ANNÉE PASSERELLE EN INGÉNIERIE

Chapitre 4 — Protocoles et modèles en couches

Introduction à la Téléinformatique

Vincent Audergon · HEIA-FR

Année académique 2026-2027

Plan du chapitre

01 Qu’est-ce qu’un protocole ?
02 Le modèle OSI
03 Le modèle TCP/IP
04 Encapsulation et décapsulation

Objectifs du chapitre

HEIA-FR
HTA-FR

À l'issue de ce chapitre, vous saurez :

- **définir** la notion de protocole et citer des exemples ;
- **définir** le modèle OSI et citer ses couches ;
- **définir** le modèle TCP/IP et citer ses couches ;
- **décrire** le rôle des couches dans un modèle en couches ;
- **citer** les principaux protocoles associés à chaque couche ;
- **décrire** le principe d'encapsulation et de décapsulation des données.

SECTION
01

Qu’est-ce qu’un protocole ?

01 **Qu’est-ce qu’un protocole ?**
02 Le modèle OSI
03 Le modèle TCP/IP
04 Encapsulation et décapsulation

Protocole et modèle en couches

DÉFINITION · PROTOCOLE

Ensemble de règles et de conventions qui définissent comment les données sont transmises et reçues entre les périphériques d'un réseau.
(larousse.fr)

EXEMPLE · EXEMPLES DE PROTOCOLES

HTTP pour le web, FTP pour le transfert de fichiers. Chacun a une fonction spécifique, indépendante du fabricant ou du système d'exploitation.

Un réseau est souvent représenté en **couches** : chaque couche a un rôle précis et communique avec ses voisines. Les deux modèles de référence sont **OSI** et **TCP/IP**.

SECTION
02 —

Le modèle OSI

01 Qu’est-ce qu’un protocole ?
02 **Le modèle OSI**
03 Le modèle TCP/IP
04 Encapsulation et décapsulation

Sept couches

Défini par l'**ISO** en 1984, le modèle **OSI** (*Open Systems Interconnection*) compte 7 couches.

- Modèle **théorique** de référence
- Chaque couche fournit un service à la couche **supérieure** et utilise celui de la couche **inférieure**.
- Promeut des **normes universelles** et la compatibilité entre constructeurs.
- Décompose un problème complexe en **sous-problèmes** plus simples.
- Couches **basses** (1 à 4) : transmission. Couches **hautes** (5 à 7) : applications et services.

Schéma du modèle OSI

COUCHE	UNITÉ DE DONNÉES	
7 Application	Données	Interface avec les applications (HTTP, DNS, SMTP...)
6 Présentation	Données	Mise en forme : encodage, compression, chiffrement
5 Session	Données	Ouverture, synchronisation et fermeture des sessions
4 Transport	Segment	Transport de bout en bout, fiabilité et ports (segment TCP / datagramme UDP)
3 Réseau	Paquet	Adressage logique (IP) et routage entre réseaux
2 Liaison de données	Trame	Adressage physique (MAC) et détection d'erreurs
1 Physique	Bit	Transmission des bits sur le médium

Mnémotechnique

- Mnémotechnique : « Petit Lapin Rose Trouvé à la SPA »: Physique, Liaison, Réseau, Transport, Session, Présentation, Application.
- Version anglaise : « Please Do Not Throw Sausage Pizza Away »: Physical, Data Link, Network, Transport, Session, Presentation, Application.



REMARQUE
On désigne souvent une couche par « L » + son numéro : **L1** = physique, **L4** = transport, etc.

La PDU de chaque couche

Chaque couche encapsule les données dans sa propre **PDU** (*Protocol Data Unit*) :

Couche(s)	PDU
Physique (L1)	**Bit**
Liaison de données (L2)	**Trame**
Réseau (L3)	**Paquet**
Transport (L4)	**Segment**
Session, présentation, application (L5-L7)	**Message** (*Data*)

Couches 1 à 4

Couche	Rôle	Protocoles / normes
1 Physique	Transmet les bits bruts sur le support	Ethernet (802.3), Wi-Fi (802.11), Bluetooth, USB
2 Liaison	Trames, adresses MAC, détection d'erreurs, accès au médium	CSMA/CD, CSMA/CA
3 Réseau	Adressage logique, routage, fragmentation	IPv4, IPv6, ICMP, RIP, OSPF
4 Transport	Communication de bout en bout, ports, fiabilité	TCP, UDP

