

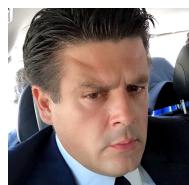
Organisation & Présentation de l'UE Réseaux

UE LU3IN033 Réseaux
2021-2022

Prométhée Spathis
www-npa.lip6.fr/sp/
promethee.spathis@sorbonne-universite.fr

Equipe Pédagogique

- Responsable de l'UE
 - Kim Thai
- Chargé de cours
 - Prométhée Spathis (moi)
- Chargés de TD
 - Kim Thai
 - Prométhée Spathis
 - Bruno Baynat
 - David Cordova



Organisation de l'UE

- 11 séances de cours de 1h45 : Lundis de 10h45 à 12h30 Amphi B1
- 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
- EdT et calendrier du semestre :
 - http://www-l licence.ufr-info-p6.jussieu.fr/lmd/licence/public/espace_etudiant/calendriers/
- Pas de support papier (uniquement en ligne)
 - sur Moodle
- Moodle de l'UE :
 - <https://moodle-sciences.upmc.fr/moodle-2021/>

3

Calendrier 2021-2022

Date	Cours	TD	TP/TP	Chapitre
13/09/21	Cours 1			Intro
20/09/21	Cours 2	TD1	TP1	Transmissions & Signaux
27/10/21	Cours 3	TD2	TD2	MAC (accès support)
04/10/21	Cours 4	TD3	TD3	LAN & VLAN
11/10/21	Cours 5	TD4	TP4	Adresses IP
18/10/21	Cours 6	TD5	TP5	Paquet IP, ICMP
25/11/21	Cours 7	TD6	TP6	ARP DHCP NAT
01/11/21				
08/11/21			Examen mi-semestriel	
15/11/21	Cours 8	TD7	TP7	Routage
22/11/21	Cours 9	TD8	TP8	UDP, TCP (1)
29/12/21	Cours 10	TD9	TP9	TCP (2)
06/12/21	Cours 11	TD10	TP10	Web & DNS
13/12/21		TD11	TP11	
20/12/21				
27/12/21				
03/01/22			Examen final	
13/06/22			Examen 2e chance	

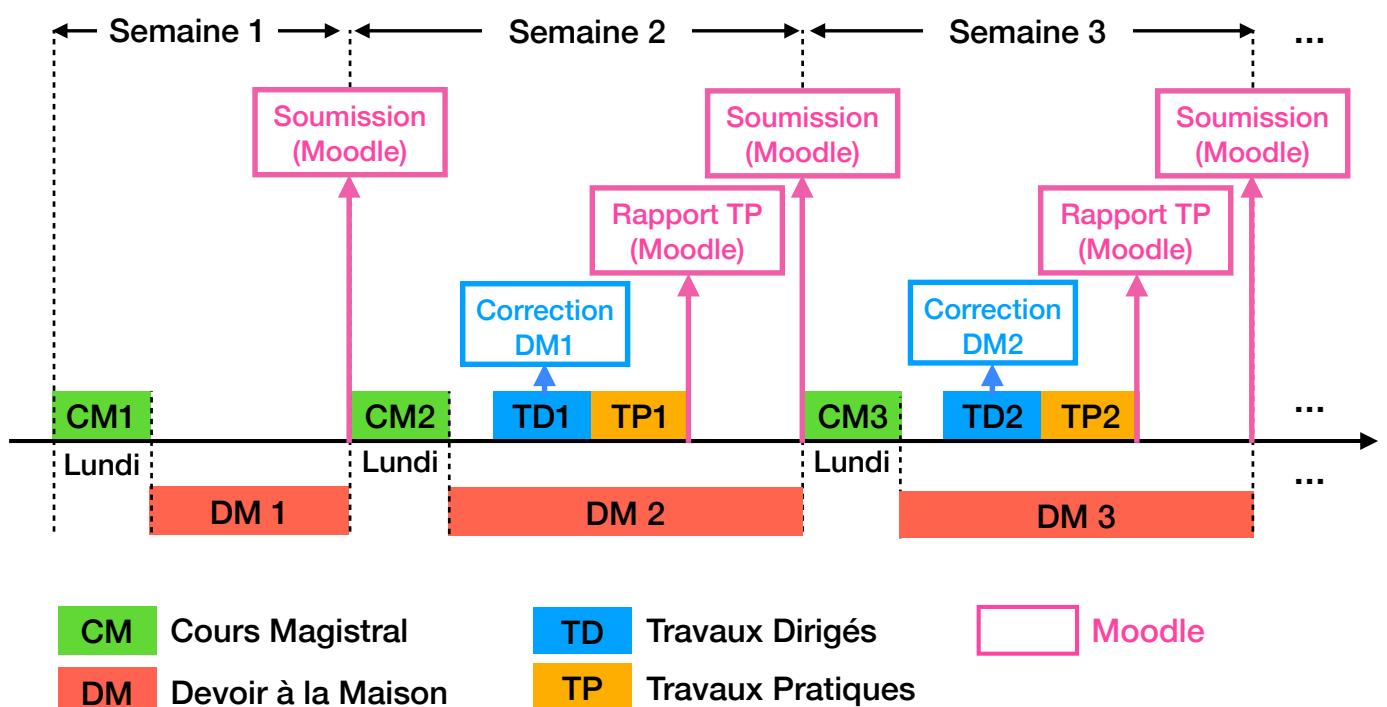
4

Présence et Participation

- Assister et participer à tous les cours (amphis, TD et TP)
 - poser des questions, répondre aux questions
- Consulter régulièrement vos emails et le moodle de l'UE
 - pour lire les annonces
 - pour lire et étudier le matériel pédagogique dès que disponible :
 - lectures préconisées (ouvrage de référence)
 - les transparents de cours
 - les supports de TD
 - pour soumettre avant la date limite :
 - les devoirs et rapports de TP à rendre
 - le projet
 - pour consulter vos notes
- Discuter avec votre chargé de TD

5

Programme Hebdomadaire



Modalités de Contrôle des Connaissances

- Devoirs à la maison et rapports de TP hebdomadaire : 40%
 - Un devoir par semaine (11 au total) :
 - à rendre avant chaque cours d'amphi (Moodle)
 - corrigé en TD
 - Un rapport de TP par semaine (9 au total) :
 - à rendre à la fin des TP (Moodle)
- Projet programmation : 20%
- Examens (2 devoirs sur table) : 60%
 - Examen mi-semestriel 20%
 - semaine du 08 novembre
 - Examen final 40%
 - semaine du 03 janvier

7

Calcul Note Finale

20%

- Devoirs à la maison et rapports de TP hebdomadaire :
 - 11 devoirs (avant le cours d'amphi)
 - 9 rapports de TP (à la fin du TP)

20%

- Projet programmation :
 - date de soumission : 18 décembre 2020 (23:59:00)

20%

- Examen mi-semestriel :
 - devoir sur table : semaine du 16 novembre

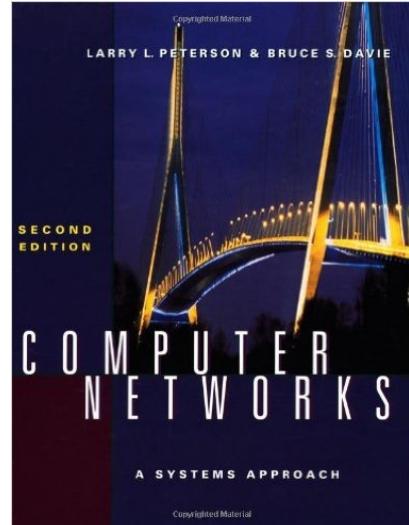
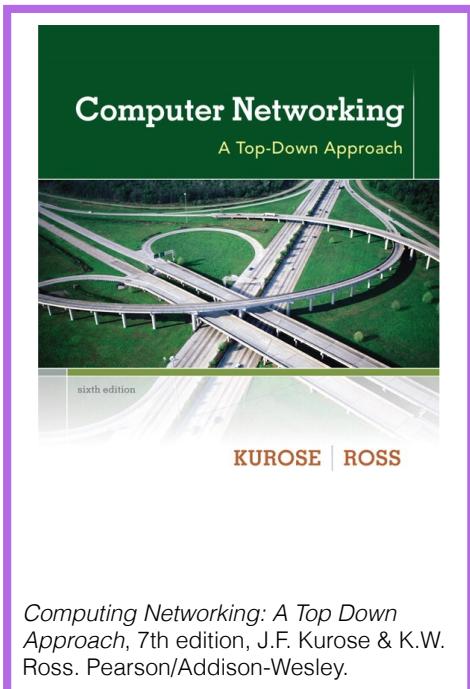
40%

- Examen final :
 - devoir sur table : semaines du 11 et 18 janvier

8

Ouvrage Recommandé

(disponible aussi en français)



Computer Networking: A Top Down Approach, 7th edition, J.F. Kurose & K.W. Ross. Pearson/Addison-Wesley.

Computer Networks: A Systems Approach, 5th edition, L. Peterson & B. Davie. Morgan Kaufmann.

