



INR - Introduction aux Réseaux *INTIGIR*

Année 2014-2015

PMA

Septembre 2014

6. Notions de protocoles

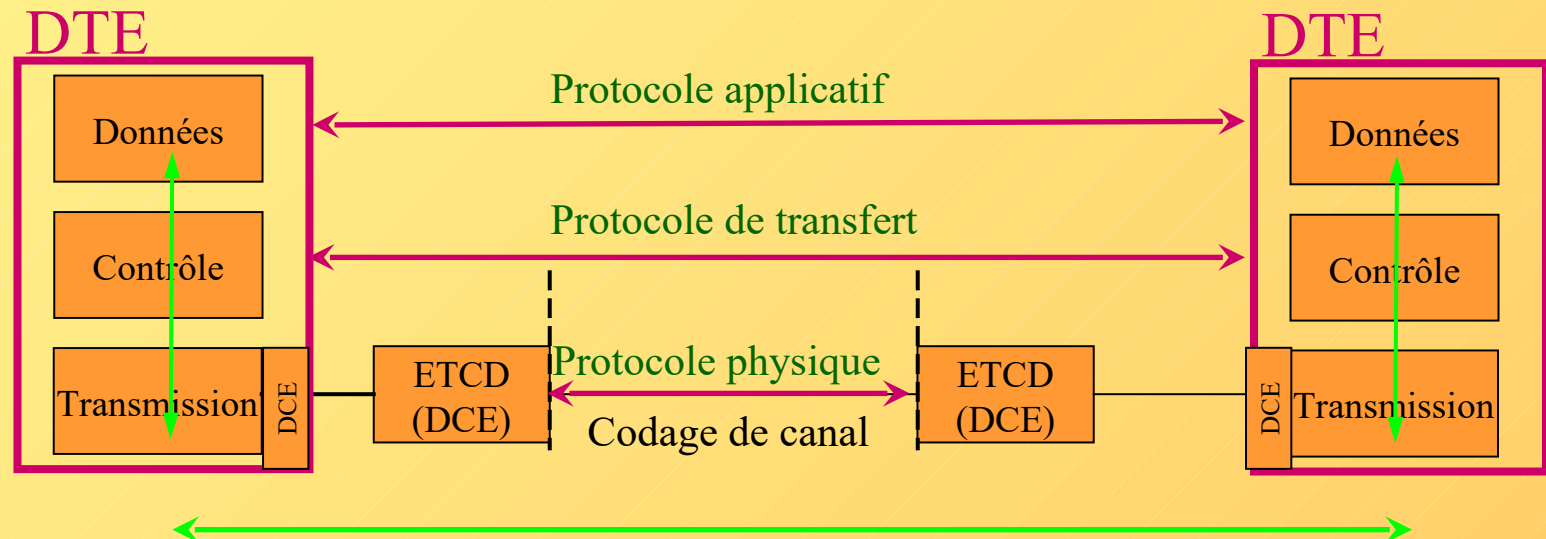
- Définition
- Délimitation des données
- Contrôle d'intégrité
- Contrôle de l'échange
- Signalisation
- Liaison HDLC

Généralités

- Déjà étudié à ce stade du cours
 - Les concepts de base de la transmission d'un flot de bits entre 2 systèmes communicants
 - Conventions électriques au niveau physique
- Nouveau problème à étudier
 - Imperfections du canal
 - Débit limité, délai de transmission, erreurs de transmission, ...
 - Signification des bits ?
 - Comment réaliser un échange fiable et efficace de données entre 2 machines sur un canal de transmission ?
- Solution : convenir d'un protocole
 - Ensemble de conventions préétablies visant à réaliser un échange fiable de données entre deux entités.

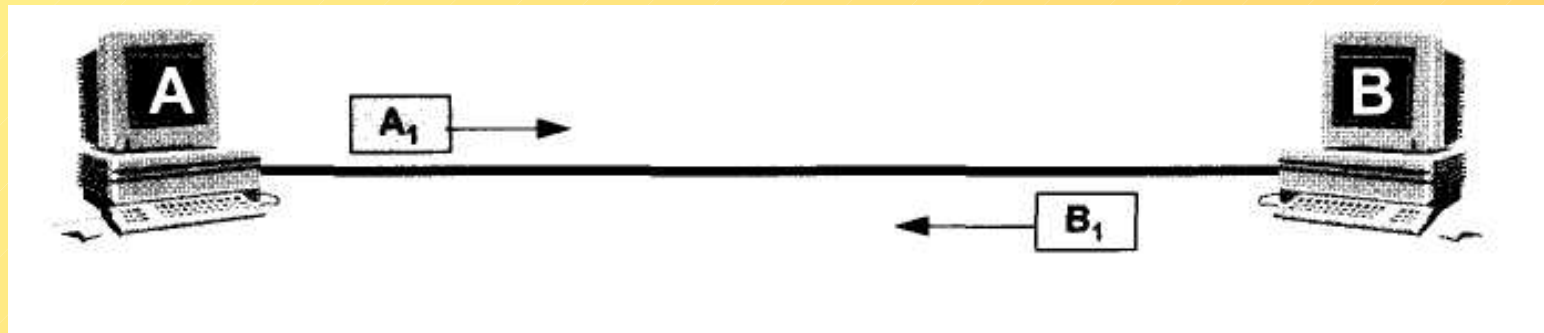
Notion de protocoles - Décomposition du problème sur 3 niveaux

- Niveau applicatif
 - ✂ → signification et formats des données à transmettre ex. file download ou video streaming
- niveau physique
 - ✂ → Protocole électrique : bits et train de bits codés sur le signal
- Niveau intermédiaire logique ou liaison
 - ✂ → responsable de l'échange de données fiable et performant



Le protocole de transfert assure

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



Notion de fanion

Fonctions :

