



COURS #7

La couche OSI Transport (L4)

Introduction aux réseaux 2025 (Bloc 2)

Corentin Badot-Bertrand

PREAMBULE

Rappels & mise en contexte

Quelques rappels sur le cours
précédent avant de commencer



Dans l'épisode précédent

- Finalisation de la couche Network (OSI L3)
- Protocoles de routage, AS, ...



Questions
pour un
Champion

PARTIE #1

Résumé des concepts de la couche L3

Quelques rappels des bases
de la couche OSI L3 Network





**Au niveau d'Internet,
que signifie « AS » ?**

Autonomous System (AS)

L'Internet est composé d'AS – un réseau avec préfixe IP géré par une entité

- Avec numéro unique (ASN) et géré par une entité
- Chaque **AS possède des réseaux** (IP ranges) qui lui appartiennent

8	RICE-AS	Rice University	rice.edu
9	CMU-ROUTER	Carnegie Mellon University	cmu.edu
10	CSNET-EXT-AS	CSNET Coordination and Information Center (CSNET-CIC)	genuity.net
11	HARVARD	Harvard University	harvard.edu
12	NYU-DOMAIN	New York University	nyu.edu
13	DNIC-AS-00013	Headquarters, USAISC	-
14	COLUMBIA-GW	Columbia University	columbia.edu
15	NET-DYNAMICS-EXP	DYNAMICS	sri.com



**A quoi sert une table
de routage ?**

Table de routage

Permet à un routeur de prendre des décisions de routage

- Présent sur routeurs, vos machines, ... (L3)
- Contient à minima le réseau à atteindre, une métrique de distance et *next hop*

Réseau	Masque réseau	Next hop (gateway)	Métrique	Interface
40.0.3.0	255.255.255.0	50.0.0.5	10	Eth2



**Donnez 5 exemples de
métriques de distance**

Métriques de distance

Permet de quantifier la qualité d'une route pour décider du routage

- Longueur du lien (10m, 5km, 700km, ...)
- Nombre de sauts (1 saut, 2 sauts, ...)
- Bande passante (50 Mbs, 2 Gbs, ...)
- Charge (lien peu utilisé, lien très chargé, ...)
- Délais
- Fiabilité
- Perte de paquets
- Coûts
- ...



**Est-ce que 42.56.78.20
est une adresse privée
?**

Les ranges d'adresses IP privées

L'adresse 42.56.78.20 ne fait pas partie d'un range privé

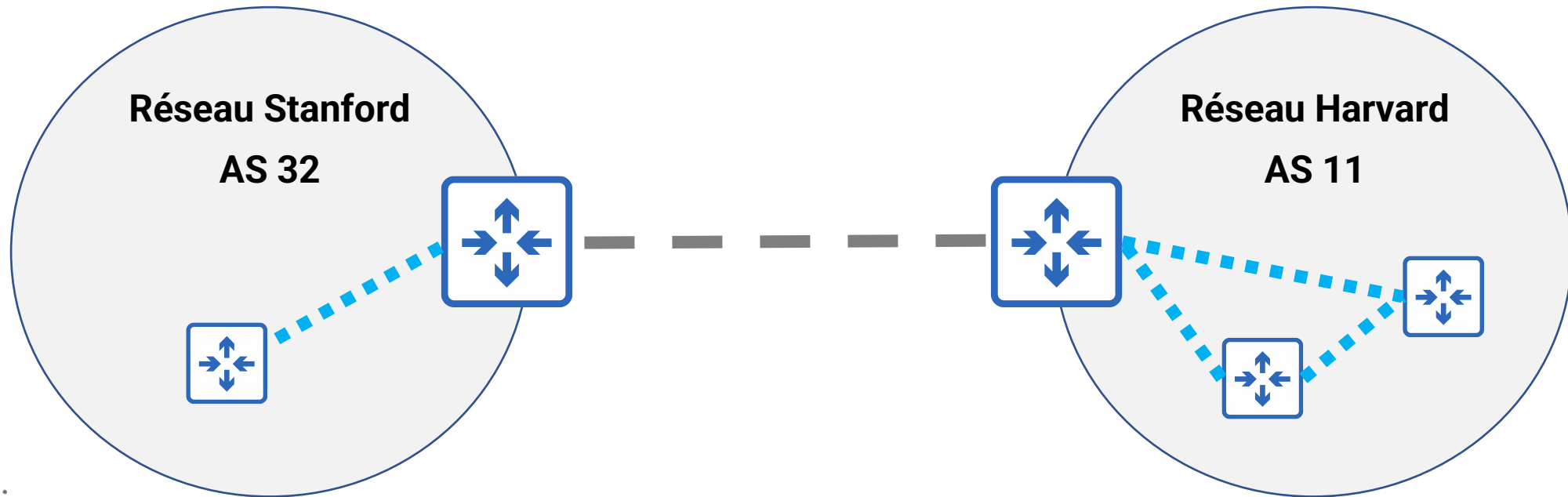
- 10.0.0.0 – 10.255.255.255
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255




Quelle est la différence principale entre OSPF et BGP ?

OSPF & BGP

Les deux protocoles offrent du routage dynamique, mais l'OSPF effectue du routage à l'intérieur d'un AS – là où BGP effectue du routage entre AS.



A decorative pattern of small, light gray dots arranged in a grid-like fashion, partially overlapping the text on the left side of the slide.