9

Comment réussir cette UE

- Amphis
 - parcourir les transparents à l'avance
 - prendre des notes et participer (questions et réponses)
 - lire les ouvrages conseillées
- Devoir, TD et TP
 - rendre tous les devoirs et les rapports de TP à temps
 - préparer les questions du TD
 - poser des questions et répondre aux autres questions
- La porte de nos bureaux est grande ouverte !
 - prendre rendez-vous avec vos chargés de cours et de TD

Introduction

UE LU3IN033 Réseaux
2021-2022

Prométhée Spathis
www-npa.lip6.fr/sp/
promethee.spathis@sorbonne-universite.fr

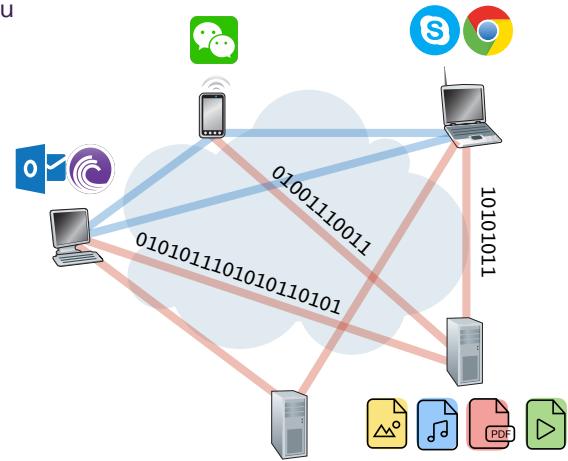
Plan du cours

- Les réseaux de données
 - pour qui et pour quoi faire ?
- Les applications, à l'origine des données
 - Clients et serveurs
- Empaquetage des données
 - encapsulation et désencapsulation
- Architectures en couches
 - couches et protocoles
- Topologie des réseaux
 - types de nœuds et répartition des tâches

Réseaux de données

Que sont-ils et à quoi servent-ils ?

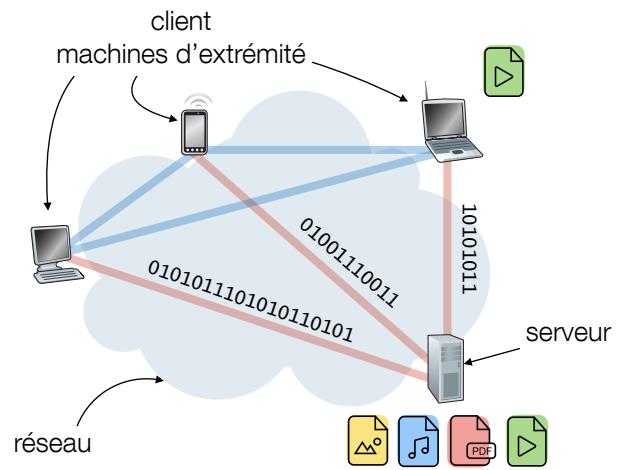
- Les réseaux de données connectent des machines
 - ordinateurs : processeur, mémoire, cartes réseau
 - machines de bureau, portables, tablettes, smartphones, 'objets' (IoT)
- Les utilisateurs veulent accéder à des ressources partagées
 - contenus (pages web, images, vidéos, ...),
 - services (stockage, traitement, ...)
- Les réseaux de données transportent les données pour le compte des utilisateurs
 - Les utilisateurs Internet téléchargent et installent des applications sur leur machine
 - Les opérateurs de réseau peuvent restreindre l'utilisations de certaines applications (e.g., violation des droits d'auteur)



13

Les données : d'où viennent-elles ?

- Un réseau de données connecte des machines
 - les applications sont des logiciels qui exécutent des tâches spécialisées pour le compte des utilisateurs
 - les machines d'extrémité hébergent les applications réseau
- Les applications réseau font référence à (au moins) deux logiciels
 - chaque logiciel tourne sur une machine distante
 - ces logiciels produisent et consomment des bits de données
- Les applications réseau sont conçues selon deux modèles
 - asymétrique: Client/Serveur
 - symétrique: Pair-à-Pair (P2P)



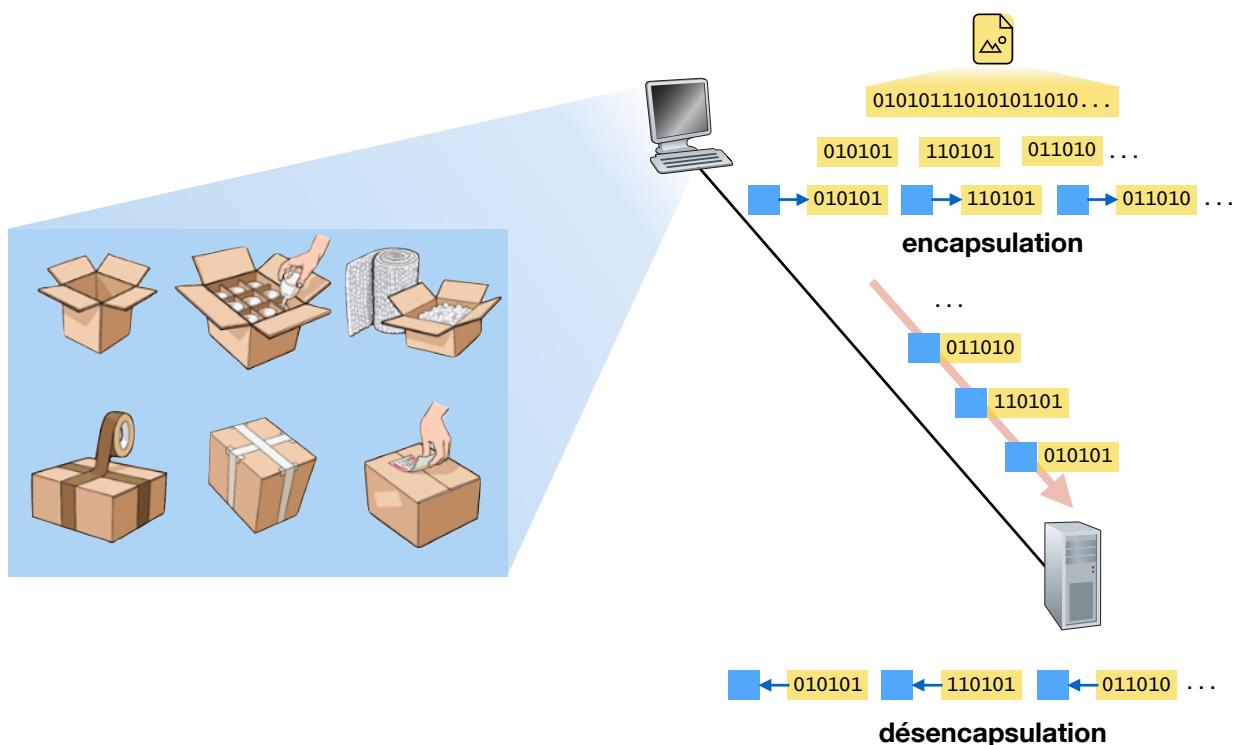
14

Les applications réseau

- Les machines d'extrémité exécutent des applications réseau
 - hébergées à la périphérie des réseaux
 - les machines impliquées communiquent par l'envoi de requêtes et la réception des réponses correspondantes
- Conception asymétrique : modèle Client/Serveur
 - Le programme côté client diffère de celui côté serveur
 - Les clients soumettent des requêtes (e.g. demandes de téléchargement ou d'hébergement de fichiers)
 - Un serveur traite les requêtes client (e.g. par l'envoi ou le stockage d'un fichier)
- Conception symétrique : modèle Pair-à-Pair
 - Tous les noeuds exécutent le même programme
 - Les noeuds sont des machines d'extrémité qui agissent tour à tour comme client ou serveur
 - E.g. applications P2P de partage de fichiers :
 - Napster, Gnutella, LimeWire, BearShare, BitTorrent, ...

15

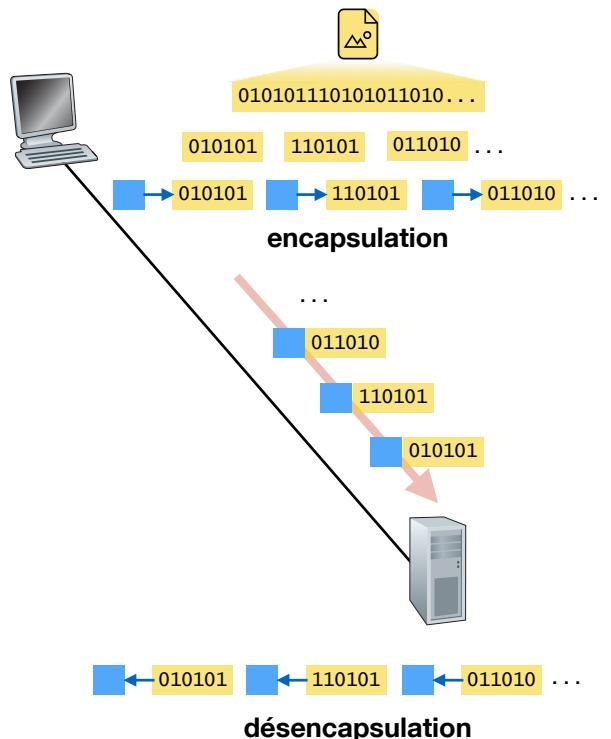
Emballage des données



16

Emballage des données

- Les gros fichiers sont découpés en ‘petits’ morceaux de données
 - chaque morceau a une taille maximale et minimale
- Des bits supplémentaires sont ajoutés à chaque morceau de données
 - ajoutés en tête des morceaux de données
 - contiennent des informations de contrôle (i.e., adresses source et destination, numéro du morceau, ...)
 - l’entête et les bits de données forment un message
- L’entête est ajoutée par la source, retirée par la destination
 - ajout d’un entête : encapsulation
 - retrait de l’entête : désencapsulation
- Plusieurs entêtes sont nécessaires
 - afin de remplir les propriétés attendues concernant le transfert de données



