

Cours N°2 Couche Liaison de données :

1/ Rôle d'un protocole de liaison de données

- 1- Spécification du format des trames
 - Leur délimitation
- 2- Contrôle de la validité
 - Les moyens de contrôler leur validité (parité, code polynomial...)
 - Le mode de correction des erreurs détectées.
- 3- Définition des règles du dialogue entre les deux extrémités :
 - Le contrôle de flux (vérifiant le rythme d'envoi des informations)
 - La gestion des acquittements

Mise en forme des données

Les solutions les plus fréquentes pour délimiter le début et la fin d'une trame sont :

- ❑ La délimitation par une séquence binaire spéciale
 - Les trames ayant un nombre quelconque de bits
 - Utilisation d'un fanion, Début /fin : 01111110
 - Un mécanisme de transparence (le bit stuffing) insère dans le corps de la trame un '0' après avoir rencontré cinq '1'.
 - En réception, il faut supprimer le '0' après avoir rencontré cinq '1'.

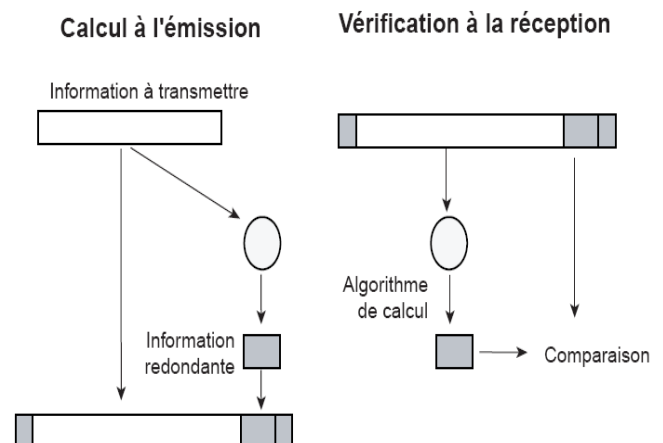
- ❑ L'indication explicite de la longueur de la trame.

Indiquer, dans un champ particulier dont l'emplacement est fixé par rapport au début de trame, le nombre d'octets utiles contenus dans la trame. Cette technique évite les problèmes de transparence. La longueur de la trame peut être ajustée à une longueur fixe par ajout d'éléments binaires de remplissage. Le champ précise alors la taille des données utiles transportées dans la trame.

Contrôle de la validité de l'information transmise

Le contrôle d'erreurs consiste à vérifier la validité des données transmises en ajoutant à l'information transmise une redondance.

La correction des erreurs se fait soit par une retransmission, soit en exploitant la richesse des informations de redondance, qui localisent et corrigent les erreurs détectées. Il est toujours possible que des erreurs de transmission apparaissent et que, la cohérence reste vraie. On se trouve alors en présence d'erreurs résiduelles. Le taux d'erreurs résiduelles doit être aussi faible que possible mais il ne peut jamais être nul sur une liaison de données réelle.



Protection au niveau du code

Ce type de protection est possible lorsque l'émission des données se fait par caractère, on ajoute à chaque caractère un bit de parité dit parité verticale ou VRC (Vertical Redundancy Check), calculé comme suit : Si le nombre de bits 1 du caractère est pair, on ajoute 0 à la fin, sinon, on ajoute 1.

Par exemple, pour le caractère M codé par 1001101, le bit de parité vaut 0. On transmet dans cet ordre 10011010. L'inconvénient lié aux contrôles par parité est qu'on ne détecte pas les erreurs doubles.

Protection au niveau de la trame (Contrôle de parité longitudinale ou LRC)

Pour améliorer la détection des erreurs dans les transmissions utilisant les contrôles par parité, on associe souvent parité longitudinale et parité verticale (VRC + LRC). Pour cela on ajoute, à la fin de la trame, un mot de code appelé parité longitudinale ou LRC, constitué par la somme modulo 2 de tous les bits de même rang.

Ex : Soit la suite de caractères L, 2, M à transmettre, codée par les valeurs hexa 4C, 32 et 4D.

1 0 0 1 1 0 0 1	caractère L + parité VRC
0 1 1 0 0 1 0 1	caractère 2 + parité VRC
1 0 0 1 1 0 1 0	caractère M + parité VRC
0 1 1 0 0 1 1 0	LRC à ajouter à la fin de la donnée

Protection au niveau de la trame (Contrôle polynomial ou CRC)

Permet de détecter les erreurs sur plusieurs bits.

