



*Modèles et Protocoles de
Réseaux - MPR
RESIR2*

Année 2020-2021
PMA

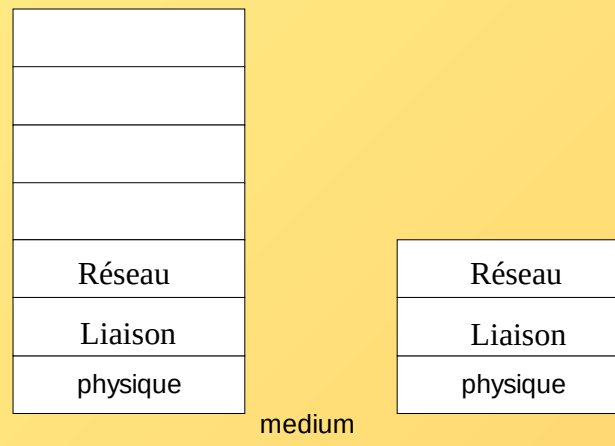
Mars 2021

5. La couche liaison

- Généralités
- Notion de trame
- Contrôle d'erreurs
- Contrôle de l'échange
- Protocoles de liaison

La couche liaison et le modèle OSI

- Couche 1 : Physique
 - le canal de transmission brut
- Couche 2 : Liaison
 - Rôle principal \Rightarrow délimiter des trames d'information
 - Offre ses services à la couche réseau
- Couche 3 : Réseau

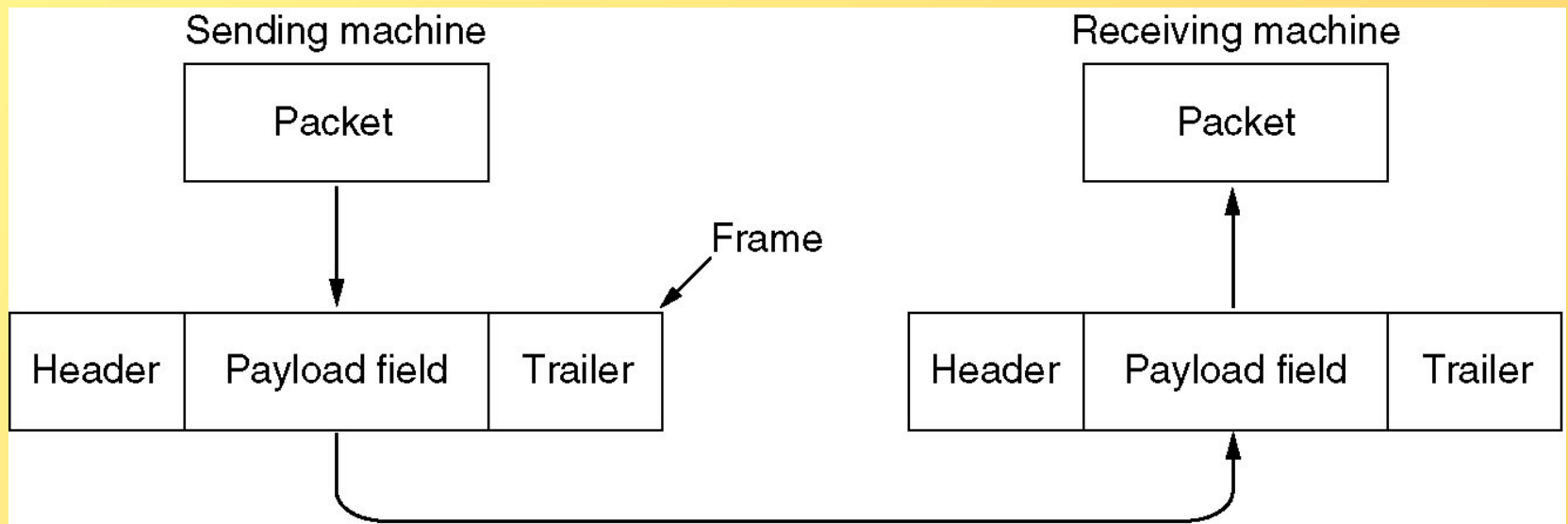


La couche liaison de données

- Offre une interface de services à la couche réseau selon 3 catégories
 - Sans connexion et sans accusé de réception
 - Sans connexion et avec accusé de réception
 - Orienté connexion, avec accusé de réception
- Utilise les services de la couche physique
- Gère les erreurs et contrôle les flux
- Utilise des trames pour gérer les paquets de la couche réseau