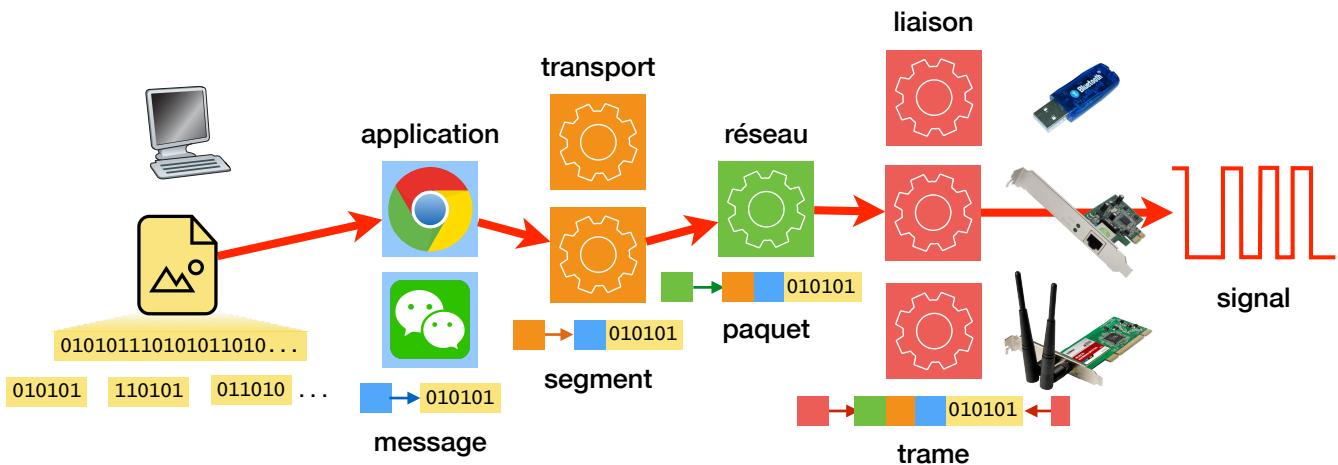
17

Propriétés des transferts de données

- Fiabilité: réparation des erreurs et des pertes
 - l’entête contient des bits de type ‘papier bulle’
 - bits de détection/correction d’erreur
 - numéro de séquence des messages
 - ...
- Efficacité: maximisation de l’utilisation des ressources
 - remplir les messages avec des données suffisantes pour atteindre la taille max des messages
 - envoyer les messages en nombre suffisant (tout en évitant la congestion)
- Equité
 - Allocation équitable des ressources réseau (e.g., à quelle fréquence envoyer les messages)
 - Neutralité des réseaux
- Facteur d’échelle
 - les performances sont peu voir non affectées par l’accroissement d’une grandeur mesurable
 - nombre d’utilisateurs, de nœuds, de messages, ...
- Livraison ponctuelle
 - les messages sont reçus à des instants réguliers dans le temps
- Sécurité
 - cryptage, confidentialité, authentification, ...
- ...

18

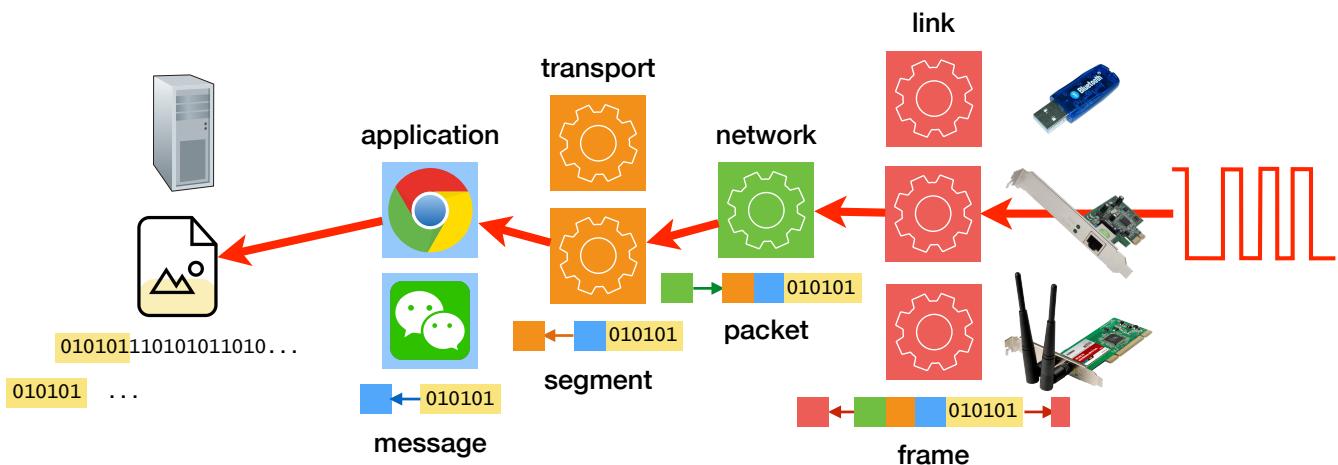
Encapsulation des données



- Avant de quitter votre ordinateur, les bits de données traversent une séquence de programmes
- Chaque programme reçoit une séquence de bits en entrée
 - division de la séquence en fragments plus petits
 - ajout d'une entête (le dernier programme ajoute une enqueue)
 - entêtes et enqueue contiennent une liste spécifique de champs
 - installation et mise à jour d'états (un état est une valeur stockée en mémoire i.e. une variable)
 - le message en sortie d'un programme est passé au programme suivant
 - le dernier programme produit un signal électromagnétique transmis sur le support de transmission

19

Désencapsulation des données

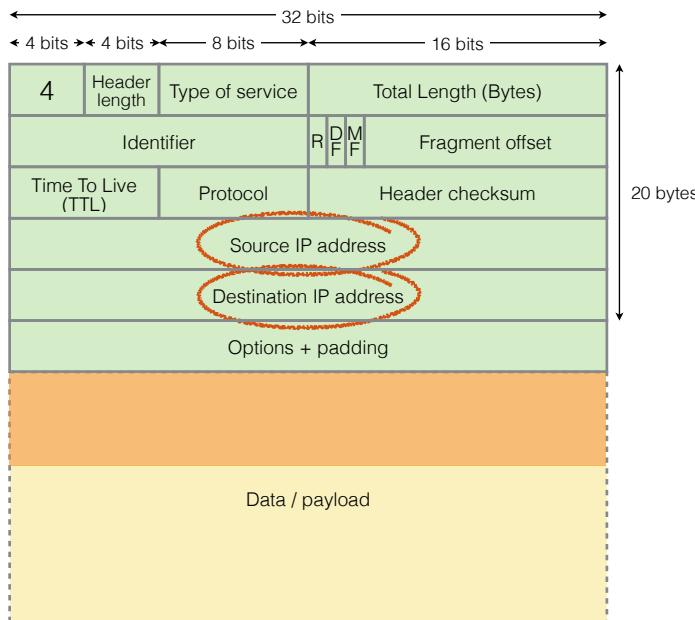


- Côté récepteur, chaque programme :
 - retire l'entête et l'enqueue (si applicable)
 - installe ou met à jour des états
 - rassemble plusieurs fragments pour reconstruire le message d'origine
 - répond en retournant un message spécifique
 - passe le message désencapsulé (sans entête ni enqueue) et rassemblé au programme suivant

20

Entête de paquet

Entête Réseau (Paquet IP)

