

Université de Gabès

---*---

Faculté des Sciences de Gabès

---*---

Département informatique



Chapitre 3

La couche liaison de données

Haifa Touati

Plan

- 1- Introduction
 - 2- Transfert de l'information utile
 - 3- Protection contre les erreurs
 - 4- Contrôle de flux
 - 5- Exemple : HDLC
 - 6- Couche liaison de données dans les réseaux locaux
-

Introduction

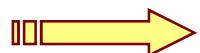
But : Transmettre une suite de bits

Problèmes:

Erreur de transmission (émission de 0 → reçu 1)

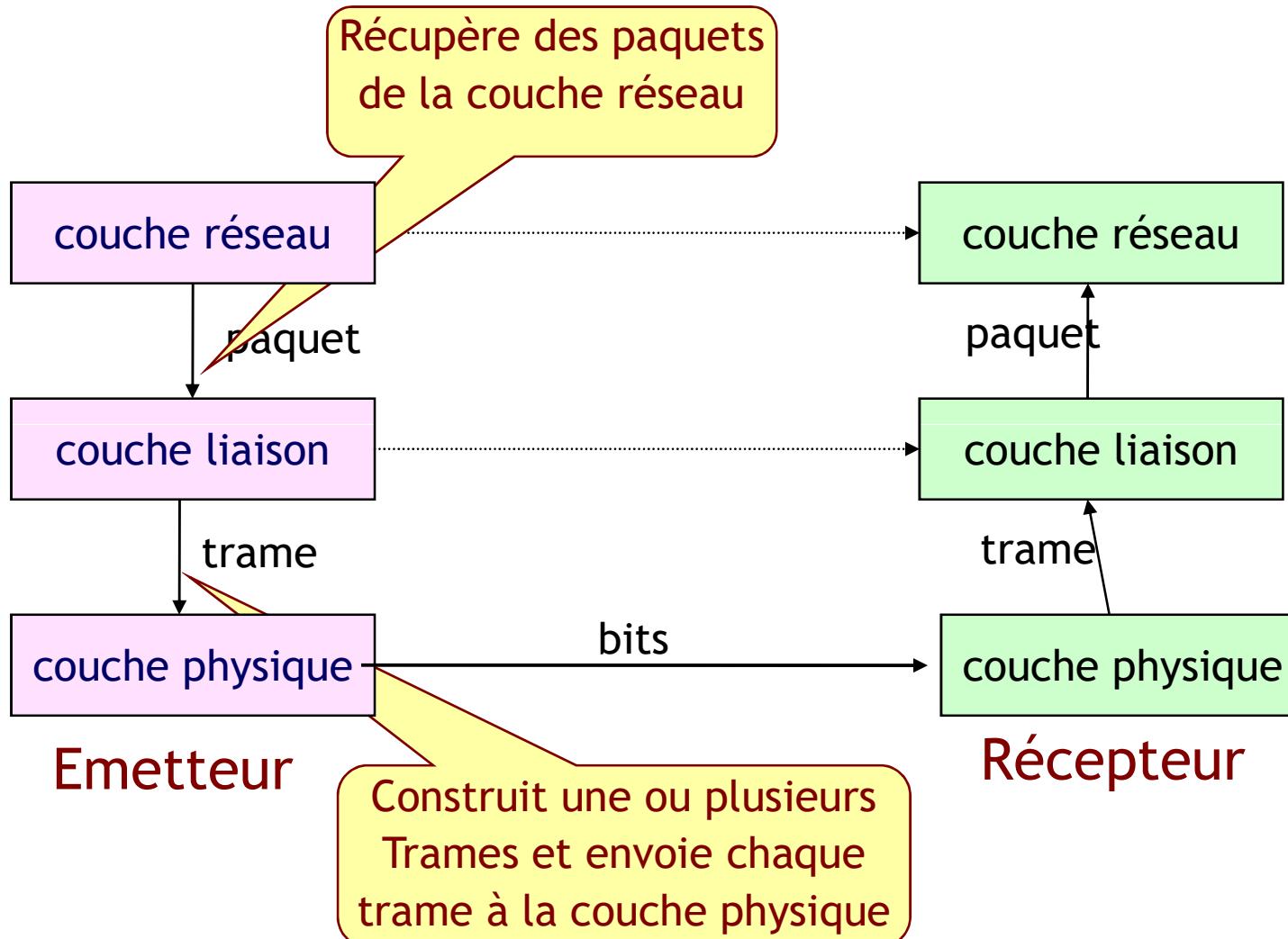
Coupure de ligne

Panne de l'émetteur ou du récepteur



Nécessité de délimiter les unités de données, de lutter contre les erreurs et la duplication, d'assurer le contrôle de flux et le séquencement et parfois d'identifier les destinations (et origines) de l'information.

Introduction



Plan

1- Introduction

2- Transfert de l'information utile

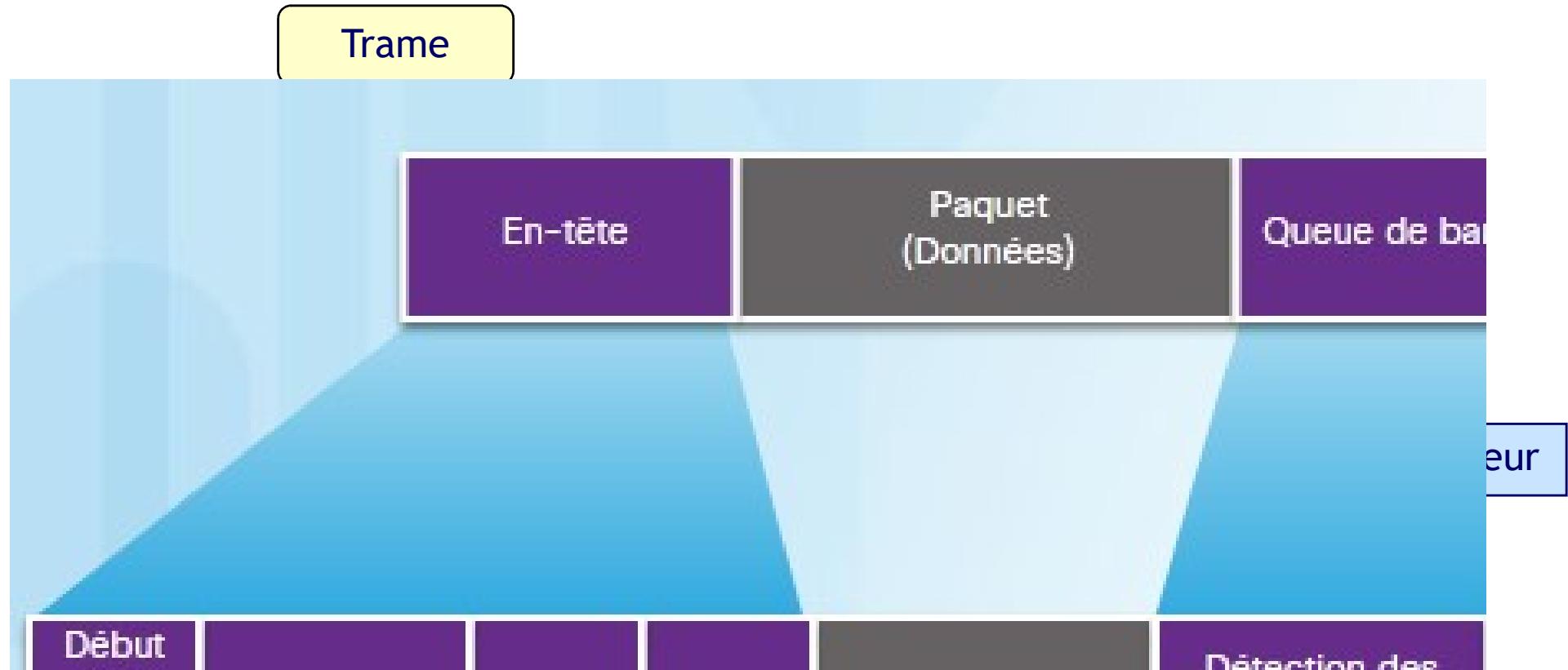
3- Protection contre les erreurs

4- Contrôle de flux

5- Exemple : HDLC

6- Couche liaison de données dans les réseaux locaux

Transfert de l'information utile: Structure de la trame



Transfert de l'information utile: Délimitation des trames

Comment identifier
le début et la fin de trame?