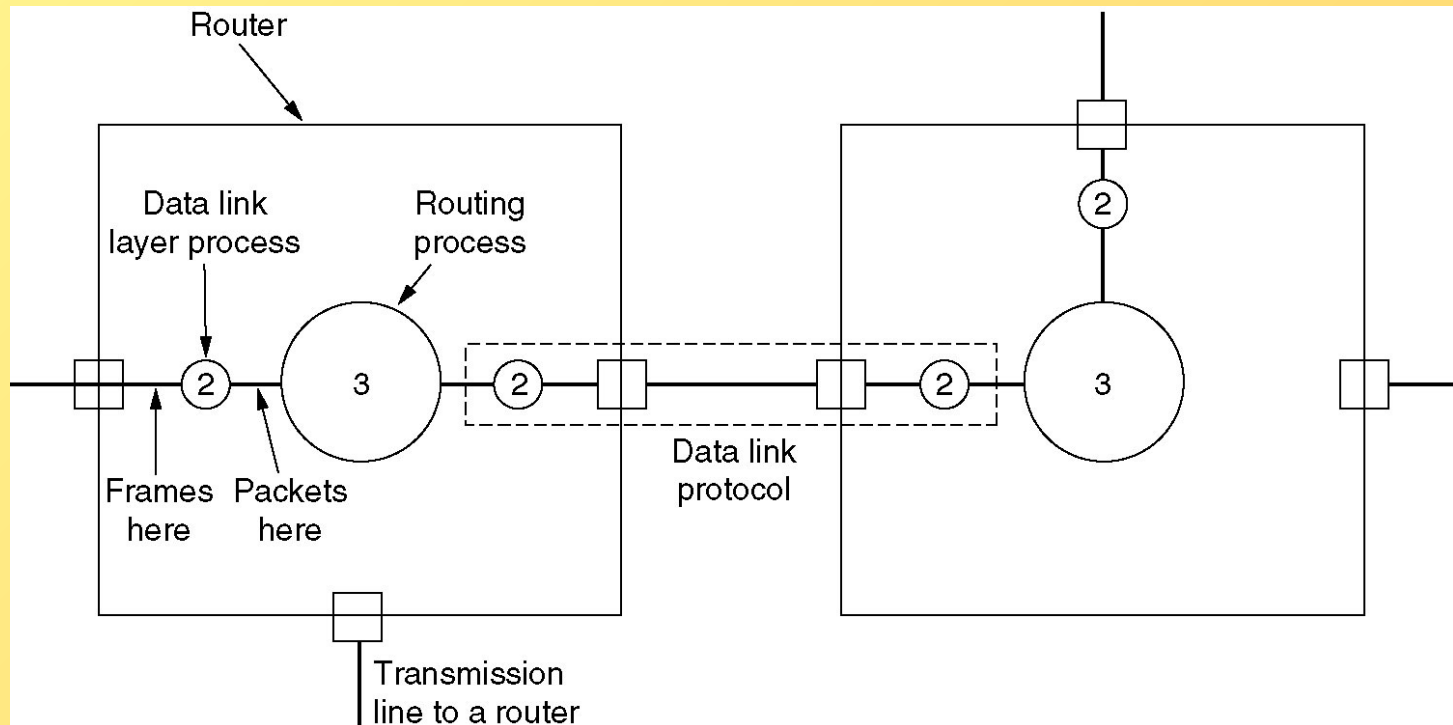
Relation entre paquets et trames

- La trame encapsule le paquet en ajoutant une en-tête et une queue



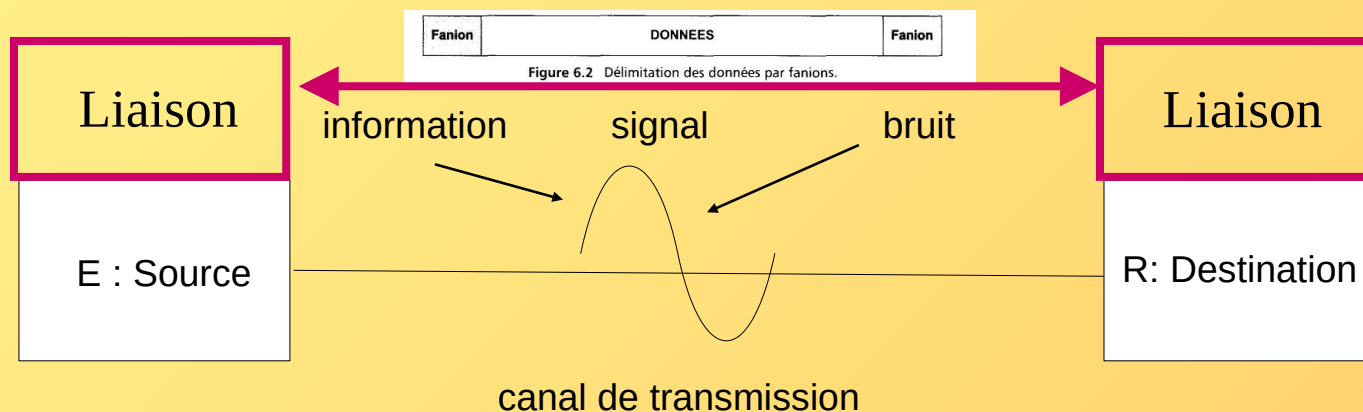
Environnement de la couche Liaison : exemple WAN