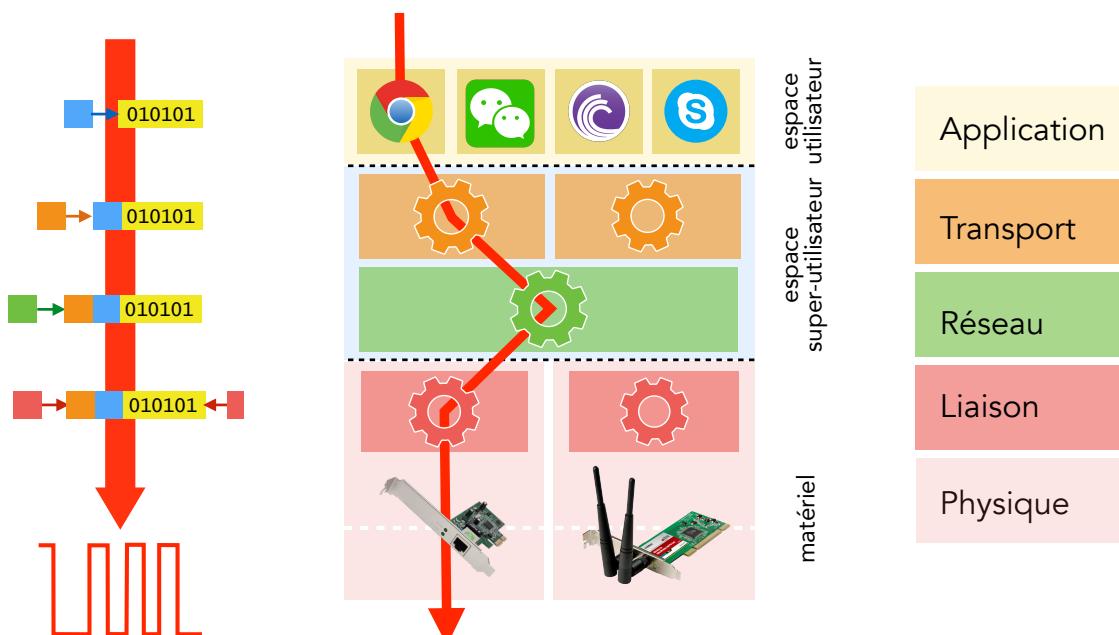


Etiquette d'expédition FedEx



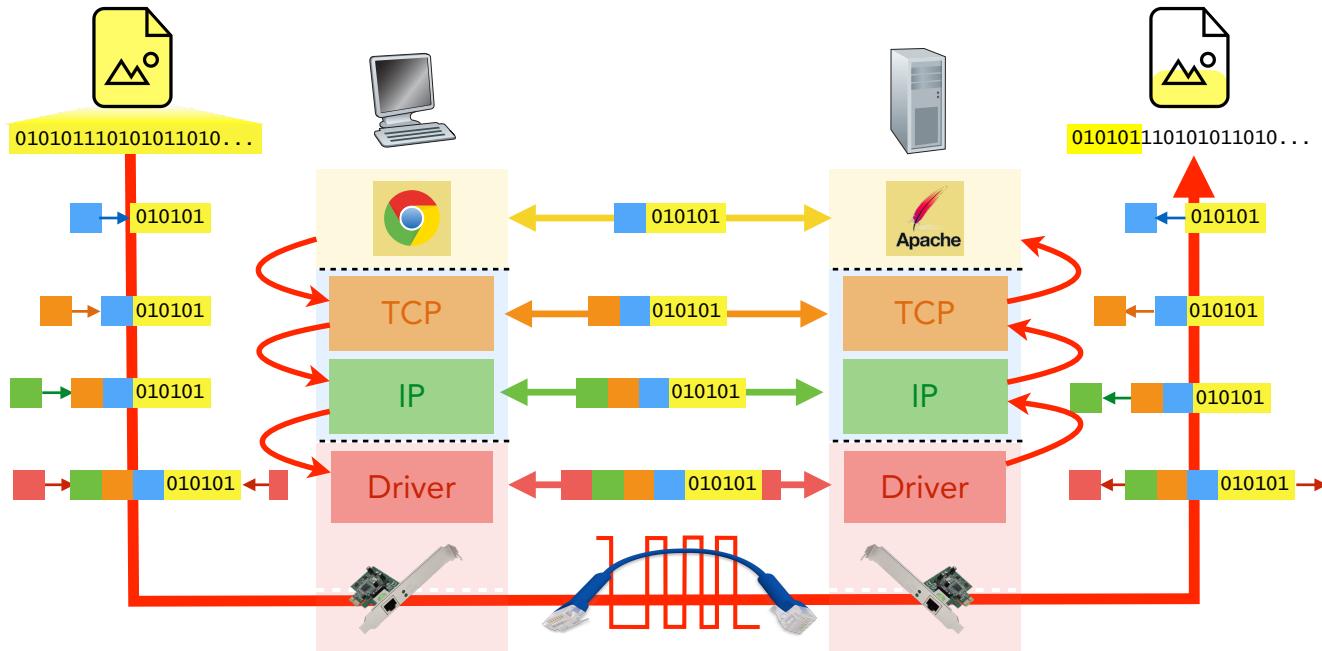
21

Architecture en couches



- Par soucis de représentation, les programmes sont empilés
 - chaque programme appartient à une couche
- Chaque couche implémente plusieurs programmes selon le service attendu
- Chaque couche implémente plusieurs programmes selon le service attendu

Pile protocolaire



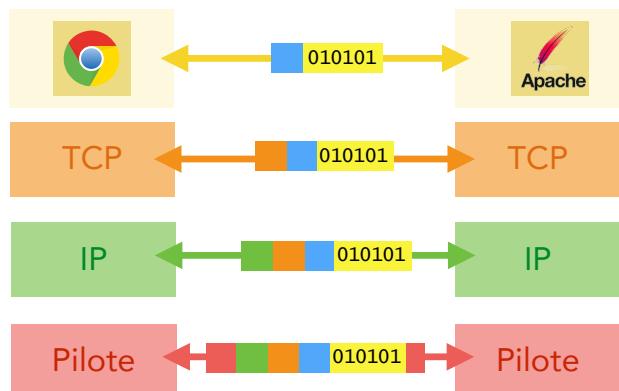
- Le programme d'une couche interagit avec son programme homologue logé sur une machine distante
- Programmes homologues interagissent en échangeant différents types de message selon des règles pré-établies
 - ces règles et types de messages sont définis au travers d'un protocole

23

Protocoles

- Sources et destinations utilisent des programmes homologues pour communiquer
- Le format des messages échangés et les actions à exécuter à l'envoi ou la réception d'un message est spécifié dans un protocole

- Un protocole définit :
 - différent types de messages (i.e. des unités de données protocolaires)
 - un message consiste
 - d'une entête (et d'une enqueue)
 - de données (éventuellement)
 - l'entête (et l'enqueue)
 - contient une suite de champs
 - cette suite varie selon le type de message
 - un ensemble de règles
 - que faire avant/après l'envoi ou la réception d'un message
 - quels états installer, mettre à jour, supprimer

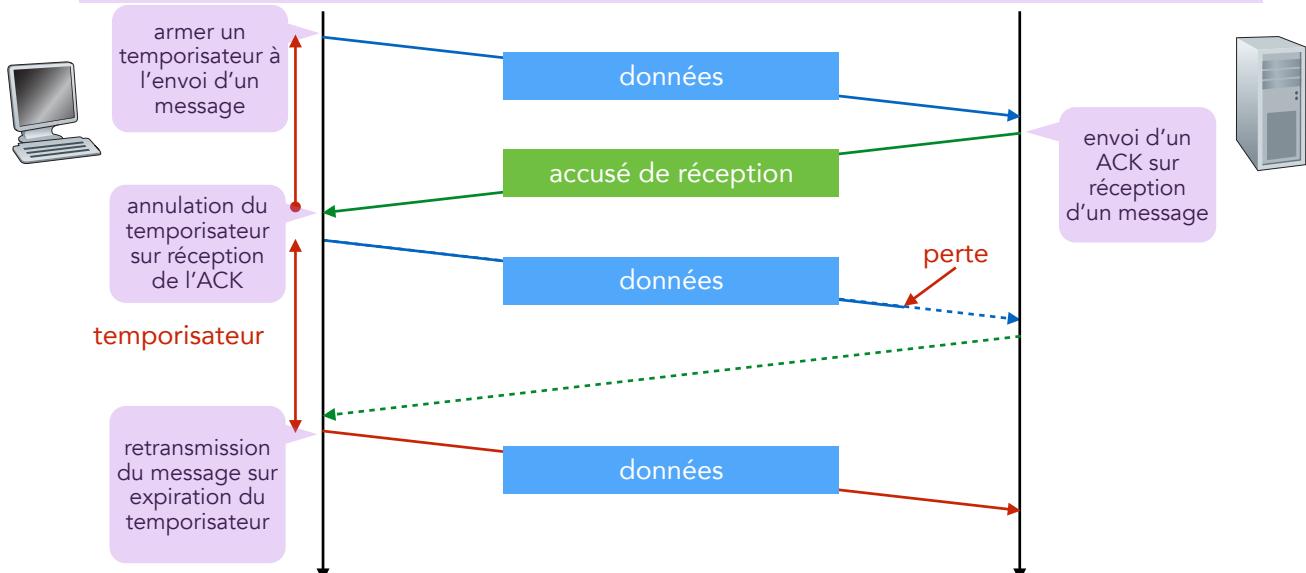


- Une communication résulte de l'exécution de plusieurs protocoles
 - chaque protocole appartient à une couche distincte

