

Numérique et science informatique  
Classe de première

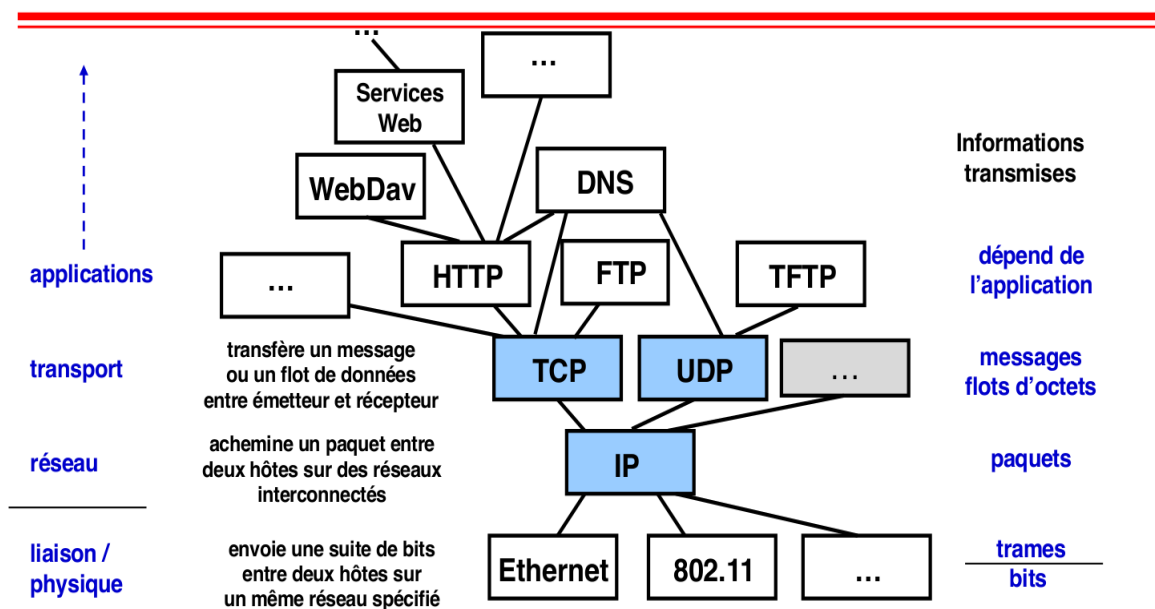
Lycée hoche

année scolaire 2024-2025

# Contents

1	Le protocole TCP . . . . .	2
2	Protocole TCP . . . . .	5
3	Datagramme-encapsulation . . . . .	6
4	Protocole IP . . . . .	9
4.1	Format d'un datagramme IP . . . . .	9
4.2	adresses IPv4 . . . . .	10

## Les protocoles de l'Internet



HTTP : *HyperText Transfer Protocol* : protocole du Web  
 TFTP, FTP : (*Trivial*) *File Transfer Protocol* : transfert de fichiers  
 TCP : *Transmission Control Protocol* : transport en mode connecté  
 UDP : *User Datagram Protocol* : transport en mode non connecté  
 IP : *Internet Protocol* : Interconnexion de réseaux, routage

Source: D'après Lachaize-Krakiwiak (Université Grenoble-Alpes)