Liaison téléphonique entre 2 routeurs et exploitation d'une liaison de données (Tannenbaum)



Le protocole de liaison utilise la notion de trame pour assurer

- La délimitation des bloc de données
- Le contrôle d'erreurs
- L'organisation et le contrôle de l'échange
- Le contrôle de la liaison



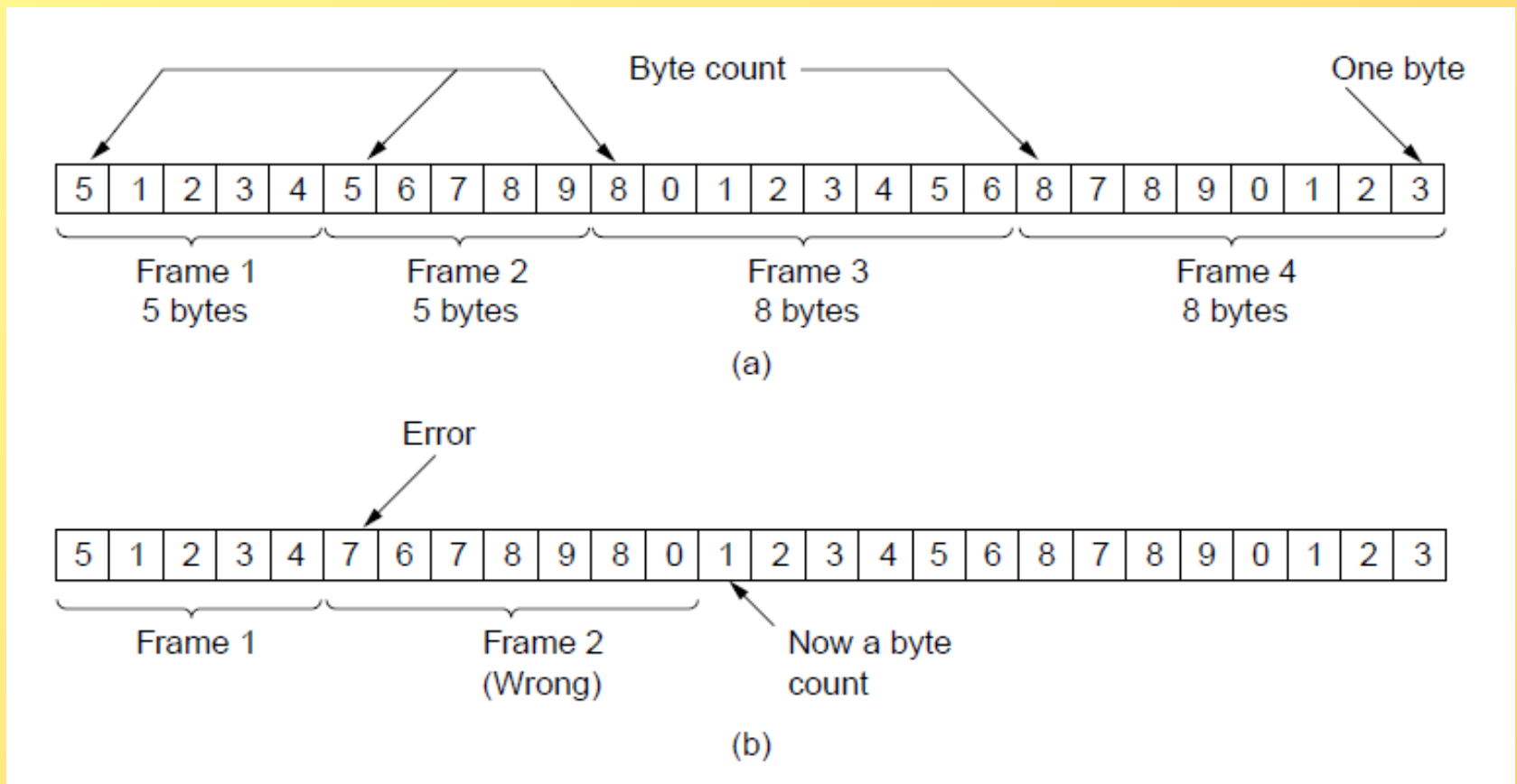
Schématisation d'un système de transmission

4 méthodes de délimitation des trames

1. Comptage des bytes
2. Fanion orienté caractère et transparence
3. Fanion orienté bits et bits de transparence
4. Viol du codage utilisé dans la couche physique

