

LE NIVEAU LIAISON

LLC

Michel BESSON
(modifications Pascal PETIT: 2007-0419)

Fonctions de la couche liaison

**Offrir une interface clairement définie à la
couche réseau**

Traiter les erreurs de transmission

Réguler le flux des données échangées

□ Moyens utilisés:

→ Découpage en trames

◆ Les données de la couche réseau sont encapsulées dans une trame contenant

◆ Un entête (header)

◆ Les données (LSDU = RPDU)

◆ Un enqueue (trailer)

→ Contrôle de flux

→ Détection et correction des erreurs

Notion de trame

Couche physique:

Transport d'un flux de bits

Pb: détection des erreurs: bits et nombre de bits erronés

Solution: découpage des données

en trames contenant une somme de contrôle (checksum)

Découpage:

séparer les trames
par

un temps de silence (impossible à garantir à la réception)

Compter les caractères

Découpage en trames: ajout d'un nombre de caractères

3	1	2	3	2	1	2	6	1	2	3	4	5	6	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Transmission sans erreur

Trame 1 Trame 2 Trame 3 Trame 4

4	1	2	3	2	1	2	6	1	2	3	4	5	6	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Transmission avec erreur

← Erreur de transmission

L'entête contient le nombre de caractères de la trame

On peut donc prévoir le début de la trame suivante

Pb: en cas d'erreur sur le nombre de caractères : on ne peut plus retrouver le début des trames suivantes

- L'entête contient le nombre de caractères de la trame.
- En lisant cette information, la couche liaison de la station destination sait quand commence la trame suivante
- En cas d'erreur de transmission corrompant le nombre de caractères d'une trame, on n'a aucun moyen de retrouver le début des trames suivantes

Utilisation d'indicateur de début/fin de trame

Chaque trame commence par : 01111110

Exemple:

NPDU (=LSDU) contient : 01101111110110

Transmis sur la ligne:

01111110011011111101011001111110

Transmis à la couche réseau destination:

01101111110110

Détection/correction d'erreurs

idée: de la redondance pour permettre
de détecter les erreurs
de corriger les erreurs

une trame est alors composée:

de m bits de données
de r bits supplémentaires (redondance)
et forme un ensemble de $m+r=n$ bit

**Pb: déterminer r et les r bits
supplémentaire**

s
en fonction de notre but (détection/correction)

- On utilise un indicateur de début et de fin de trame:
01111110
- Pb: que faire si les données contiennent une séquence identique à l'indicateur. Risque de confusion
- Solution: modifier les données à l'envoi et à la réception:
 - A l'émission :si on rencontre 5 fois '1', on le complète par un zéro
 - À la réception: si on rencontre 5 fois '1' suivi d'un zéro, on supprime le zéro
- En cas d'erreur de transmission sur l'indicateur, il suffit de rechercher l'indicateur suivant pour se resynchroniser sur la trame suivante.

Distance de Hamming

distance de Hamming: nombre de bits différents entre deux trames

Comment: en faisant un OU exclusif entre les deux trames

Ex.: 10001010 XOR 11010010=01011000 : 3 bits différents

2^m possibilités pour les données mais par construction, on s'interdit d'utiliser 2^r possibilités pour les bits de contrôle

distance de Hamming du code complet = $\min d(t_1, t_2)$ pour tous t_1, t_2 trames valides différentes du code complet

Si la distance de Hamming de deux mots est d , alors, il faut modifier d bits pour passer de l'un à l'autre. Dit autrement : il faut d erreurs simples pour passer de l'un à l'autre.

Distance de hamming du code complet: on peut lister toutes les trames possibles et calculer la plus petite distance entre trames. Cette plus petite distance est la distance de Hamming du code complet.

Exemple: considérons le code suivant :

00000000, 00001111, 11110000, 11111111.

La distance entre mots vaut 4 ou 8 suivant les cas. La distance de Hamming du code est donc 4.

Distance de Hamming

distance de Hamming du code complet = $\min d(t_1, t_2)$ pour tous t_1, t_2 trames valides différentes du code complet

détecter d erreur => distance de Hamming du code $> d$

corriger d erreur => distance de Hamming du code $> 2*d$

Si la distance de Hamming de deux mots est d , alors, il faut modifier d bits pour passer de l'un à l'autre.

détecter une erreur, c'est détecter que la version modifiée d'un mot n'appartient pas à notre code. Si un mot subit de 1 à d erreurs, alors sa distance de Hamming au mot d'origine est au plus de d . Si la distance de Hamming du code complet est strictement supérieure à d , le mot obtenu ne peut pas être un mot du code.

Pour la correction, on souhaite retrouver le mot d'origine. Dans un code de distance de Hamming strictement supérieure à $2*D$: Si un mot a subi au plus d erreur alors sa distance au mot d'origine est au plus de d et sa distance à tous les autres mots est strictement supérieure à d . Soit m_i le mot initial, m_e le mot erroné et m un mot du code différent de m_i . On a $2*d+1 \leq d(m_i, m)$ et $d(m_i, m) \leq d(m_i, m_e) + d(m_e, m)$. On en déduit $2*d+1 - d(m_i, m_e) \leq d(m_e, m)$. De $d(m_i, m_e) \leq d$, on déduit $d+1 \leq d(m_e, m)$ puis $d(m_i, m_e) < d(m_e, m)$ qui est le résultat cherché.

Donc si la distance du code est supérieure ou égale à $2*d+1$, le mot le plus proche du mot erroné est le mot correct. On peut corriger jusqu'à d erreurs.

Dans notre exemple: La distance de Hamming du code est 4.

00000000, 00001111, 11110000, 11111111.

On peut détecter 3 erreurs ($d+1=4$) et corriger les erreurs simples ($2*d+1=3$ donc $d=1$).

Si le mot reçu est : 00001011. On détecte que c'est une erreur car il ne fait pas partie de notre code. Le mot donc il est le plus proche est 00001111 qui est donc le mot correct. On a corrigé une erreur.

bits de parité/CRC

bits de parité:

méthode de détection d'erreur: détecte une erreur
on ajoute un bit que l'on positionne de façon à ce que la
parité de l'ensemble soit paire

exemple: 10001010: trois 1 pour avoir une parité paire, on
doit ajouter un 1: 100010101

exemple: 10001000: deux 1 pour avoir une parité paire, on
doit ajouter un 0: 100010000

CRC (code polynomial ou contrôle de redondance cyclique):

les bits sont vus comme les coefficients d'un polynome

Exemples de protocoles élémentaires

Modèle

Les couches réseau, liaison et physique sont
indépendantes et communiquent par messages

Les transmissions de données se font de A vers B

Les seules erreurs sont des erreurs

d
e transmission (pas de panne des ordinateur notamment)

la description détaillée du fonctionnement des CRC sort du cadre de ce cours.