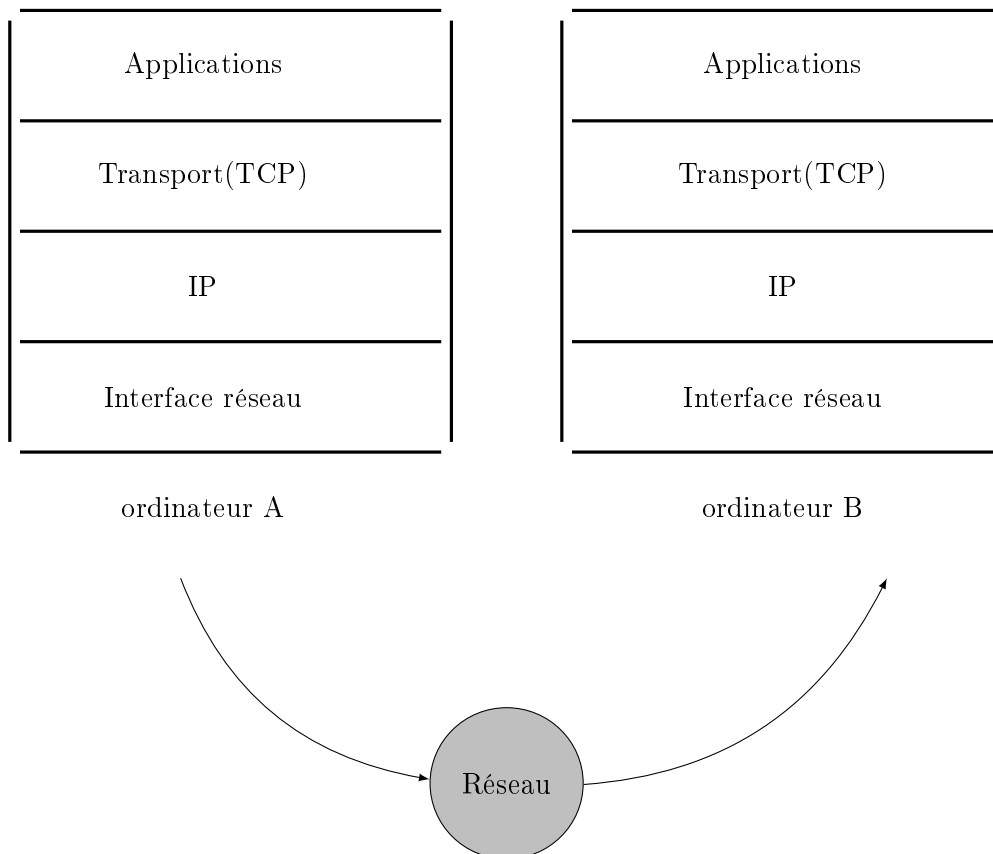
# 1 Le protocole TCP

Le rôle de l'Internet est de faire transiter des blocs de données d'un réseau à un autre par l'intermédiaire d'ordinateurs spécialisés et connectés entre eux appelés *routeurs IP*.

Les routeurs permettent de relier des ordinateurs mais aussi des réseaux entre eux.

Notons que le rôle du protocole TCP/IP auquel on s'intéressera plus loin, est d'assurer les connexions entre ordinateurs indépendamment du type de réseaux qui assurent ces connexions.

- Le protocole TCP/IP est structuré en quatre couches distinctes , construites au dessus d'une cinquième couche :le matériel (l'ordinateur par exemple).(voir figure)



Au plus haut niveau, on trouve la couche *application* :

Sur internet , les applications permettent l'accès à des services.

Une application interagit avec les protocoles de couche transport pour émettre et recevoir des données.

Les protocoles du niveau application les plus connus sont :

- HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) permet l'accès aux documents HTML et le transfert de fichiers depuis un site WWW
  - FTP (File Transfer Protocol) pour le transfert de fichiers s'appuie sur TCP et établit une connexion sur un serveur FTP
  - Telnet pour la connexion à distance en émulation terminal, à un hôte Unix/Linux.
  - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) pour la messagerie électronique (UDP et TCP)
  - SNMP (Simple Network Management Protocol) pour l'administration du réseau
  - NFS (Network File System) pour le partage des fichiers Unix/Linux.
- La deuxième couche en partant du haut est la couche ***Transport***:
    - Le rôle de cette couche est de permettre les communications d'application à application (de bout en bout) .
    - Elle régule le *flux* d'information , assure un transport fiable en garantissant que les paquets arrivent **sans erreur** et **dans l'ordre** de leur émission.
    - Plus précisément:  
Les logiciels de transport découpent les flux en paquets et transmettent chaque paquet avec son adresse de destination à la couche suivante.

Concrètement , plusieurs programmes qui fonctionnent sur un ordinateur peuvent accéder à l'internet simultanément:

La couche transport prend en charge des données émanant de plusieurs processus et les remet à la couche inférieure : elle ajoute alors à chaque paquet l'identifiant du programme émetteur , celui du programme récepteur et un **total de contrôle**.

L'ordinateur récepteur utilise le total de contrôle pour vérifier l'intégrité du paquet et pour identifier l'application à laquelle les paquets sont destinés.

- La couche ***IP***:

Cette couche gère les communications de machine à machine. Elle valide la demande de transmission de paquet provenant de la couche transport accompagnée de l'identifiant du destinataire, **encapsule le paquet dans un datagramme IP** dont elle remplit l'en-tête, utilise l'algorithme de routage pour savoir si elle doit remettre le datagramme directement au destinataire ou si elle l'envoie à un routeur et remet le datagramme à l'interface réseau appropriée.