- ❖ Les algorithmes de calcul se font modulo 2
- ❖ Trame à transmettre \rightarrow polynôme $M(x)$
- ❖ Polynôme générateur \rightarrow polynôme $G(x)$ de degré r
- ❖ $x^r * M(x) = G(x) * Q(x) + R(x)$
- ❖ On transmet le polynôme $T(x) = x^r * M(x) + R(x)$
- ❖ Erreurs apportées par le circuit \rightarrow polynôme $E(x)$
- ❖ Données reçues : $S(x) = T(x) + E(x)$.
- ❖ À la réception, on calcule $R1(x)$
- ❖ $x^r * S(x) = G(x) * Q1(x) + R1(x)$
- ❖ Si $R1(x)$ est nul $\rightarrow E(x)$ est nul \rightarrow 5/5
- ❖ Si $R1(x) \neq$ nul $\rightarrow E(x) \neq$ nul : Information reçue ignorée

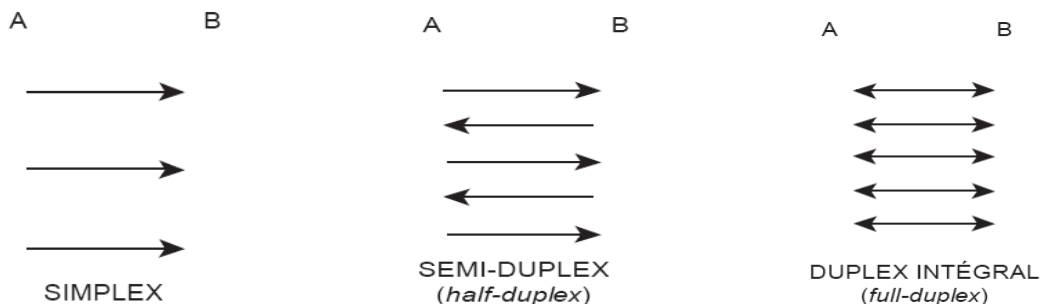
Exemple :

Soit l'information à transmettre : 11001011 , $G(x) = x^4 + x + 1$

Résultat : $R = 0111$, alors on transmet : 11001011 **0111**

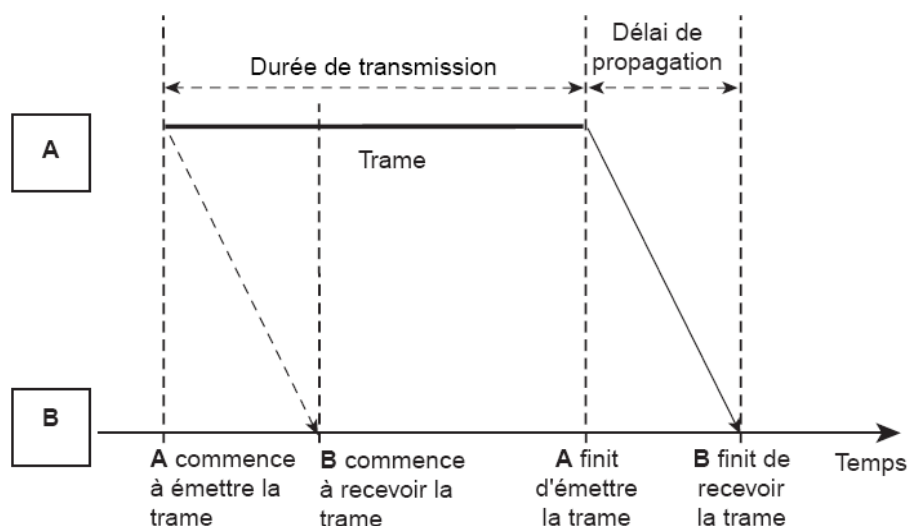
Modes d'exploitation d'une liaison de données

- 1) La liaison peut être exploitée en simplex ou l'échange de données se fait dans un seul sens
- 2) En semi-duplex, il se fait alternativement dans les deux sens, c'est-à-dire que les deux stations ne doivent pas transmettre simultanément (sinon il y a contention).
- 3) En duplex intégral, les stations peuvent émettre simultanément sans aucune contrainte.