Protocole simplex non restreint

Pas d'erreur de transmission

Les données sont traitées sans délai par les couches réseau

Pas de problème de contrôle de flux: on dispose d'autant de mémoire tampon que nécessaire

□ Algo d'émission (couche liaison de A)

→ While (true) {

- ◆ Récupérer des données à envoyer de la couche réseau de 1
- ◆ Créer une trame contenant ces données
- ◆ La transmettre à la couche physique pour émission

→ }

□ Algo de réception (couche liaison de B):

→ While (true) { /* boucle infinie)

- ◆ Attendre un événement /* seul choix : arrivée d'une trame */
- ◆ Récupérer le LPDU auprès de la couche physique de B
- ◆ Transmettre le LSDU à la couche réseau

→ }

Protocole simplex arrêt et attente

Canal bidirectionnel

Pas d'erreur de transmission

Les données sont traitées sans délai par les couches réseau

contrôle de flux pour éviter de saturer le récepteur :

Le récepteur acquittera chaque trame reçue

L'émetteur attendra l'accusé de réception pour émettre la trame suivante

Si l'aller/retour est long, on perd beaucoup en performances car rien n'est émis pendant l'attente de l'accusé de réception. Exemple: ligne rapide longue distance: vitesse élevée mais latence importante

□ Algo d'émission (couche liaison de A)

□ While (true) {

- ◆ Récupérer des données à envoyer de la couche réseau de 1
- ◆ Créer une trame contenant ces données
- ◆ La transmettre à la couche physique pour émission vers B
- ◆ Attendre un événement /* on attend le ack */

→ }

□ Algo de réception (couche liaison de B):

→ While (true) { /* boucle infinie)

- ◆ Attendre un événement /* seul choix : arrivée d'une trame */
- ◆ Récupérer le LPDU auprès de la couche physique de B
- ◆ Transmettre le LSDU à la couche réseau
- ◆ Créer l'accusé de réception
- ◆ Le transmettre à la couche physique pour émission vers A

Protocole simplex sur canal bruité

Canal bidirectionnel

Canal bruité: erreurs de transmission

Les données sont traitées sans délai par les couches réseau

contrôle de flux pour éviter de saturer le récepteur :

Le récepteur acquittera chaque trame reçue

L'émetteur attendra l'accusé de réception pour émettre la trame suivante

Utilisation d'un numéro de séquence pour détecter les réémissions

Utilisation d'un timer pour réémettre une trame sans ack

Protocole simplex sur canal bruité

Algo d'émission (coucher liaison de A)

NoTrameSuivante=0;

Récupérer des données à envoyer de la couche réseau de A

While (true) {

Construire une trame contenant les données et le NoTrameSuivante

La transmettre à la couche physique pour émission vers B

Lancer un timer

Attendre un événement /* on attend le ack ou la fin du timer */

Si l'événement est l'arrivée d'une trame:

Récupérer le LPDU auprès de la couche physique de A

Si le NoAck du LPDU est égal à NoTrameSuivante+1

- Désactiver le timer

- Récupérer des données à envoyer de la couche réseau de A

- Incrémenter(NoTrameSuivante)

finSi

FinSi

}

Solution incorrecte:

→ La machine A déclenche un timer à l'émission d'une trame

→ En cas d'erreur d'émission, la machine B n'émet de ack

→ Si le timer de A expire, A réémet la trame

Pb: si l'émission est correcte et si l'acquiescement se perd, la machine B reçoit deux fois la trame sans le savoir et la transmet deux fois à sa couche réseau

Solution: un numéro de séquence sur les trames pour détecter les réémissions de trame.

Pb: quelle taille pour le numéro de séquence ? Le protocole arrêt et attente fait que la confusion ne peut porter que sur une trame et la suivante. Un numéro de séquence à deux valeurs (1 bit) suffit

Protocole simplex sur canal bruité

Algo de réception (couche liaison de B):

NoTrameAttendue=0

While (true) { /* boucle infinie

Attendre un événement /* arrivée d'une trame ou erreur de checksum*/

Si l'événement est l'arrivée d'une trame

Récupérer le LPDU auprès de la couche physique de B

Si le No de séquence du LPDU est égal à NoTrameAttendue

- Transmettre le LSDU à la couche réseau
- Incrémenter NoTrameAttendue

Créer l'accusé de réception avec NoTrameAttendue comme No de séquence

Le transmettre à la couche physique pour émission vers A

}

→ Le timer doit être suffisamment long pour permettre

- ◆ le transfert d'une trame à destination
- ◆ Son traitement
- ◆ Le transfert et la réception de l'accusé de réception

LLC Généralités

Généralités sur LLC

Datagrammes

Champ Données des Trames MAC

□ Généralités sur LLC

→ Le niveau liaison (logical Link Control) gère des liaisons de points à points

→ Il permet :

- ◆ - La réalisation des émissions et des réceptions des messages de la couche physique.
- ◆ - Rend la couche MAC transparente aux utilisateurs.
- ◆ - Permet à la couche Réseau de soumettre des paquets à transmettre.

□ Datagrammes

→ - Définitions:

- ◆ - Ils se singularisent par le fait de pouvoir envoyer des paquets à un ou plusieurs utilisateurs de façon isolée.
- ◆ - Le Datagramme est le mode basic retenu par les protocoles de cette couche , donc pas de relation de séquençement.
- ◆ - Les protocoles LLC sont basés sur HDLC (High Level Data Link Control)
- ◆ - Ils sont appelés LAP (Li

LE NIVEAU LIAISON

Protocoles de la normes 802.2

3 classes de services:

Le service sans connexion

But: du IEEE LLC type 1:

Protocoles de la normes 802.2

→ 3 classes de services

Le service sans connexion

→ But: du IEEE LLC type 1:

- ◆ Fournir une garantie de livraison des messages appelés LSDU
- ◆ Permettre la détection et la reprise sur erreur
- ◆ Il s'agit d'un service sans connexion ni acquittement

LE NIVEAU LIAISON

Le service sur connexion

But: du IEEE LLC type 2

Moyens employés

Identification de connexion unique

Corollaire

Le service sur connexion

→ But du IEEE LLC type 2:

- ◆ Créer et gérer des échanges sur connexions
 - ◆ Données acquittées
 - ◆ Ordre vérifié
 - ◆ Erreurs ou doublons détectés
 - ◆ Flux contrôlé

→ Moyens employés

- ◆ Numérotation
 - ◆ Protocole utilisé idem X25 LAP B
- ◆ Identification de connexion unique avec : un couple SSAP/DSAP + couple DA/SA du niveau. PHY + référence logique créée spécialement.