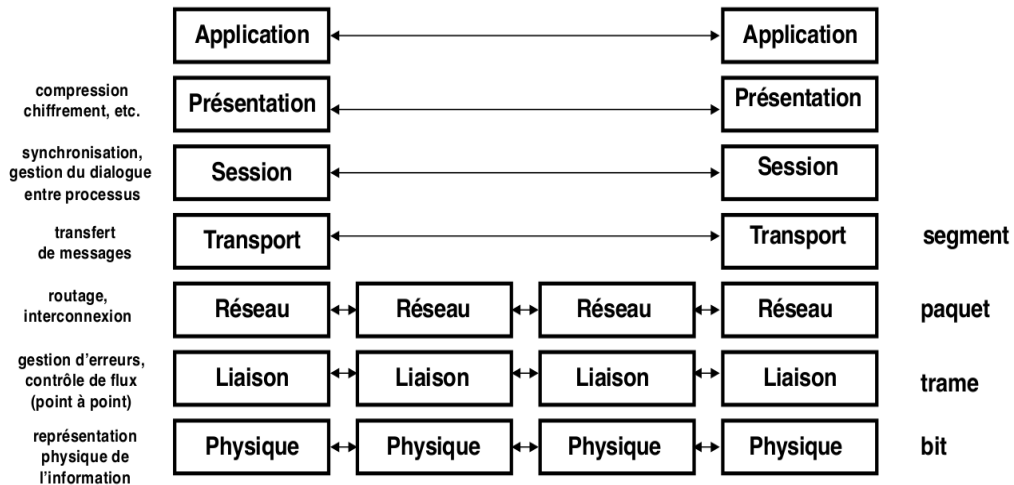
Si le datagramme est destiné à un ordinateur du réseau local , le logiciel de la couche IP détruit l'en-tête du datagramme et sélectionne le protocole de transport qui prend en charge le paquet.

- En dernier , la couche ***Interface réseau*** (couche de plus bas niveau) se charge de distribuer les paquets aux ordinateurs du réseau .

## Le modèle OSI

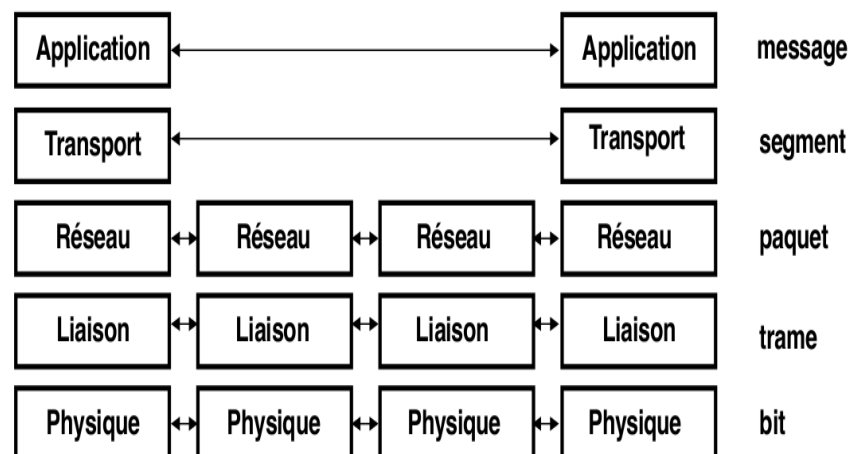
## Les protocoles normalisés de l'ISO (International Standards Organisation)

### Open Systems Interconnection (OSI)



Les protocoles OSI servent plutôt de cadre de référence pour la définition des fonctions que de normes de réalisation. La normalisation de fait est autour de TCP/IP

## Le modèle en 4 couches



Les services des couches Session et Présentation définies par le modèle OSI sont ici intégrés dans la couche applicative (si nécessaire)

## 2 Protocole TCP

L'unité de données échangées entre les logiciels TCP de deux ordinateurs est le *segment* (ou paquet). On échange des segments pour :

- établir des connexions.
- transférer des données.
- Libérer des connexions.

Chaque segment est divisé en deux parties : *un en-tête* et des *données*.