**Nous pouvons maintenant
envoyer un paquet
mondialement...**

**A-t-on encore besoin
d'autres protocoles ?**

Limites de OSI L3 Network

La couche L3 présente des limites

- Pas de rattachement entre les paquets
- Pas de réaction en cas de perte
- Pas de réaction en cas d'ordre différent



PARTIE #2

La couche OSI L4 Transport

Assembler des paquets pour
former des échanges

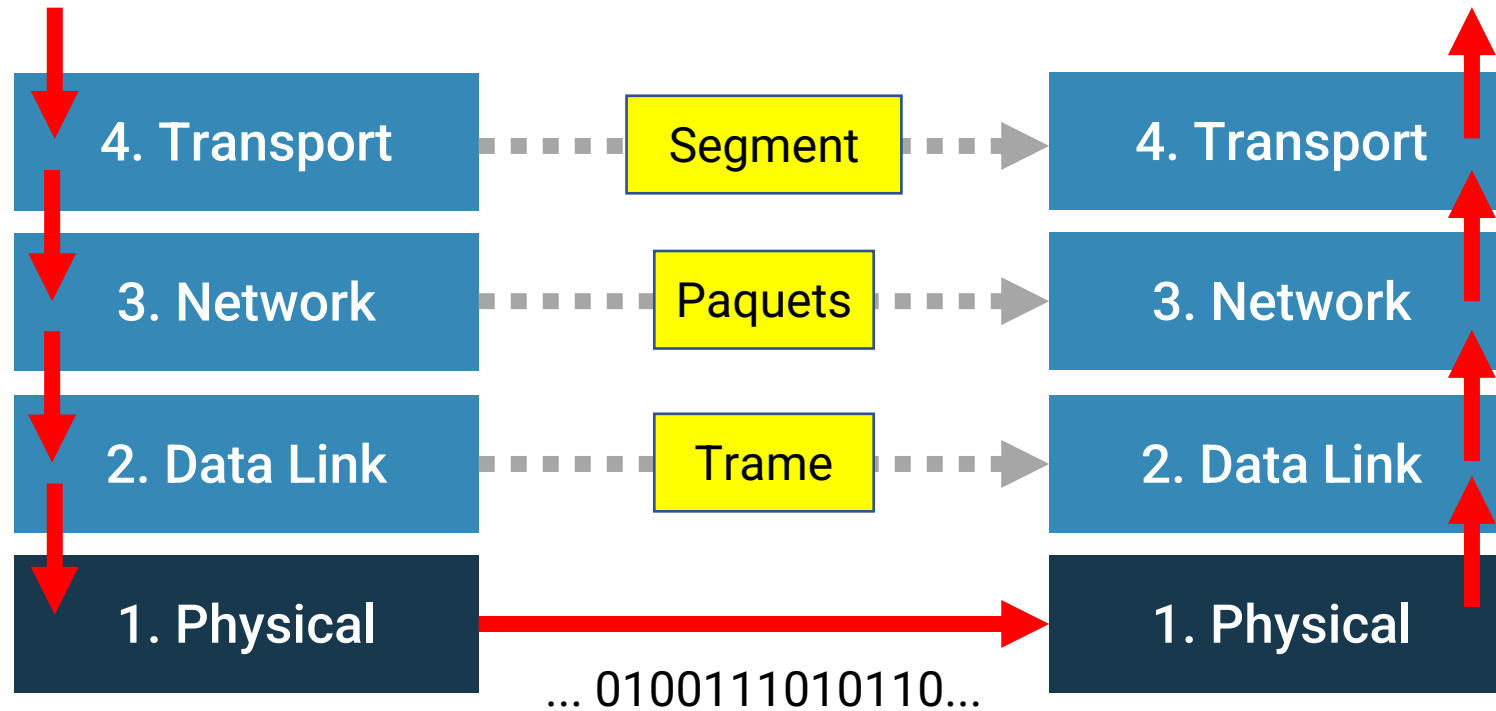


Objectifs de L4

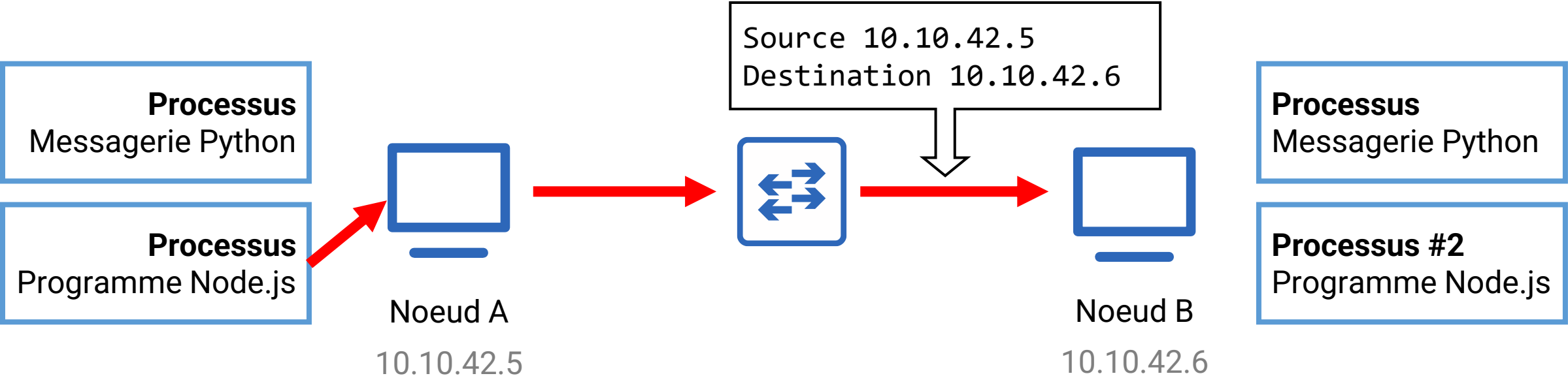
Couche du modèle OSI en charge de la gestion de flux avancée

- Au-dessus de la couche L3 Network (bénéficie d'adresses, de routage, ...)
- Peut effectuer de la gestion d'erreurs (mais pas obligatoirement)
- Rassemble les paquets pour former une communication entre processus