REMARQUE

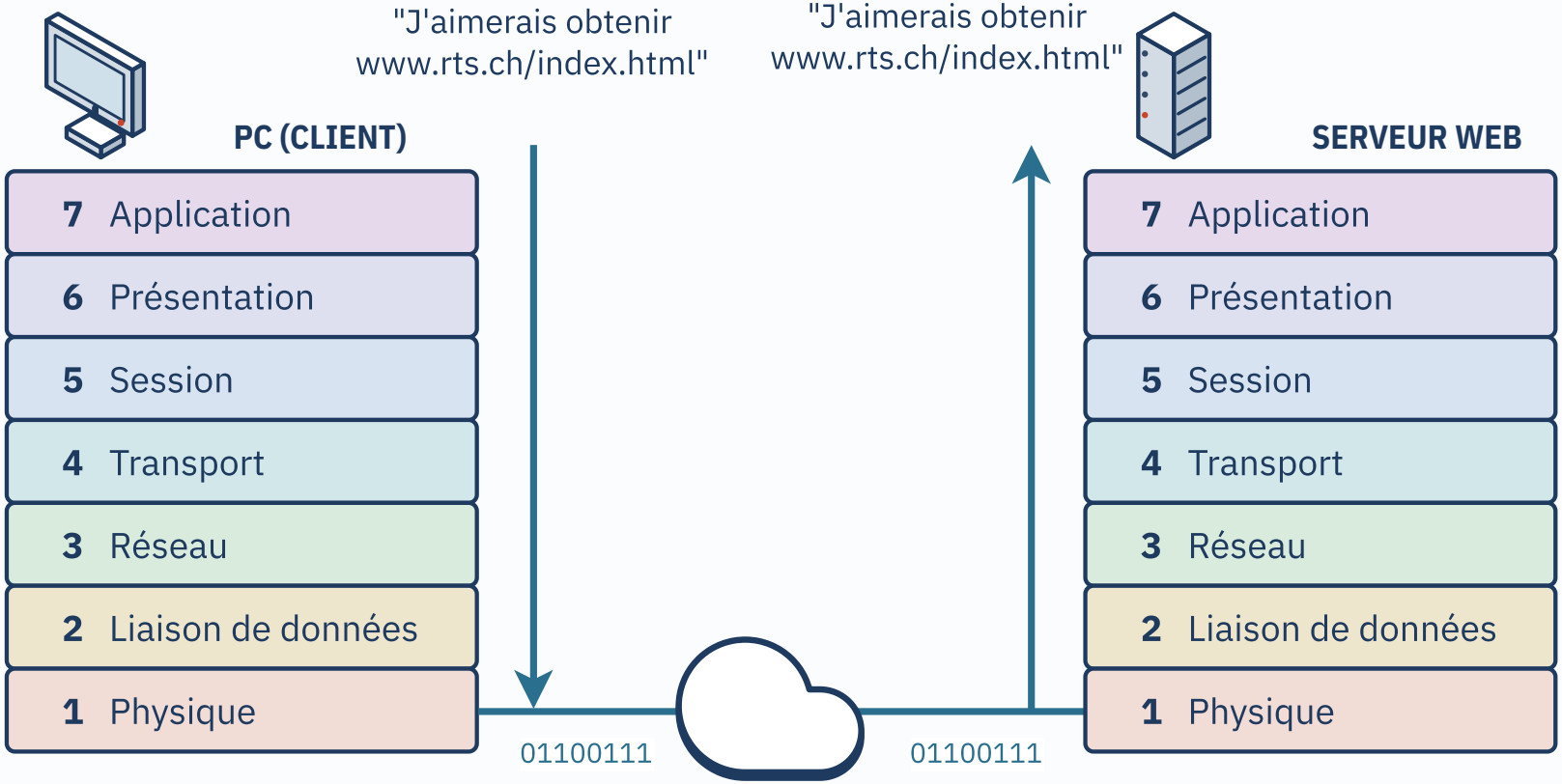
TCP : fiable, orienté connexion (web, mail, FTP). **UDP** : rapide, sans garantie (streaming, jeux, VoIP).

Couches 5 à 7

Couche	Rôle	Protocoles / normes
5 Session	Établit, gère et termine les sessions de communication	NetBIOS, RPC, SOCKS
6 Présentation	Encodage, compression, chiffrement	SSL/TLS, JPEG, MPEG, ASCII
7 Application	Services et interfaces pour l'utilisateur final	HTTP, FTP, SMTP, DNS, SSH

ATTENTION
Les couches 5 et 6 sont floues aujourd'hui : souvent regroupées dans la couche application par les implémentations réelles.