24

Protocoles : les services rendus

Détection et réparation des pertes

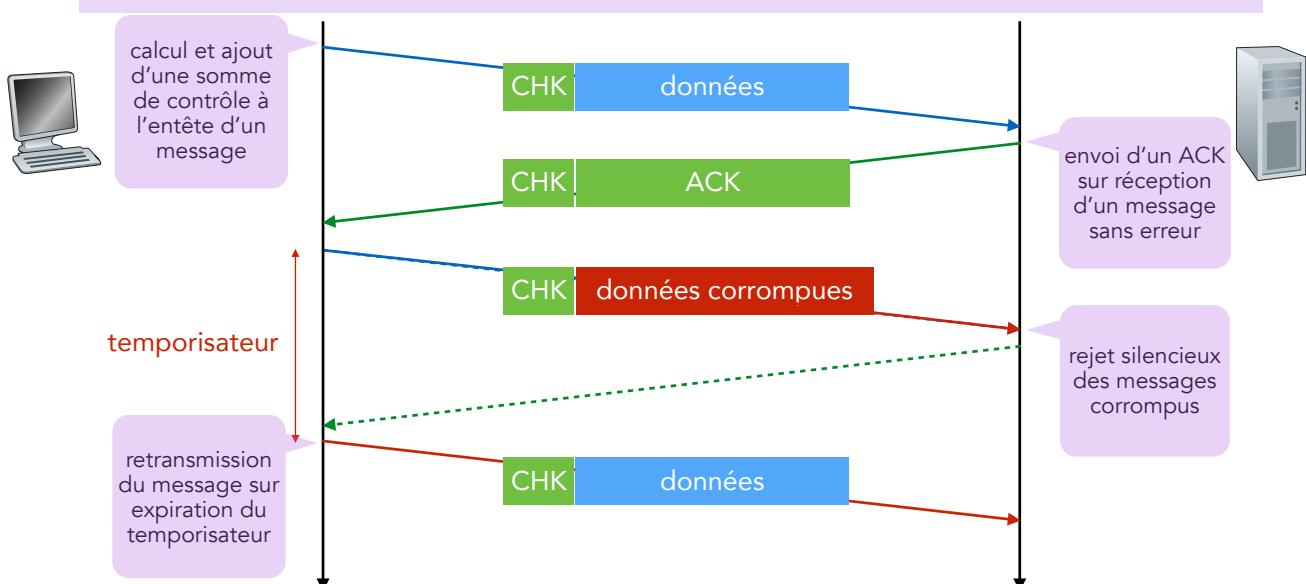


- A l'envoi d'un message, la source enclenche un temporisateur
- Si le temporisateur expire avant la réception d'un ACK, le message est retransmis

25

Protocoles : les services rendus

Détection et correction d'erreur

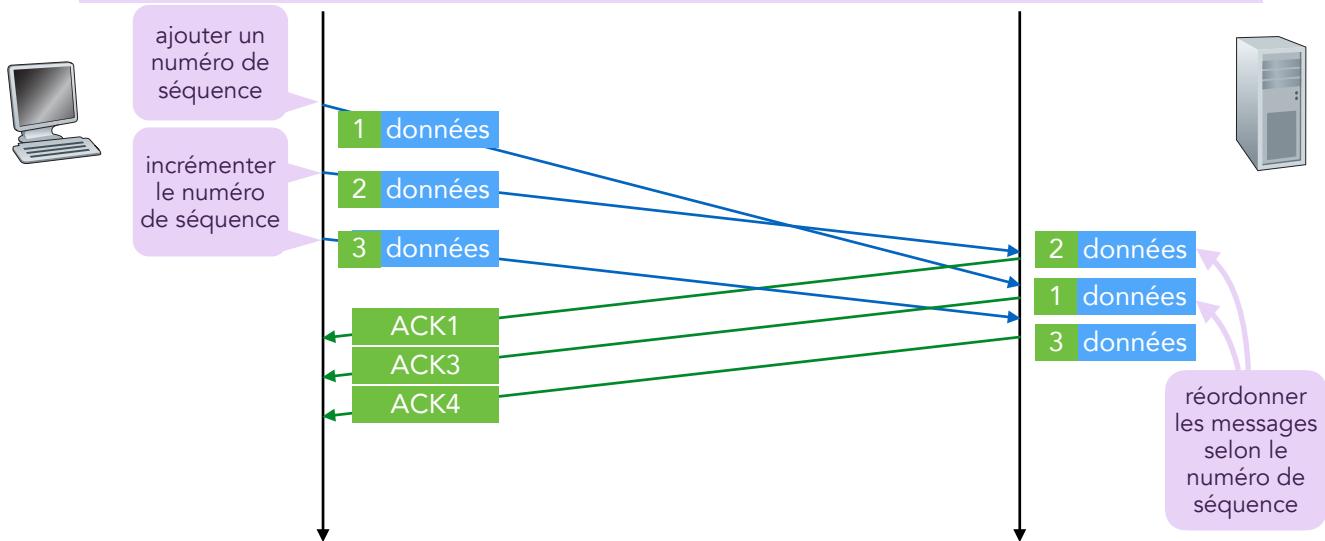


- La source calcule et ajoute des bits de contrôle à l'entête des messages
- Si les données reçues et les bits de contrôle ne sont pas conformes, le récepteur ignore le message

26

Protocoles : les services rendus

Remise en séquence

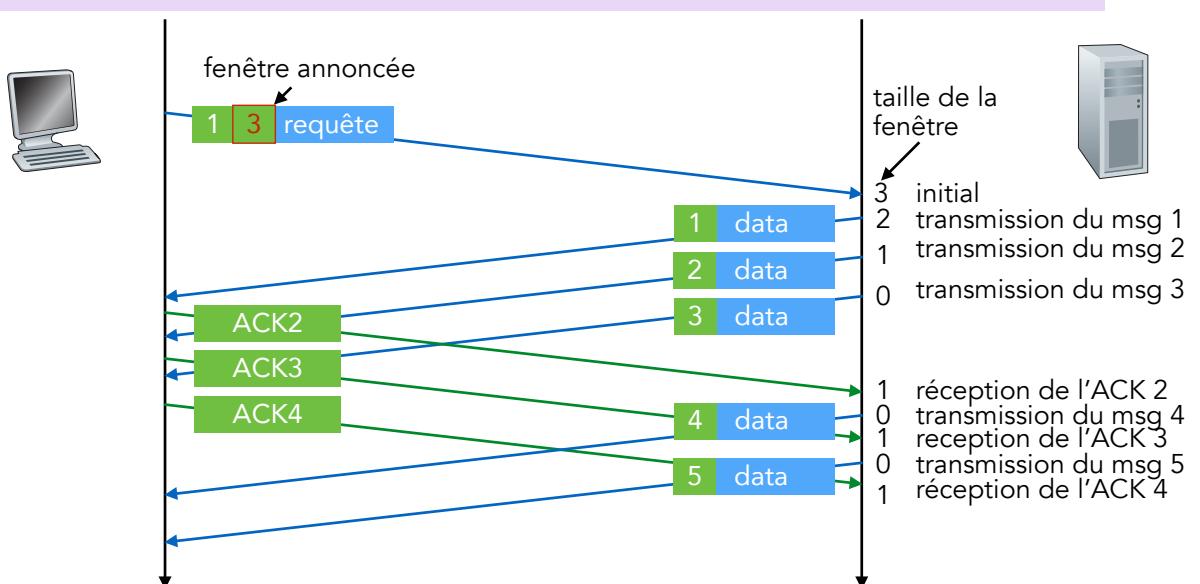


- Un numéro de sequence est ajouté dans l'entête des messages
- Les ACK annoncent le numéro de séquence du prochain message attendu
- Le récepteur réordonne les messages reçus en désordre

27

Protocoles : les services rendus

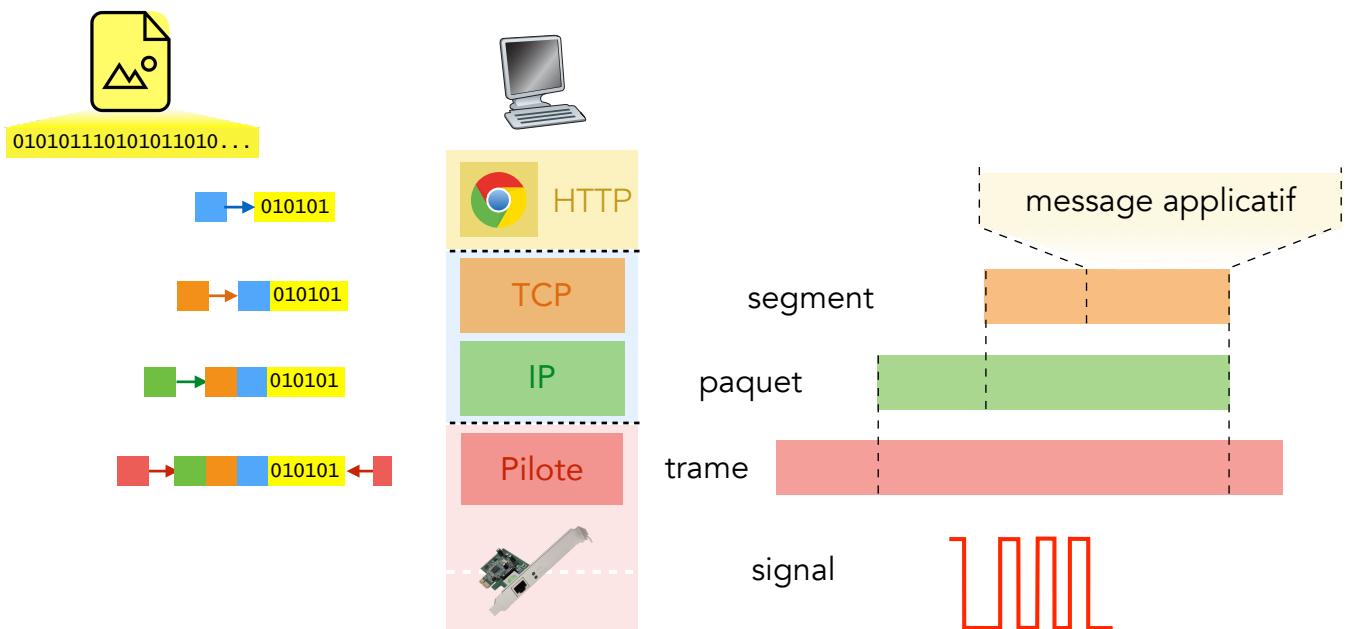
Contrôle de flux



- Le récepteur annonce sa fenêtre de réception :
 - nombre de messages que la source peut transmettre avant de recevoir une nouvelle fenêtre
- La fenêtre évite les pertes qui adviendrait si le récepteur était engorgé