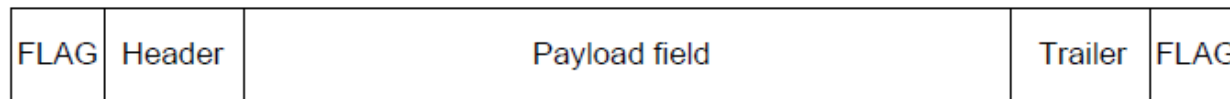
Comptage des bytes

- Un flux de bytes : (a) sans erreurs (b) avec 1 erreur

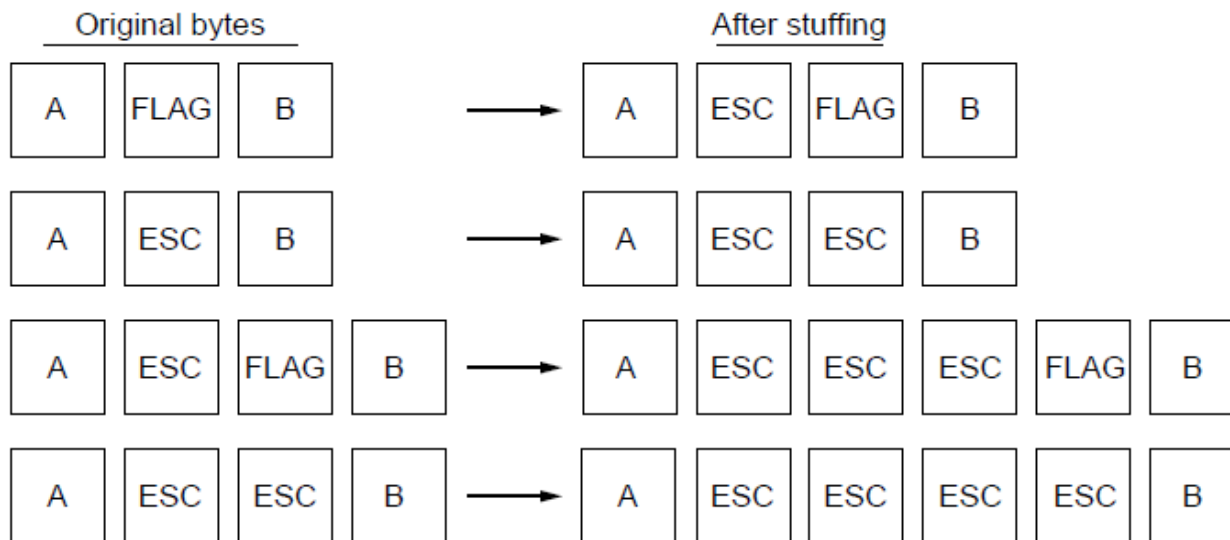


Fanion orienté caractère et notion de transparence

- (a) Trame délimitée par des fanions
- (b) Exemples sans et avec remplissage de bytes



(a)



(b)

Fanion orienté bits et bits de transparence

- (a) flux de données à transmettre
- (b) flux transmis sur le canal
- (c) Flux remis à la couche réseau

(a) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

(b) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0

Stuffed bits

(c) 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0

Viol du codage utilisé en couche physique

- Utilisation d'un code introduisant de la redondance
- Exemple : 4B/5B
- Il suffit de choisir un signal réservé pour indiquer le début et la fin des trames
- Avantage sur les autres méthodes : la longueur de la trame n'est pas influencée par son contenu

Combinaison de plusieurs méthodes

Exemple de la trame Ethernet : préambule (fanion long de 8 bytes) et champ « longueur » dans l'en-tête pour localiser la fin de la trame

Contrôle d'erreurs

- Notion d'erreur
- Détection d'erreur par clé calculée
- Codes autocorrecteurs

Notion d'erreur

- Causes : bruits sur le canal, interférences, désynchronisation des horloges, ...
- Le taux d'erreur binaire varie en fonction de la qualité du canal
- Erreurs isolées ou en rafale

Stratégies de traitement des erreurs

- Limiter la taille maximale du bloc
- Détecter les erreurs et retransmettre les trames en erreur
- Corriger les erreurs pour éviter la retransmission

Détection et correction d'erreur

- ▢ Besoin de redondance d'info.
 - Par écho
 - Par répétition
 - Par clé calculée (bit de parité, CRC)
 - Codes correcteurs d'erreur

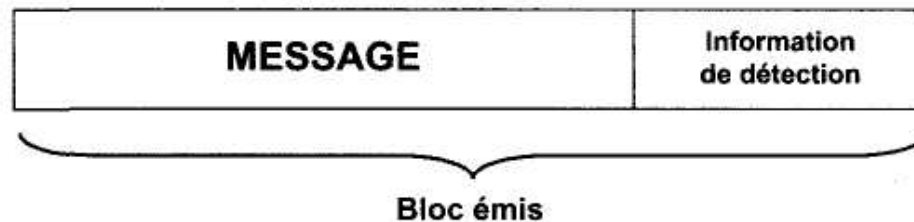


Figure 6.5 Principe de la correction d'erreur par redondance d'information.