Du navigateur au serveur web



HTTP (L7) DESCEND LES COUCHES JUSQU'AUX BITS (L1), PUIS REMONTE CÔTÉ SERVEUR

SECTION
03

Le modèle TCP/IP

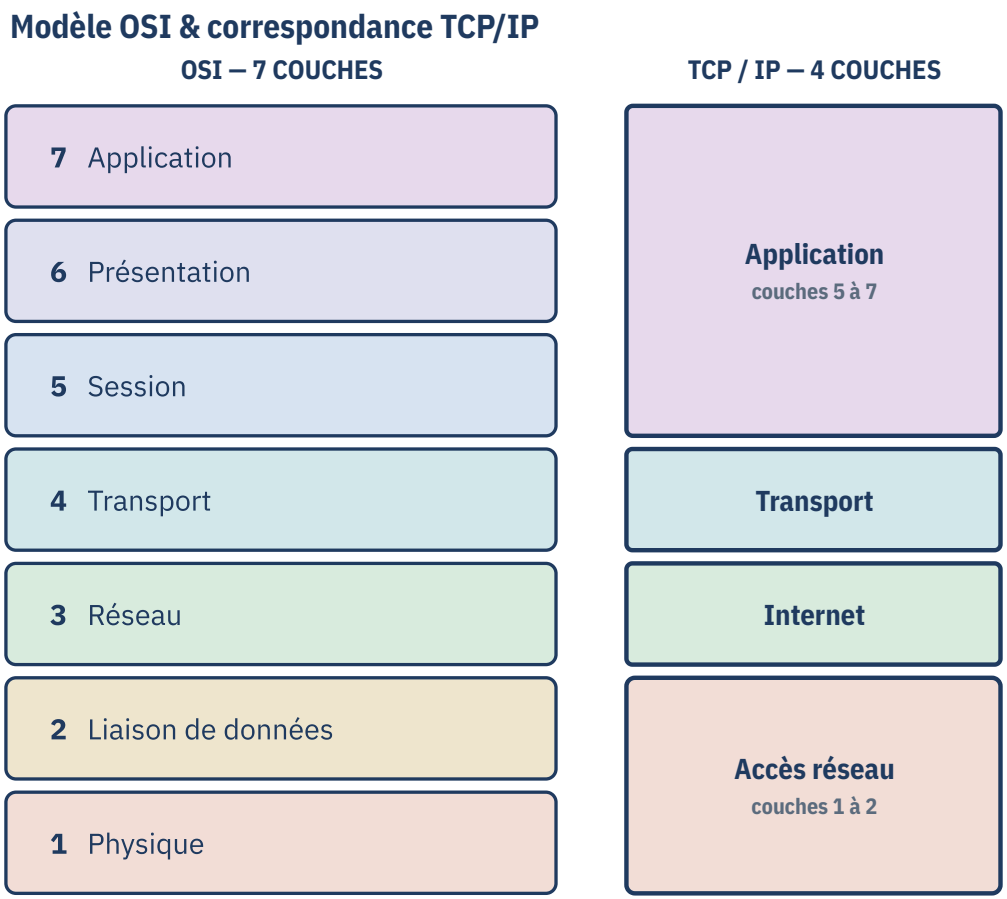
01 Qu’est-ce qu’un protocole ?
02 Le modèle OSI
03 **Le modèle TCP/IP**
04 Encapsulation et décapsulation

Un modèle à quatre couches

Le modèle **TCP/IP** est le modèle **pratique** utilisé sur Internet : quatre couches au lieu de sept.

- Modèle **pratique** utilisé sur Internet
- N'est pas une implémentation du modèle OSI, mais un modèle indépendant, développé séparément.
- Toutefois, le parallèle est souvent fait entre les deux modèles, car les rôles des couches sont similaires.

Schéma du modèle TCP/IP



Correspondance OSI / TCP-IP :

- L1-L2 : Accès réseau
- L3 : Internet
- L4 : Transport
- L5-L7 : Application

Correspondance des couches

Couche TCP/IP	Rôle	Protocoles / normes
Accès réseau	Transmission des bits, communication sur le lien physique	Ethernet, Wi-Fi, CSMA/CD
Internet	Adressage logique, routage	IPv4, IPv6, ICMP, RIP, OSPF
Transport	Communication de bout en bout, fiabilité	TCP, UDP
Application	Services pour applications et utilisateurs	HTTP, FTP, SMTP, DNS, SSH

Qui normalise Internet ?

HEIA-FR
HTA-FR

IEEE (802.x)

Normes techniques pour les réseaux locaux et métropolitains : Ethernet (802.3), Wi-Fi (802.11), Bluetooth (802.15).