Une séquence particulière de bits, dite délimiteur ou **fanion**, est placée au début et à la fin de chaque trame

Exemple HDLC :

La délimitation se fait par la suite particulière **01111110**

Données à envoyer : 0101100111101

Trame délimitée par 2 fanions : **01111110** 0101100111101 **01111110**

Plan

1- Introduction

2- Transfert de l'information utile

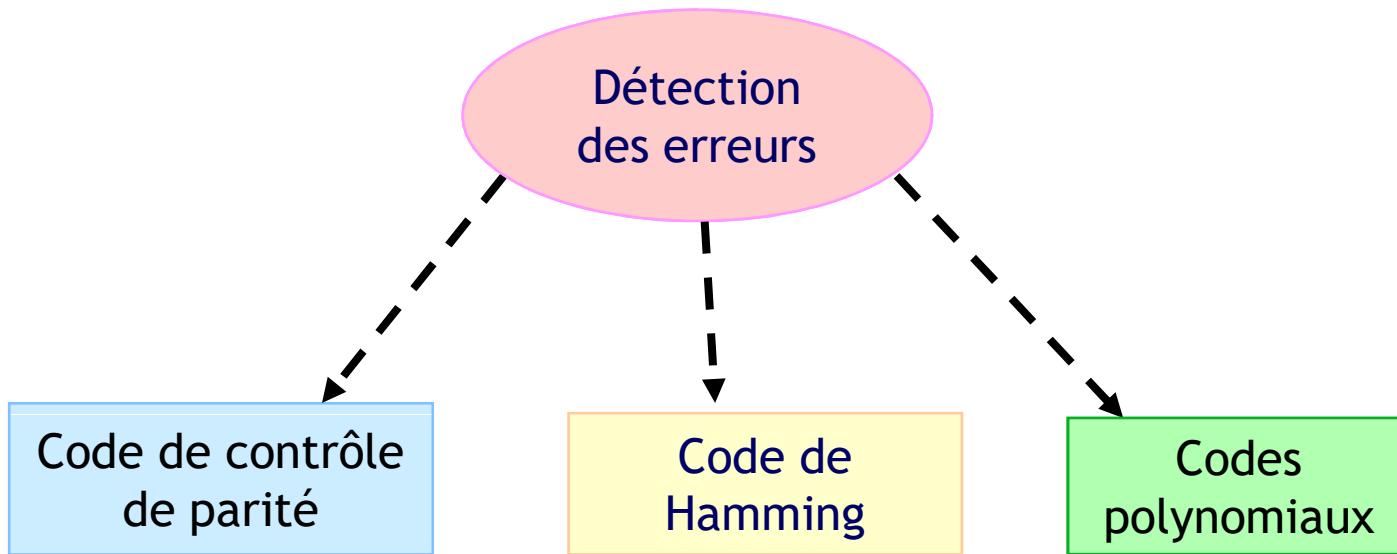
3- Protection contre les erreurs

4- Contrôle de flux

5- Exemple : HDLC

6- Couche liaison de données dans les réseaux locaux

Protection contre les erreurs : Détection des erreurs



- Les codes polynomiaux (CRC) sont les plus utilisés

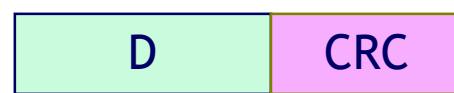
Protection contre les erreurs : Codes polynomiaux

- Le codage consiste à ajouter à D des bits de contrôle appelés: le total (ou somme) de contrôle : checksum ou CRC

Séquence à émettre



Séquence réellement émise



? Comment trouver la valeur du CRC?

- Soit D une séquence binaire à envoyer, on considère que les bits de D sont les coefficients d'un polynôme $D(x)$

Exemple : $D = 110001 \Rightarrow D(x) = x^5 + x^4 + x^0$

- L'émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur le choix d'un polynôme dit générateur $G(x)$

- HDLC utilise le polynôme générateur normalisé: $G(x)=X^{16}+X^{12}+X^5+1$

Protection contre les erreurs : Codes polynomiaux

Émetteur

Étapes	Exemple
D les données à envoyer et k le degré de $G(x)$ 1) Calculer $D(x) * x^k$ (revient à ajouter k zéros à D) 2) Calculer $D(x) * x^k / G(x)$ on obtient le reste $R(x)$ 3) Calculer $T(x) = D(x) * x^k - R(x)$ revient à remplacer les k zéros par $R(x)$	<ul style="list-style-type: none">• $D = 0101\ 1100 \rightarrow D(x) = x^6+x^4+x^3+x^2$• $G(x) = x^8+x^7+x^2+1 \rightarrow k=8$ <p>1. $D(x) * x^8 = x^{14}+x^{12}+x^{11}+x^{10}$</p> <p>2. $R(x) = x^6+x^3+x^2+1 \rightarrow 0100\ 1101$</p> <p>3. $T(x) = x^{14}+x^{12}+x^{11}+x^{10} + x^6+x^3+x^2+1$ $\rightarrow 0101\ 1100\ 0100\ 1101$</p>

Protection contre les erreurs : Codes polynomiaux

Récepteur

$T(x)$ est le mot transmis par l'émetteur

$T'(x)$ est le mot reçu par le récepteur

Le récepteur effectue le test suivant :