La couche Transport



Concept de ports



Concept de ports



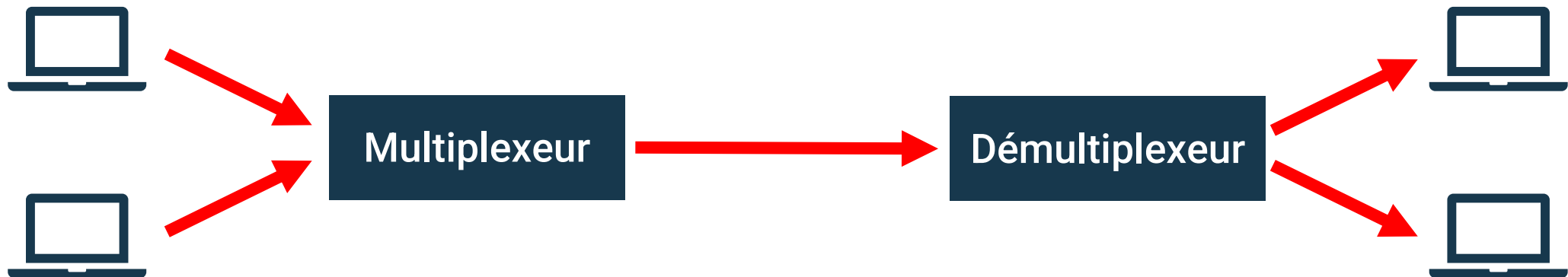
10.10.42.6



**Quelles solutions pour
faire communiquer les
processus ensemble ?**

Rappel : le multiplexage

Support partagé avec plusieurs utilisateurs – réalisé par un multiplexeur



Concept de ports



Concept de ports

Une « boîte aux lettres » virtuelle pour contacter un processus (interlocuteur)

- Chaque paquet dans un segment de la couche OSI L4
- ... contient un port source & destination
- Un processus peut écouter ou émettre sur le réseau via un port

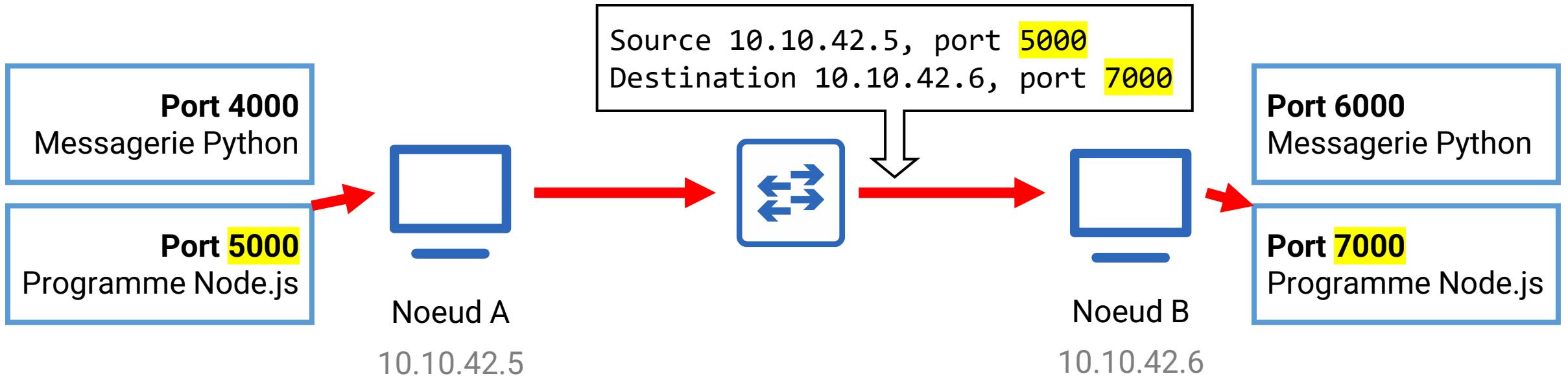
Concept de ports

Un port est représenté par 16 bits (2 bytes) $\rightarrow 2^{16} = 65\,536$ possibilités

- Les ports entre **0 et 1023 sont réservés** (besoin d'un droit d'accès spécial)
- Entre 1024 et 49 151 : assignés officiellement par l'IANA
- Entre 49 152 et 65 535 : ports dynamiques (échanges TCP ou UDP)

Rien ne vous empêche de faire écouter un processus sur un port à partir de 1024... l'assignement IANA est une convention publique – pas une restriction.

Concept de ports



PARTIE #3

Le protocole UDP, simple & rapide

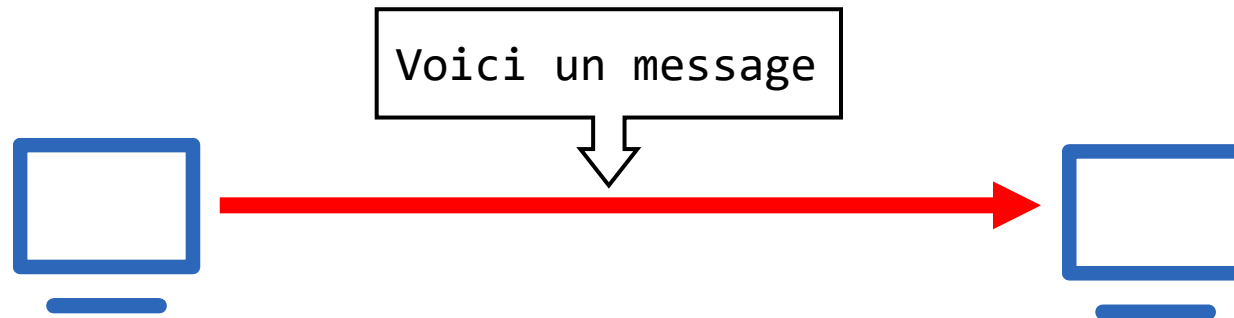
Découverte du protocole
UDP dans la couche OSI L4



UDP

User Datagram Protocol, un protocole de transmission simple

- Pas de connexion préalable (protocole *connectionless*)
- Aucune fiabilité en cas de perte
- L'ordre d'arrivée n'est pas garanti





Header UDP

Header UDP (8 bytes)			
2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes
Port source	Port destination	Longueur	Checksum UDP
Données (payload) ...			

