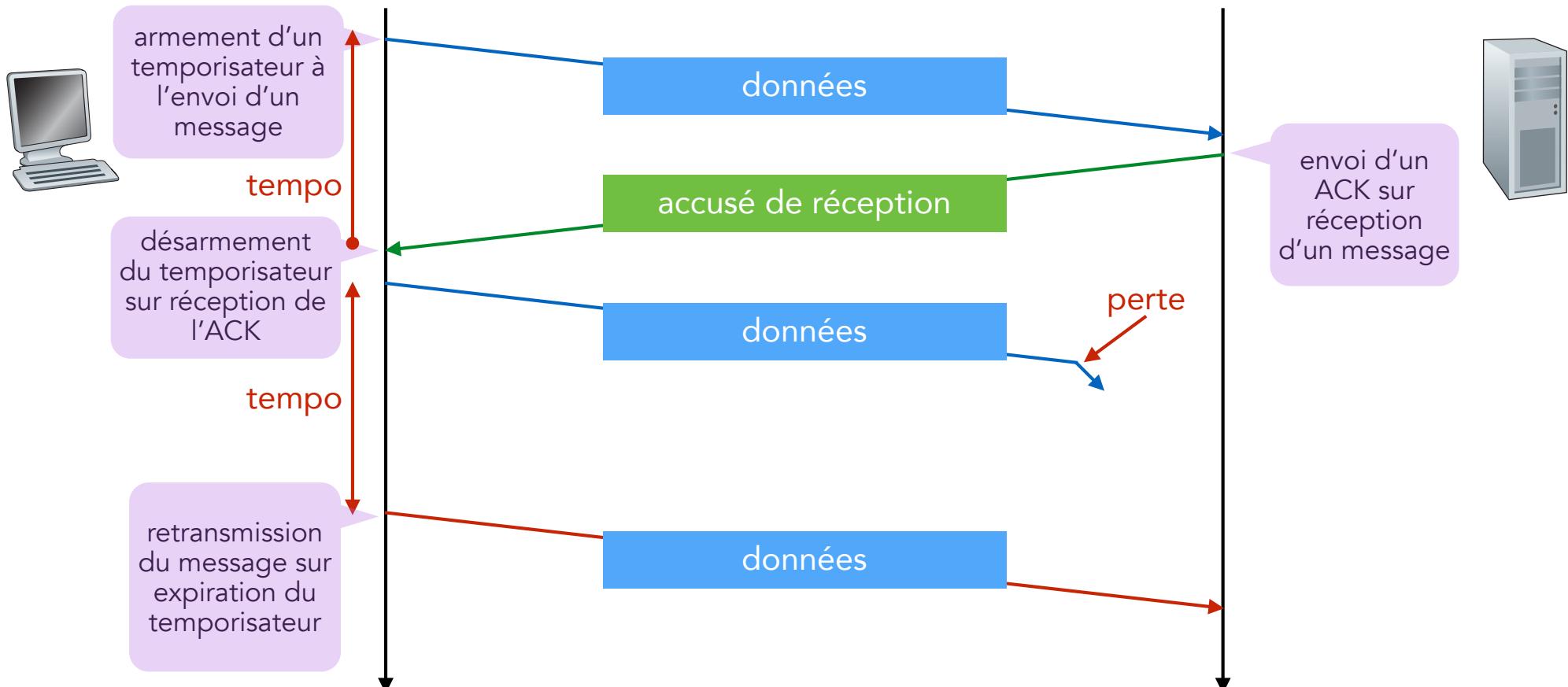
Protocoles de communication

- Chaque couche de l'architecture possède son (ses) propre(s) protocole(s) de communication
- Un protocole définit les règles de communication à l'intérieur de la couche
- Un protocole est régi par
 - des **règles de codage**
 - format des entêtes (et des enqueues)
 - distinction entre
 - messages de données
 - messages de contrôle
 - des **règles d'échange**
 - pour préciser les séquences valides d'échanges de messages
- La communication entre 2 machines résulte de l'exécution de plusieurs protocoles de couches distinctes