→ Corollaire

- ◆ Les connexions. le sont entre 2 correspondants
 - ◆ Pas de multipoint

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

LE NIVEAU LIAISON

Le service de Datagramme acquitté

But du IEEE LLC type 3

Diapo
Edité le 27/03/08

® M.BESSON

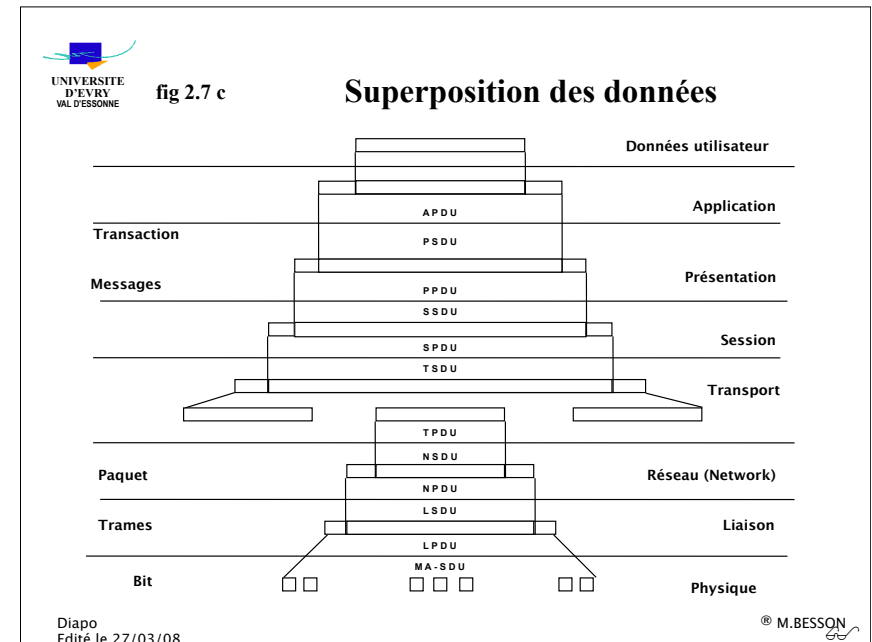
vendredi 3 octobre 2008

19

☐ Le service de Datagramme acquitté

→ **But: du IEEE LLC type 3:**

- ◆ Améliorer la fiabilité des échanges par rapport au type 1
- ◆ Offrir néanmoins une gestion facile
 - ◆ Pas de reprise si non-acquittement.
 - ◆ Prévue pour le temps réel
- ◆ Bornage supérieur du timer possible si MAC le prévoit

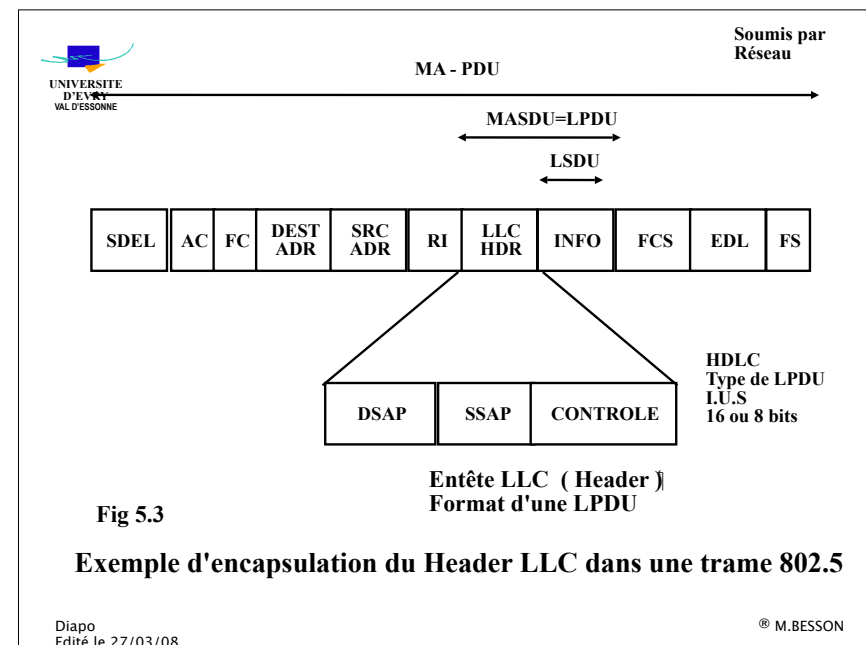
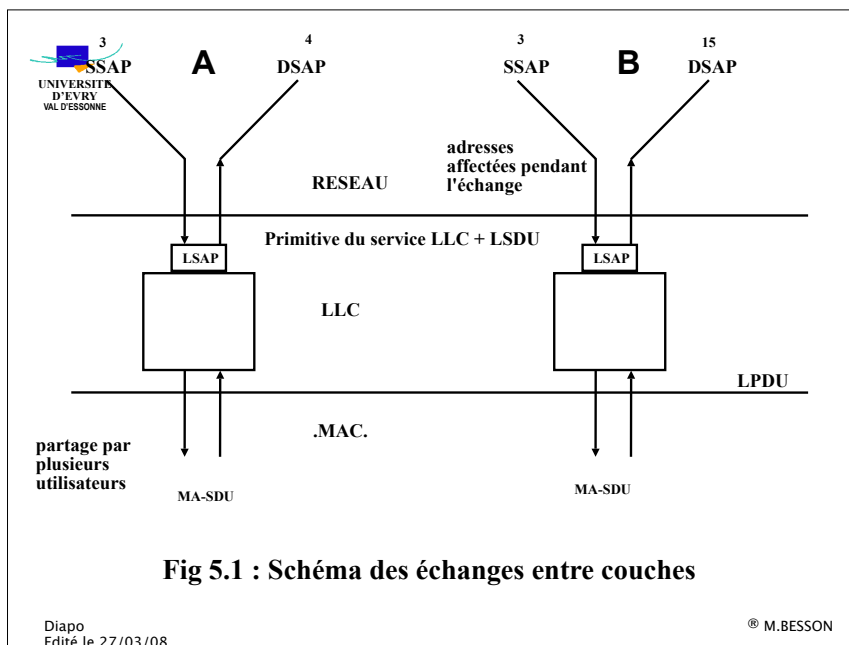


vendredi 3 octobre 2008

20

☐ On observe:

- - une PDU de couche i devient une SDU dans la couche i-1.
 - ◆ - chaque enveloppe est utilisée pour la gestion du protocole de la couche qui l'insère.
 - ◆ - les enveloppes s'ajoutent ... avant transmission sur support PHYSIQUE.
 - ◆ - les enveloppes se retirent lors de la livraison.



□ Les LPDU

fig 5.1

→ Définition:

- ◆ - Ce sont des Entités de données émises entre deux LLC en communication.
- ◆ - La soumission et réception de ces données par les Utilisateurs se fait sous forme de LSDU à travers les Primitives

□ Les LSAP

→ Définition:

- ◆ - Ce sont les entrées locales du service Liaison
- ◆ - Elles peuvent être utilisées par de multiples utilisateurs simultanément
- ◆ - A chaque utilisateur on affecte une DSAP et une SSAP pour les différencier

◆ fig 5.3

□ Schéma d'exemple d'encapsulation

Champ Information au niveau MAC

adresse DSAP	adresse SSAP	Contrôle Type de LPDU	Information
1 octet	1 octet	16 ou 8 bits	0 à N octets

Fig 5.2 a : Format d'une LPDU -- LLC Protocole Data Unit

7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
D	D	D	D	D	D	D	I/G	S	S	S	S	S	S	S	C/R

DSAP	I/G=0 DSAP INDIVIDUEL I/G=1 DSAP GROUPE	adresse individuelle si SSAP
SSAP	C/R=0 COMMANDE CR=1 REPONSE	Sert à reconnaître le maître des échanges Serv / connexion

DDDDDD0X	DSAP ADR	Adresse sur 7 bits
SSSSSS0X	SSAP ADR	

F 5.2 b : SSAP et DSAP

Diapo Edité le 27/03/08 ® M.BESSON

adresse DSAP <small>UNIVERSITE</small>	adresse SSAP	Contrôle Type de LPDU	Information
1 octet	1 octet	16 ou 8 bits	0 à N octets

	Trame	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-16
Transfert d'information	I	0	N(S)				P/F	N(R)			
Supervision	S	1	0	SS	XXXX			P/F	N(R)		
Non numérotée	U	1	1	MM	P/F	MMM					

N(S) N° de séquence en émissionCONTROLE
N(R) N° de séquence en réception

P/F=1 Bit Poll (C/R = 0 commande) obligation pour le récepteur de répondre.
Bit Final (C/R = 1 réponse) format de la réponse à l'initiateur. services LLC 2 et 3

S Bits de la fonction supervision Ex: RR...RNR...REJ
M Bits de la fonction trame non numérotée Ex: UA..DISC.. UI
X Réserve

Fig 5.5: Format du Champ contrôle des LPDU

Diapo Edité le 27/03/08 ® M.BESSON

Format des LPDU

– fig 5.2a et b

→ Les octets décrits sont le Champ DONNEE des trames MAC

◆ - (MA-SDU) = LPDU

Format des champs d'adresse:

→ SSAP et DSAP désignent 1 ou plusieurs SAP locaux aux LLC impliqués.

◆ - Identification de l'origine de l'échange

◆ - Association au SSAP de la SA trouvée dans la trame MAC

◆ - Adresse = 1 Octet

– - 7 bits pour l'adresse

– - + 1 bit spécial ... I/G, C/R

fig 5.2 b

◆ - DSAP voir I/G

◆ - SSAP voir C/R

Pour Mémoire:

▲ - le bit C/R sert à reconnaître le maître de l'esclave

F 5.5

Observer la présence du bit P/F dans toutes les trames

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Supervision

S 1 0 SS XXXX P/F N(R)

Code SS	Commande	Réponse	Sémantique
00	RR	RR	
10	RNR	RNR	
01	REJ	REJ	

Champ contrôle LPDU 1 LLC 2

Tableau 5.2 : Codes des LPDU de Supervision utilisées dans la gestion des protocoles sur connexion
Type 2 IEEE 802.2

Diapo Edité le 27/03/08 ® M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

25

□ Table 5.2

Champ contrôle LPDU U

Non numérotée U 1 1 MM P/F MMM

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

type LLC	Code (héxa)	LPDU de		
		Commande	Réponse	sémantique
1	0 1D 07	UI XID TEST		Information non numérotées Echange d'identification Test
2	1E 06 02 18 11	SABME DISC	UA DM FRMR	Mise en mode asynchrone équilibré étendu Acquittement non numéroté Déconnexion Mode déconnecté Rejet de trame
3	0 06 02	UI	UA FRMR	Information non numérotée Acquittement non numéroté Rejet de trame

Table 5.1 : LPDU non numérotées utilisées

Diapo Edité le 27/03/08 ® M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

26

□ -Le champ de contrôle d'une LPDU

→ - Est conforme au format étendu de HDLC

→ - Définit 3 Types de LPDU

◆ --> U Les LPDU non numérotées Table 5.1

– Bit P/F décrit ci après

– Champ contrôle 1 octet

– Bit M qui code une fonction

◆ --> S Les LPDU de supervision

– Gèrent en service de type 2: le contrôle de flux et les retransmissions RR, RNR, REJ

– Seul le No de Séquence en Réception est utilisé

– permet à l'Emetteur d'indiquer

q
quel No de trame il s'attend à recevoir (voir plus loin)

◆ --> I Les LPDU d'information

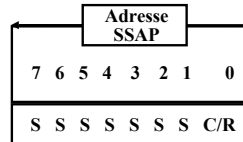
– Un seul type pour Commande ou Réponse

– N(S) =No Séquence en Emissions = numérote les trames

– N(R) =No Séquence en Réception =
ac

q
uitte toutes les trames déjà reçues (voir mécanisme)

LPDU Synthèse et champs



Fonctions du Bit P/F

C/R=0

C/R=1

BUT: Imposer une réponse à un LLC silencieux

Interactions entre les Niveaux

Réseau / LLC / MAC

A quoi servent les PRIMITIVES ?