Le contrôle de l'échange

- Mécanismes de base
- Protocoles à anticipation
- Contrôle de flux

Mécanismes de base

- Send Bloc et Wait ACK
- Si erreur de transmission : pas de ACK
- Timer et reprise sur temporisation (RTO)

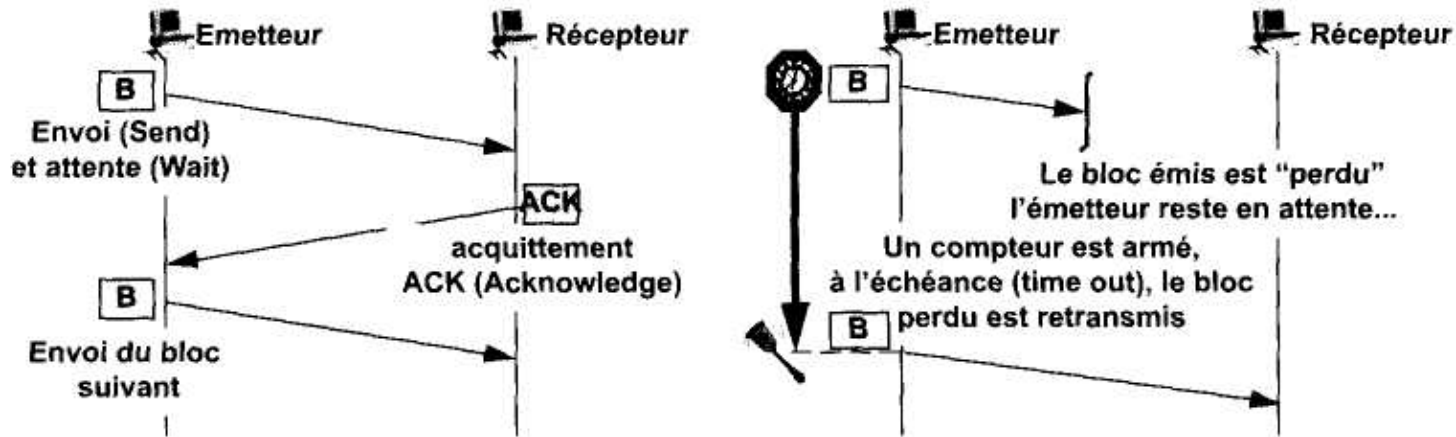
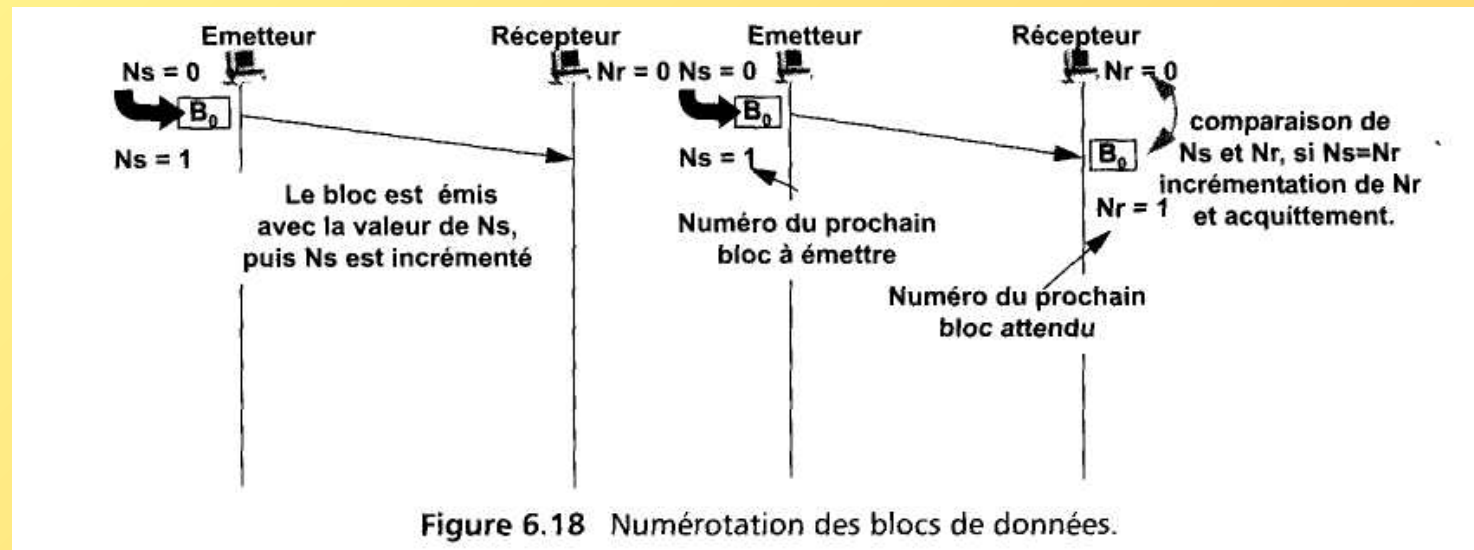


Figure 6.17 Le mode *Send* et *Wait* et la reprise sur temporisation.