0	4	10	16	24	31
Port source			Port destination		
Numéro de séquence					
Numéro d'accusé de réception					
lgr_ent	Réservé	Bits de code	Fenêtre		
Total de contrôle			Pointeur d'urgence		
options				bourrage	
données					

*Sources: TCP/IP architecture, protocole, applications Douglas Comer (4eme édition)*

### 3 Datagramme-encapsulation

#### Fonctionnement général

Pour désigner les informations transmises et leur enveloppe, selon le niveau concerné, on parle de :

- **message** (ou de flux) entre applications.
- **datagramme** (ou segment) au niveau TCP.
- **paquet** au niveau IP.
- **frames** au niveau de l'interface réseau (Ethernet ou Token Ring)

#### Encapsulation

Un datagramme envoyé d'un ordinateur A à un ordinateur B , transite par un ou plusieurs réseaux et est par conséquent inséré dans une **trame** .

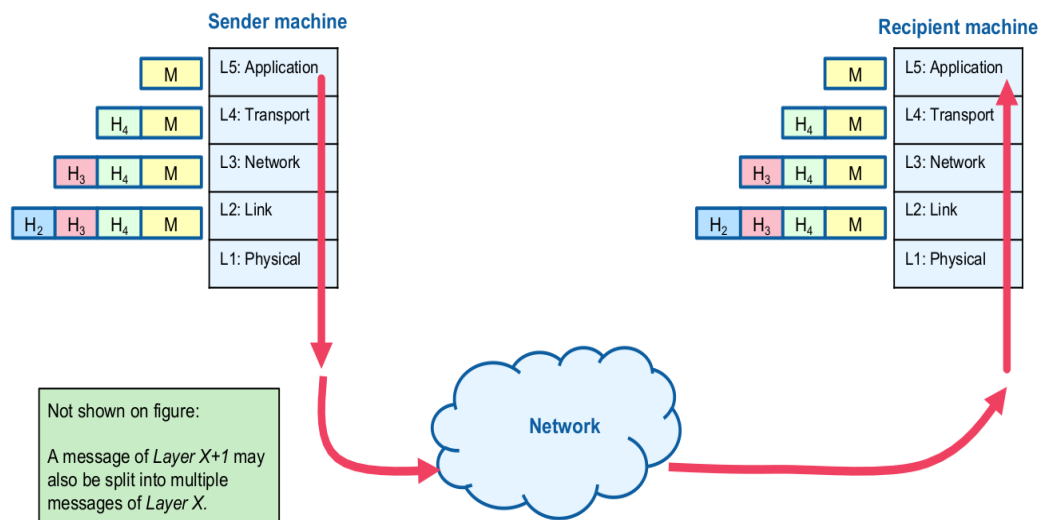
On parle d'**encapsulation**.

Ainsi lorsqu'une application (émetteur) sur l'ordinateur source , émet un message, celui-ci est encapsulé dans un datagramme par le logiciel IP, puis est émis sur le réseau.

Sur un routeur intermédiaire, le datagramme transite par la couche IP qui le route et le réémet sur le réseau suivant.

Lorsque le message atteint l'ordinateur destinataire final , le logiciel IP l'extrait du datagramme et le remet aux logiciels des couches supérieures.

## Encapsulation



*Source: D'après Lachaize-Krakiowiak (Université Grenoble-Alpes)*



### Principe de l'échange (three hands shake)

Le protocole TCP utilise la technique *positive acknowledgement with retransmission* (accusé de réception et retransmission).

Le récepteur envoie à l'émetteur un accusé de bonne réception, **ACK**.

L'émetteur conserve une copie du paquet émis et attend un accusé de réception avant d'émettre le paquet suivant.

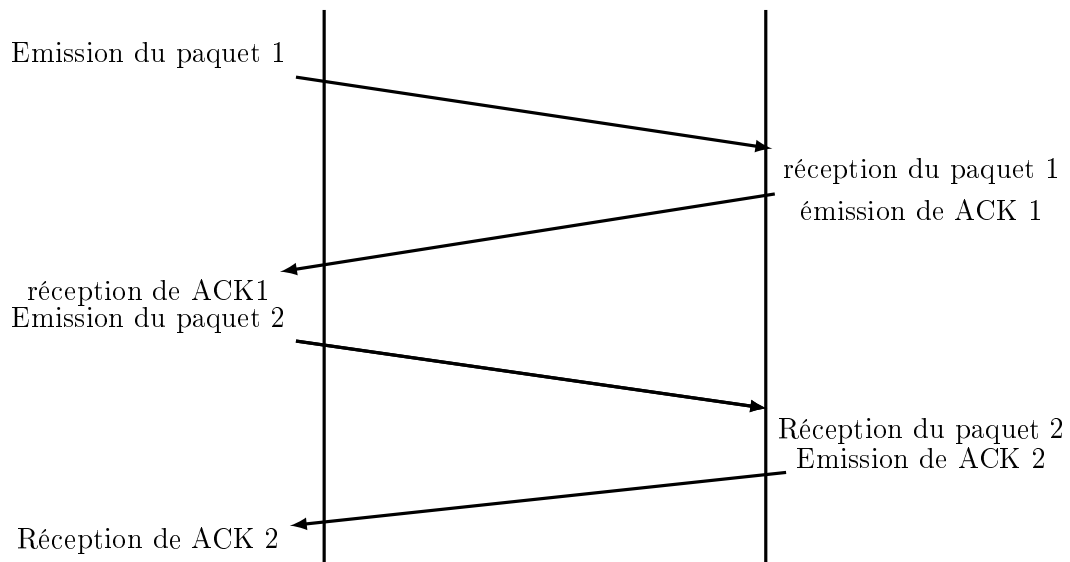
L'émetteur utilise également une règle de temporisation:

Si le délai de réception du ACK envoyé par le destinataire n'arrive pas dans les délais, l'émetteur renvoie le paquet.

connexions bidirectionnelles assurées par TCP/IP

Evènements côté émetteur

Evènements côté récepteur



Sources: *TCP/IP architecture, protocole, applications Douglas Comer (4eme édition)*

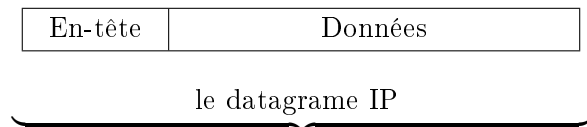
## 4 Protocole IP

### 4.1 Format d'un datagramme IP

Le datagramme est structuré en plusieurs champs.

On peut diviser globalement le datagramme en deux parties principales:

- Un champ *En\_tête* qui contient les adresses source et destination
- Un champ *Données*.



version	lg_ent	type de services	Longueur totale	
Identification		Drapeaux	Dep_fragment	
Duree de vie	Protocole	total de contrôle d'en-tête		
adresse IP source				
adresse IP destination				
options IP			bourrage	
données				

Pour de multiples raisons (panne de routeur , erreurs diverses ..)certains datagrammes n'arrivent pas. La détection et la retransmission des datagrammes perdus sont dévolus aux ordinateurs source et destination ( contrôle de *bout en bout*):c'est le rôle de la couche transport.

Les logiciels de cette couche utilisent les totaux de contrôle , les accusés de réception pour contrôler la transmission.

## 4.2 adresses IPv4

Chaque ordinateur raccordé à un réseau dispose d'un identificateur unique codé en binaire sur 32 bits : on parle d'**adresse**.

Plus précisément, chaque adresse est constituée de deux identificateurs :

- id\_réseau : c'est l'identifiant du réseau.
- id\_ordinateur : c'est l'identifiant de l'ordinateur sur le réseau.
- Les adresses IP sont représentées à l'aide de quatre entiers séparés par un point. Une adresse codée en 32 bits se présente donc sous la forme :

$$\underbrace{10000000.00001010.00000001}_{\text{id\_réseau}}.\underbrace{00011110}_{\text{id\_hôte}}$$

ou encore en notation décimale pointée :

$$128.10.1.30$$

Les routeurs s'appuient sur les identificateurs id\_réseau pour prendre des décisions de routage des datagrammes.

Si la valeur de id\_ordinateur est égale à 0, alors l'adresse IP ne désigne pas un ordinateur particulier, mais le réseau lui-même.

- Une autre utilisation de l'adresse IP est l'adresse de diffusion dirigée (directed broadcast address) qui référence tous les ordinateurs d'un réseau : tous les bits de id\_ordinateur sont à 1.

$$\underbrace{10000000.00001010.00000001}_{\text{id\_réseau}}.\underbrace{11111111}_{\text{broadcast}}$$

ou encore en notation décimale pointée :

$$128.10.1.255$$

Lorsqu'on envoie un paquet à cette adresse, ce paquet sera destiné à tous les ordinateurs du réseau.

Les routeurs utilisent l'id\_réseau sans examiner l'id\_ordinateur. Lorsque le paquet analyse la partie id\_ordinateur et s'il ne trouve que des 1, il diffuse le paquet à tous les hôtes du réseau.