Exemples de code (Node.js)

```
import dgram from 'node:dgram';

const server = dgram.createSocket('udp4');

server.on('message', (msg, info) => {
  console.log(`${msg} from ${info.address}:${info.port}`);
});

server.bind(41234);
```

Cas d'usages pour UDP

Bien que non-fiable, l'UDP est souvent choisi pour sa rapidité

- Jeux multi-joueurs en « temps réel »
- Résolution d'adresses (DNS)
- Synchronisation des horloges (NTP)
- Conférence video
- Téléphonie VOIP (Voice Over IP)

La gestion d'erreurs est souvent effectuée dans le programme même

PARTIE #4

Du transport fiable avec le protocole TCP

Découverte du protocole
TCP dans la couche OSI L4



TCP

Transmission Control Protocol, un protocole de transmission fiable

- Connexion préalable (*handshaking*)
- Gestion des erreurs (*perte* de paquets, ...)
- Gestion de la *congestion*
- Gestion de *l'ordre* des communications



LA POSTE

Destinataire

Identité (Nom et Prénom) ou raison sociale

Adresse

Code postal Commune

Présenté / Avisé le : / /

Distribué le : / /

Je soussigné déclare être

☐ Le destinataire

☐ Le mandataire

☐ CNI/Permis de conduire

☐ Autre :

Signature

(Précisez Nom et Prénom si mandataire)

Signature Facteur*

Date : Prix : CRBT :

Niveau de garantie (valeur au dos) : R1 ☐ R2 ☐ R3 ☐

* Le facteur atteste par sa signature que l'identité du destinataire ou de son mandataire a été vérifiée précédemment.

RECOMMANDÉ AVEC AVIS DE RÉCEPTION

Numéro de l'envoi : 1A




Référence client

Expéditeur

Identité (Nom et Prénom) ou raison sociale

Expéditeur

N°:

Libellé de la voie

Code postal COMMUNE

Utiliser uniquement un STYLO A BILLE en appuyant fortement.

Pensez également à la **Lettre recommandée en ligne**.

Consultez www.laposte.fr/boutiqueducourrier

La Poste S.A. au Capital de 3 800 000 000 € - RCS Paris 356 000 000
Siège Social : 44 boulevard de Vaugirard - 75757 Paris CEDEX 15

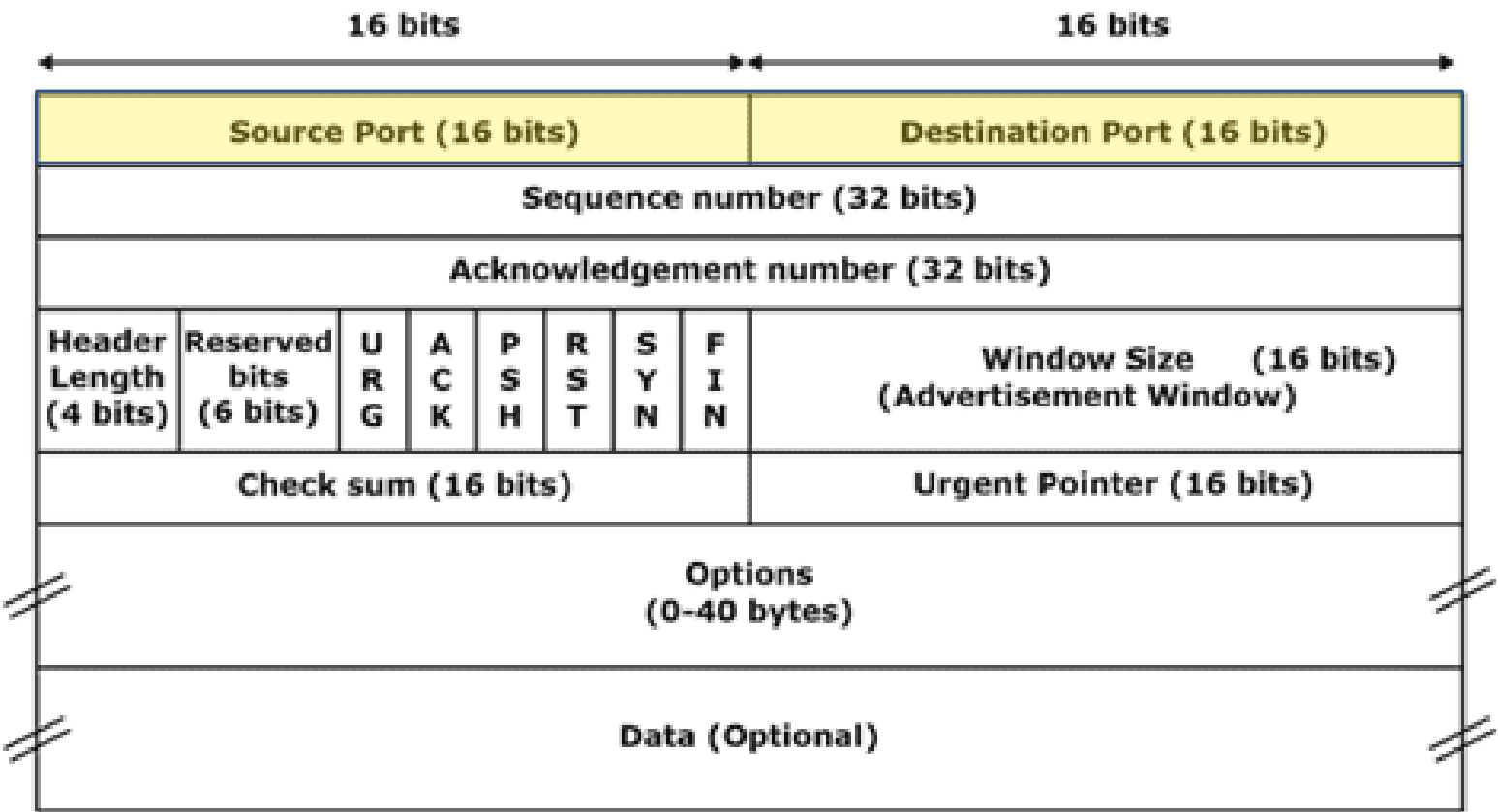
NEUTRE en CO₂
laposte.fr/neutralitecarbone