Protocoles : les services rendus

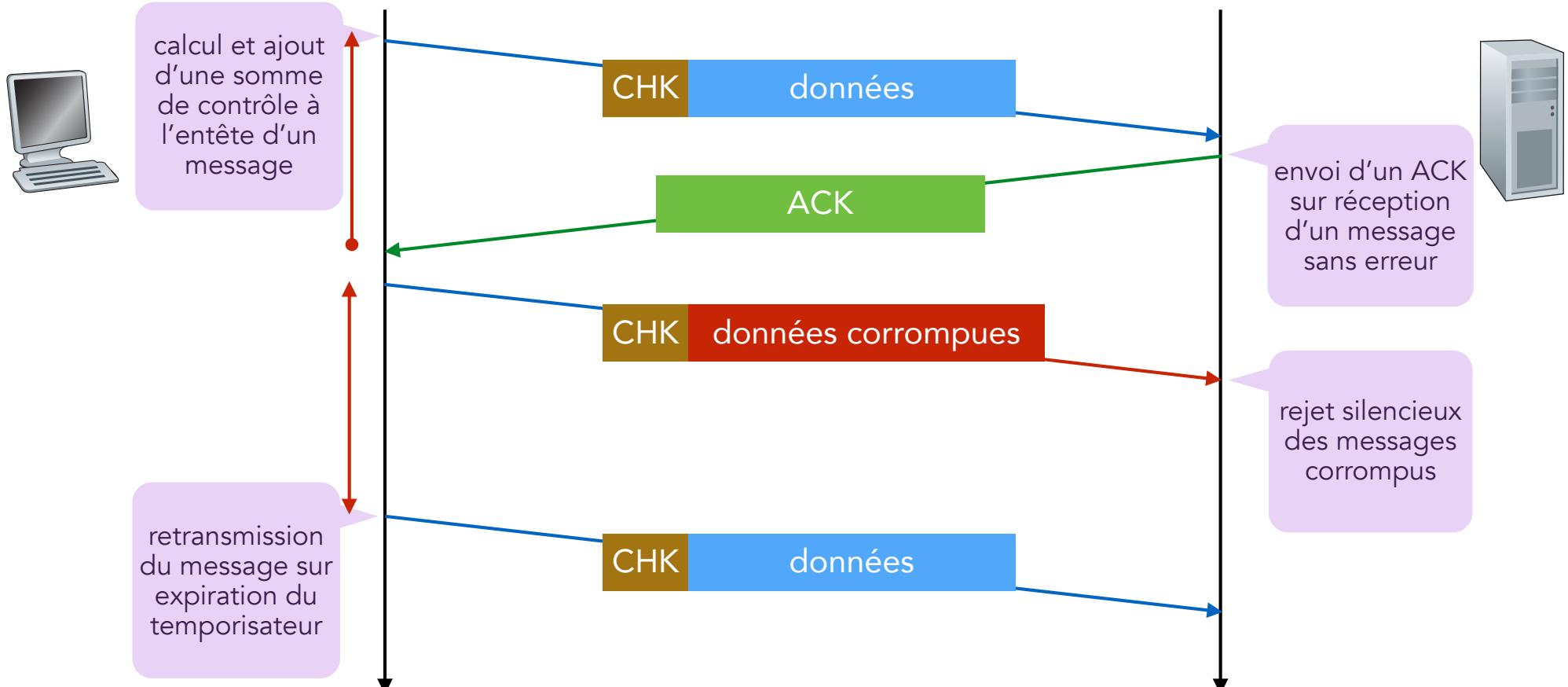
Détection et réparation des pertes



- A l'envoi de chaque message, la source enclenche un **temporisateur**
- Si le temporisateur expire avant la réception d'un acquittement (ACK), le message est retransmis

Protocoles : les services rendus

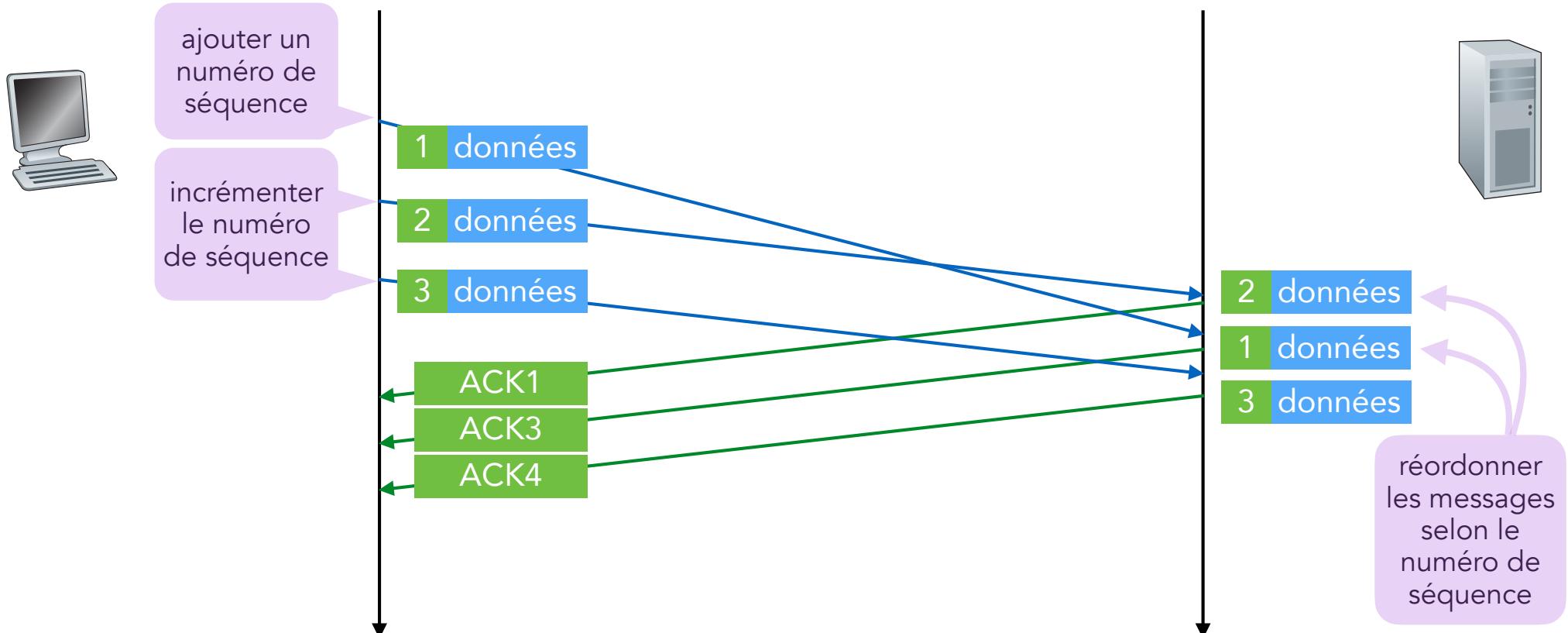
Détection et correction d'erreur



- La source calcule et ajoute des **bits de contrôle (CHK)** à l'entête des messages
- Si à la réception les bits de contrôle ne sont pas conformes, le récepteur ignore le message