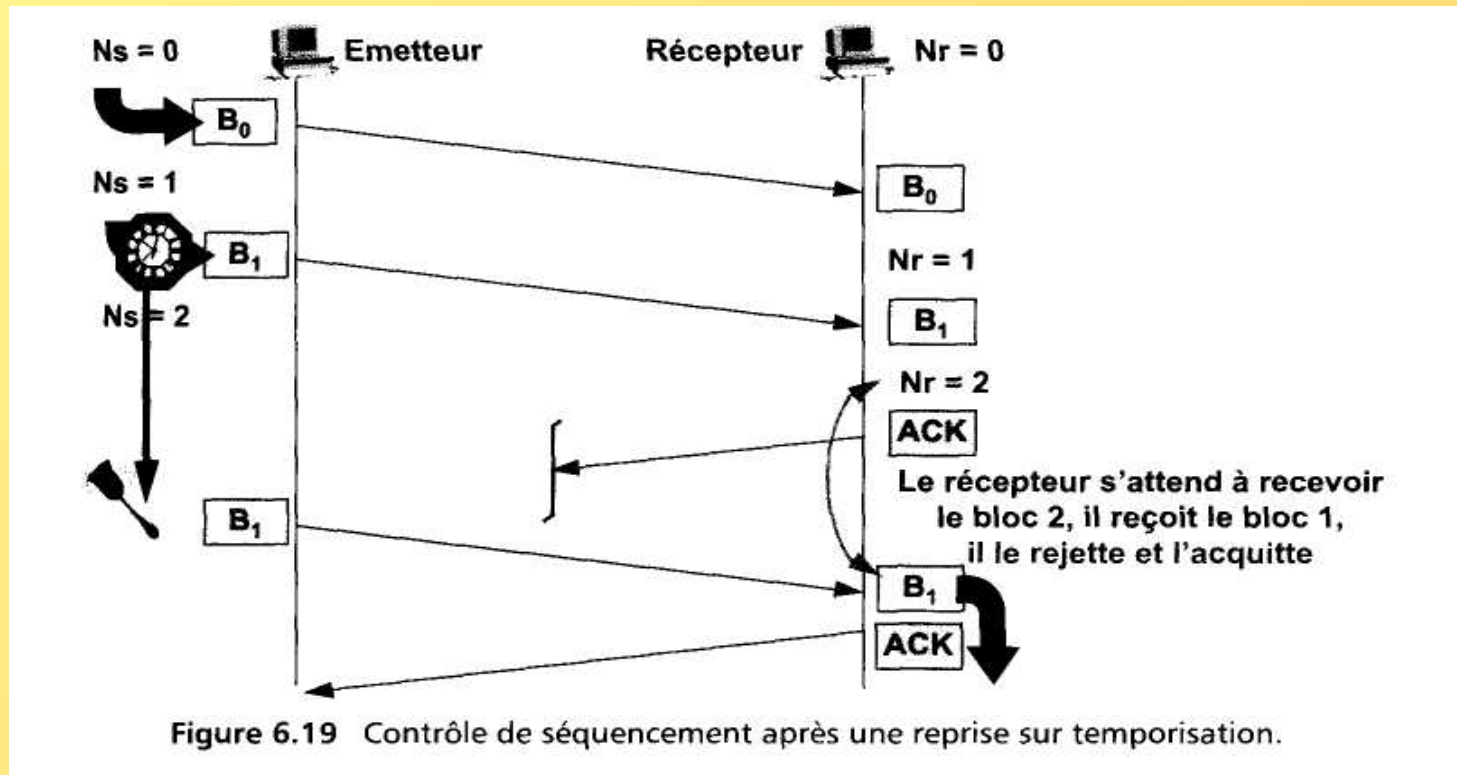
Mécanismes de base

- Perte du ACK \Rightarrow doublon
- Solution : numérotation des blocs et compteurs (N_s , N_r)



Mécanismes de base

- Gestion des doublons et contrôle de séquençement
 - Comparaison des compteurs : $N_r = N_s$, $N_r < N_s$, $N_r > N_s$