- délimitation des données : caractère spécial ‘fanion’
- synchronisation de l’horloge de réception
- synchronisation caractère : traduire un flux de bits en flux de bytes

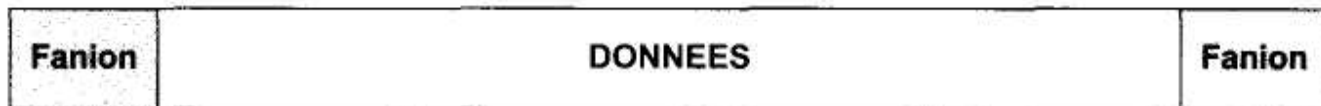
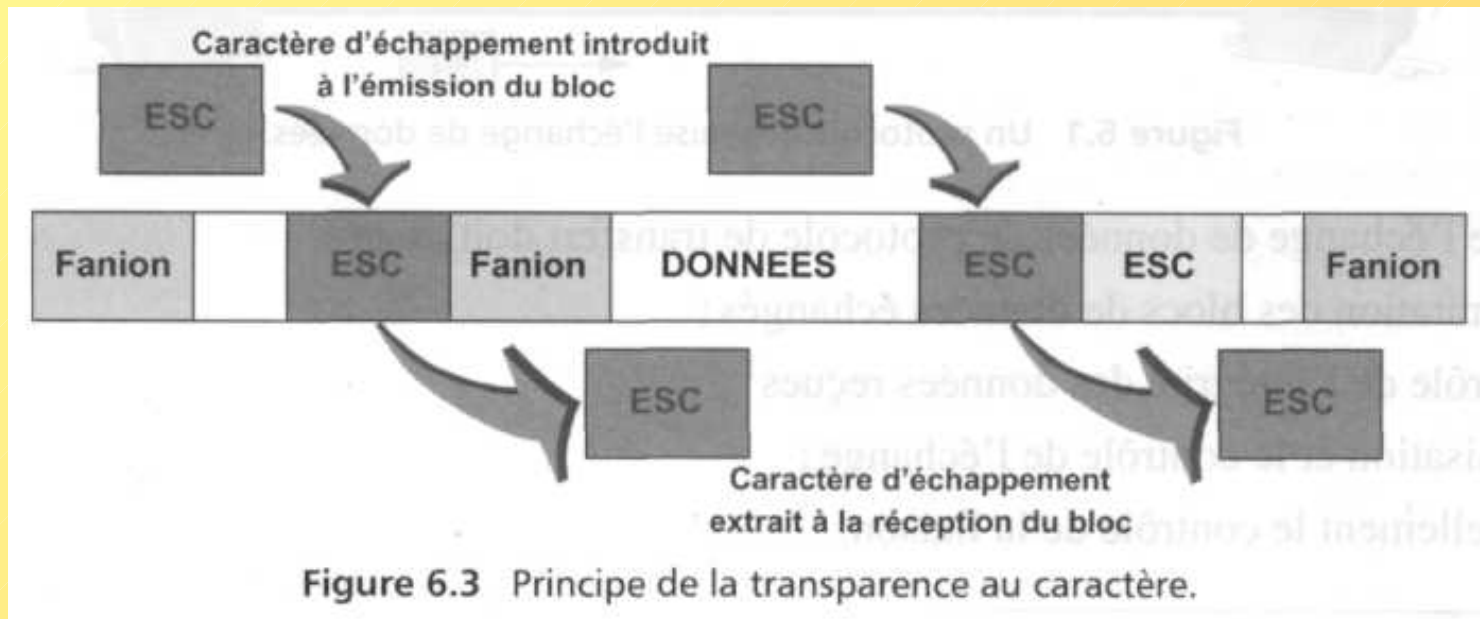


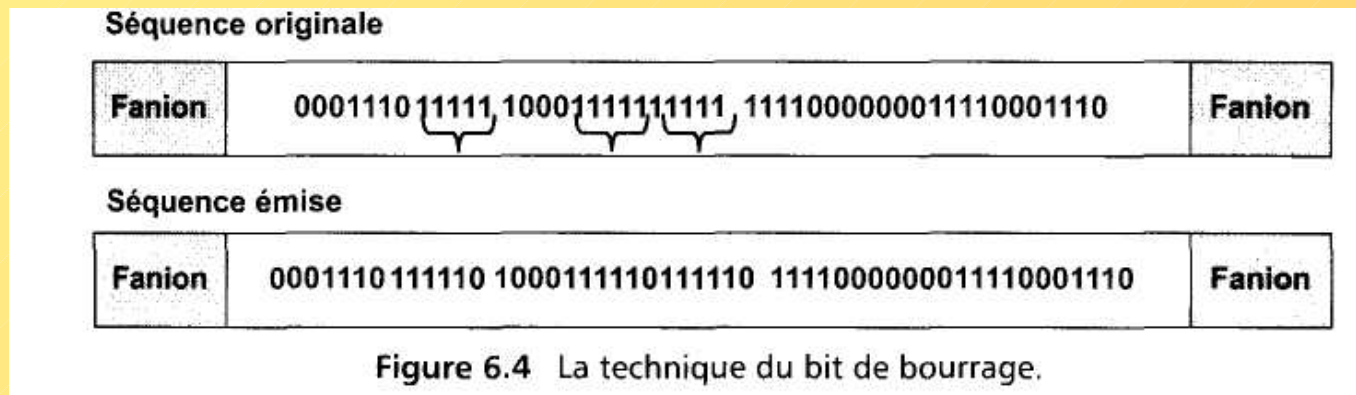
Figure 6.2 Délimitation des données par fanions.