28

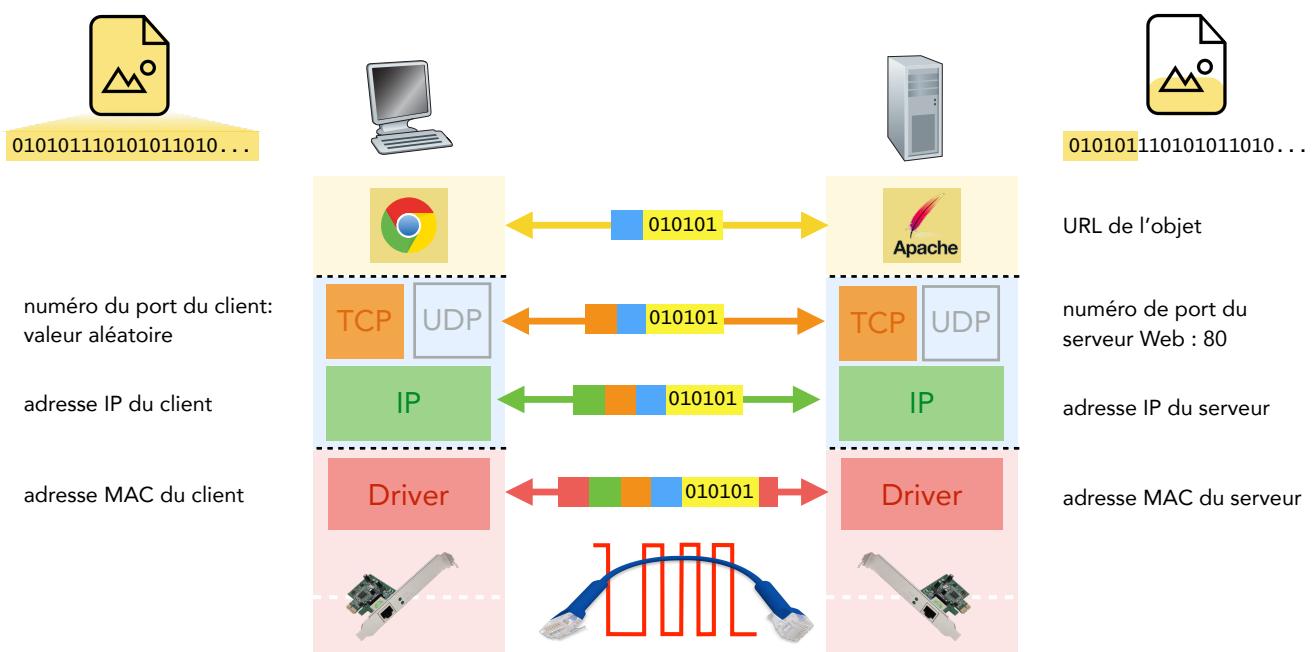
Unité de données de protocole (PDU)



- Une PDU (protocol data unit) comprend l'entête du protocole, les données (et une en-tête)
- Les données font référence à la PDU de la couche immédiatement supérieure (appelé SDU service data unit)
 - e.g. un paquet (couche 3) contient un segment (couche 4)

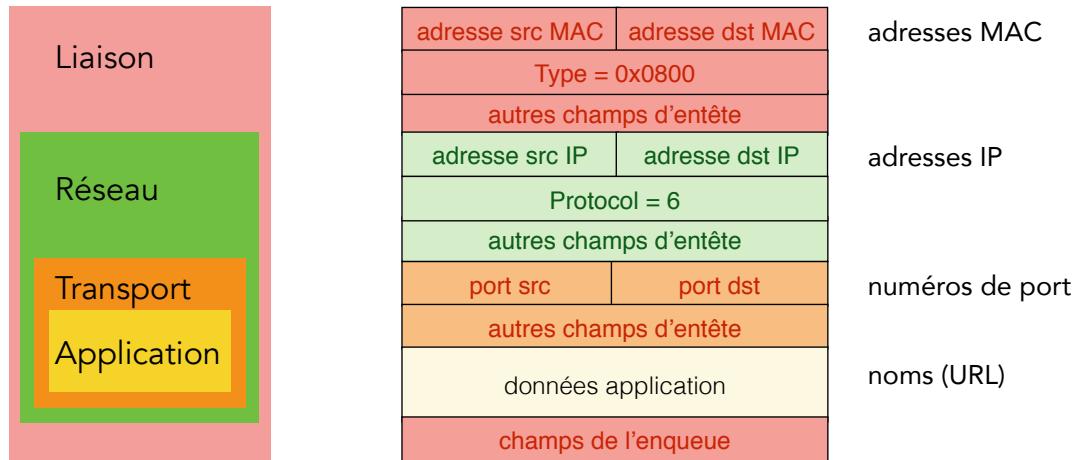
29

Identifiants et adresses



30

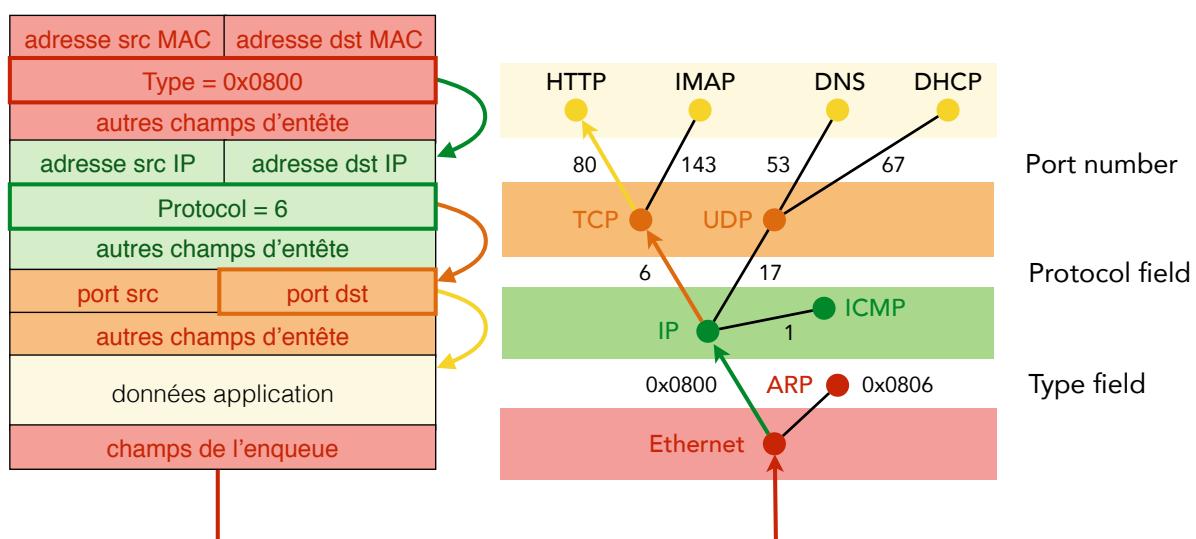
Champs d'entête



- Une entête contient une suite de champs :
 - des valeurs spécifiques dont la position indique la longueur et la signification
- Les données font référence à la PDU de la couche immédiatement supérieure (appelé SDU service data unit)
 - e.g. un paquet (couche 3) contient un segment (couche 4)