Si $(T'(x) / G(x)$ donne un reste égal à 0) alors
pas d'erreur

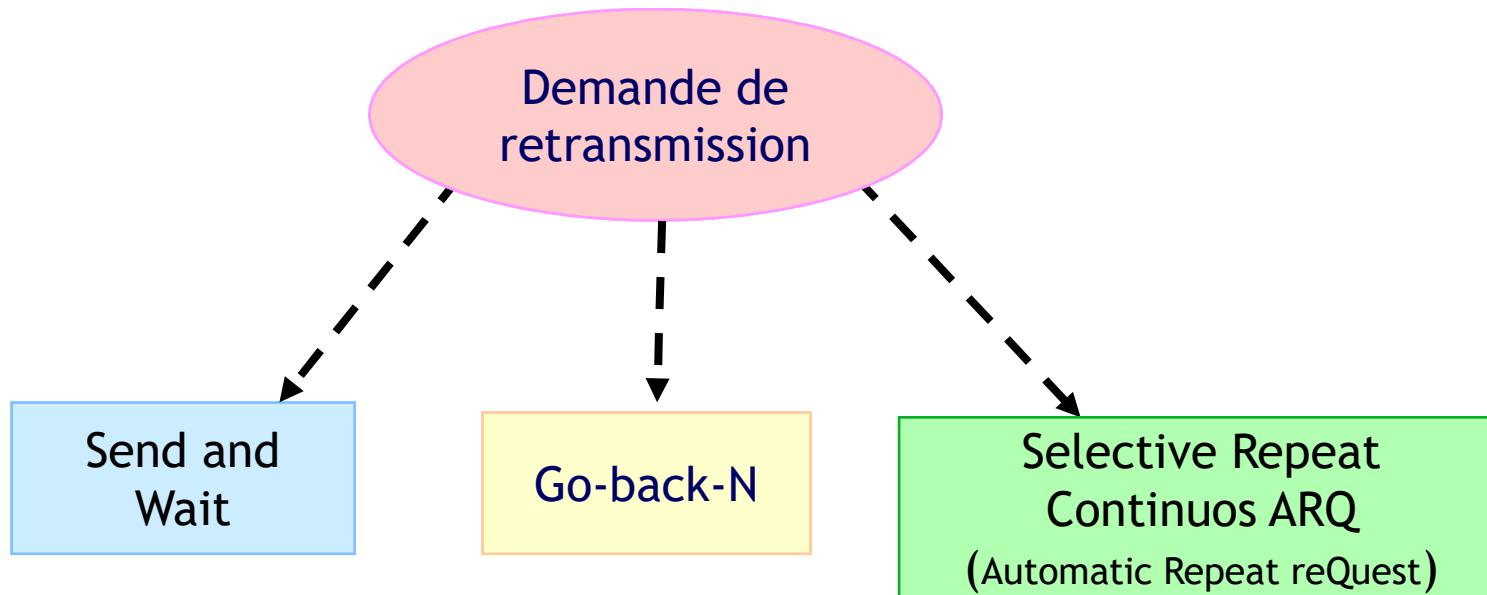
Sinon

erreur

fin si

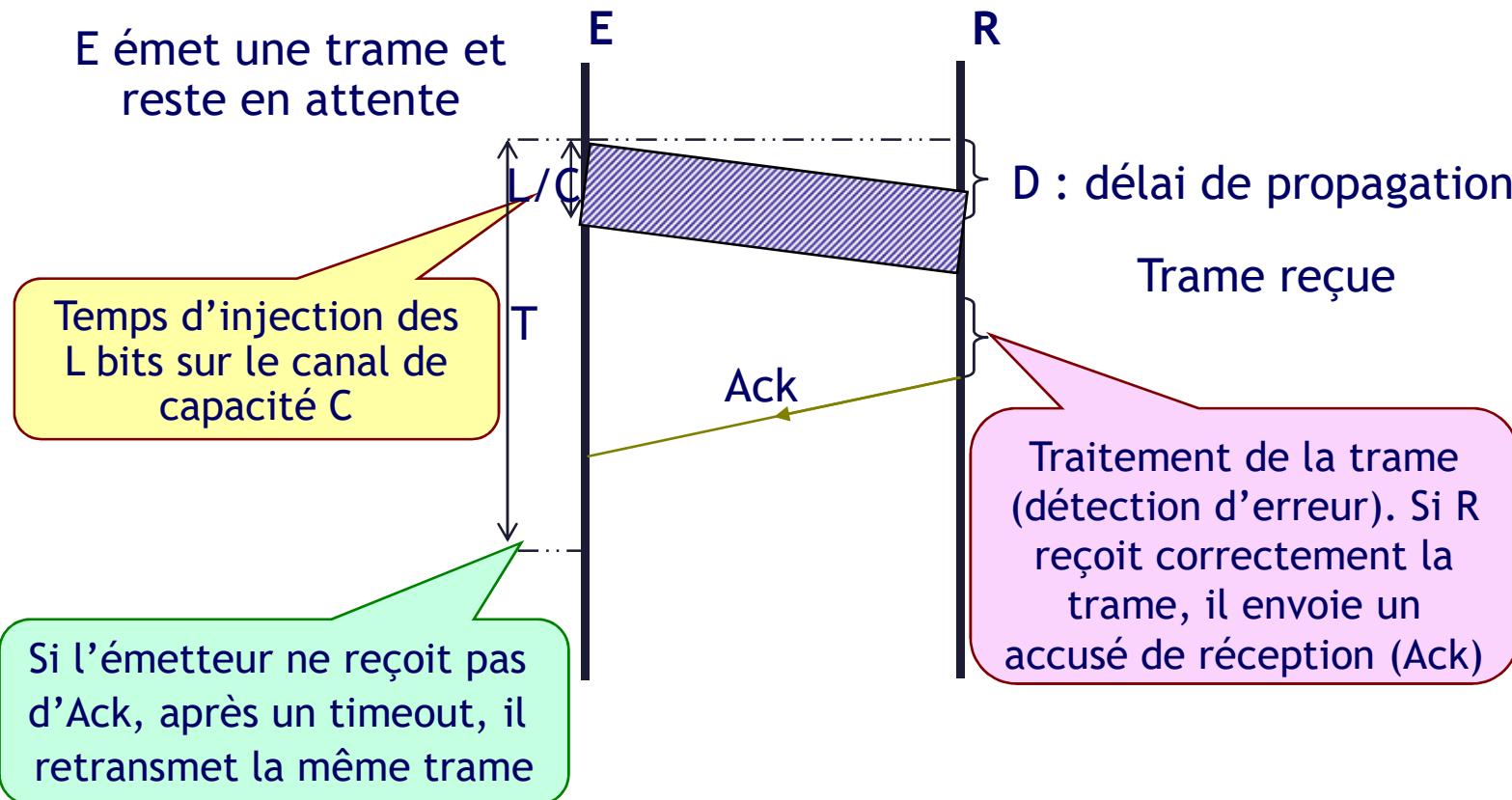
Protection contre les erreurs : Demande de retransmission

- Si une erreur est détectée → demande de retransmission



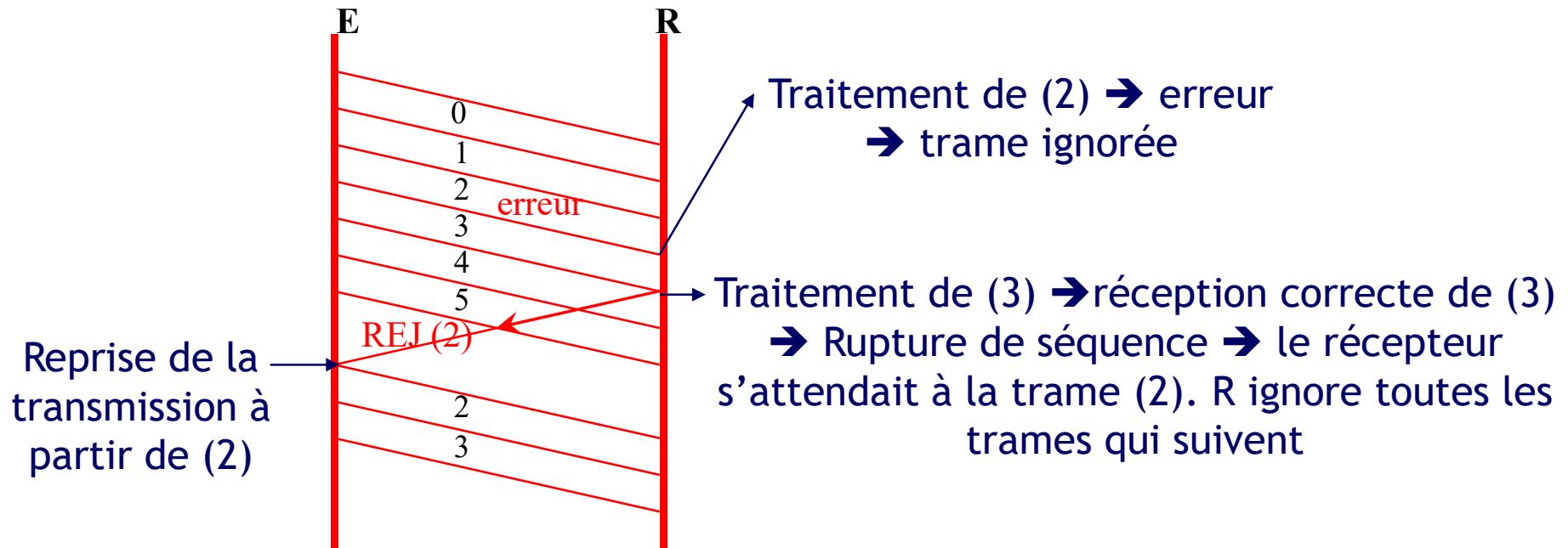
Protection contre les erreurs : Demande de retransmission