Notion de transparence



Notion de transparence

- Protocoles orientés caractère
 - caractère d'échappement
 - caractères de contrôle de l'échange
- Protocoles orientés bits
 - champ de contrôle
 - fanion et bit de bourrage



- Protocoles à haut débit : codage nBmB

Contrôle d'intégrité

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

Notion d'erreur

- Bruits, désynchronisation des horloges, ...
- Taux d'erreur binaire : $T_{eb} = N_{b.err} / N_{b.tr}$
- T_{eb} varie de 10^{-4} (RTC) à 10^{-9} (LAN), 10^{-12} (f.o.)
- Probabilité de recevoir un message erroné augmente avec la taille du bloc à transmettre

Principe de détection d'erreur

- Information de détection → redondance d'info.
- Différentes techniques
 - Par écho
 - Par répétition
 - Par clé calculée
 - Et avec correction d'erreur par code (ex. nBmB)

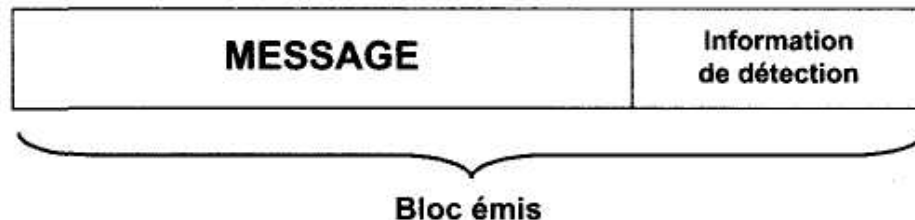


Figure 6.5 Principe de la correction d'erreur par redondance d'information.

Détection d'erreur par clé calculée

- Principe
 - Calcul d'une séquence de contrôle CTL
 - Différents opérateurs possibles

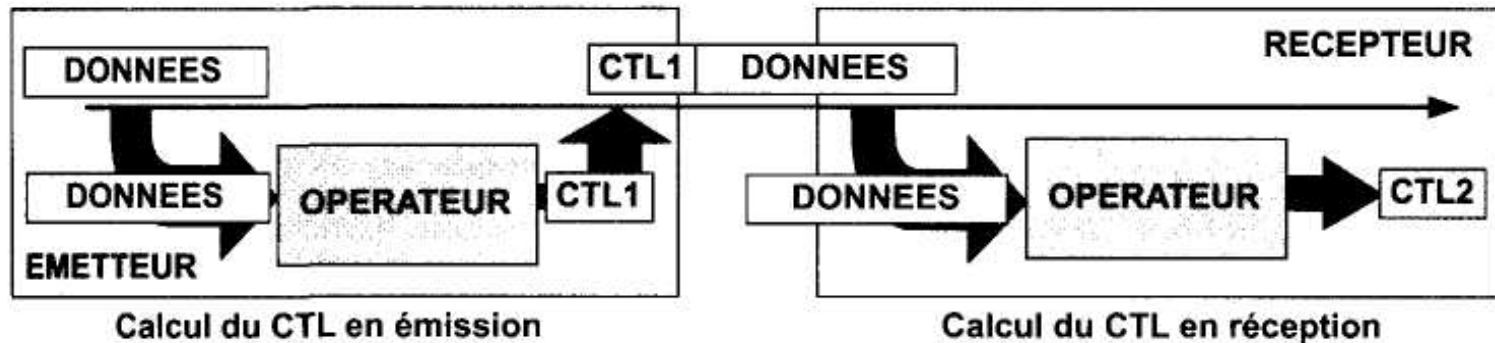


Figure 6.6 Principe de la détection d'erreur par clé calculée.

Détection d'erreur par clé calculée

- Techniques du bit de parité
 - VRC (1 bit) pour 1 caractère
 - LRC (1 mot) pour un bloc de bits

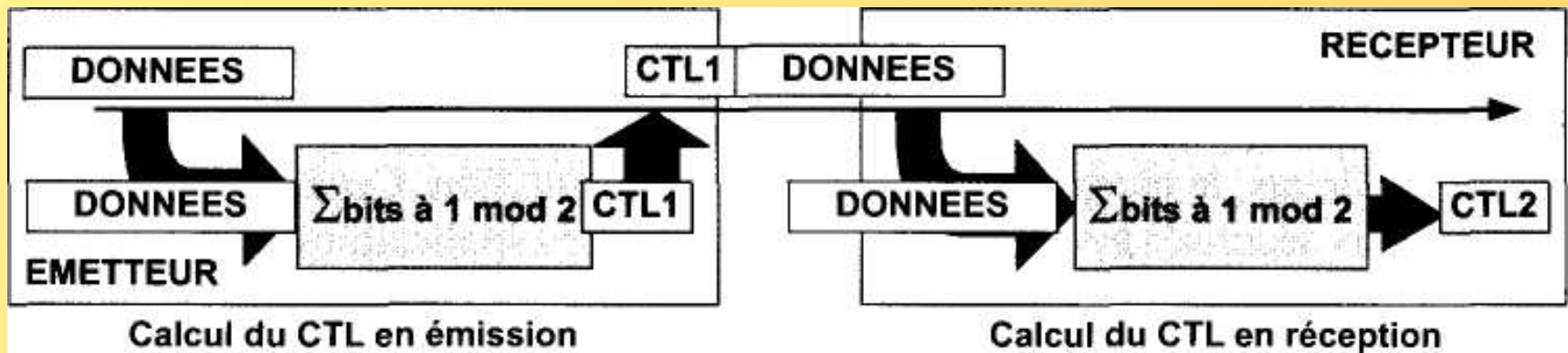


Figure 6.7 Mécanisme du bit de parité.