31

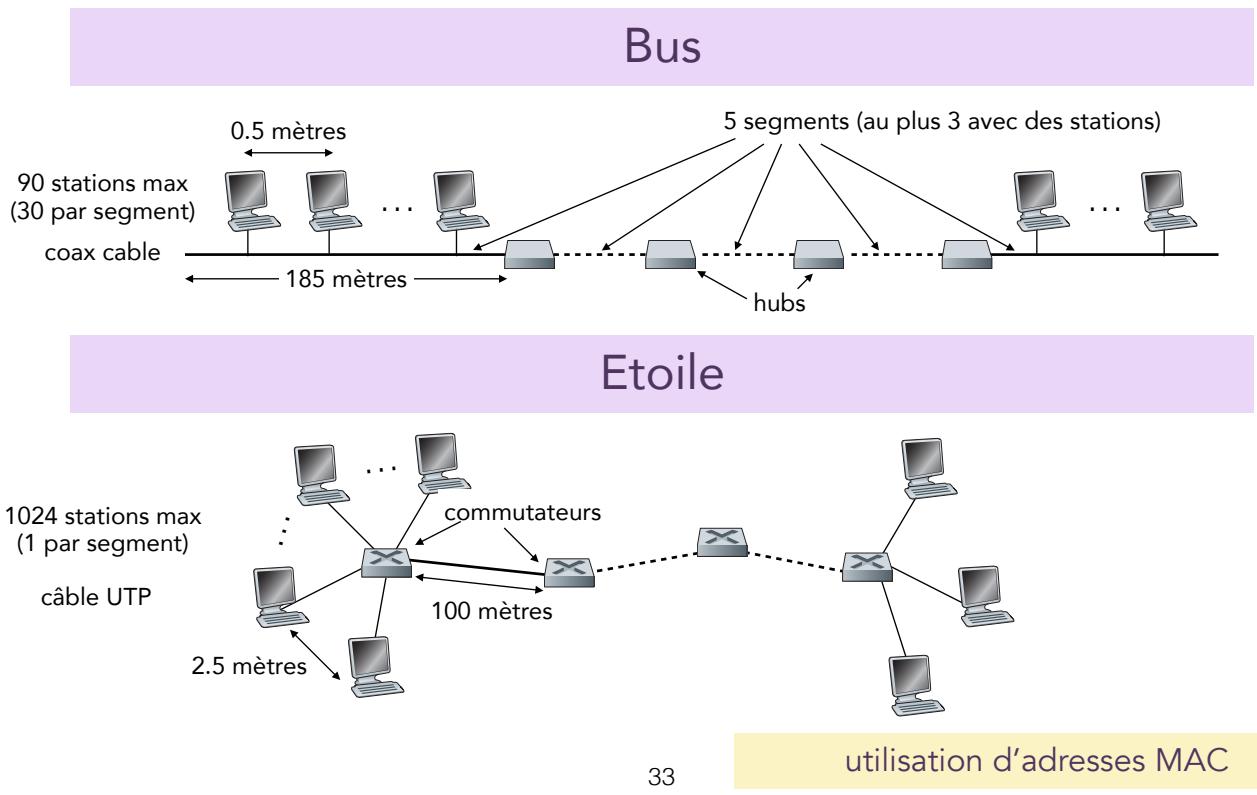
Multiplexage/Démultiplexage



32

LAN (Local Area Networks)

Réseaux de petite/moyenne portée



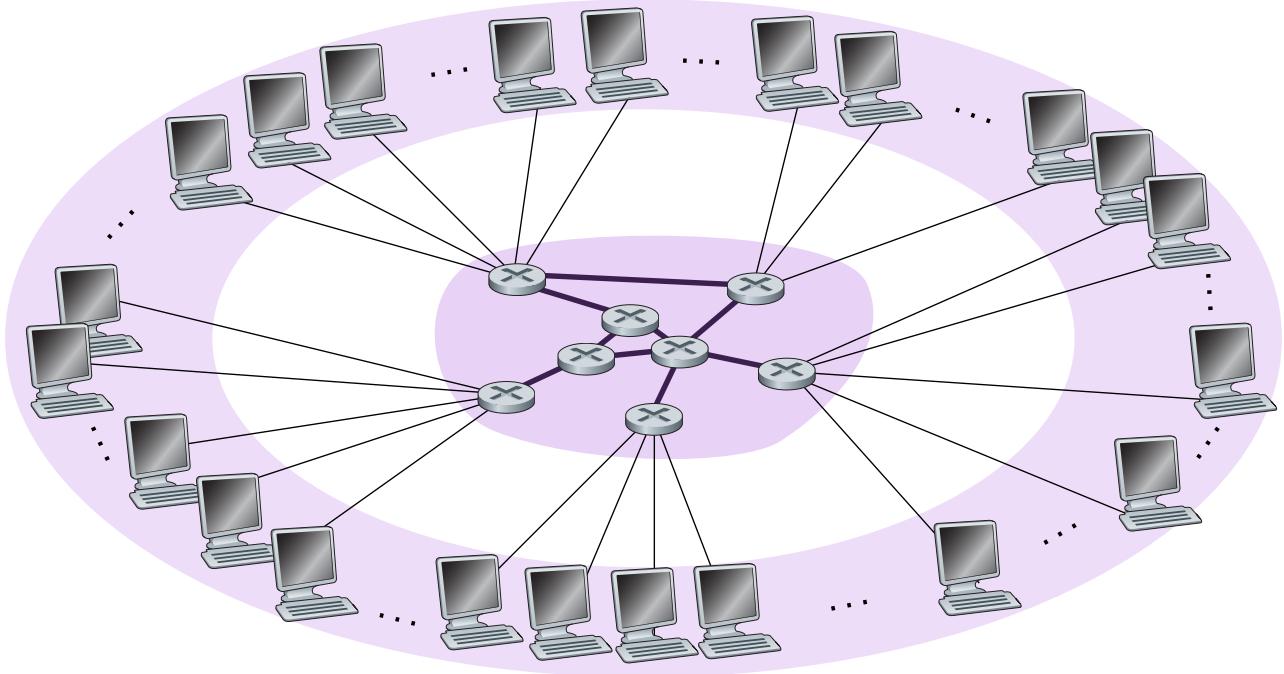
WAN (Wide Area Networks)