Protocoles : les services rendus

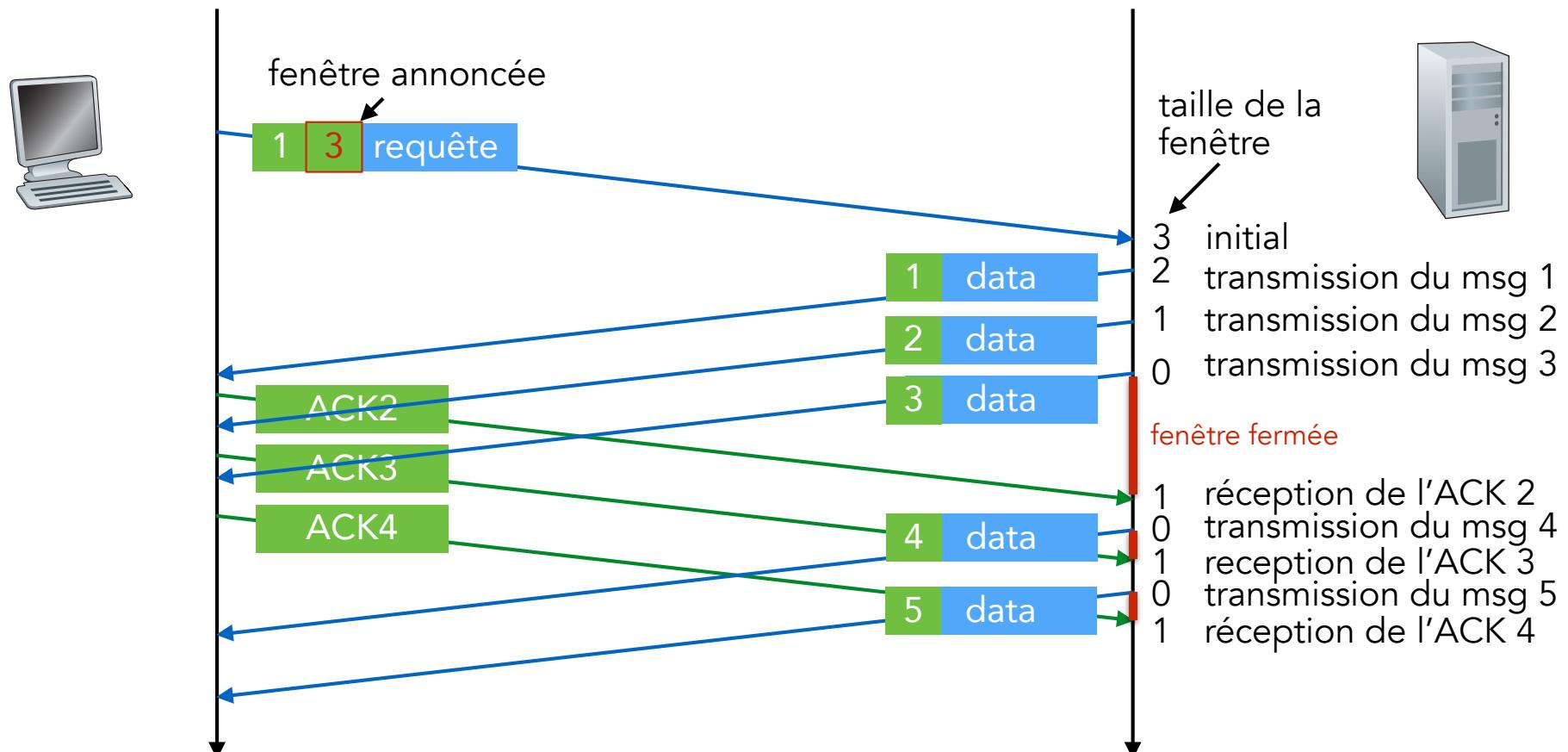
Remise en séquence



- Un **numéro de séquence** est ajouté dans l'entête des messages
- Les ACK annoncent le numéro de séquence du prochain message attendu
- Le récepteur réordonne les messages reçus dans le désordre