Expéditeur

PREUVE DE DISTRIBUTION

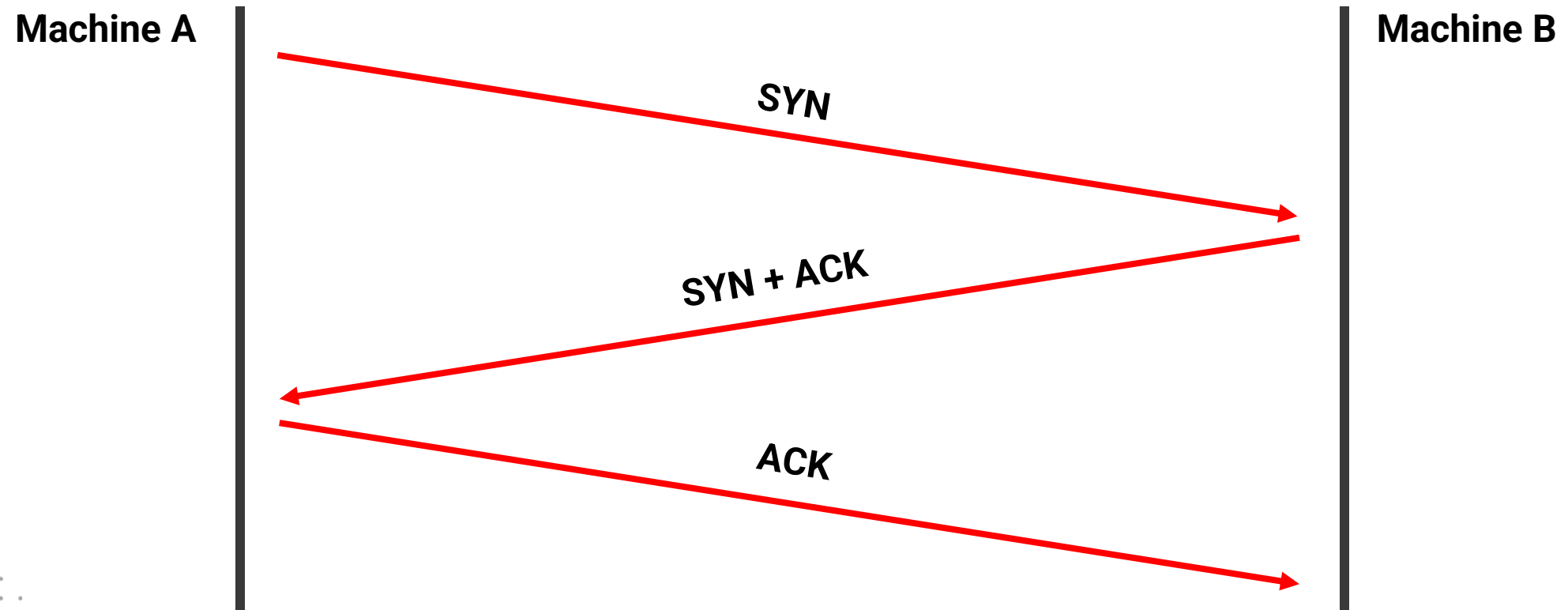
PREUVE DE DÉPÔT À CONSERVER PAR LE CLIENT