- Efficacité du protocole : informations de contrôle + délai d'acquittement

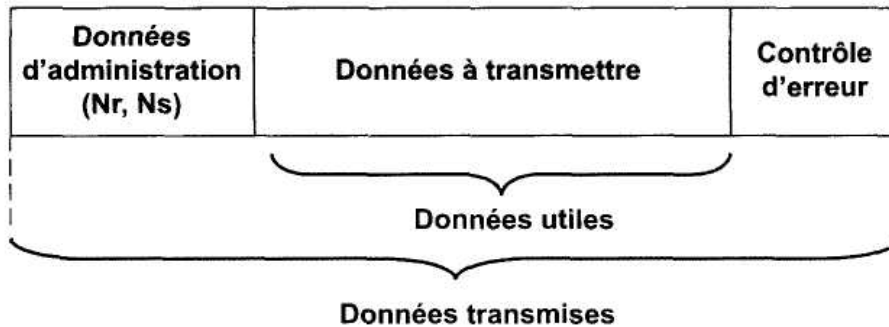


Figure 6.21 Structure de base d'un bloc d'information.

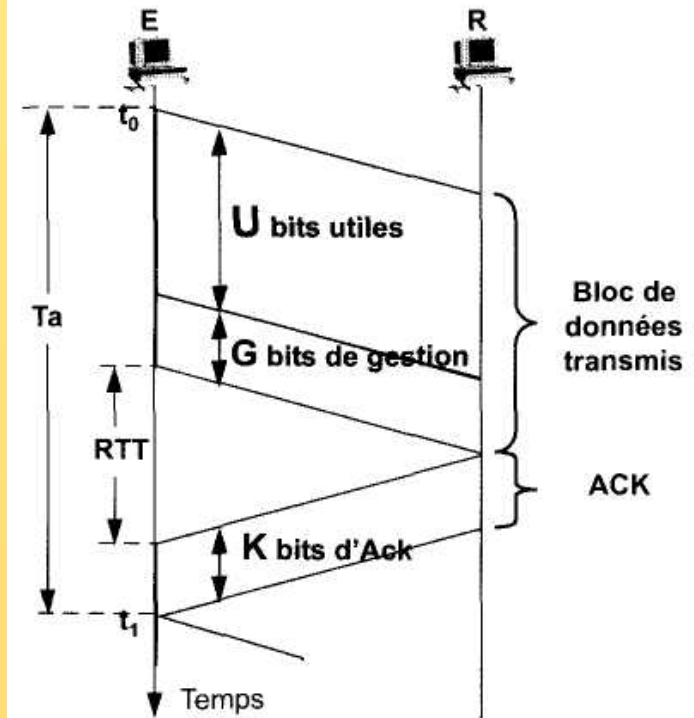
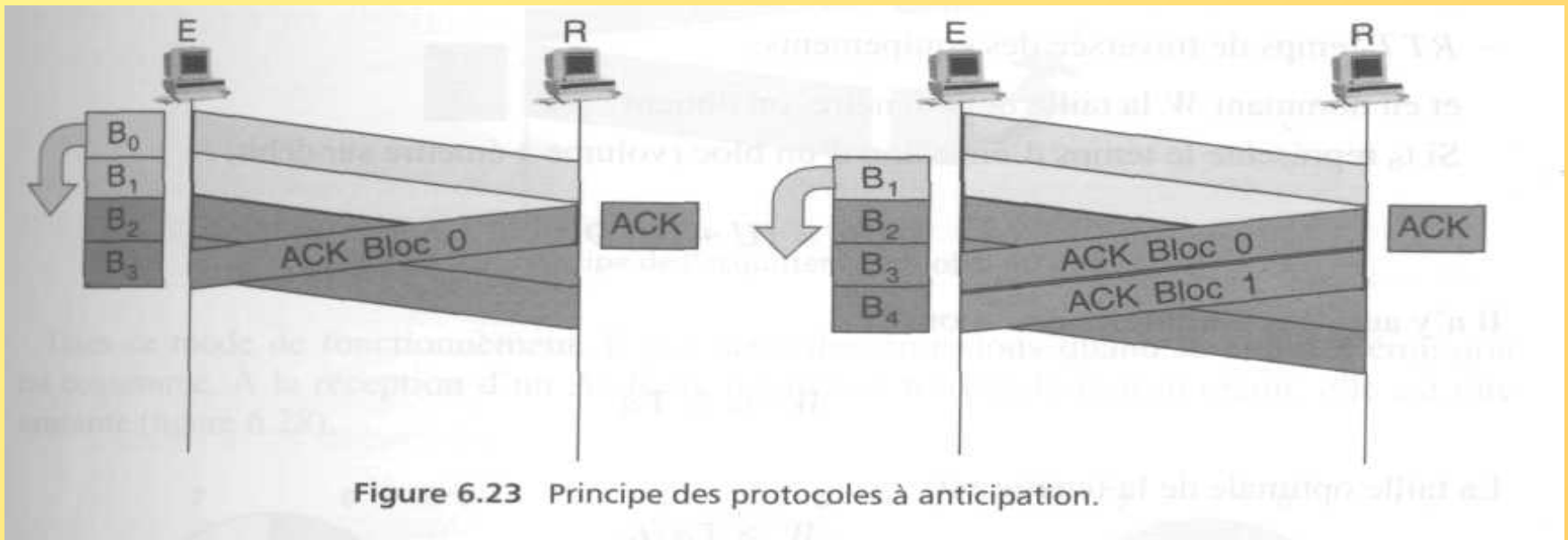