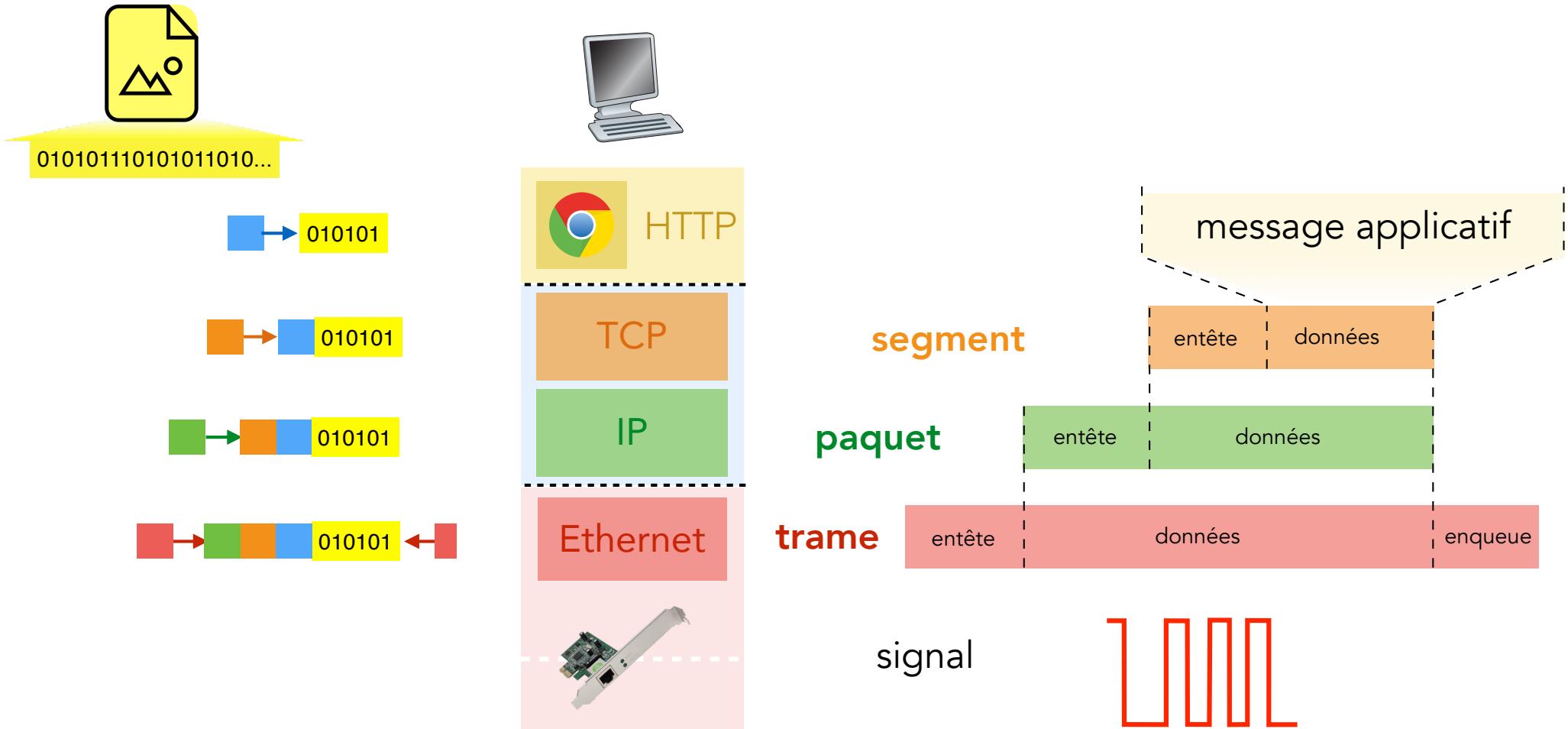
Protocoles : les services rendus

Contrôle de flux



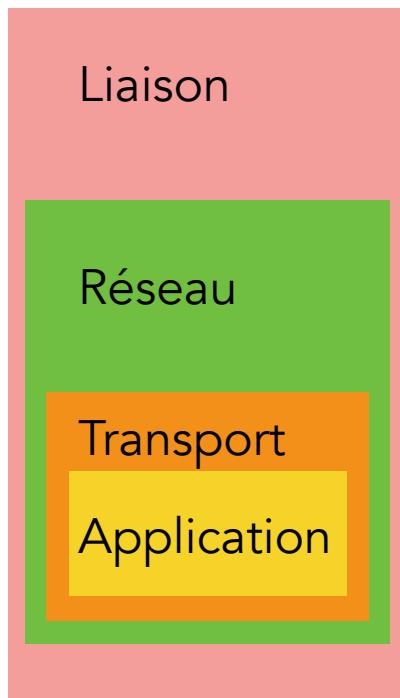
- Le récepteur annonce à l'émetteur sa **fenêtre de réception**
 - nombre de messages que l'émetteur a le droit d'envoyer avant de recevoir plus d'informations du récepteur
- La fenêtre évite l'engorgement du récepteur

Unité de données de protocole



- PDU (*Protocol Data Unit*) = unité de donnée du protocole
 - spécifique à une couche donnée
 - comprend l'entête du message, les données (et éventuellement l'enqueue)

Encapsulations successives



adresse src MAC	adresse dst MAC
Type = 0x0800	
autres champs d'entête	
adresse src IP	adresse dst IP
Protocol = 6	
autres champs d'entête	
port src	port dst
autres champs d'entête	
données application	
champs de l'enqueue	