Send and Wait



Protection contre les erreurs : Demande de retransmission

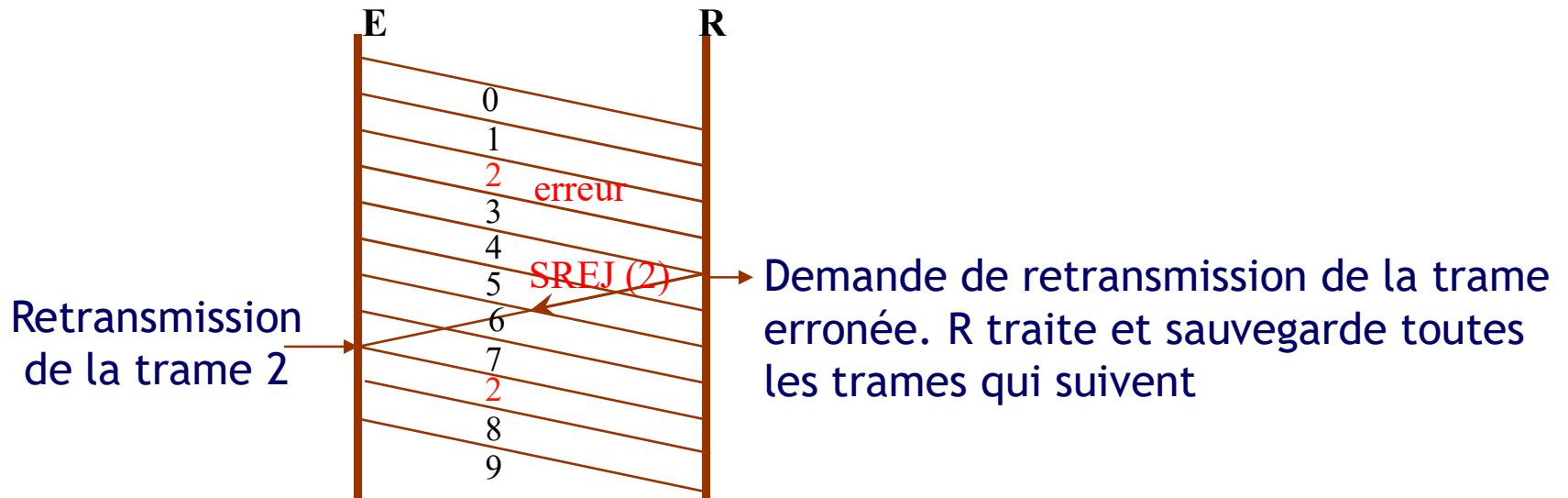
Go-back-N



REJ(2) : ACK jusqu'à 1 et demande de retransmission à partir de la trame (2) (à partir de la trame erronée, cela veut dire que le récepteur va ignorer toutes les trames jusqu'à réception de la trame 2

Protection contre les erreurs : Demande de retransmission

Selective Repeat Continuous ARQ



SREJ(2) → Ack jusqu'à 1 et demande la retransmission du 2

SREJ(4) → Ack jusqu'à 3 et demande la retransmission du 4 SREJ(4) ne peut pas être envoyé qu'après réception correcte de (2)

Plan

1- Introduction

2- Transfert de l'information utile

3- Protection contre les erreurs

4- Contrôle de flux

5- Exemple : HDLC

6- Couche liaison de données dans les réseaux locaux

Contrôle de flux

- Consiste à assurer que le récepteur est toujours apte à recevoir l'information émise par l'émetteur
- **Fonction 1** : permettre au récepteur d'indiquer à l'émetteur d'arrêter momentanément sa transmission

Exemple : HDLC

RNR : Receive Not Ready : demander d'arrêter momentanément l'émission

RR : Receive Ready : indiquer à l'émetteur qu'il peut reprendre sa transmission

- **Fonction 2** : Contrôler le nombre de trames non encore acquittées

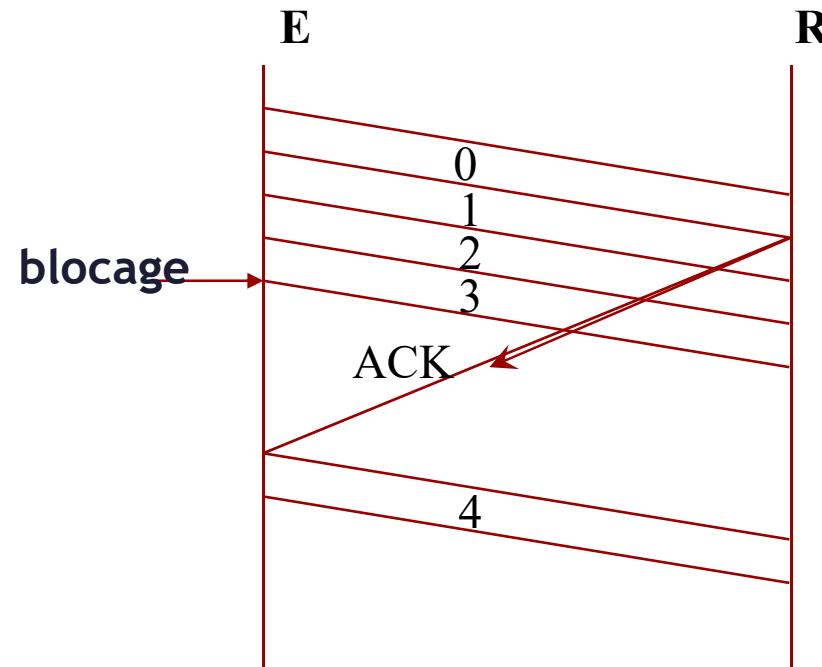
➔ Send and Wait

➔ La notion de fenêtre d'anticipation = le nombre maximal de trames émises et non encore acquittées (W)

Contrôle de flux

Exemple

Si $W = 4$



Plan

1- Introduction

2- Transfert de l'information utile

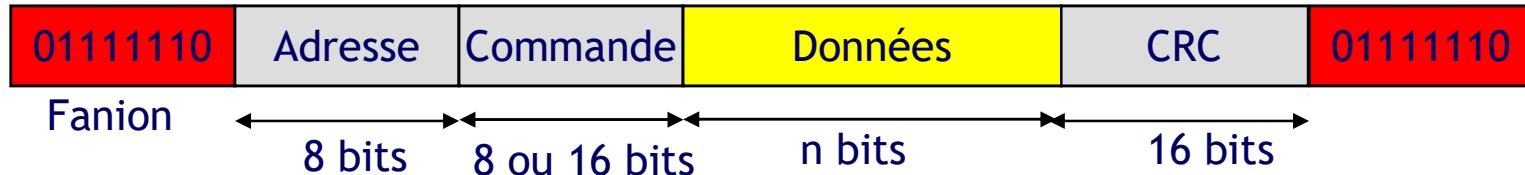
3- Protection contre les erreurs

4- Contrôle de flux

5- Exemple : HDLC

6- Couche liaison de données dans les réseaux locaux

HDLC: Structure de la trame



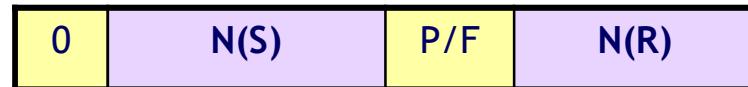
Champ Commande

- Sur 8 bits en mode normal et sur 16 bits en mode étendu
- Trois types de trames :
 - * trames I (Information) : données à transmettre
 - * trames S (Supervisory) : gestion des erreurs et du flux
 - * trames U (Unnumbered) : trame non numérotée, établissement et libération de la liaison

Type de trame	1	2	3	4	5	6	7	8
I	0		N(S)		P/F		N(R)	
S	1	0		S	P/F		N(R)	
U	1	1		M	P/F		M	

HDLC: Structure de la trame

Trame I

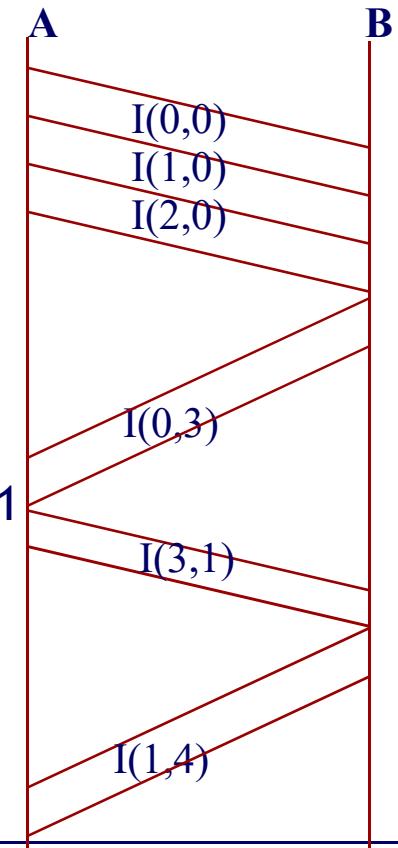


- N(S) : n° de séquence en émission
- N(R) : n° de séquence en réception et ACK jusqu'à N(R)-1
- En mode normal, N(S) et N(R) sont sur 3 bits (modulo(8))
- En mode étendu, N(S) et N(R) sont sur 7 bits (modulo(128))