Réseaux de longue portée/distante



Wide Area Networks

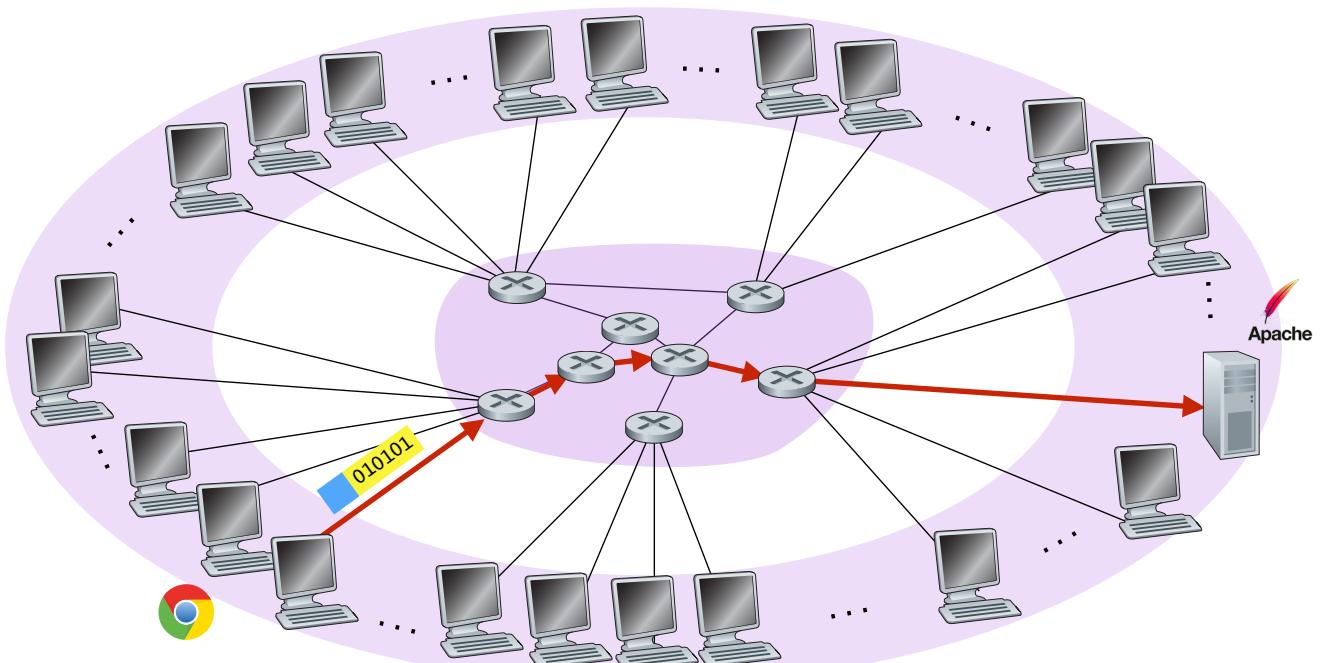
Périphérie versus Cœur



35

Wide Area Networks

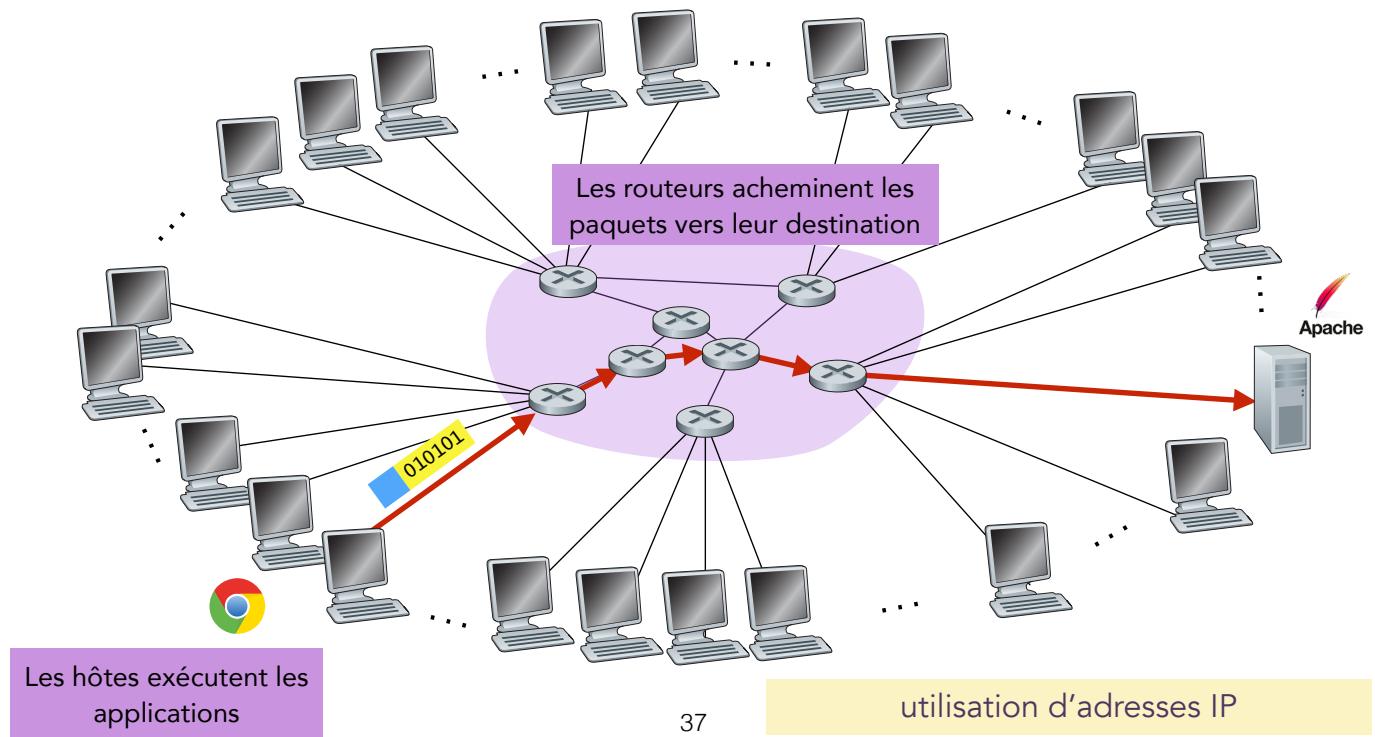
Hôtes versus Routeurs



36

Wide Area Networks

Hôtes versus Routeurs



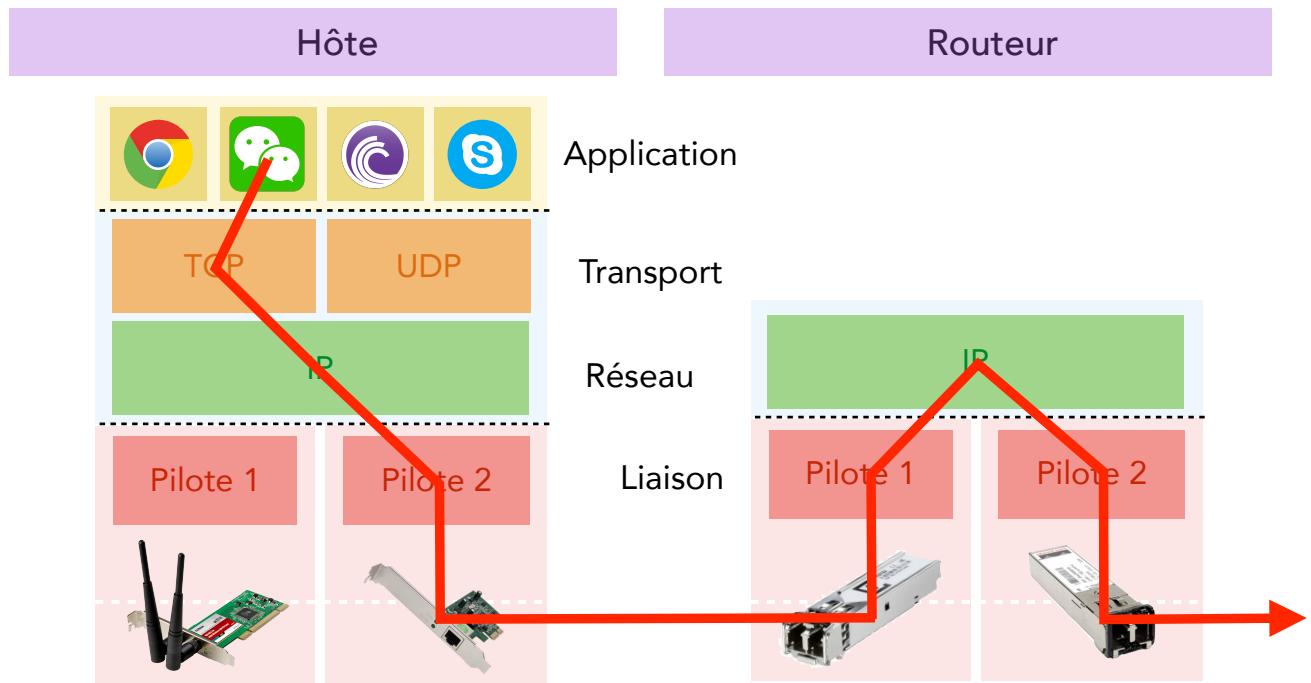
Hôtes vs Routeur

Répartition des tâches

- **Routeur:** Livraison du mieux possible
 - Examine l'adresse destination dans l'entête des paquets
 - Envoie le paquet dans la direction de la destination
- **Hôte :** Tout le reste
 - Exécute les applications réseaux
 - certaines applications veulent que leurs données soient reçues sans perte et dans l'ordre
 - Rattrape les dysfonctionnement du réseau :
 - retransmission des paquets perdus
 - remise en l'ordre des paquets
 - détection et réparation des paquets corrompus
 - évitement de la congestion du réseau et de l'engorgement du récepteur
 - Ou non :
 - on utilise UDP

TCP

Pile protocolaire Internet



39

Pile Protocolaire Internet

Application. Les utilisateurs peuvent obtenir des contenus ou des services

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

Réseau. Livraison de paquet depuis une machine source vers une machine destination

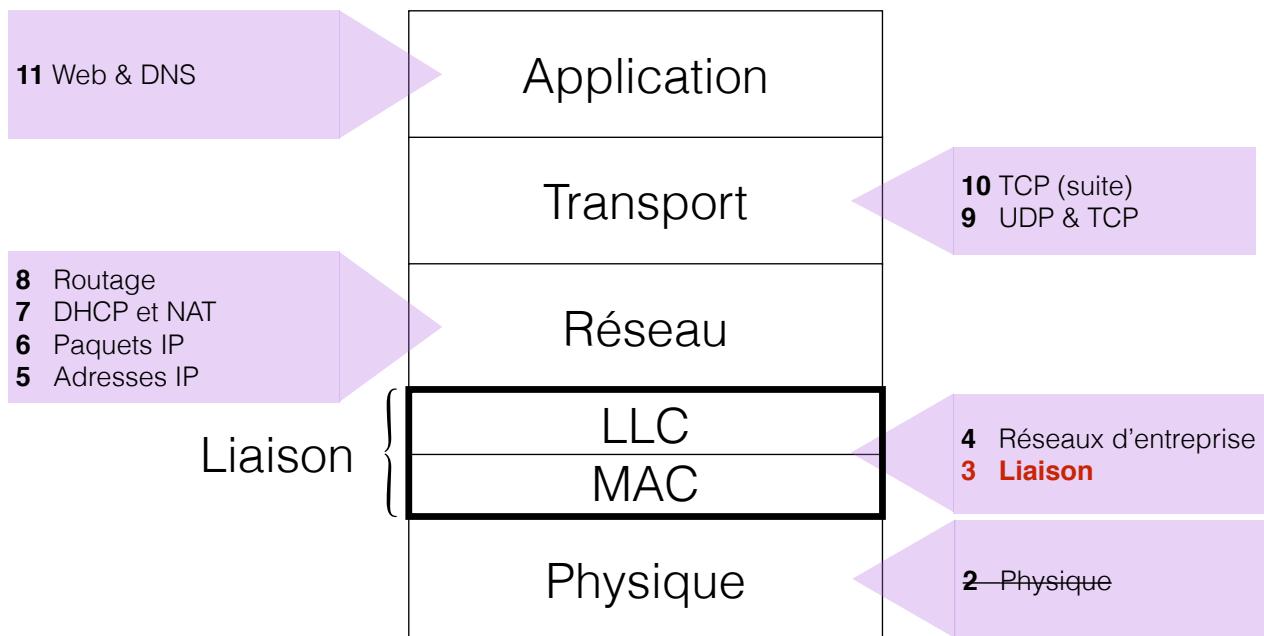
Liaison. Transfert de données entre stations voisines

Physique. Transmission de bits sous la forme d'un signal adapté au support de communication



40

Programme de l'UE LU3IN033



41

A faire

- Devoir 1 sur Moodle
 - date de rendu : Lundi 20 septembre, avant 10h30
- TP 1
 - lire le document Introduction à Wireshark sur Moodle
- Cours 1
 - lire dans l'ouvrage de référence : Chapitre 1 : § 1.1 et 1.5