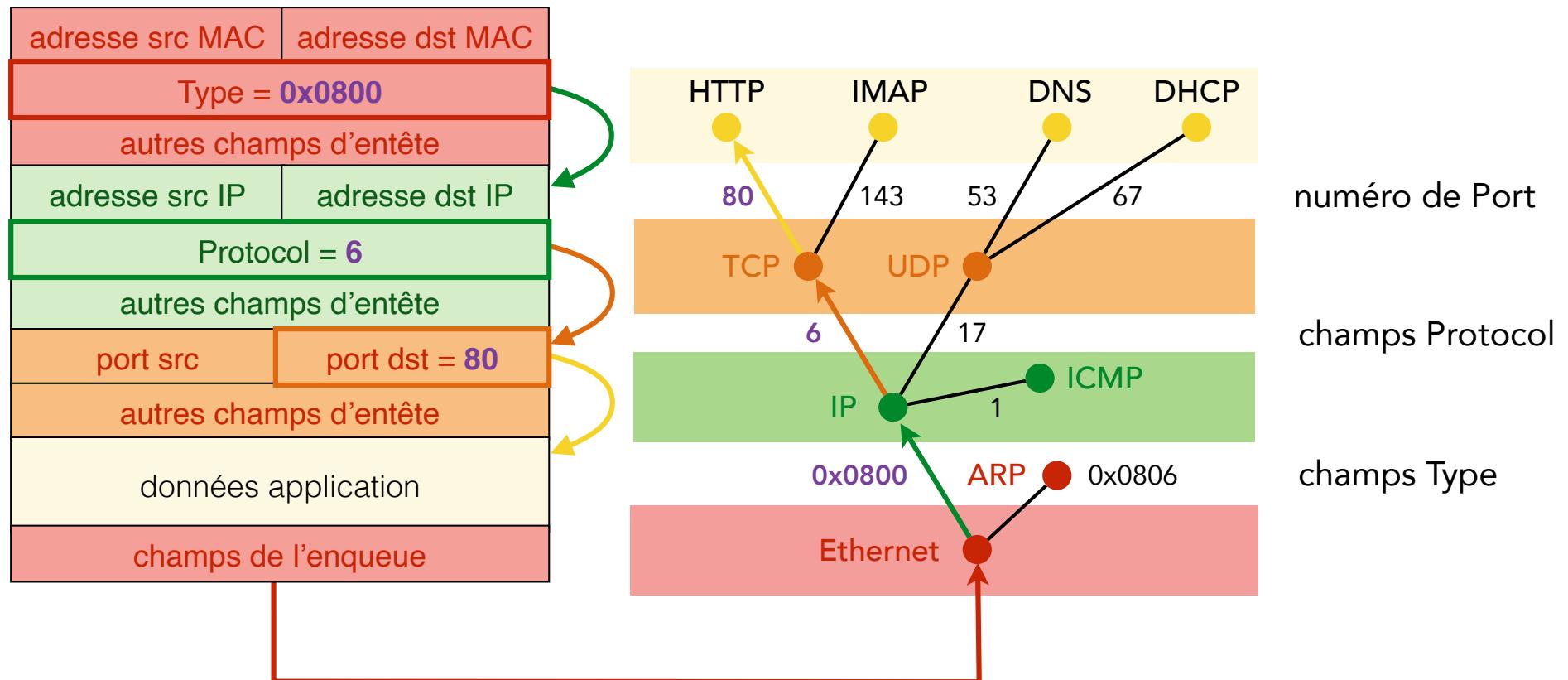
adresses MAC

adresses IP

numéros de port

noms (URL)

Multiplexage/Démultiplexage



Pile Protocolaire Internet

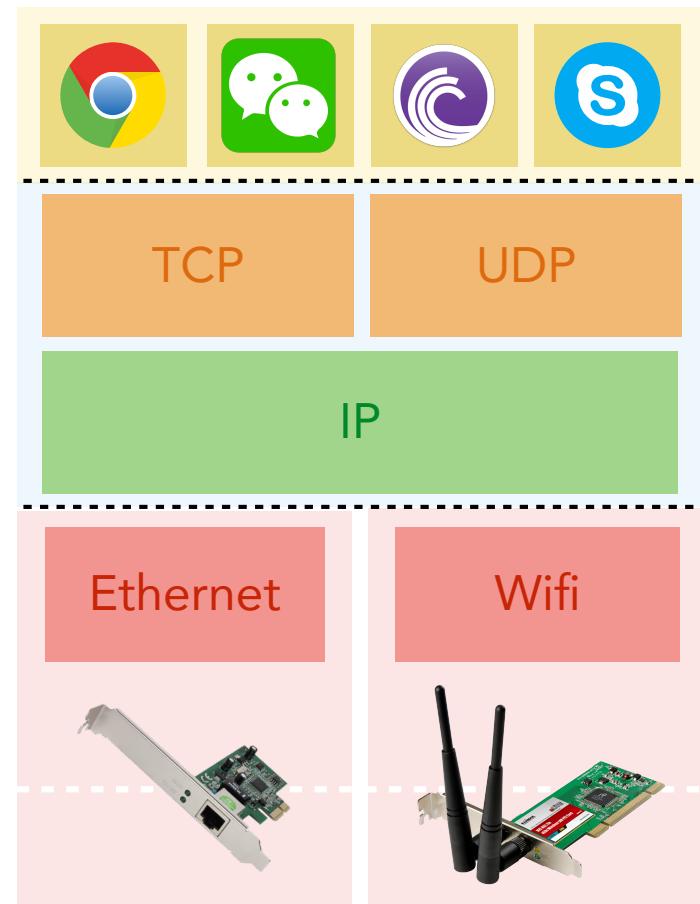
Application (5) : Services ou contenus offerts aux utilisateurs

Transport (4) : Transfert de données entre programmes applicatifs (fiable ou non)