Exemple

I(3,2): A émet la trame n° 3, attend la trame 2 et acquitte 0 et 1

P/F a deux significations : P(Poll)=1 => invitation à émettre
ou F(Final)=1=> fin de transmission



HDLC: Structure de la trame

Trame S



- Ne comporte pas de numéro $N(S)$, ce champ est récupéré pour coder les fonctions de supervision

⇒ Le champ « **S** » est codé sur 2 bits => 4 fonctions possibles :

S = 00 => RR(N(R)) *Receive Ready* et acquitte jusqu'à $N(R)-1$

S = 10 => RNR(N(R)) *Receive Not Ready* et ACK jusqu'à $N(R)-1$

S = 01 => REJ(N(R)) *Demande de retransmission à partir de N(R)* et ACK jusqu'à $N(R)-1$

S = 11 => SREJ(N(R)) *Demande de retransmission de N(R)* et ACK jusqu'à $N(R)-1$

HDLC: Structure de la trame



- Ce sont des trames de commande qui ne sont pas relatives à d'autres trames (de type I) → ne comportent aucun numéro ni N(S) ni N(R)
- M sur 5 bits → 2^5 possibilités qui ne sont pas toutes utilisées

Exemple

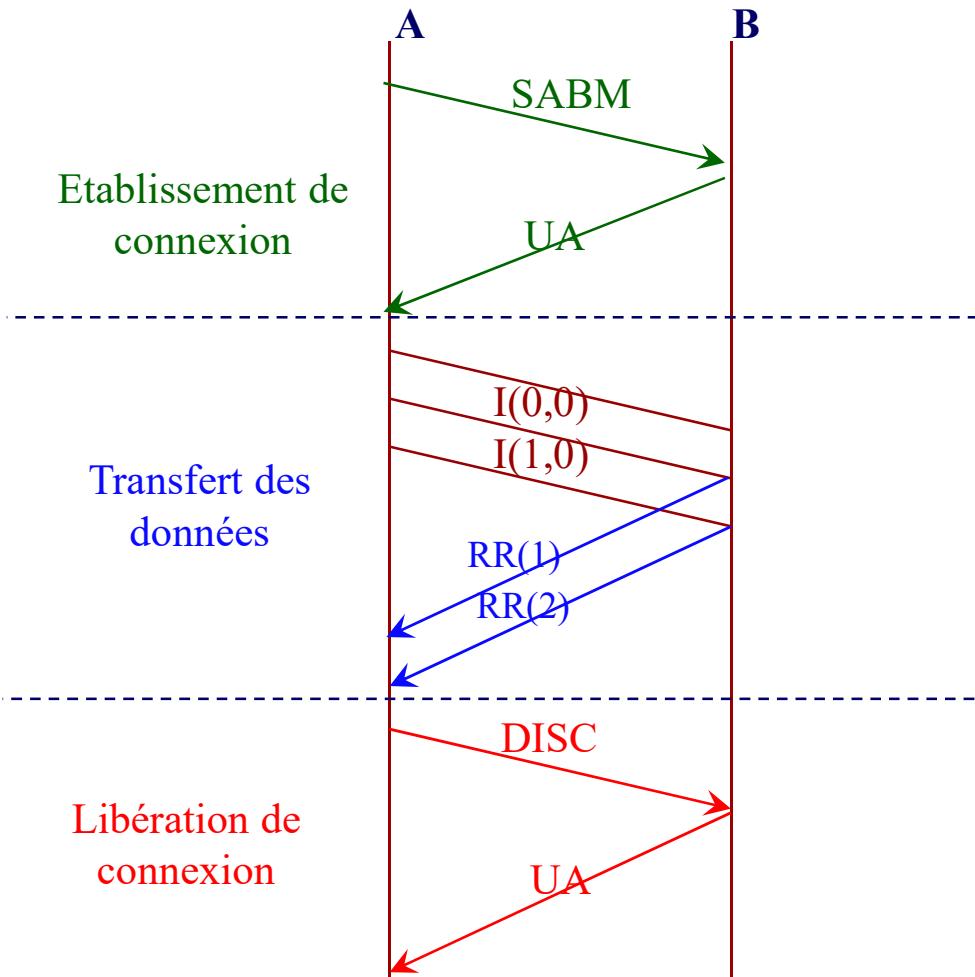
SABM / SABME : Etablissement de connexion : en mode normal/étendu

UA : Unnumbered Acknowledgment

Disc : Disconnect : demande de déconnexion

Reset : Réinitialisation (mettre les compteurs, N(s) et N(R), à 0)