- Il y a cinq grandes classes d'adresses IP :

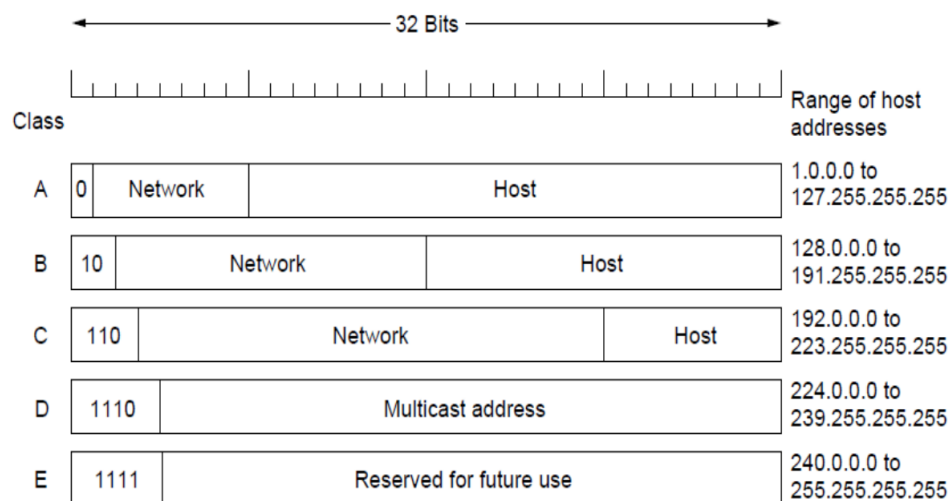
Classes	Début	Fin
A	1.0.0.0	126.0.0.0
B	128.1.0.0	191.255.0.0
C	192.0.1.0	233.255.255.0
D	224.0.0.0	239.255.255.255
E	240.0.0.0	255.255.255.254

Le tableau ci-dessus omet certaines adresses.

Par exemple l'adresse de classe A ,**127.0.0.0** est une adresse de *rebouclage*: Elle est utilisée pour les communications internes à un ordinateur (mais sert également à faire des tests de logiciels TCP/IP).

## Structuration de l'espace d'adressage au niveau de l'Internet

### ■ Historiquement, découpage de l'espace d'adressage en 5 classes d'adresses (*classful addressing*)



(source : A. Tanenbaum et D. Wetherall. Computer Networks, 5<sup>th</sup> edition, Pearson Education)

Source: D'après Lachaize (Université Grenoble-Alpes)

- Adresses privées (RFC 1918):

Ce sont des adresses qui ne seront jamais attribuées (usage strictement privé) et qui ne sont pas routées sur l'Internet

- classe A : de 10.0.0.0 à 10.255.255.255
- classe B : de 172.16.0.0 à 172.31.255.255
- classe C : de 192.168.0.0 à 192.168.255.255

## A voir

<https://www.youtube.com/watch?v=dCknqcjcItU&t=2s>

## Principaux défauts du bit alterné(réponse de L'IA de Google (Gemini))

" Le protocole du bit alterné, bien qu'étant une méthode simple pour assurer la livraison fiable de données sur un réseau, présente certaines limites qui le rendent moins fiable dans certaines situations. Voici les principales raisons :

Gestion des pertes de trames et d'accusés de réception : Le protocole utilise un mécanisme de temporisation (timeout). Si l'émetteur n'a pas reçu d'accusé de réception dans un délai donné, il renvoie la trame. Cependant, si l'accusé de réception est perdu, l'émetteur renverra la trame, même si elle a été correctement reçue. Cela peut entraîner des doublons.

De plus, dans certaines situations spécifiques, le protocole peut ne pas être en mesure de récupérer des trames perdues, conduisant à une perte de données. Limitation à un seul message en transit :

Le protocole du bit alterné ne permet d'avoir qu'un seul message en transit à la fois. Cela signifie que l'émetteur doit attendre l'accusé de réception avant d'envoyer le message suivant.

Cette limitation peut entraîner une faible utilisation de la bande passante, surtout sur les réseaux avec un délai de propagation élevé. Complexité croissante avec des réseaux plus grands :

Dans les réseaux plus complexes et étendus, les risques de perte de paquets et de délais de transmission variables augmentent. Le protocole du bit alterné, avec son mécanisme simple, peut avoir du mal à gérer ces conditions, ce qui peut entraîner une baisse de la performance et de la fiabilité.

En raison de ces limitations, le protocole du bit alterné est souvent remplacé par des protocoles plus sophistiqués, tels que TCP (Transmission Control Protocol), qui offrent une meilleure fiabilité et une meilleure utilisation de la bande passante."