Couvre surtout les couches **L1-L2**.

IETF (RFC)

Documents numérotés (*Request for Comments*) définissant les protocoles Internet : RFC 791 (IP), RFC 9293 (TCP), RFC 9110 (HTTP)...

Couvre surtout les couches **hautes**.

> **REMARQUE**
> Autres organismes : **ISO** (modèle OSI), **W3C** (HTML, CSS, JavaScript). Le cours se concentre sur IEEE et IETF.

Démonstration : recherche de RFC

Synthèse

■ À RETENIR

- **OSI** (7 couches, théorique) vs **TCP/IP** (4 couches, pratique, utilisé sur Internet). TCP/IP indépendant d'OSI, mais rôles des couches similaires.
- Chaque couche a son rôle, ses protocoles et sa **PDU**.
- **IEEE** normalise les couches basses (802.x), **IETF** les protocoles Internet (RFC).
- **Système en couches** : « diviser pour mieux régner », sous-problèmes plus simples, compatibilité entre constructeurs.

SECTION
04 —

Encapsulation et décapsulation

01 Qu’est-ce qu’un protocole ?
02 Le modèle OSI
03 Le modèle TCP/IP
04 **Encapsulation et décapsulation**

Encapsulation : système de « poupées russes »



Ajouter des en-têtes

En descendant les couches, chacune ajoute ses propres informations (**en-têtes**, ou *headers*) : c'est l'**encapsulation**. En remontant, elles sont retirées : c'est la **décapsulation**.