☐ Fonctions du Bit P/F

→ Dans les types U, S, I ... le bit P/F fonctionne en conjonction avec le bit C/R du champ SSAP (fig 5.2 b précédente)

- ◆ C/R=0 -Trame de commande... si P/F=1 (POOL)
 - sollicite une réponse du LLC adressé
 - la réponse vient dans trame C/R=1
- ◆ C/R=1 -Trame de réponse... si P/F=1 (FINAL)
 - indique que LLC distant répond à la sollicitation
- ◆ BUT: Imposer une réponse à un LLC silencieux
 - ◆ Utilisé dans type 2 et 3
 - ◆ Dans type 2 permet de résoudre des cas de dysfonctionnement et de reprise après ERREURS

☐ Réseau / LLC / MAC

→ A quoi servent les PRIMITIVES ?

- ◆ Elles servent à réaliser les Protocoles
- ◆ Chaque couche met à disposition de sa voisine des primitives pour réaliser des services
 - ◆ fig 5. 6 Illustration par diagramme temporel en scénario

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Interactions entre les Niveaux

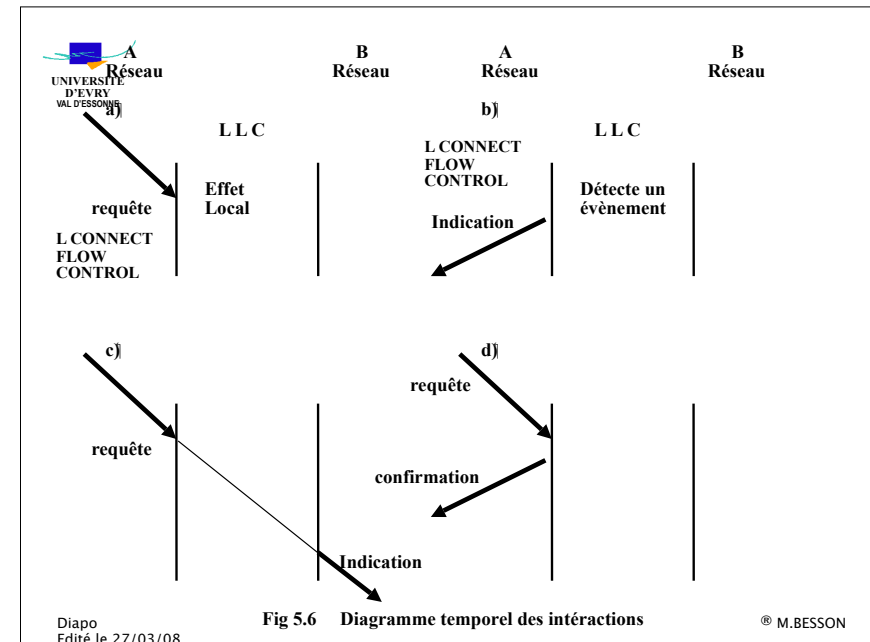
3 types de PRIMITIVES

- REQUETE
- INDICATION
- CONFIRMATION

Diapo Edité le 27/03/08 © M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

29



vendredi 3 octobre 2008

30

□ 3 types de PRIMITIVES :

→ REQUETE

- ◆ La couche réseau soumet une Primitive pour l'exécuter

→ INDICATION

- ◆ LLC indique à Réseau (destinataire) :
 - ◆ l'arrivée d'une SDU depuis LLC distant
 - ◆ une ouverture de connexion
 - ◆ une fermeture de connexion

→ CONFIRMATION

- ◆ LLC signale à Réseau (origine):
 - ◆ la fin de l'exécution de sa précédente requête

- ◆ 5.6a -requête sans confirmation ex: datagramme perdu

- ◆ 5.6b -le prestataire de service. LLC signale à Réseau un évènement détecté ex: panne réseau

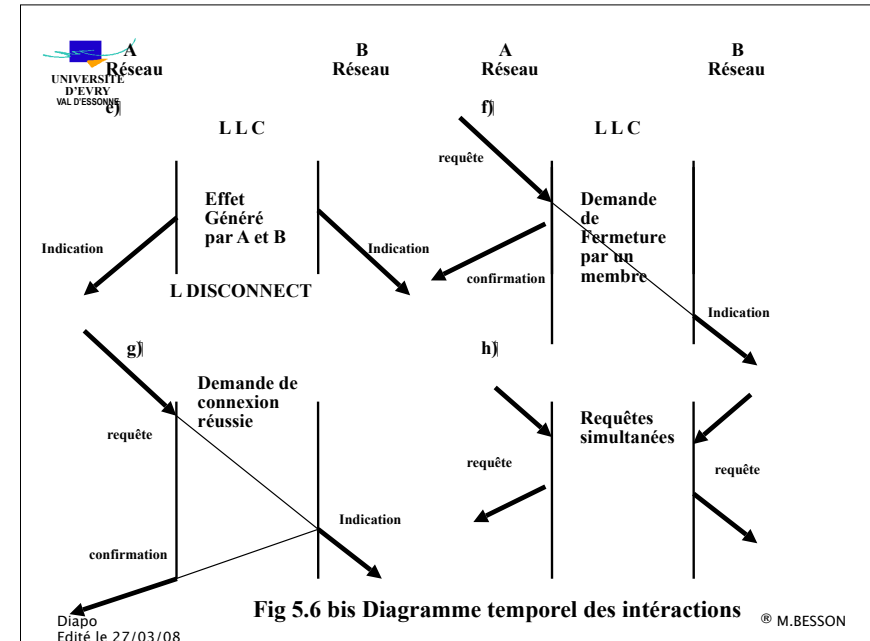
UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Scénario 1

Diapo Edité le 27/03/08 © M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

31



vendredi 3 octobre 2008

32

- ◆ 5.6g -exemple d'une transmission réussie en type 2 ou 3, la confirmation n'est pas toujours positive
- ◆ 5.6f -exemple d'une fermeture réussie
- ◆ 5.6h -les deux membres font simultanément une requête de fermeture, aucune indication délivrée

UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE

Scénario 2

Diapo Edité le 27/03/08 © M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

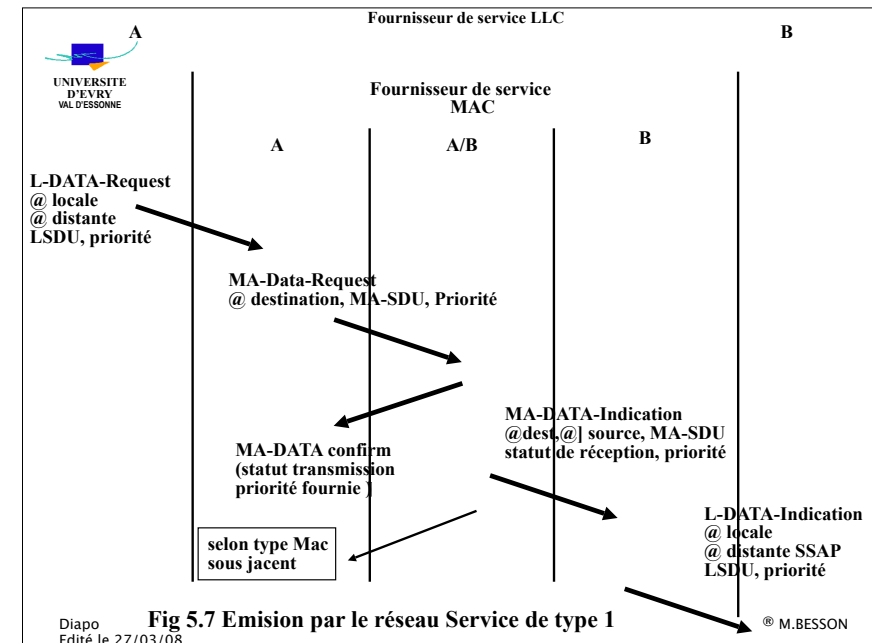
33

□ PRIMITIVES HORS CONNEXION L-DATA

→ Elles permettent d'EMETTRE une trame simple hors connexion de type 1

□ Généralités

- La requête donne en Paramètre les adresses LSAP source et destination
- Les données sont dans le champ LSDU
- La classe de service donne une indication de priorité elle peut être utilisée si MAC est de type à jeton
- LDSAP va entrer dans la construction de la trame MAC
- L'adresse distante contient:
 - ◆ - le DSAP
 - ◆ - le DA (MAC) à utiliser



vendredi 3 octobre 2008

34

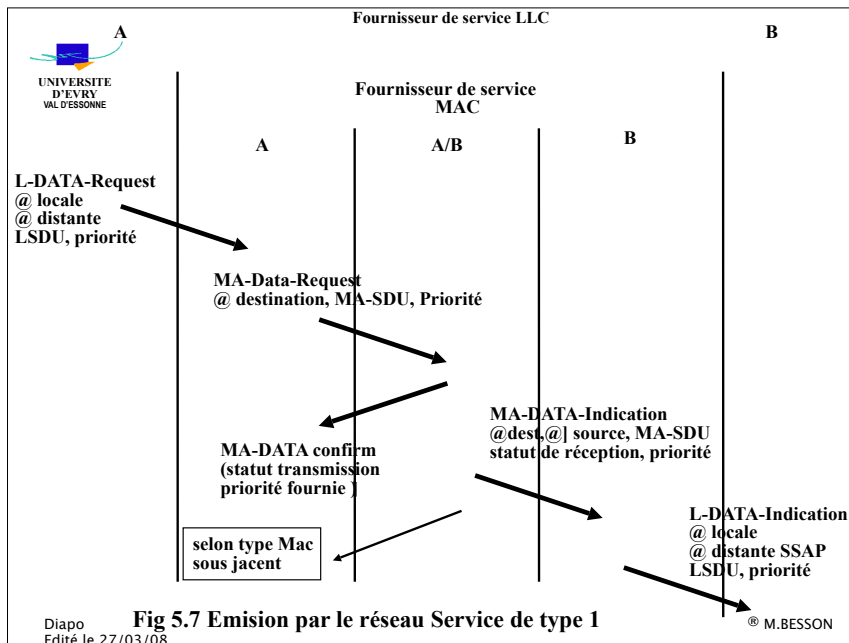
◆ fig 5.7

□ Requête du réseau

- LLC sou m et MA-DATA request à MAC (voir paramètres fournis)
- MAC confirme avec une MA-DATA confirmation
 - ◆ en indiquant dans le champ Statut:
 - ◆ comment s'est passé la Transmission
 - ◆ quelle est la priorité retenue

□ Nota: la confirmation ne garantit pas forcément la réception du message. Elle indique en général simplement que les données soumises sont correctes et que l'émission s'est bien passée.

- voir MAC utilisé seule la norme 802.5 contient:
 - ◆ un bit indiquant ..adresse reconnue
 - ◆ un bit indiquant ..trame copiée



vendredi 3 octobre 2008

35

Primitives sur Connexion

Permettent de gérer une trame sur connexion type 2

Une connexion nécessite 3 phases :

Diapo
Edité le 27/03/08

© M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

36

□ Primitives sur Connexion

→ Permettent de gérer une trame sur connexion type 2

◆ Une connexion nécessite 3 phases :

- ◆ ouverture
- ◆ transfert
- ◆ fermeture

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Primitives sur Connexion

Types de primitives

Elles sont au nombre de 5

L-CONNECT Ouverture

L-DATA CONNECT Transfert de données

L-RESET Purge

L-DATA FLOW CONTROL Modification de débit

L-DATA DISCONNECT Fermeture

Diapo Edité le 27/03/08 ® M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

37

☐ Types de primitives

→ Elles sont au nombre de 5: T 5.3

- ◆ L-CONNECT Ouverture
- ◆ L-DATA CONNECT Transfert de données
- ◆ L-RESET Purge
 - Perte de toutes LSDU
 - Retour connexions état post ouverture
 - Reprise pour les correspondants après confirmation. et indic.
- ◆ L-DATA FLOW CONTROL Modification de débit
 - Ajuste quantité de données admise sans risque de perte.
 - Le paramètre montant la spécifie
 - A titre local entre le LLC et une auto génération de contrôle de flux peut être émis
 - Est indépendant sur chaque coté de la connexion.
- ◆ L-DATA DISCONNECT Fermeture
 - peut être généré indifféremment par chaque correspondant
 - voir 5.6 e (scénario)