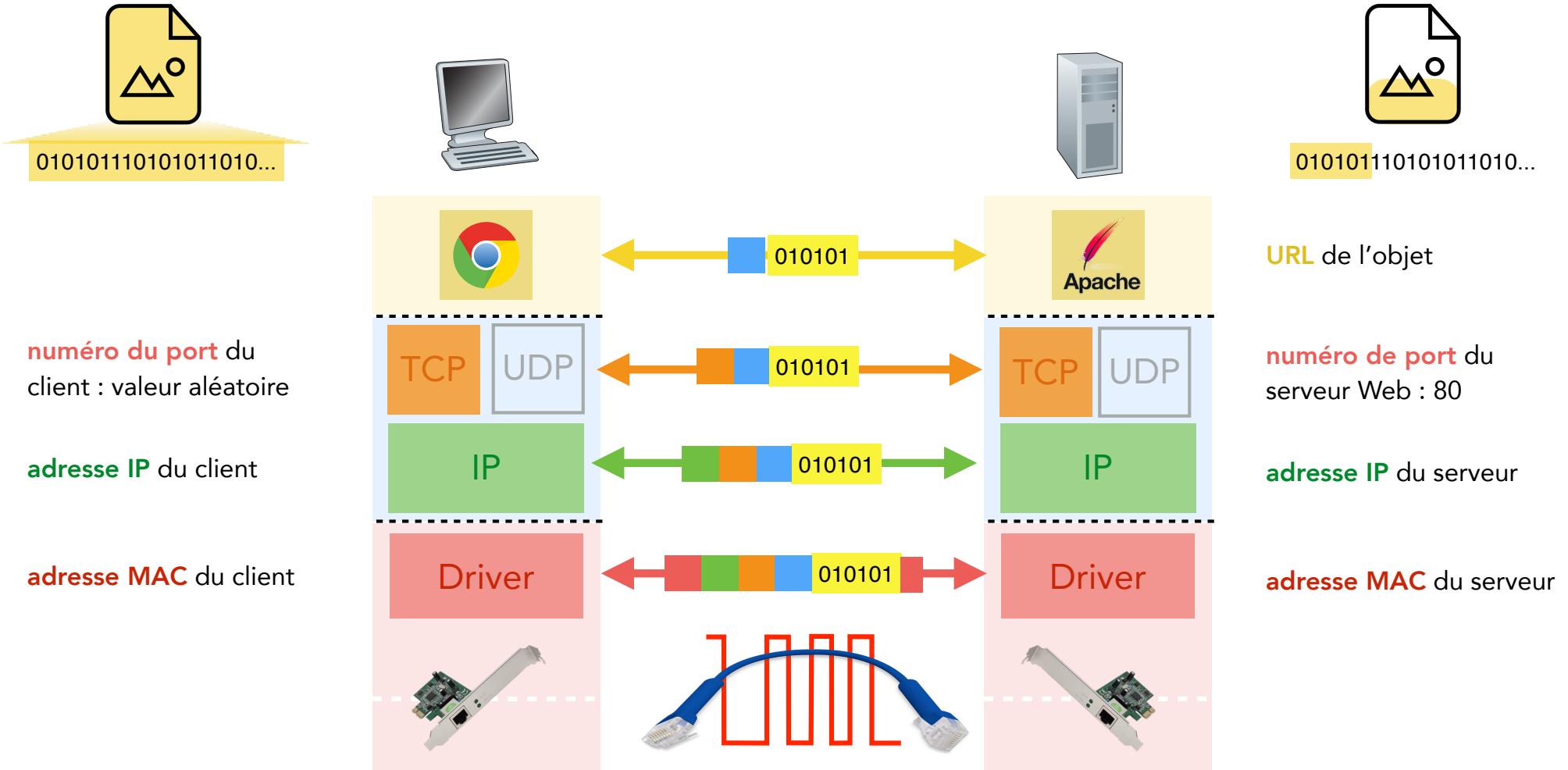
Réseau (3) : Livraison de paquet depuis une machine source vers une machine destination

Liaison (2) : Transfert de trames entre stations voisines

Physique (1) : Transmission de bits sous la forme d'un signal adapté au support de communication