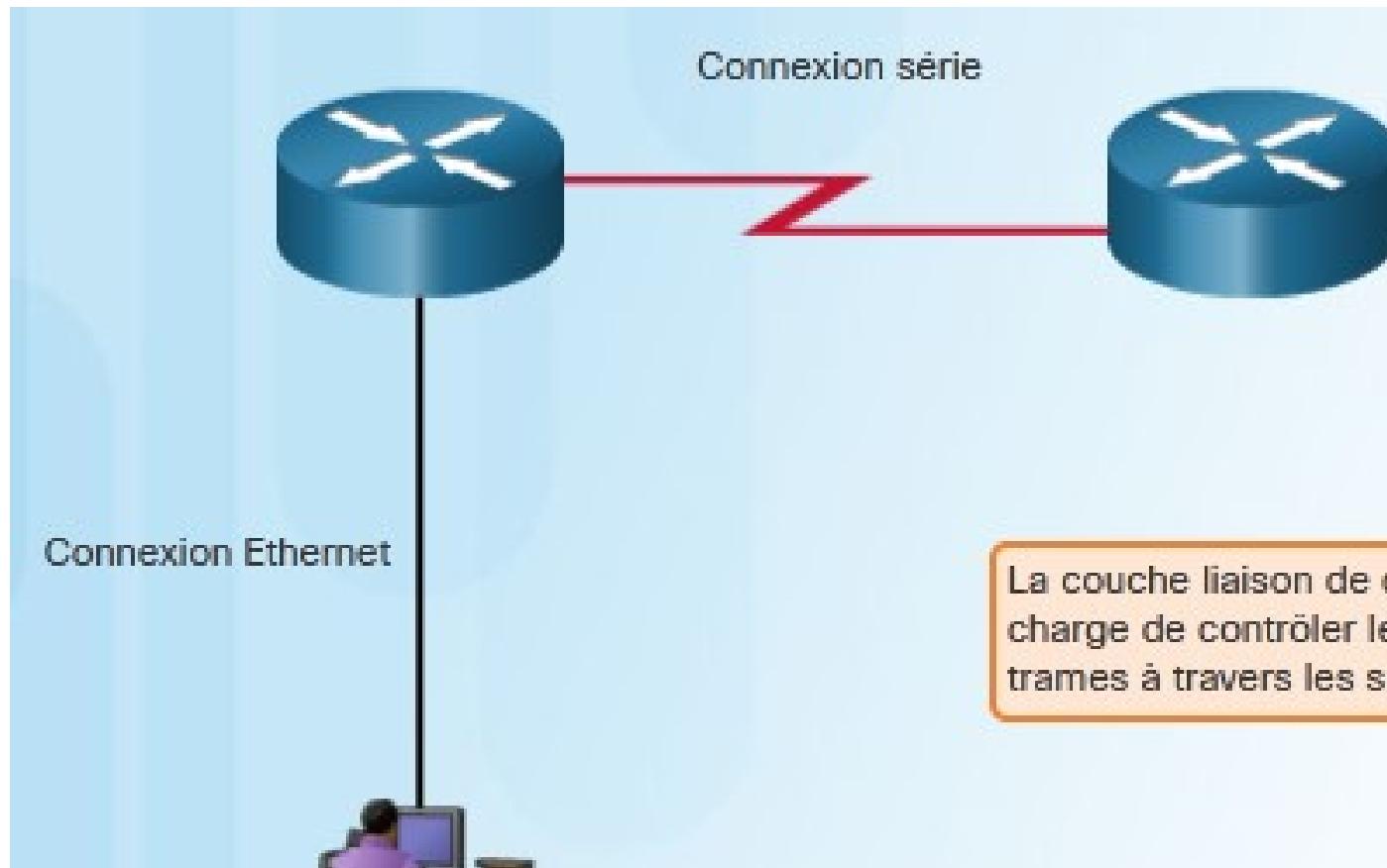
HDLC: Exemple de diagramme d'échange



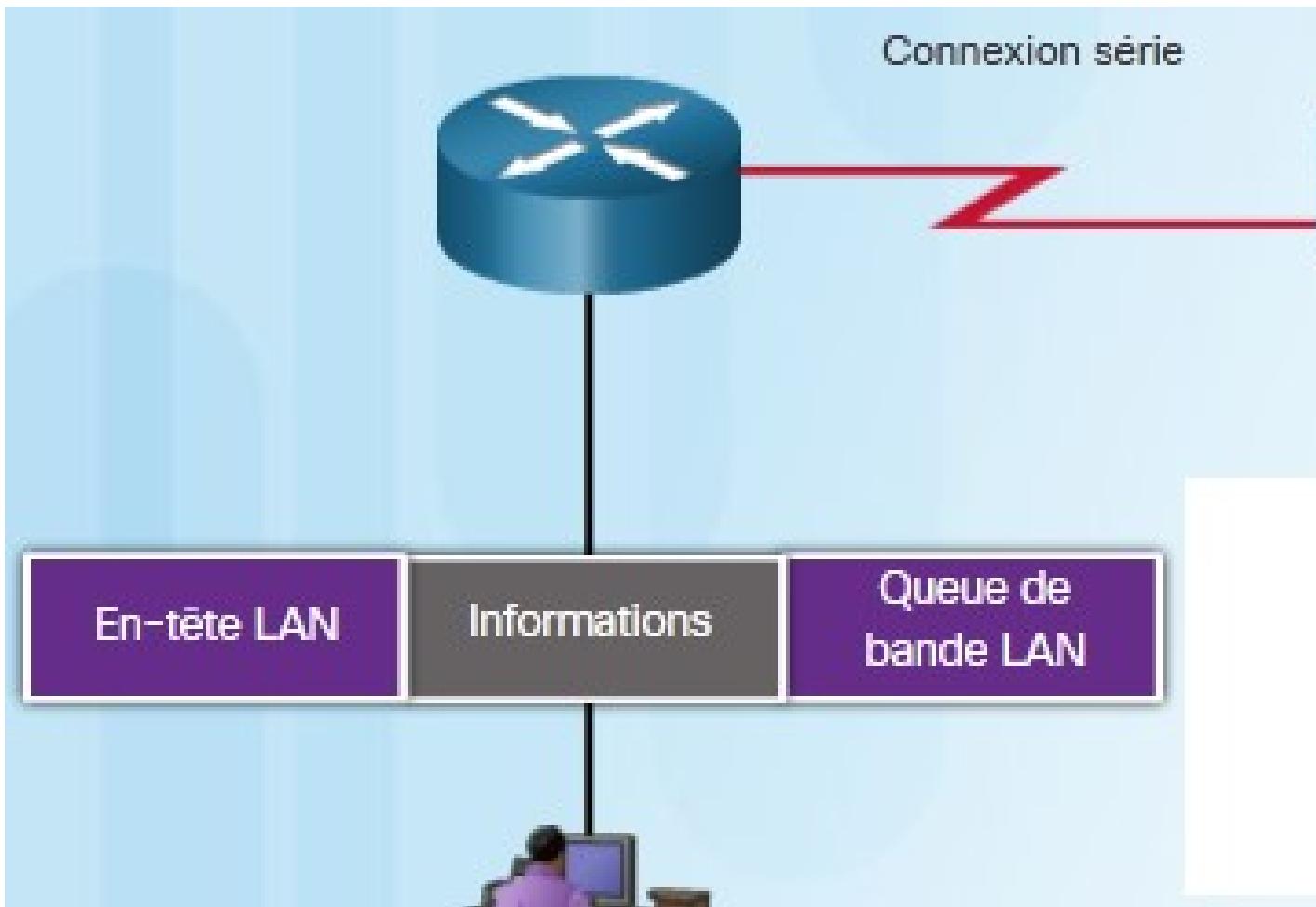
Plan

- 1- Introduction
- 2- Transfert de l'information utile
- 3- Protection contre les erreurs
- 4- Contrôle de flux
- 5- Exemple : HDLC
- 6- Couche liaison de données dans les réseaux locaux**