Figure 6.22 Efficacité du mode de base

Protocoles à anticipation

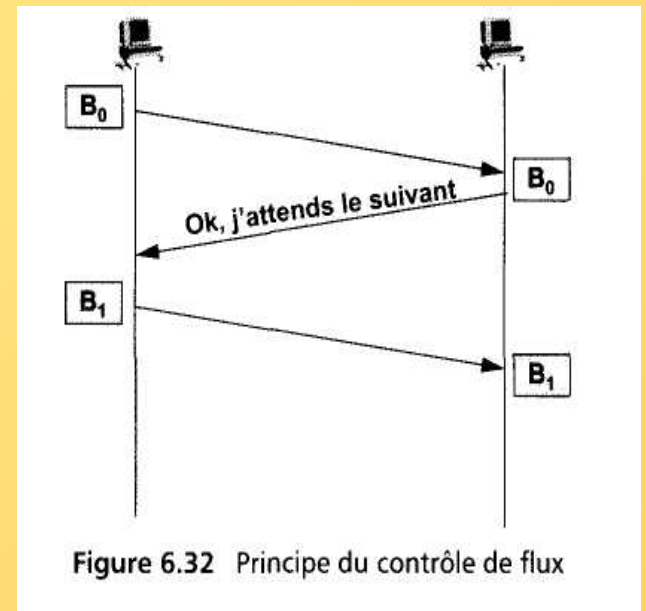
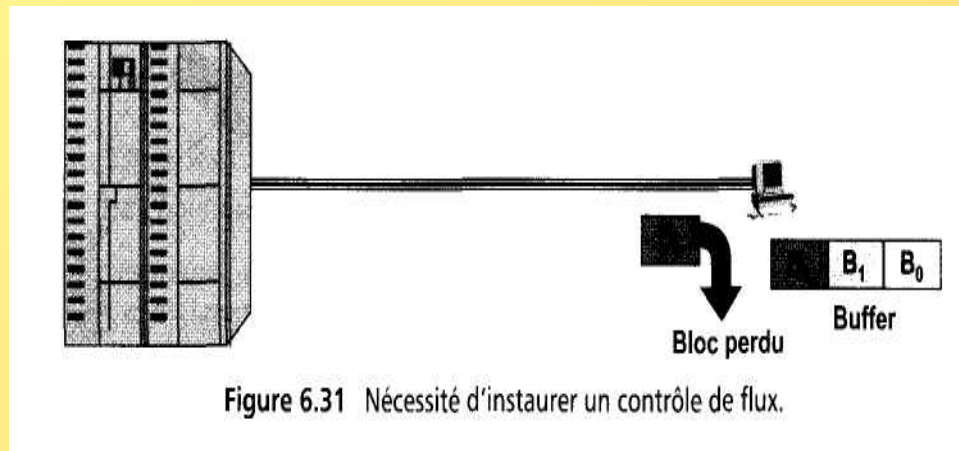
- Principe

- Problème : attente du ACK \Rightarrow anticipation
- Bufferisation et fenêtre d'anticipation
- Taille optimale : $W \approx T_a / t_b$



Contrôle de flux

- Définition
 - Fenêtre d'anticipation et fenêtre de réception
 - Asservissement de la cadence d'émission sur la capacité de réception



Liaison en point à point HDLC

- HDLC : High-level Data Link Control
- Protocole orienté bit
- Normalisé par UIT en 1974
- Dérivé de SDLC d'IBM

Format de la trame HDLC

Bits	8	8	8	≥ 0	16	8
	0 1 1 1 1 1 1 0	Address	Control	Data	Checksum	0 1 1 1 1 1 1 0

Champ de contrôle

- (a) Trame d'information
- (b) Trame de supervision
- (c) Trame non numérotée

Bits	1	3	1	3	
(a)	0	Seq	P/F	Next	
(b)	1	0	Type	P/F	Next
(c)	1	1	Type	P/F	Modifier

Liaison PPP (Point to Point Protocol) sur Internet

- Utilisée abondamment sur Internet pour relier des routeurs ou des modems (ex. ADSL)
- Prend en charge différents protocoles réseaux

Fonctions de PPP

1. Délimiter les paquets et détecter les erreurs
2. Link Control Protocol : gérer une liaison connectée
3. Network Control Protocol : négocier les paramètres de la couche réseau

Format de la trame non numérotée