Détection d'erreur par clé calculée

- **VRC** : en **transmission asynchrone** ajout d'un bit de redondance (verticale !) par caractère transmis
- ex. code ASCII à 7 bits

Caractère	O	S	I
Bit 0	1	1	1
Bit 1	0	0	0
Bit 2	0	1	0
Bit 3	1	0	1
Bit 4	1	0	0
Bit 5	1	1	0
Bit 6	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Bit de Parité	1	0	1
Bit d'impairité	0	1	0

Détection d'erreur par clé calculée

- **VRC + LRC** : en transmission synchrone VRC par caractère transmis + 1 byte LRC

Caractères	O	S	I	LRC
Bit 0	1	1	1	1
Bit 1	0	0	0	0
Bit 2	0	1	0	1
Bit 3	1	0	1	0
Bit 4	1	0	0	1
Bit 5	1	1	0	0
Bit 6	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
VRC	1	0	1	0
=>	<u>1001111</u> 1	<u>1010011</u> 0	<u>1001001</u> 1	<u>1010101</u> 0
	O	S	I	LRC

Détection d'erreur par clé calculée

- Détection par clé calculée
 - Clé CRC ou FCS, $P(x)$, $G(x)$ et $R(x)$
 - Normalisation des polynômes générateurs

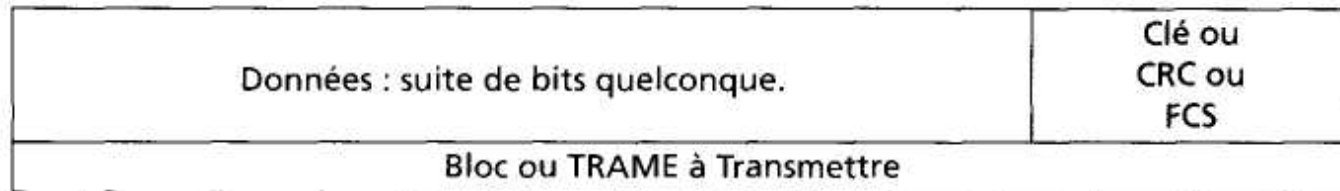


Figure 6.12 Structure d'un bloc de bits protégé par clé calculée.

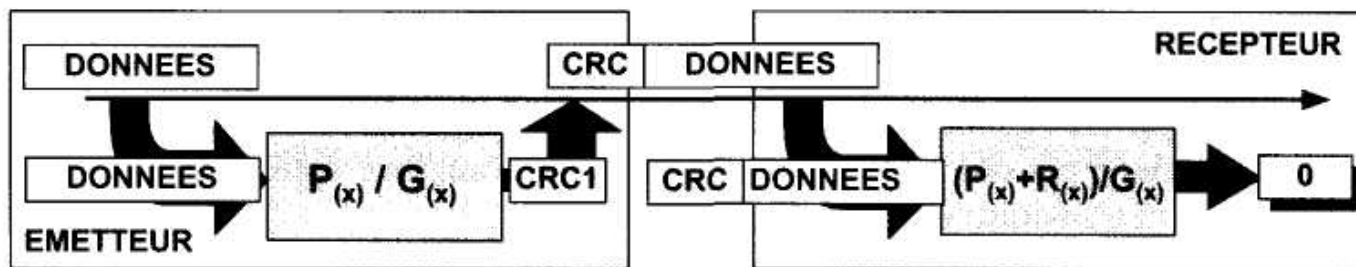


Figure 6.15 Détection d'erreur par CRC.

Les codes autocorrecteurs

- Code et distance de Hamming
 - Code introduisant 1 distance de Hamming 'n'
 - Détection : si 1 erreur sur (n-1) bits
 - Correction : si 1 erreur sur (n-1)/2 bits
 - Ex. bit de parité

Mots naturels	Mots codes
00	10011
01	10111
10	01001
11	01110

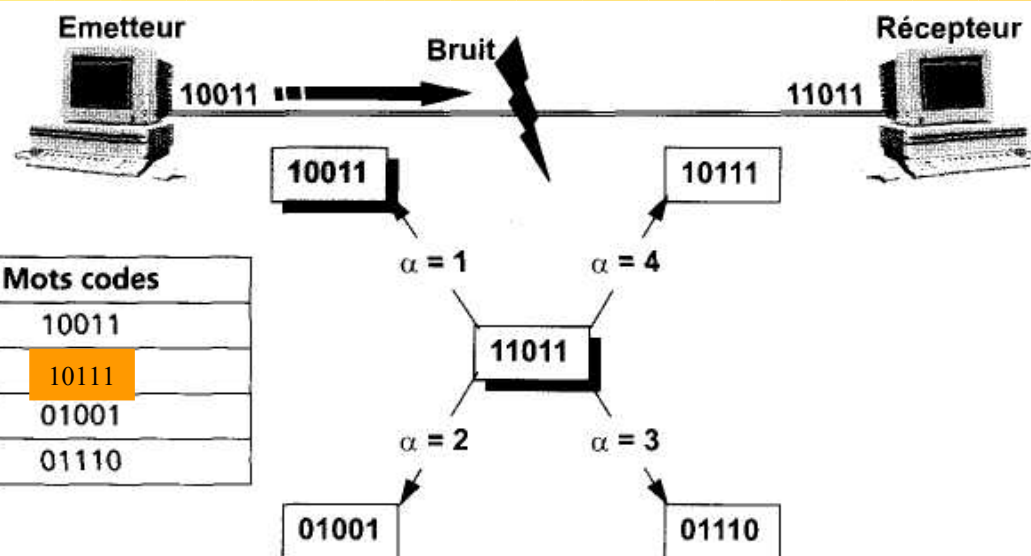


Figure 6.16 Estimation du mot reçu.