Header TCP

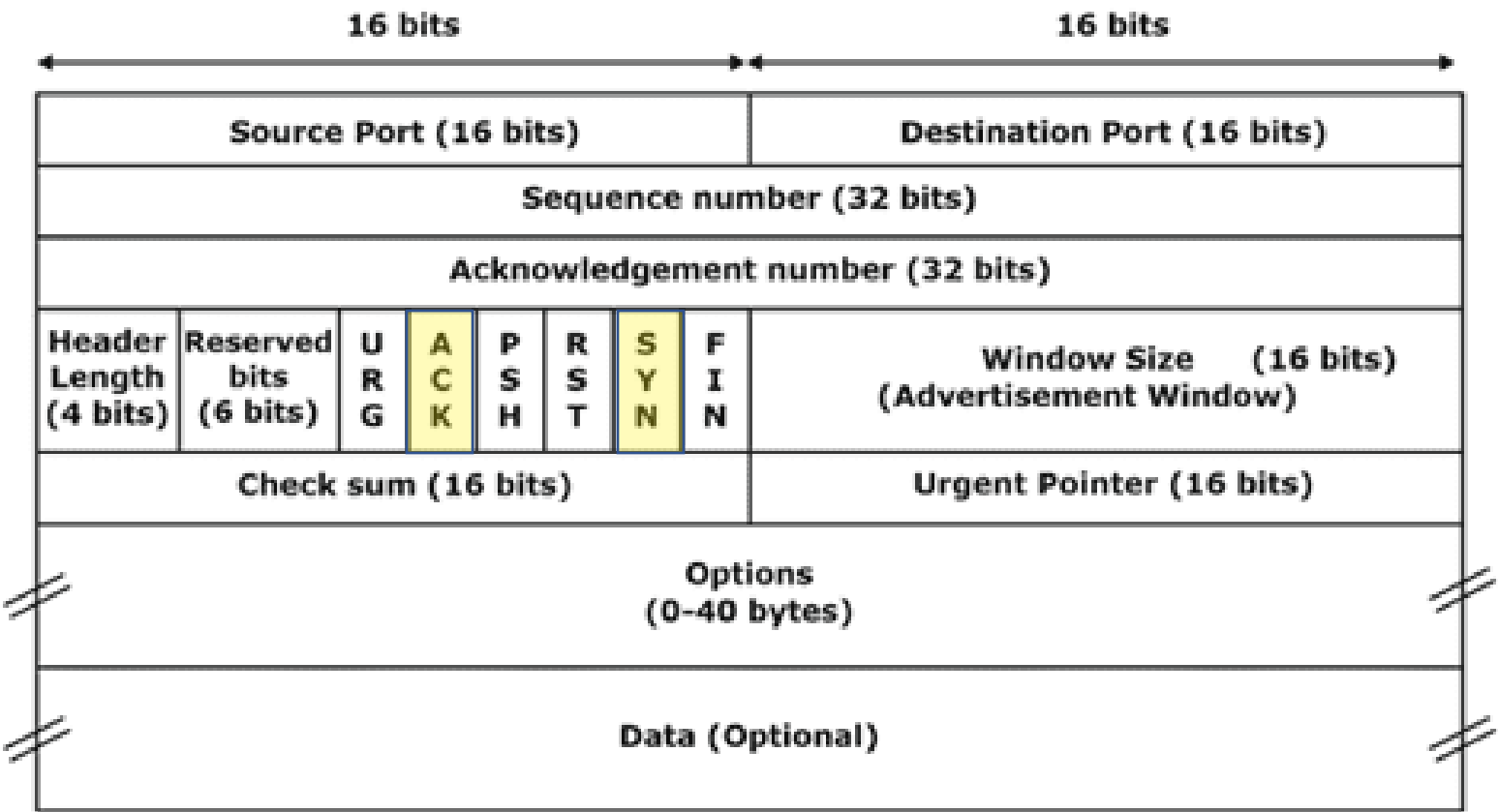


Concept de « 3-way handshake »

Permet d'établir une connexion entre 2 machines (client-serveur)