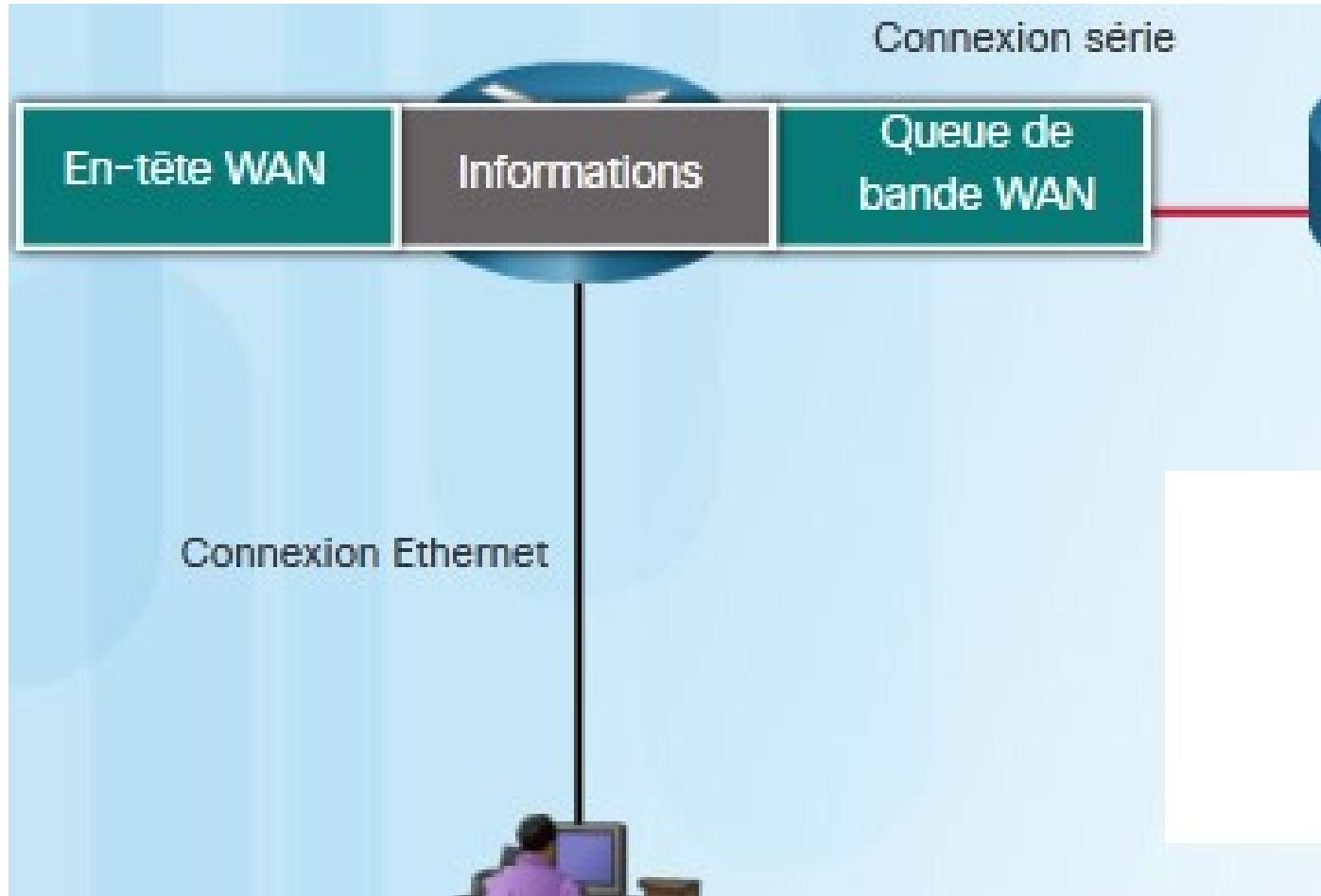
Couche liaison dans les réseaux Locaux



Couche liaison dans les réseaux Locaux



Couche liaison dans les réseaux Locaux

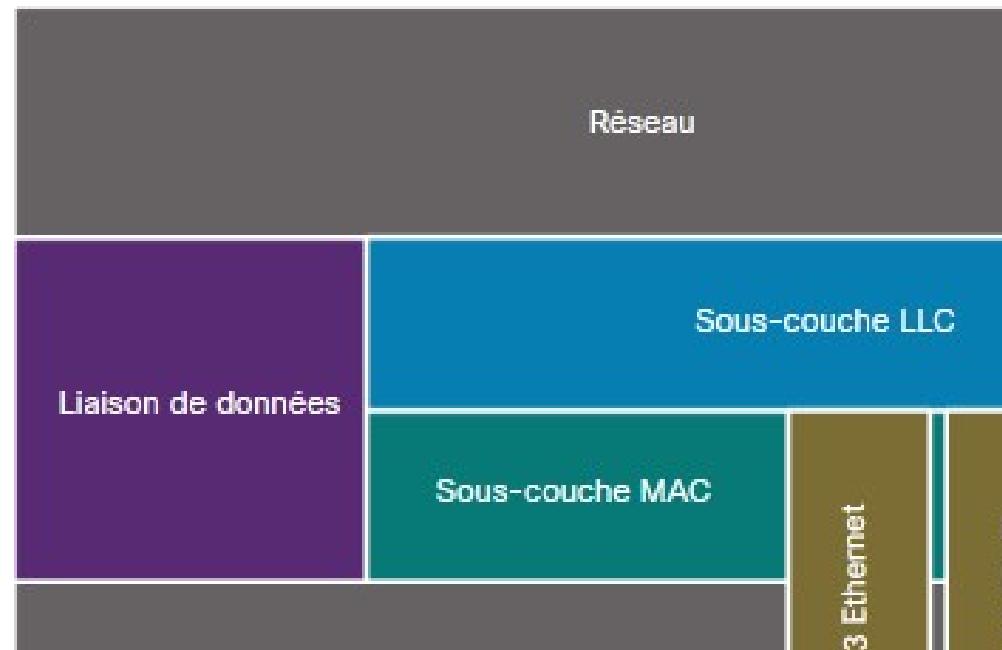


Couche liaison dans les réseaux Locaux

La couche liaison de données se divise en deux sous-couches :

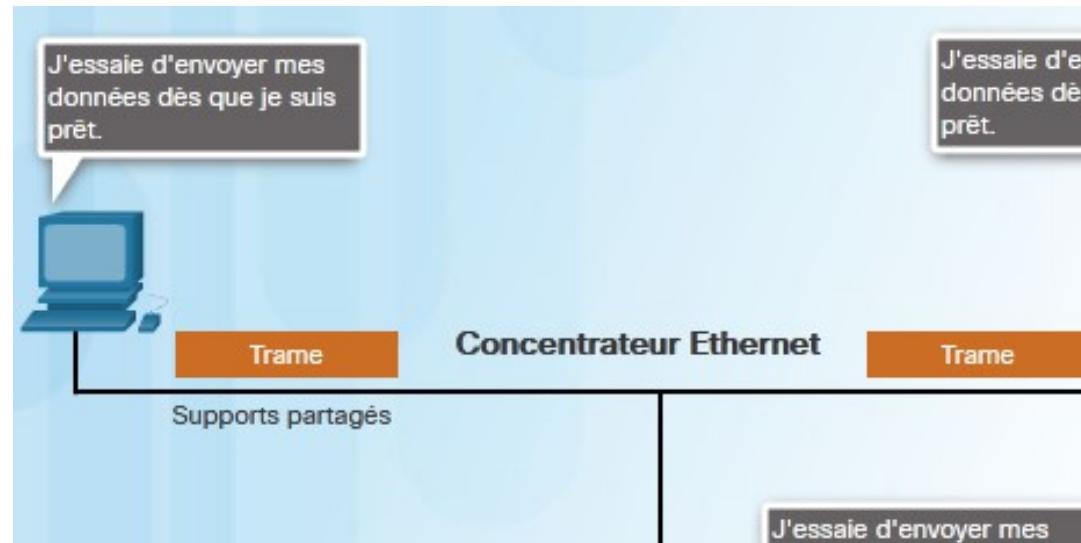
Sous-couche LLC (Logical Link Control) : communique avec la couche réseau. Elle place les informations dans la trame qui indique le protocole de couche réseau utilisé pour la trame.

Contrôle d'accès au support (MAC) : définit les différentes technologies d'accès au support.



Couche liaison dans les réseaux Locaux : Méthodes d'accès au support

- Accès avec gestion des conflits : tous les nœuds fonctionnant en mode semi-duplex sont en concurrence pour utiliser le support, mais un seul périphérique à la fois peut envoyer des données.
- Si plusieurs périphériques transmettent simultanément=> attente d'un temps aléatoire puis retransmission.
- Technique utilisée dans les réseaux locaux Ethernet filaires qui utilisent des concentrateurs et les réseaux locaux sans fil
- Exemple : **CSMA/CD**



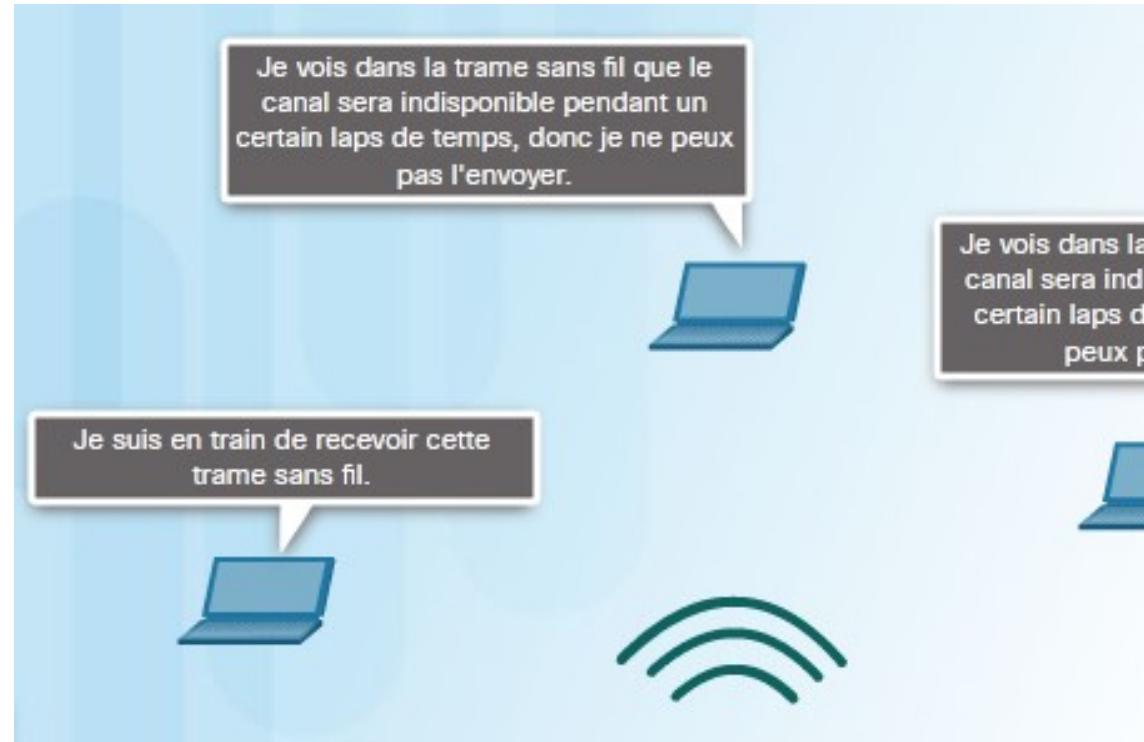
Couche liaison dans les réseaux Locaux : Méthodes d'accès au support