Le contrôle de l'échange

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

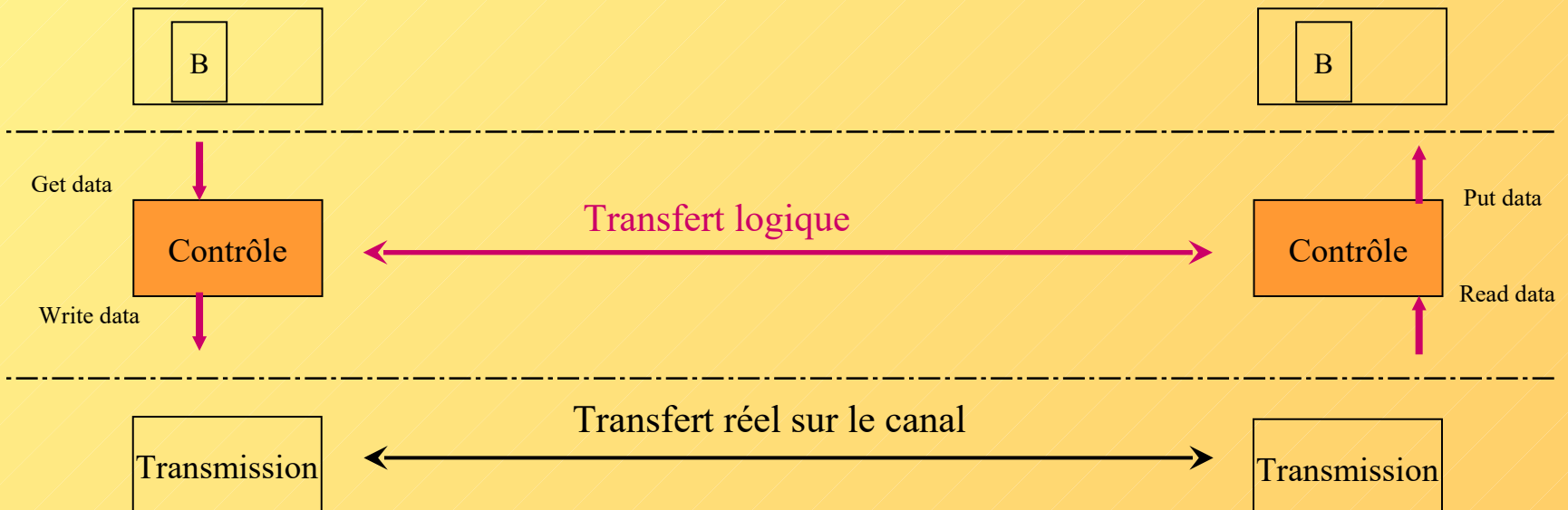
Conception d'un protocole de transfert de blocs de données

Côté émetteur

- « Get data », Traitement pour émission (CRC, fanions), « Write data »

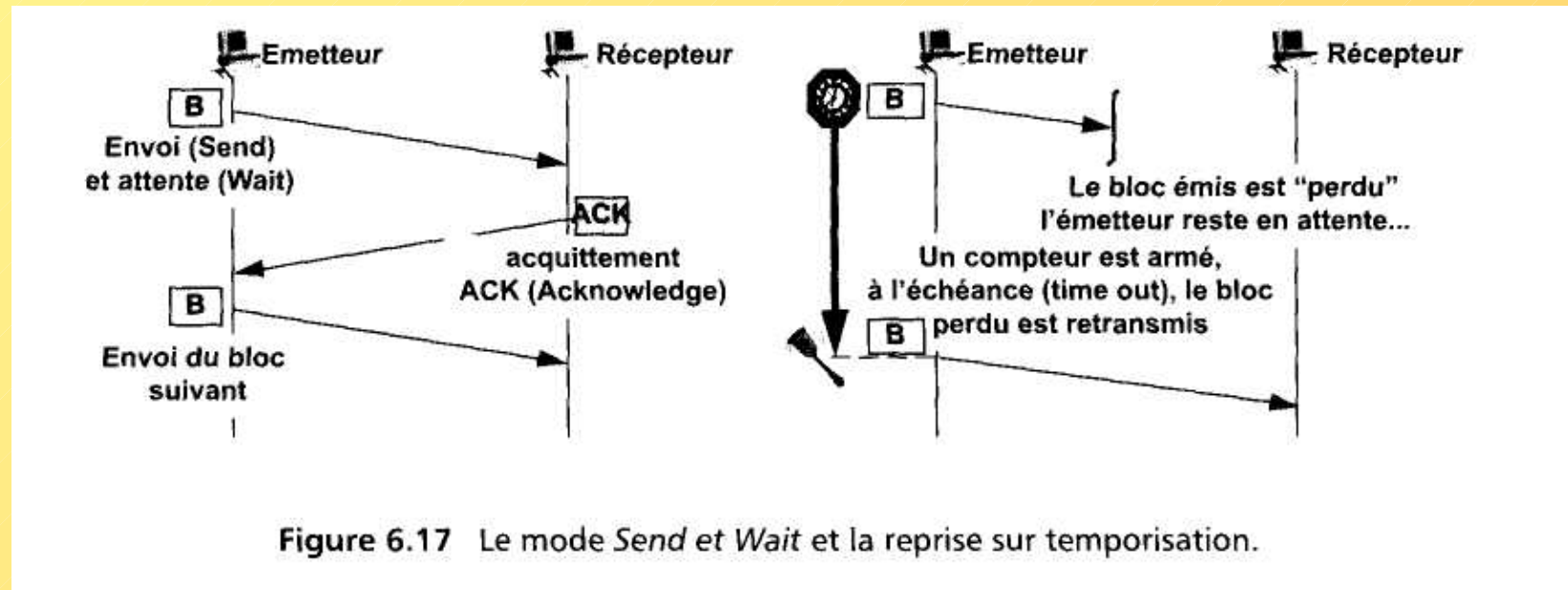
Côté récepteur

- « Read data », Traitement en réception (fanion, CRC)
- Si ok → « put data » vers niveau supérieur
- Si nok → ??