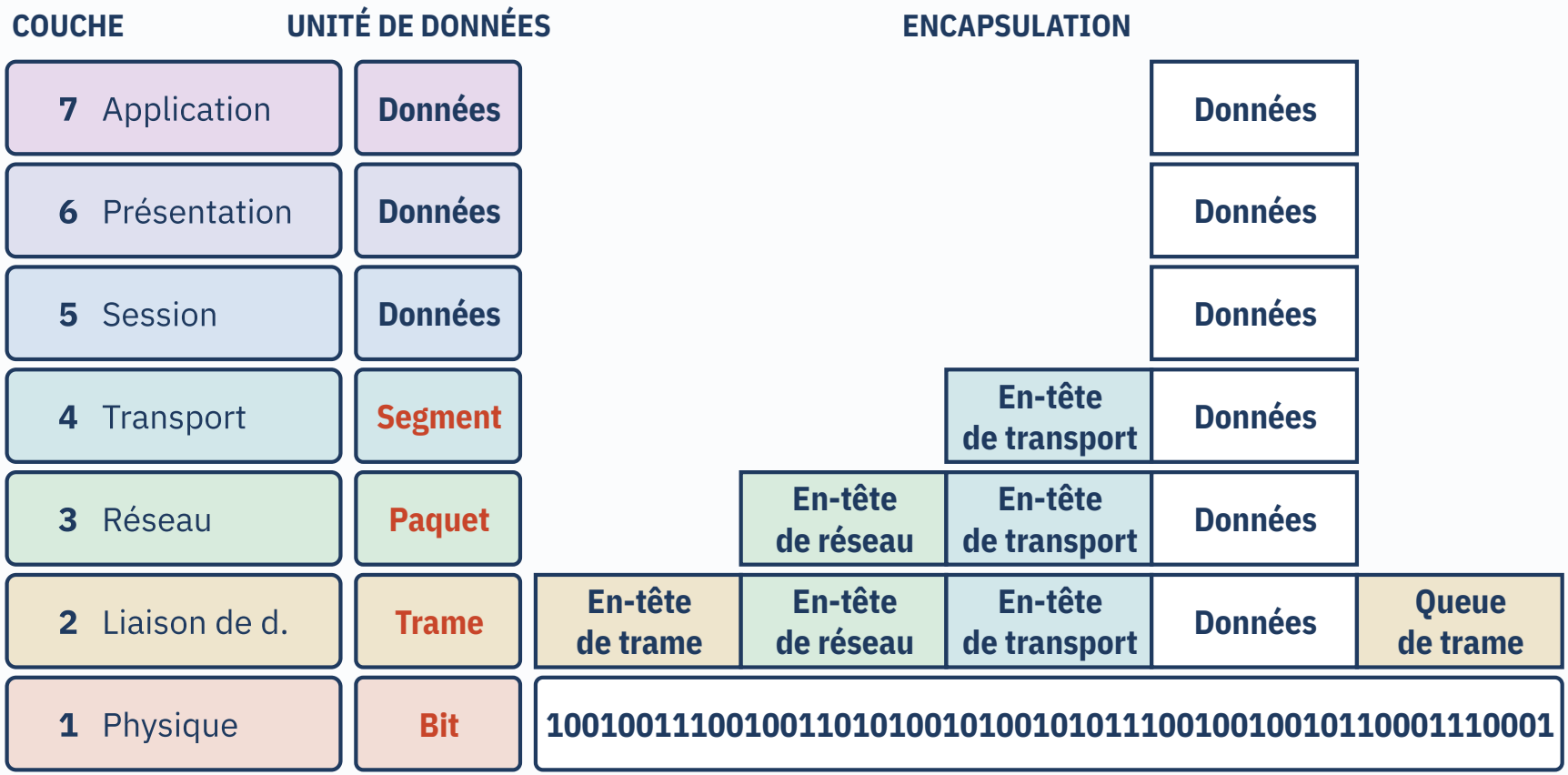
DÉFINITION · ENCAPSULATION

Ajout d'un en-tête (et parfois d'une queue) à chaque couche lorsque la donnée descend vers la couche inférieure.

REMARQUE

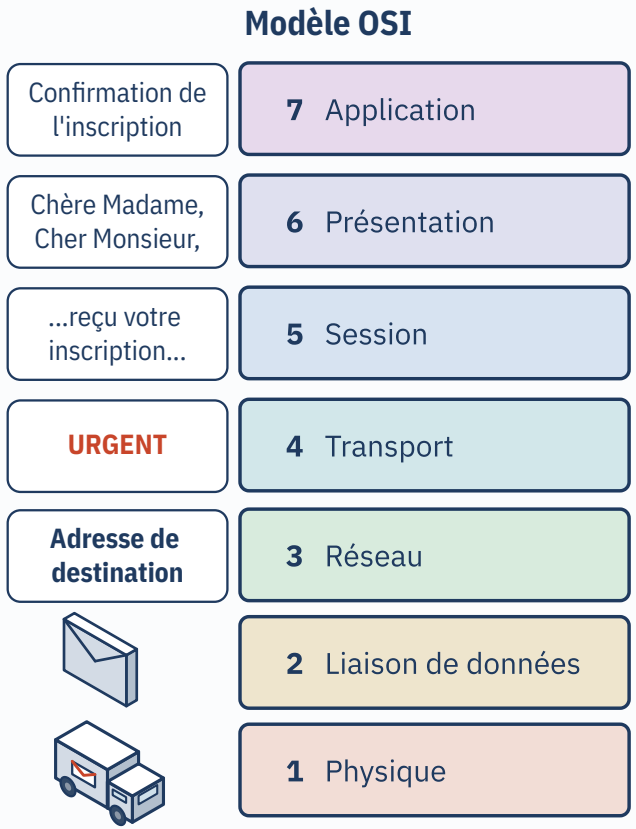
La couche liaison de données ajoute aussi une **queue** (*trailer*) pour la détection d'erreurs. La couche physique, elle, ne modifie pas les données.

Encapsulation dans le modèle OSI



CHAQUE COUCHE AJOUTE SON EN-TÊTE ; L2 AJOUTE AUSSI UNE QUEUE

Une lettre à travers les couches



CAMION (L1), ENVELOPPE (L2), ADRESSE + URGENT (L3-L4), LETTRE (L5-L7)

? QUESTION 1

Lors de l’envoi d’une requête HTTP, remettez ces PDU dans l’ordre en descendant les couches : trame, message, bits, segment, paquet.

RÉPONSE
Message (L7-L5) → **Segment** (L4) → **Paquet** (L3) → **Trame** (L2) → **Bits** (L1).
À la réception, l’ordre s’inverse (décapsulation).

Synthèse

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Un **protocole** définit les règles de communication entre périphériques.
- Le modèle **OSI** (7 couches, ISO) est théorique. **TCP/IP** (4 couches) est pratique, utilisé sur Internet.
- Chaque couche a un rôle, des protocoles associés, et une **PDU** (bit → trame → paquet → segment → message).
- **IEEE** et **IETF** normalisent respectivement les couches basses et les protocoles Internet (RFC).
- **Encapsulation** (ajout d'en-têtes en descendant) et **décapsulation** (retrait en remontant) permettent la communication entre couches.

Des questions ?

Sources

Les sources utilisées pour ce cours (normes, documentation officielle, articles, ouvrages de référence) sont citées et listées intégralement dans la **bibliographie du support de cours écrit**, disponible sur le site du cours :

https://api-teleinfo.isc.heia-fr.ch