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Primitive de service	Paramètres		
	Requête	Confirmation	Indication
L-CONNECT ouverture	@ locale @ distante Classe de service	@ locale @ distante Statut Classe de service	@ locale @ distante Statut Classe de service
L-DATA CONNECT transfert	@ locale @ distante LSDU	@ locale @ distante Statut	@ locale @ distante LSDU
L-DISCONNECT fermeture	@ locale @ distante	@ locale @ distante Statut	@ locale @ distante Cause
L-RESET purge	@ locale @ distante	@ locale @ distante Statut	@ locale @ distante Cause
L-CONNECT-FLOW -CONTROL modif. de débit	@ locale @ distante Montant		@ locale @ distante montant

Diapo Edité le 27/03/08 ® M.BESSON

Table 5.3 : Primitive du service LLC sur connexion (Type 2)

vendredi 3 octobre 2008

38

☐ T5.3

Primitives sur Connexion

Rappel des services types 2

Séquencement
Reconnaissance des pertes
Retransmission
Elimination des doublons
Full duplex pour transmission des données

Rappel des principes

Primitives sur Service Datagramme Acquitté

Rappel des principes

Contraintes

□ Rappel des services types 2

- ◆ Séquencement
- ◆ Reconnaissance des pertes
- ◆ Retransmission
- ◆ Elimination des doublons
- ◆ Full duplex pour transmission des données

□ Rappel des principes

- ◆ Deux correspondants maximum
- ◆ Adresse complète du correspondant à fournir
 - ◆ soit DSAP (une référence peut être substituée à l'adresse après connexion) DA et son SSAP
 - ◆ ce sont les seuls paramètres à fournir
- ◆ LLC distant peut refuser si :
 - ◆ DSAP inconnu
 - ◆ Manque de ressource
 - ◆ Ne peut réaliser la classe de service demandée

□ Rappel des principes

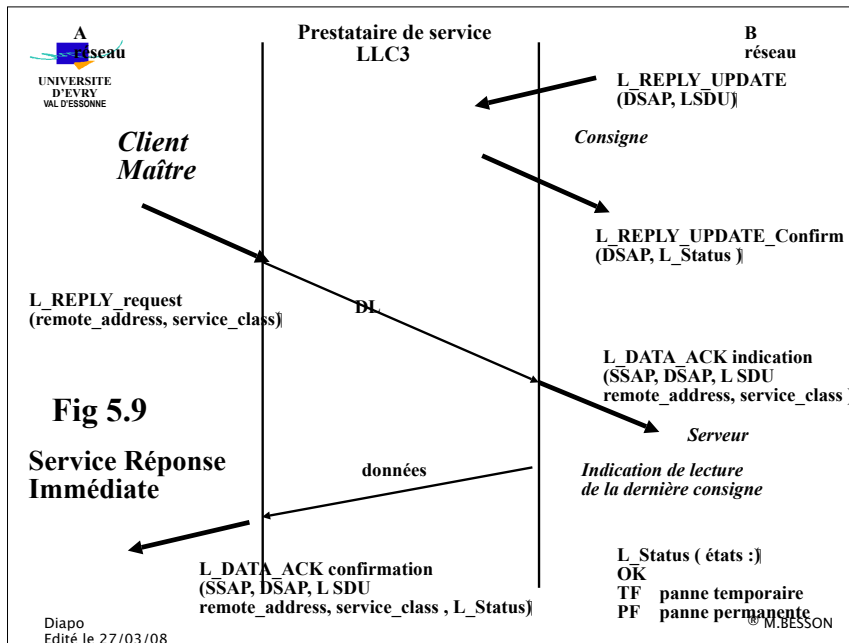
→ Permet de gérer une trame sans connexion type 3.

- ◆ Il s'agit de trouver un moyen terme entre le type 1 qui ne garantit rien et le type 2 sécurisé mais lourd à gérer.
- ◆ L'acquiescement confirme l'arrivée du message néanmoins la retransmission n'est pas garantie si l'acquiescement arrive hors délai
- ◆ Une borne supérieure peut exister si MAC le permet.

□ Contraintes

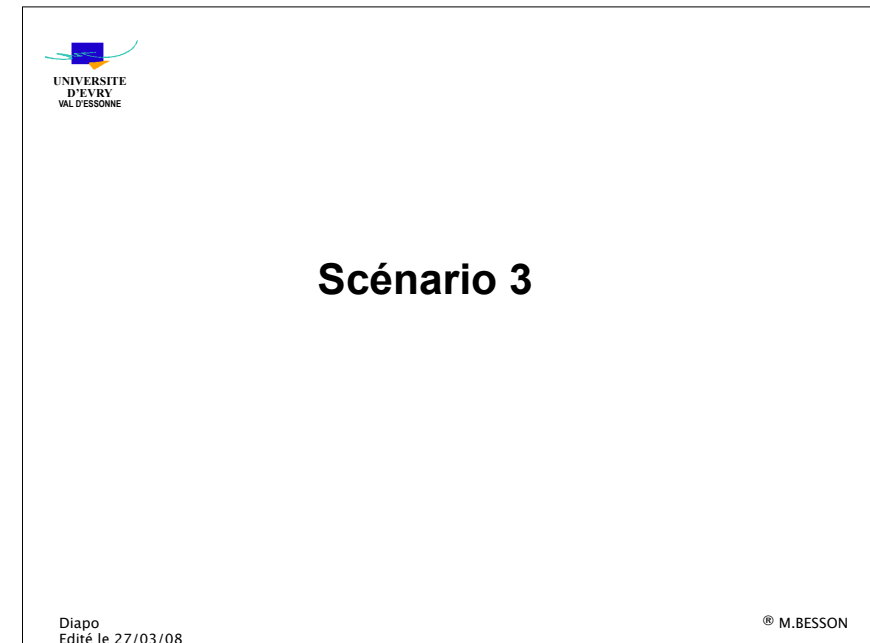
→ Défini uniquement pour transmissions de point à point