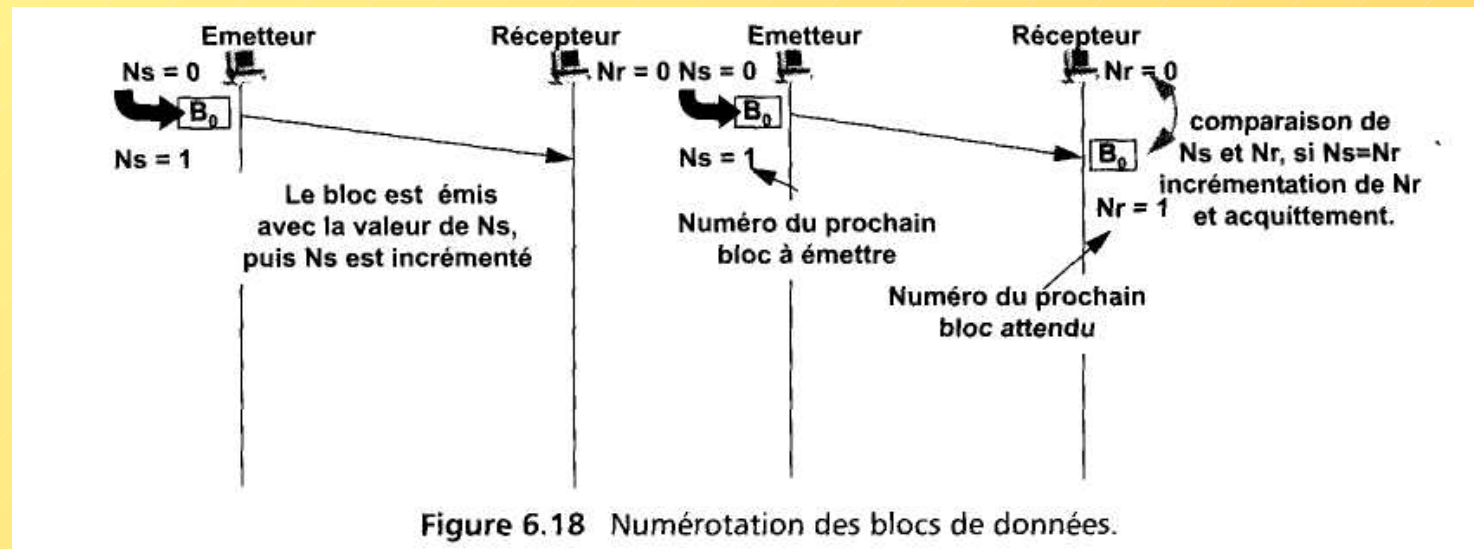
Mécanismes de base

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



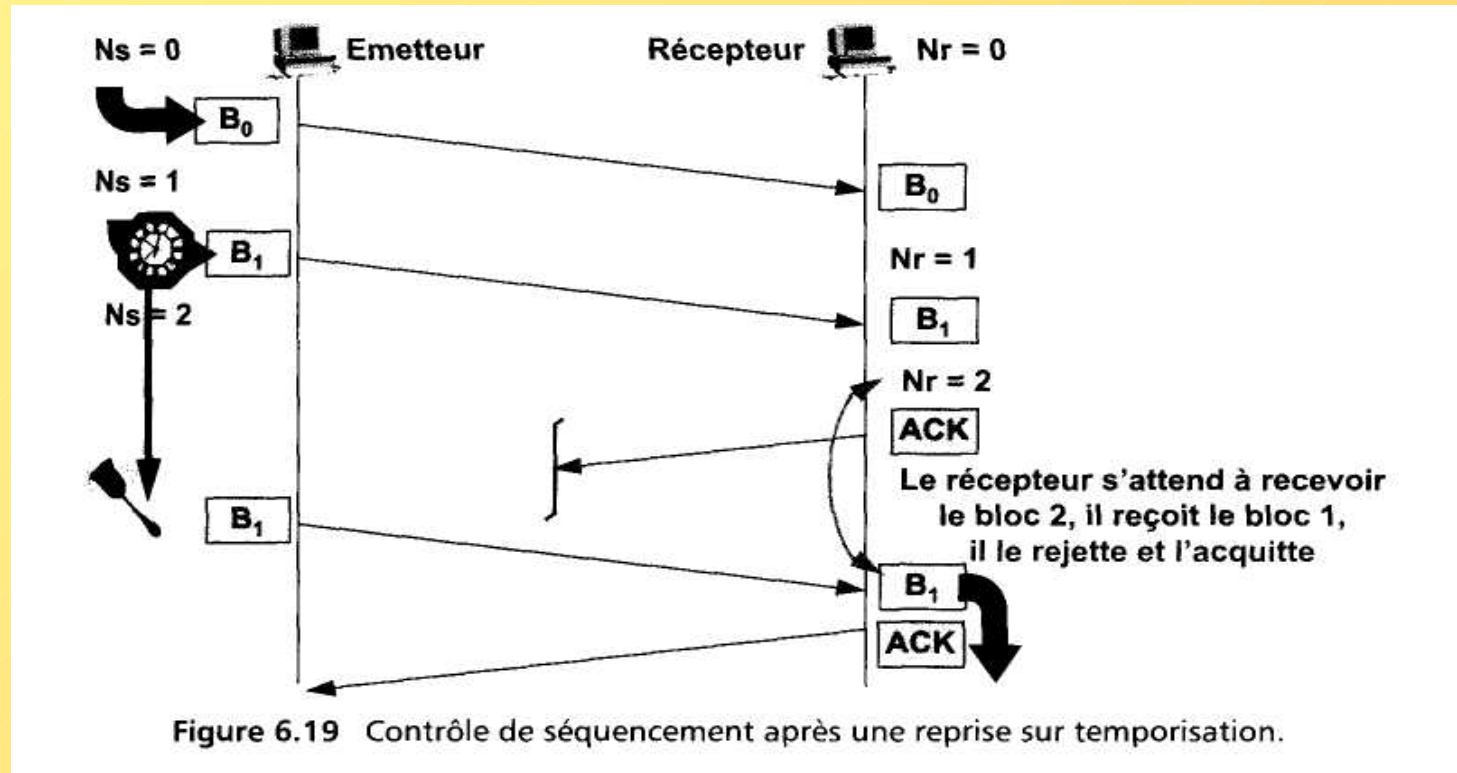
Mécanismes de base

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



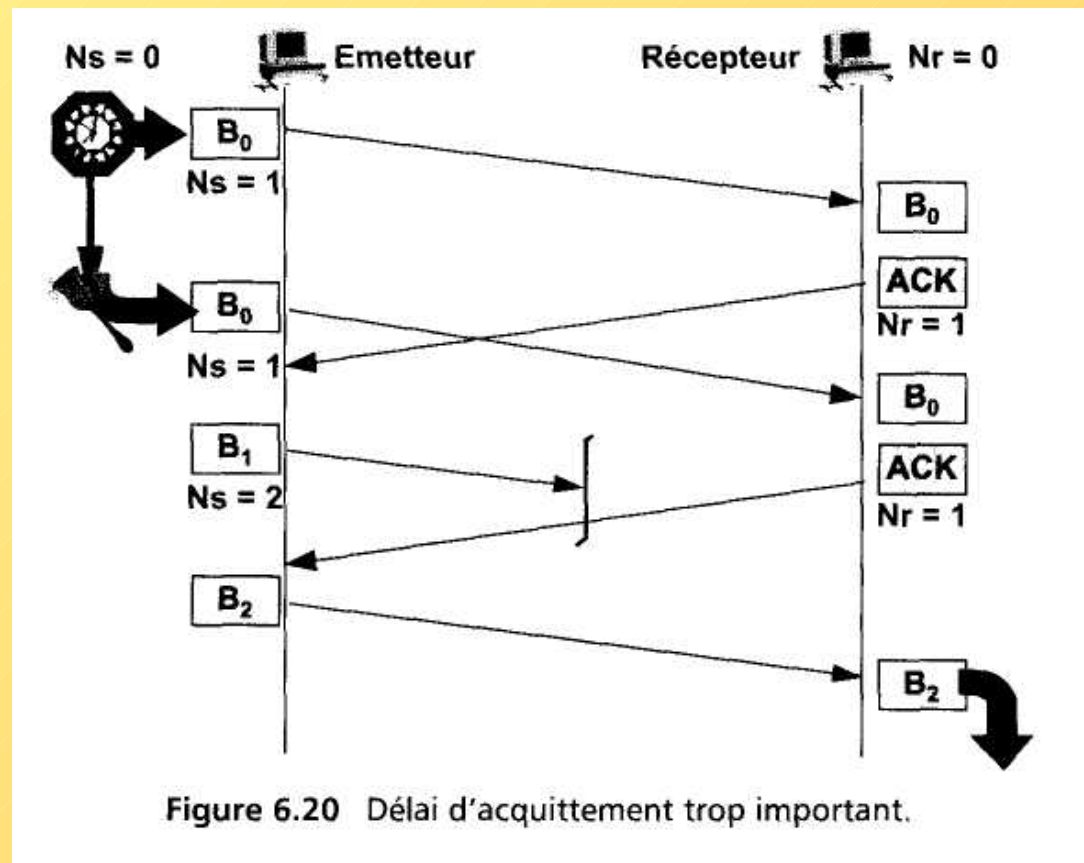
Mécanismes de base

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



- Délais de transmission importants

Désynchronisation des
ACK et bloc perdu
Solution : numérotation
des ACK



Mécanismes de base

- **Efficacité du protocole** : informations de contrôle + délai d'acquittement (RTT : Round Trip Time)

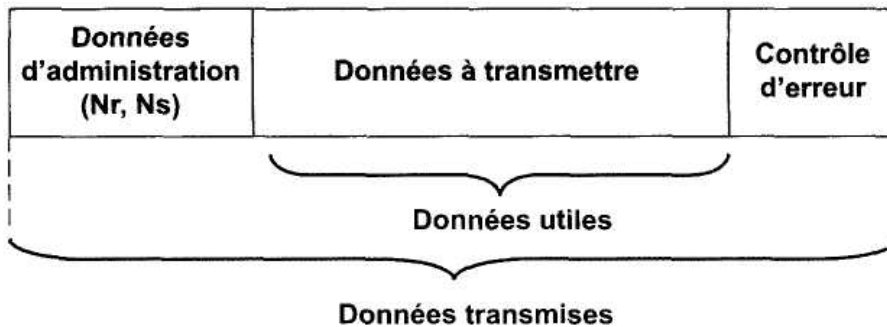


Figure 6.21 Structure de base d'un bloc d'information.