Header TCP



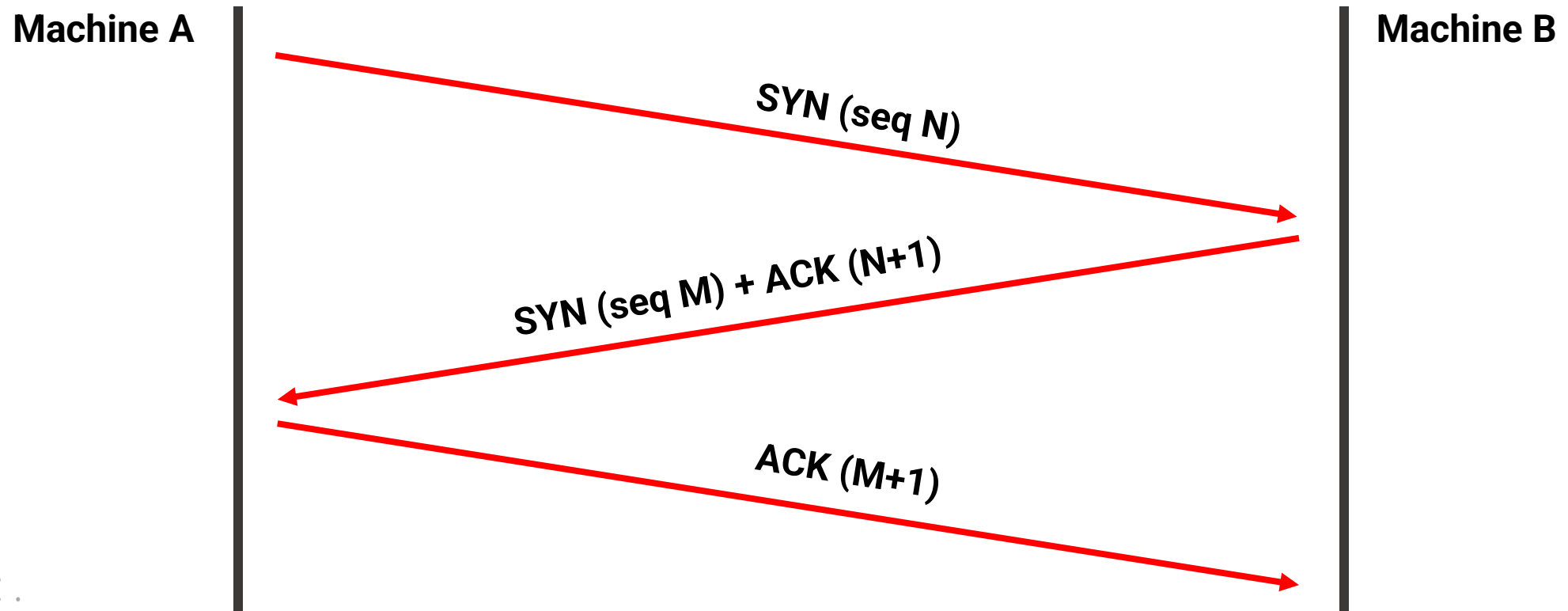
Numéro de séquence TCP

Un numéro sur 32 bits (4 bytes) pour identifier et rassembler les données

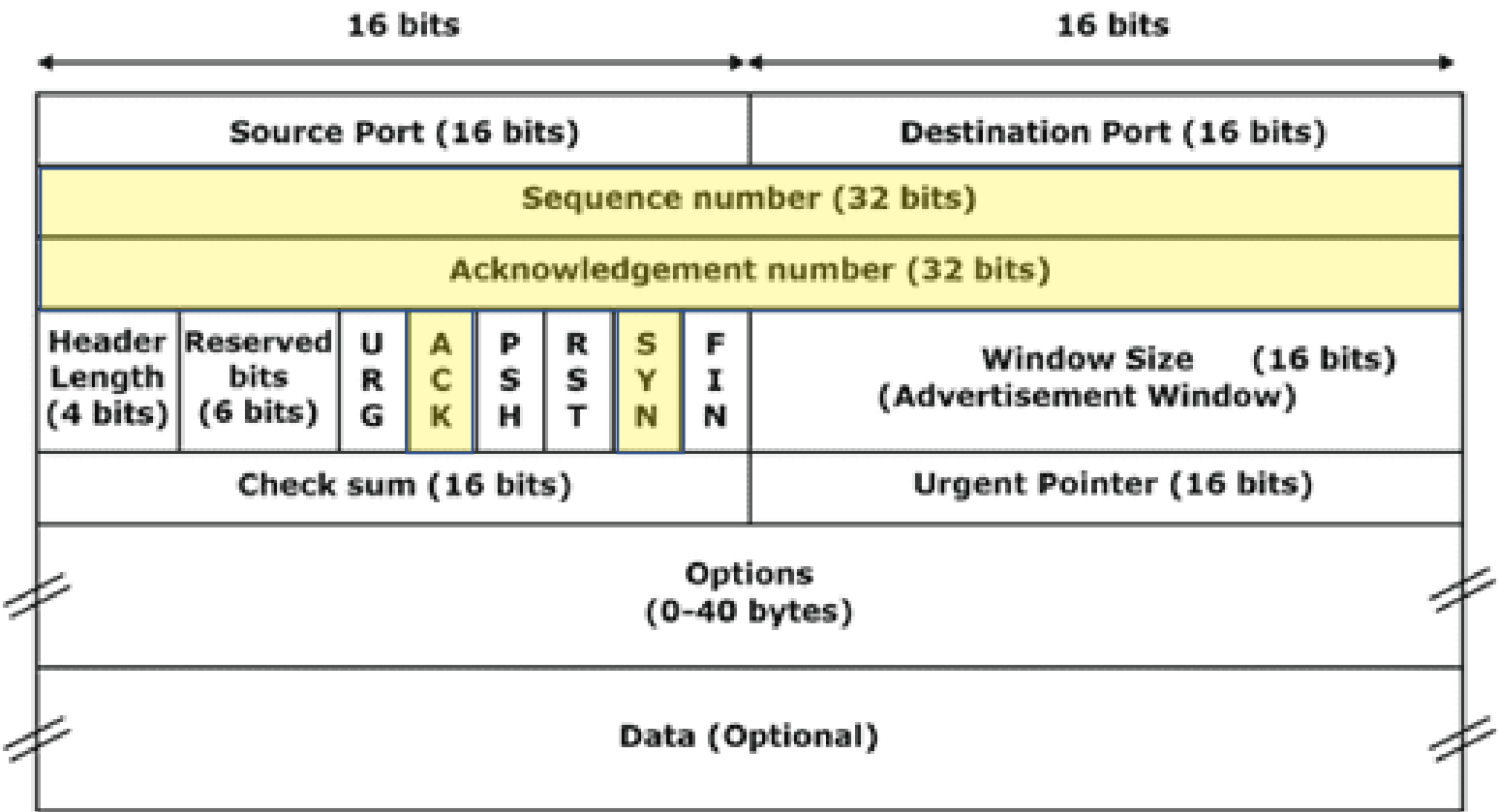
- Chaque byte possède un numéro de séquence
- Initialisé aléatoirement au début de chaque échange
- Chaque parti TCP génère un *Initial Sequence Number* (ISN)
- Permet également de tracer le nombre de données envoyées

« 3-way handshake » avec séquences

Permet d'établir une connexion entre 2 machines (client-serveur)