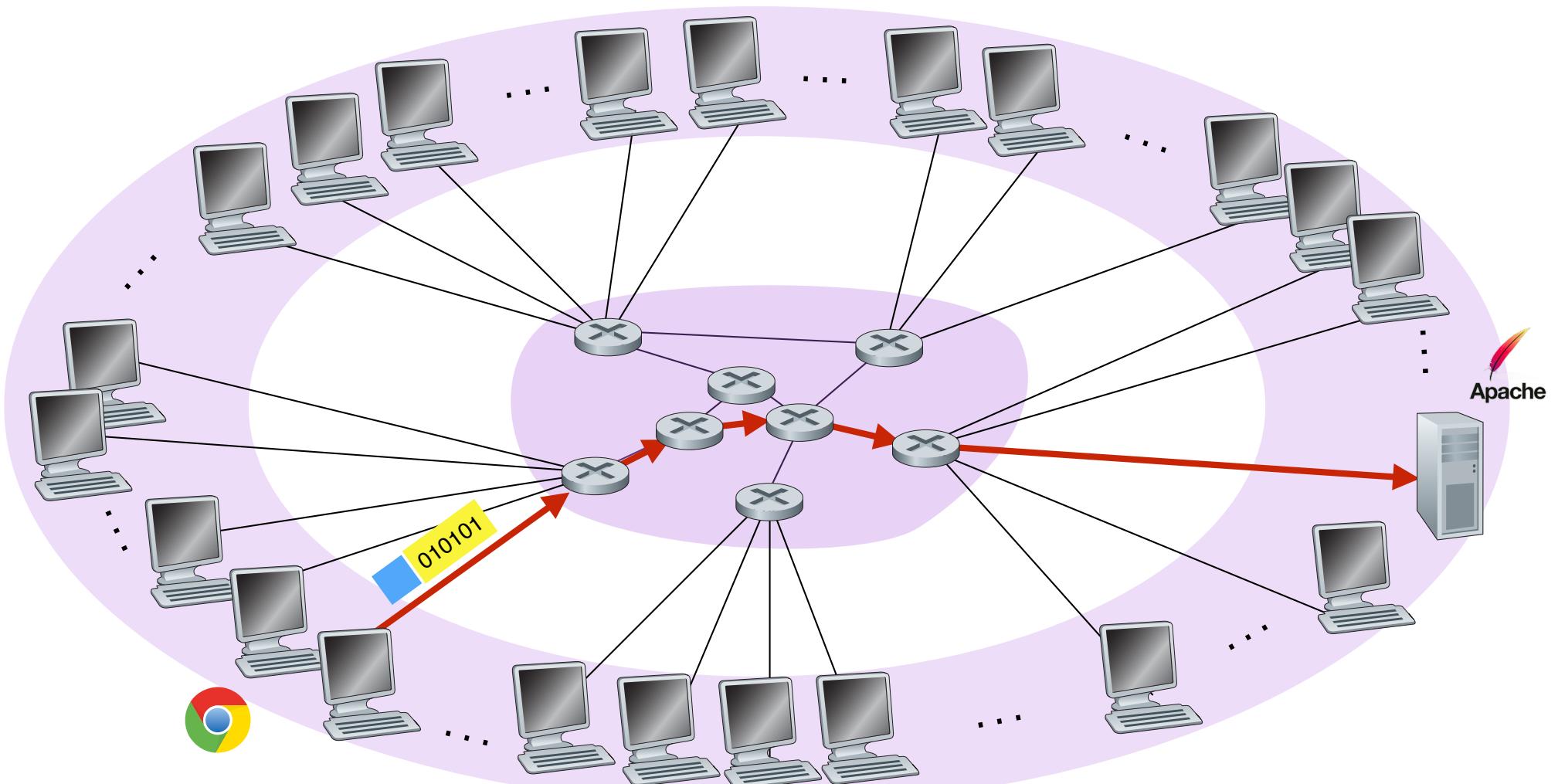


Adresses et Identifiants



WAN

Hôtes vs Routeurs

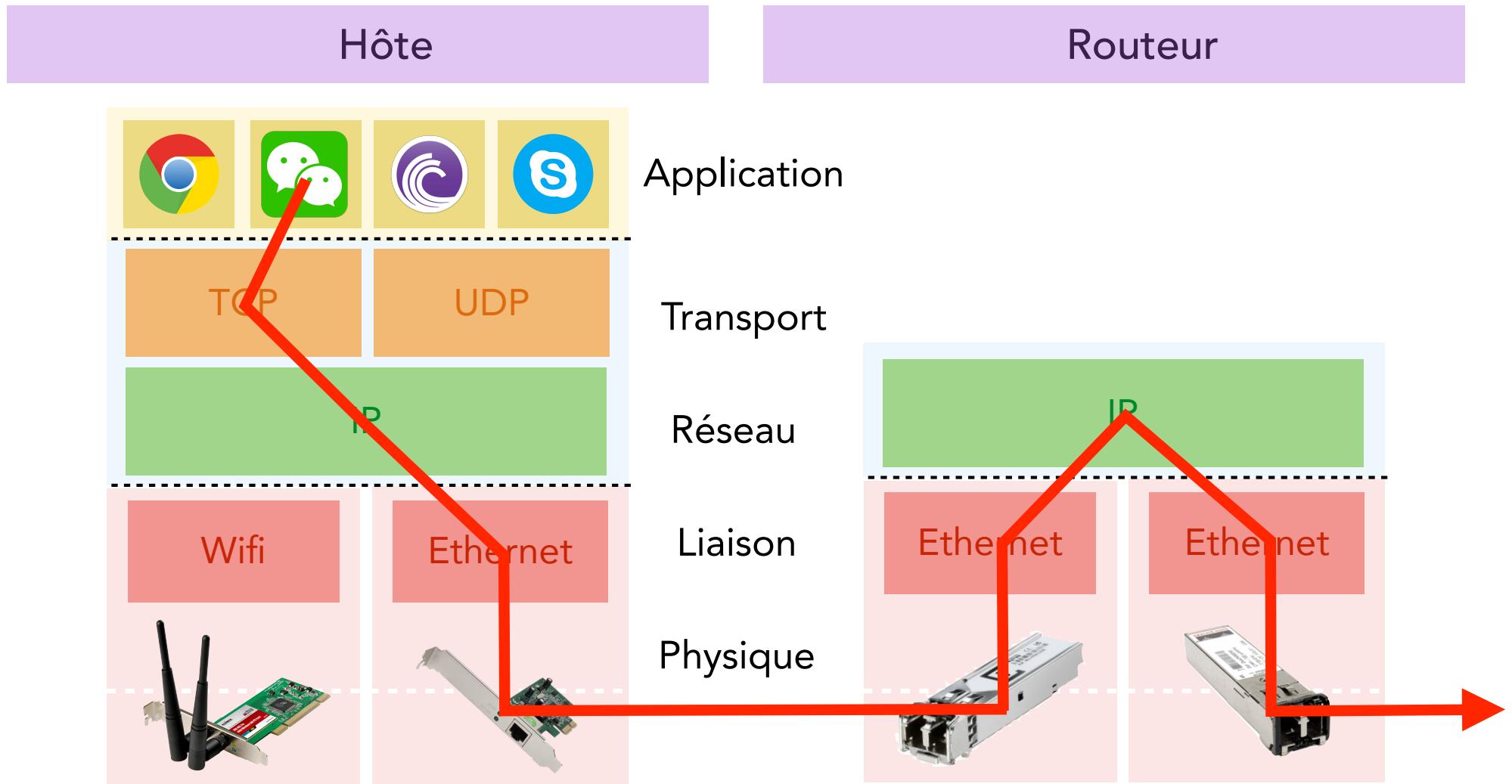


Hôtes vs Routeur

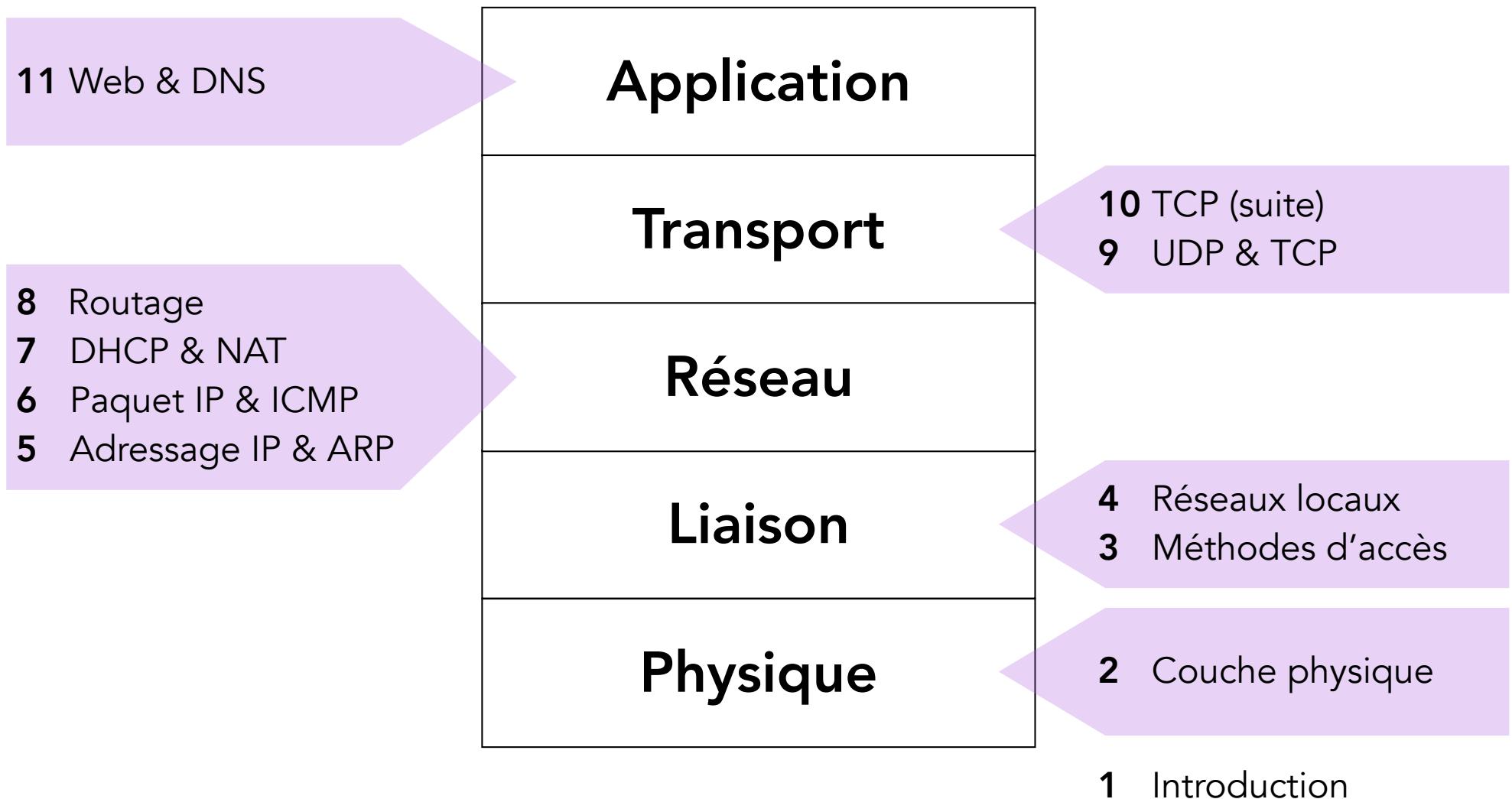
Répartition des tâches

- Routeur
 - Fait de son mieux pour livrer les paquets à la bonne destination
 - Pour chaque paquet qu'il reçoit
 - examine l'adresse destination dans l'entête des paquets
 - envoie le paquet sur le « meilleur » chemin vers la destination
- Hôte
 - Exécute les applications réseaux
 - certaines applications nécessitent que leurs données soient reçues sans perte et dans l'ordre...
 - ... d'autres non
 - Rattrape éventuellement les dysfonctionnements du réseau
 - retransmission des messages perdus
 - remise en l'ordre des messages reçus dans le désordre
 - détection et réparation des messages corrompus
 - évitement de la congestion du réseau et de l'engorgement du récepteur

Pile protocolaire Internet



Programme de l'UE LU3IN033



A faire

- Cours 1
 - à relire attentivement
- Devoir 1 sur Moodle
 - date de rendu : dimanche 10 septembre