2/Fonctionnalités d'un protocole de liaison

Présentation des échanges de données



Contrôle de flux

La mise en place d'un mécanisme de contrôle pour le rythme d'envoi des informations vers le récepteur, en introduisant des trames de supervision qui ne transportent aucune information utile :

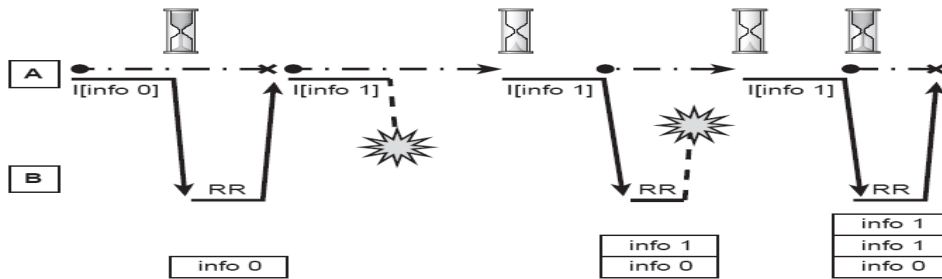
- ❖ RR (Receiver Ready): envoyée par le récepteur s'il est prêt à accepter d'autres trames
- ❖ RNR (Receiver Not Ready) : envoyée par le récepteur s'il n'est pas prêt à recevoir de nouvelles trames. dès qu'il est prêt, il envoie une trame RR.

Gestion des acquittements : Plusieurs options sont possibles :

- 1) En cas de réception d'une trame correcte, le récepteur envoie une trame d'acquiescement et ne fait rien en cas de mauvaise réception.
- 2) Lorsqu'une trame est mal reçue, le récepteur envoie une demande de retransmission à l'émetteur et ne fait rien en cas de bonne réception.

Dans les protocoles de liaison de données, on utilise la stratégie 1 (acquiescement positif), à l'aide des trames RR et RNR. Le principe est le suivant : à l'émission de chaque trame I, l'émetteur arme un temporisateur T1 qui sera désarmé à la réception de l'acquiescement correspondant. À l'échéance T1 (sans réponse), l'émetteur réémet la trame et réitère le processus précédent. Le nombre de répétitions autorisées est limité : au-delà d'un certain seuil, on considère qu'un incident grave s'est produit

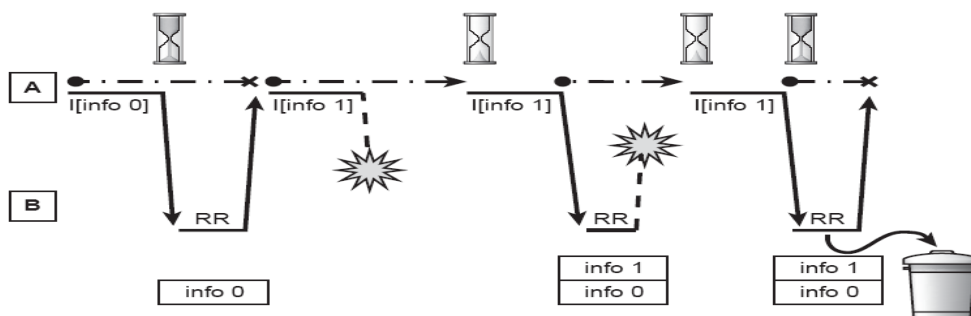
Ce mode d'acquiescement n'est pas satisfaisant, car le circuit de transmission peut corrompre aussi bien les trames émises que celles reçues.



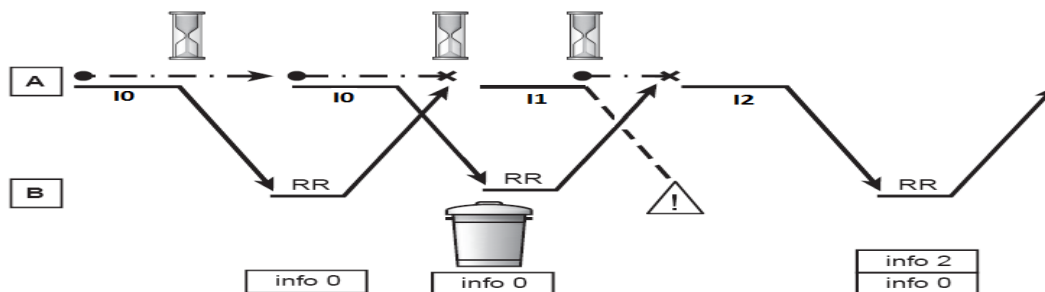
Donc il faut introduire un mécanisme supplémentaire qui distingue deux trames successives différentes, en introduisant un champ pour la numérotation.