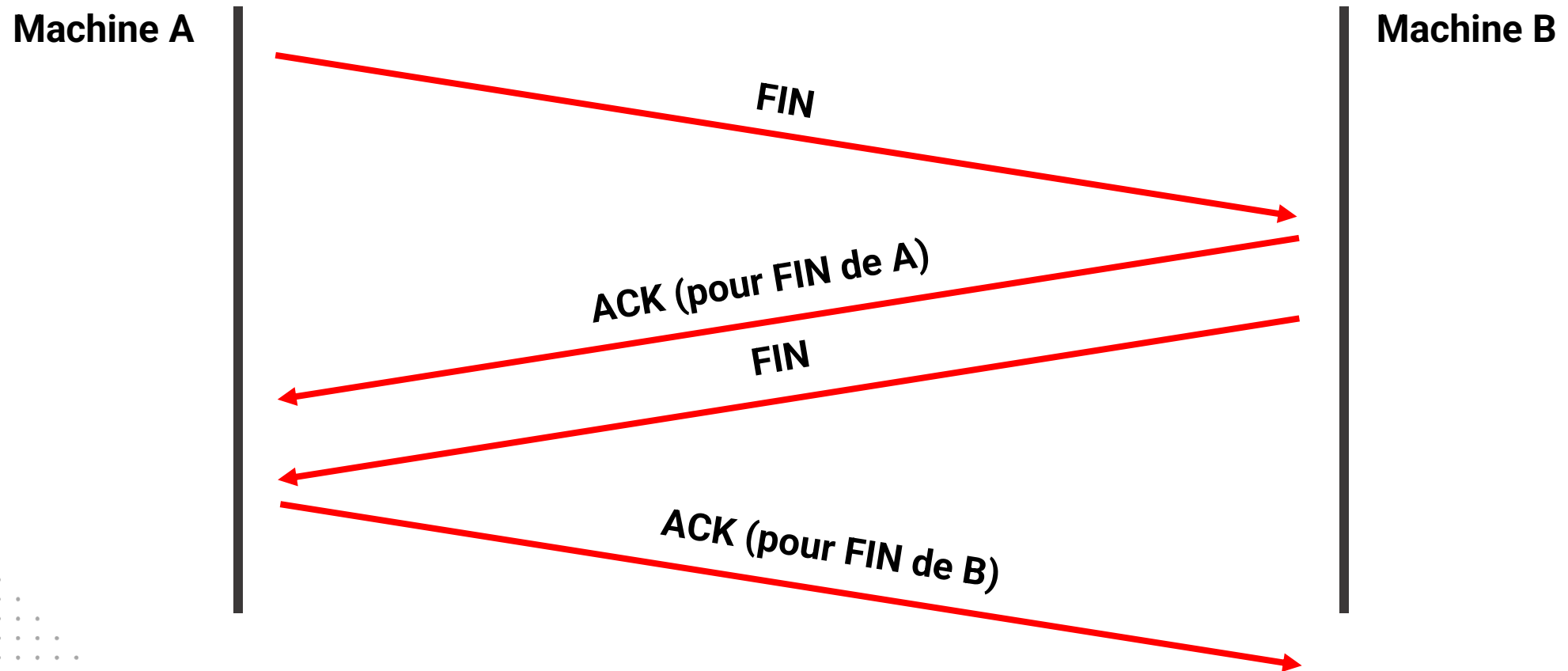


Header TCP

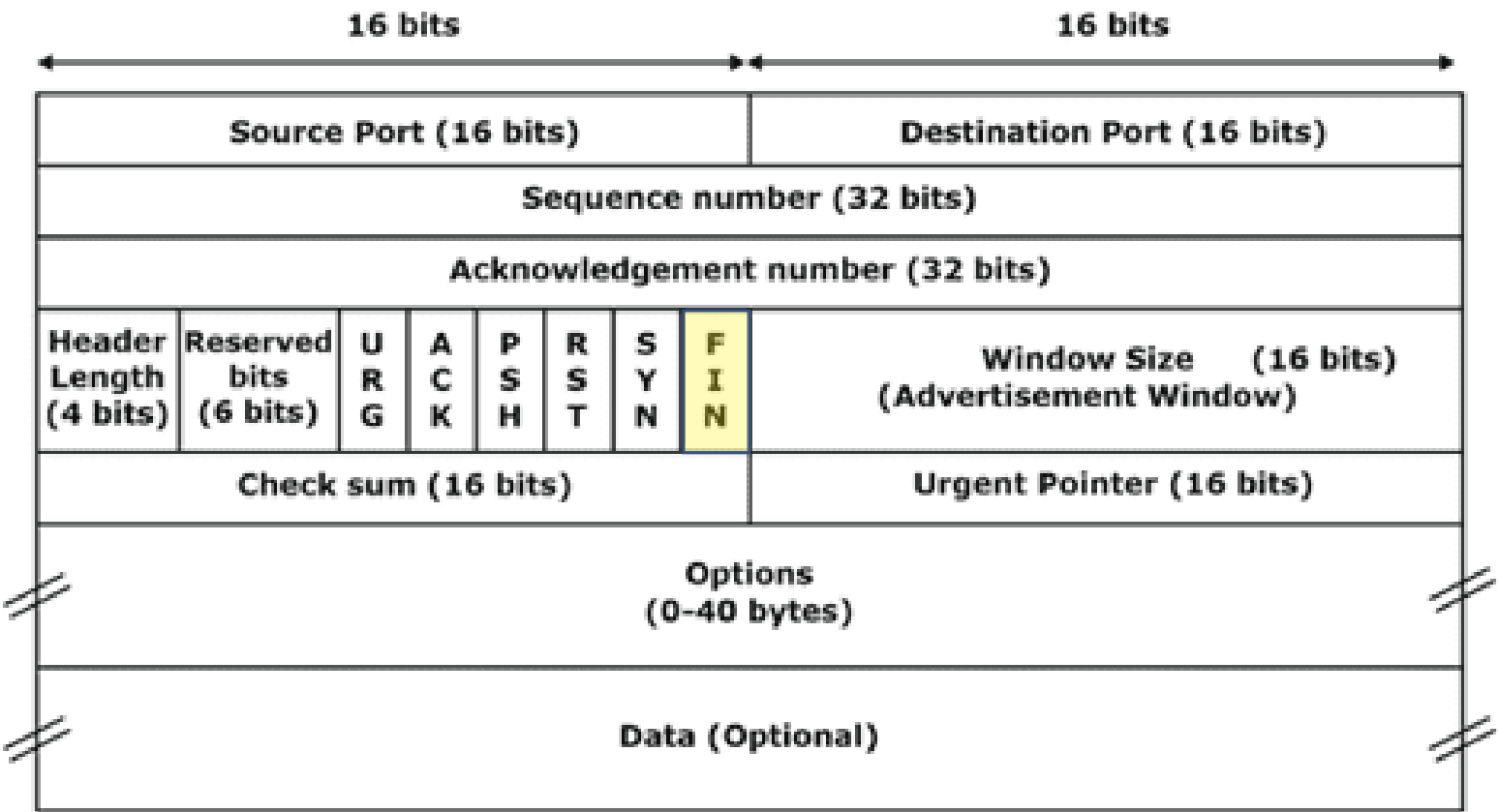


Fin de connexion TCP

Une connexion TCP se cloture mutuellement avec le flag FIN



Header TCP



Exemples de code (Node.js)

```
import net from 'node:net';

const server = net.createServer();

server.on('connection', (sock) => {
  console.log(`${sock.remoteAddress}:${sock.remotePort}`);
});

server.listen(41234);
```

Cas d'usages pour TCP

Tout programme ayant besoin de **fiabilité** utilise le protocole TCP

- Echanges web (HTTP, ...)
- Transfert de fichiers (TCP)
- Connexions vers un serveur (SSH)
- ...

La gestion d'erreurs est effectuée au niveau de TCP, le programme ne s'en soucie plus