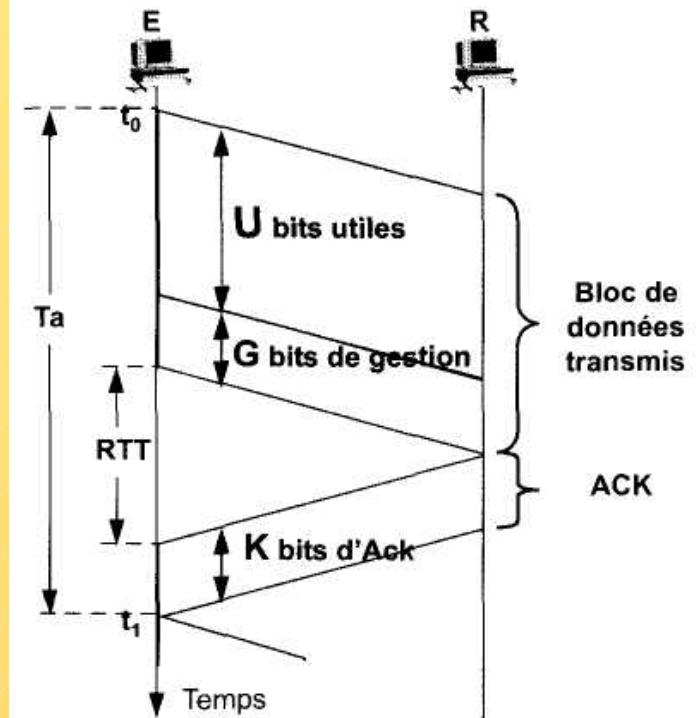
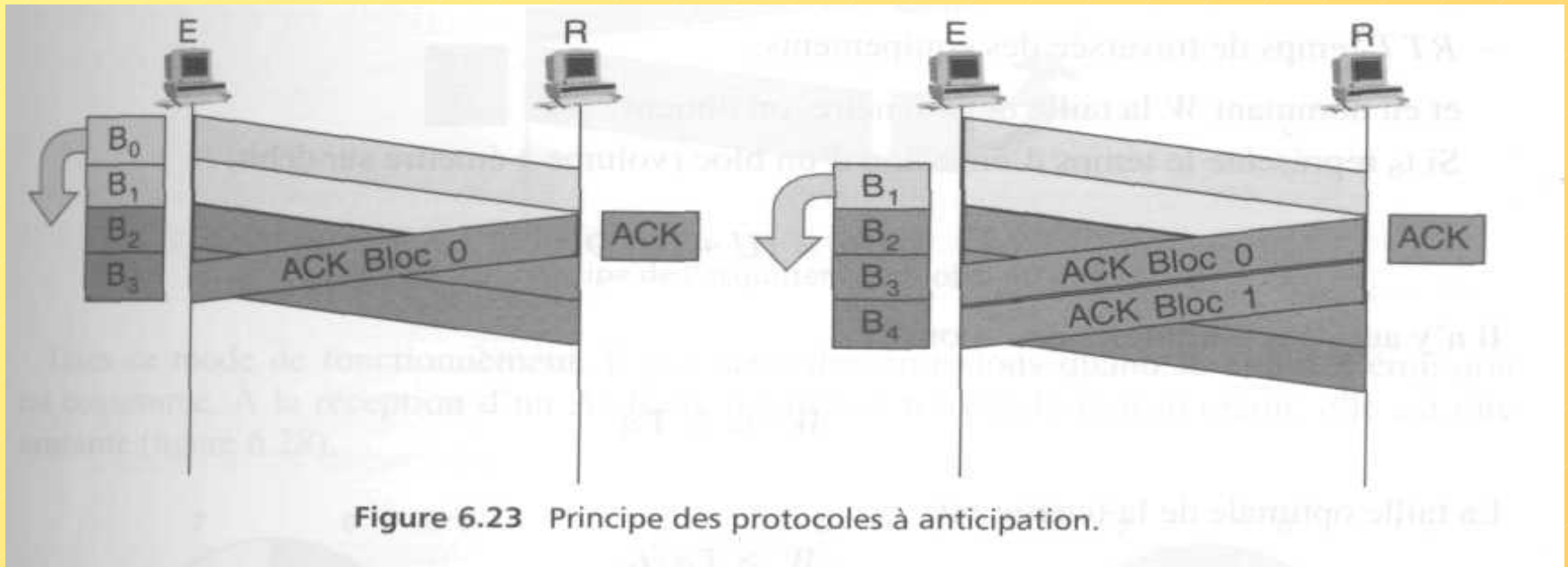


Figure 6.22 Efficacité du mode de base

- Sans erreur : $E_0 = U / (T_a \times D)$
- Avec erreurs : $E_{err} = E_0 (1 - t_e)^N$

Protocoles à anticipation

- Principe
 - Problème : attente du ACK → anticipation
 - Bufferisation et fenêtre d'anticipation W
 - W : Taille optimale si l'émission est continue



Contrôle de flux

- Définition du problème
 - capacité récepteur < capacité émetteur
- Principe
 - Asservissement de la cadence d'émission sur la réception



Figure 6.31 Nécessité d'instaurer un contrôle de flux.

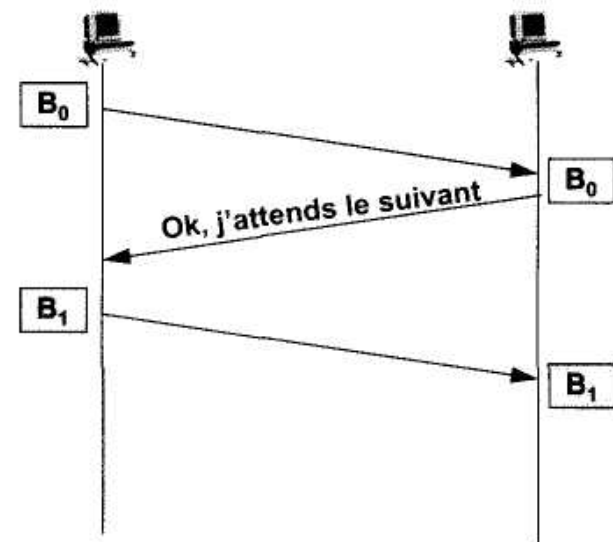


Figure 6.32 Principe du contrôle de flux

Définition

- Contrôle et supervision de la liaison
 - Établir la liaison = bloquer des ressources
 - Contrôler et superviser la liaison durant l'échange
 - Libérer la liaison = libérer les ressources

HDLC : protocole de liaison point à point

- Normalisé par l'UIT en 1976
- Unité de transfert : la trame
- Fanions en absence de trame pour garder la synchronisation
- Mode de signalisation : dans la bande