Numérotation des trames d'information / Acquiescement non numéroté

Deux trames possédant des numéros différents, transportent des données distinctes. Utilisation du compteur N(S) → Variable codée sur quelques bits est prise modulo M



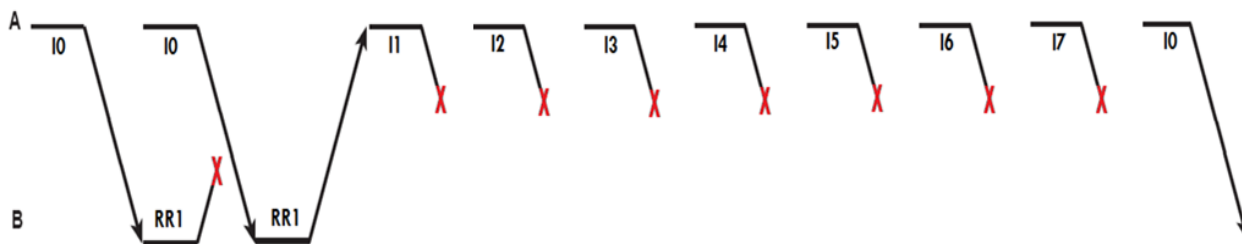
Ce mécanisme possède une grosse faiblesse puisque la valeur de T1 est un paramètre critique. Un mauvais choix de valeur peut entraîner un dysfonctionnement du protocole.



Notion de fenêtre

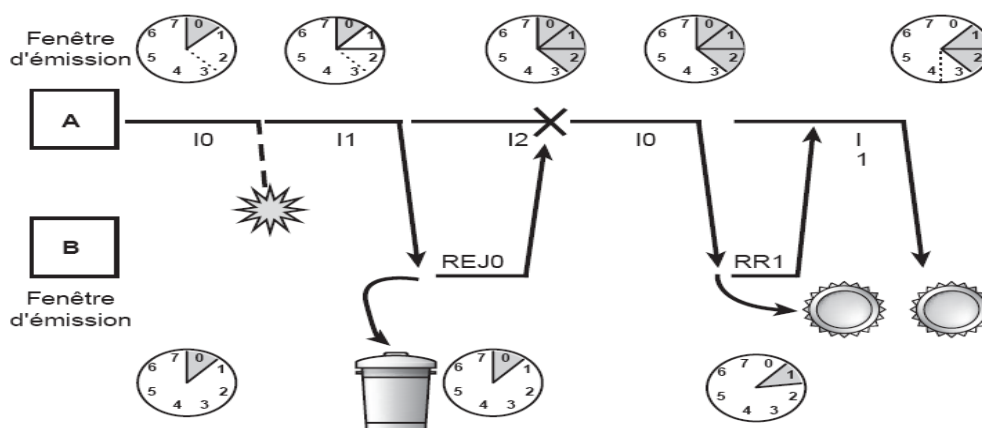
Notion d'anticipation → Un seul acquiescement pour un ensemble de trames qui se suivent sans erreur. Le nombre des trames émises notée k, appelée fenêtre.

Pour une numérotation des trames modulo 8 → K est au plus de 7 (Pourquoi pas 8 ??).



Protocole Go-Back-N

Dans la stratégie Go-back-N , une trame de supervision appelée REJ sollicite la retransmission des trames à partir de la trame erronée.



Piggy Backing

Dans des échanges bidirectionnels, chaque équipement envoie des trames d'information numérotées et acquitte les trames I qu'il a reçues. Il y a donc deux sortes de trames émises : les trames I et les trames d'acquittement (RR, RNR ou REJ). **Piggy Backing** permet d'améliorer ce mécanisme en utilisant les trames I pour véhiculer les acquittements des trames reçues précédemment.

Chaque trame I possède deux compteurs N(S) , et N(R).

Lorsqu'une station n'a pas de trame I à émettre, elle peut toujours utiliser des trames RR pour acquitter le trafic qu'elle reçoit.