-Accès avec gestion des conflits : Exemple 2: CSMA/CA

- Le périphérique ne détecte pas les collisions, mais tente de les éviter en patientant avant d'effectuer la transmission.
- Chaque périphérique qui transmet des données tient compte du temps dont il a besoin pour la transmission. Tous les autres périphériques reçoivent cette information et savent combien de temps le support sera indisponible.
- Une fois qu'un périphérique sans fil a envoyé une trame 802.11, le récepteur renvoie un accusé de réception afin que l'expéditeur sache que la trame est arrivée.
- Il est important de noter que les réseaux locaux Ethernet qui utilisent des commutateurs n'utilisent pas un système d'accès basé sur le conflit, car le commutateur et la carte réseau hôte fonctionnent en mode duplex intégra

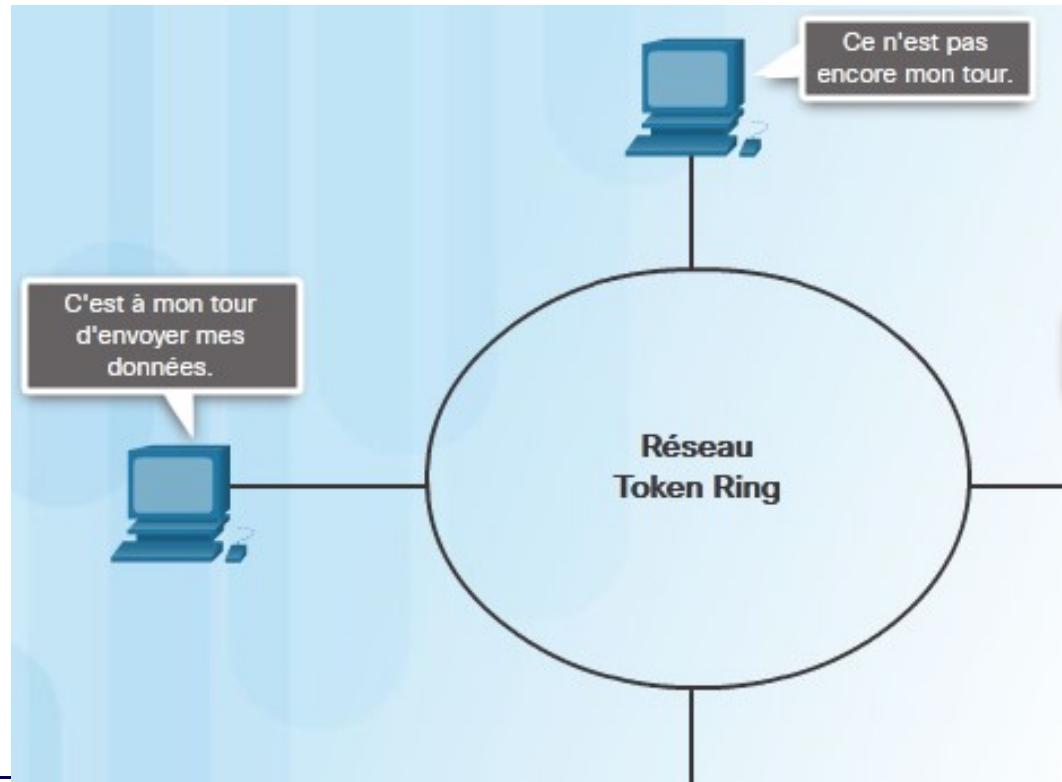
Couche liaison dans les réseaux Locaux : Méthodes d'accès au support

-Accès avec gestion des conflits : Exemple 2: **CSMA/CA**

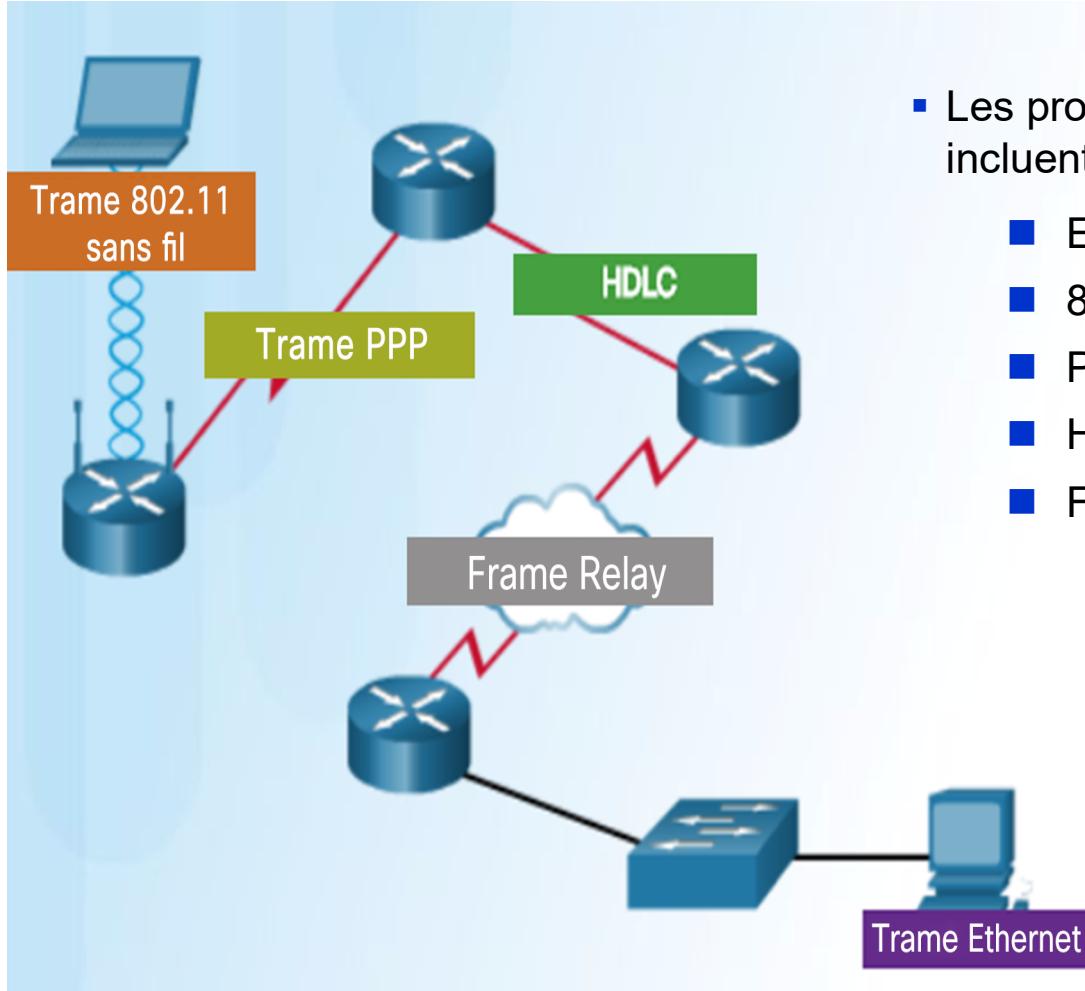


Couche liaison dans les réseaux Locaux : Méthodes d'accès au support

- Accès contrôlé : les nœuds utilisent le support à tour de rôle. Chaque périphérique doit attendre son tour pour accéder au support.
- Technique utilisé par les réseaux locaux Token Ring



Les trames LAN et WAN



- Les protocoles de couche liaison de données incluent :
 - Ethernet
 - 802.11 sans fil
 - PPP (Point-to-Point Protocol)
 - HDLC
 - Frame Relay