- ◆ Limite le nombre de LSDU soumis avant confirmation
- ◆ Applications à temps réel contraint



vendredi 3 octobre 2008

41

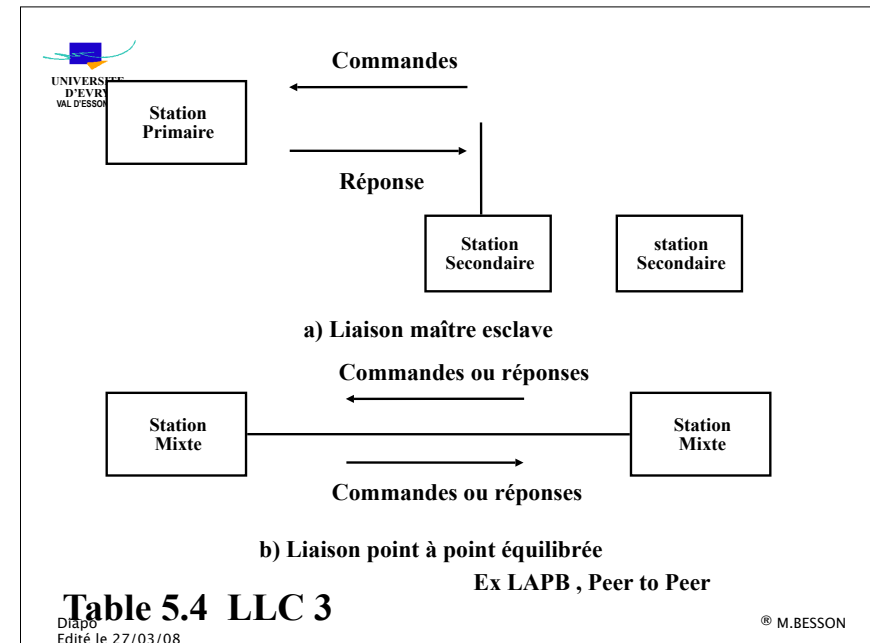
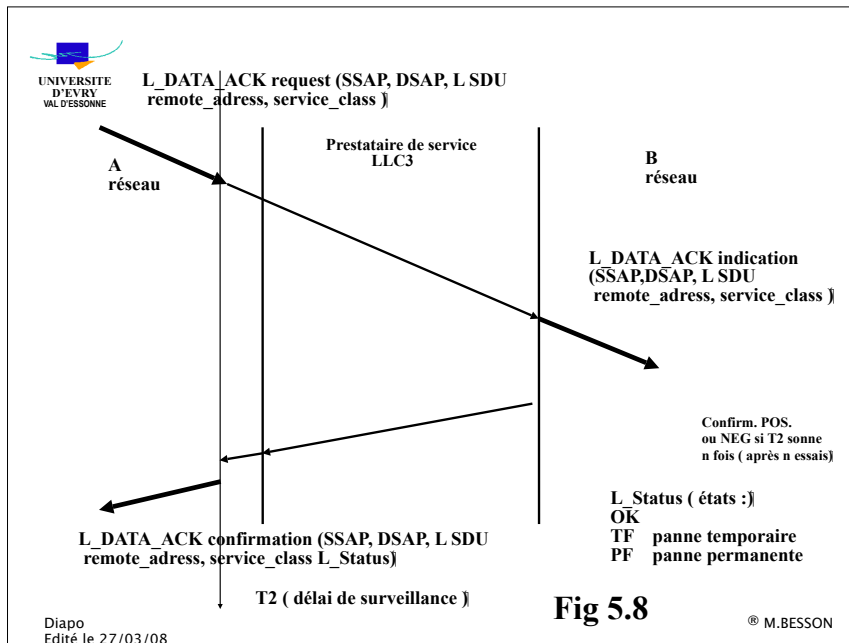


vendredi 3 octobre 2008

42

□ Types de primitives et services

- L-DATA ACKservice Données acquittées
- L-DATA ACKservice Réponse immédiate
 - F 5.9
- L-REPLY_UPDATE
- L-REPLY
 - ♦ Prévu pour équipements peu intelligents
 - Formalise le principe de polling à scrutation
 - Conçu dans le cadre de
 - MA
 - P
 - (Manufacturing Automation Protocols)



vendredi 3 octobre 2008

43

– fig 5.8 H

□ Requête: LPDU envoyée au destinataire

→ Un timer T2 est armé pour surveiller le non retour d'acquittement.

◆ Le destinataire acquitte la LPDU et délivre la LSDU au DSAP indiqué

→ Si T2 sonne les données sont réexpédiées.

◆ Si après n répétitions de tentatives aucun ACK ne revient, une confirmation NEG est rendu au demandeur.

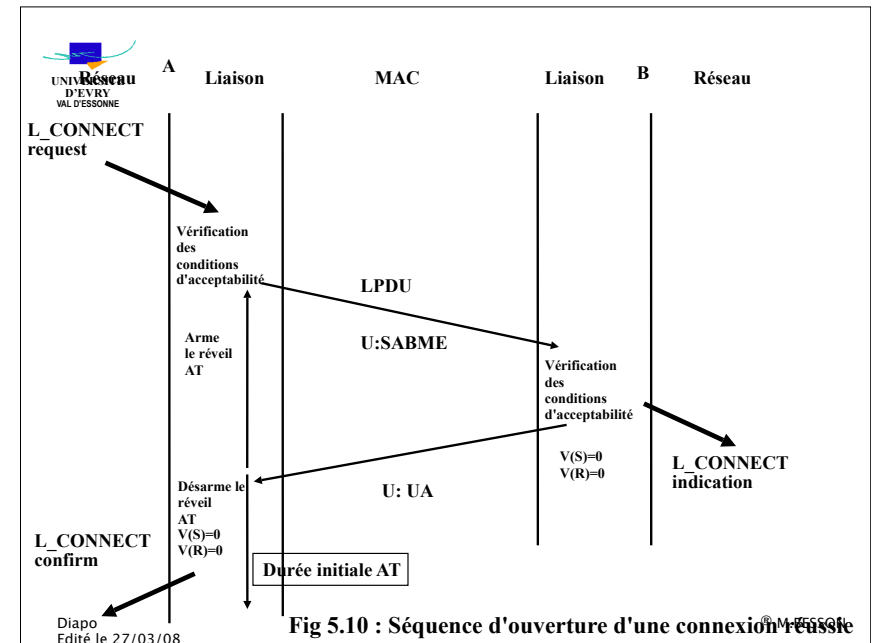
vendredi 3 octobre 2008

44

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Scénario 4: Ilc type 2

Diapo Edité le 27/03/08 © M.BESSON



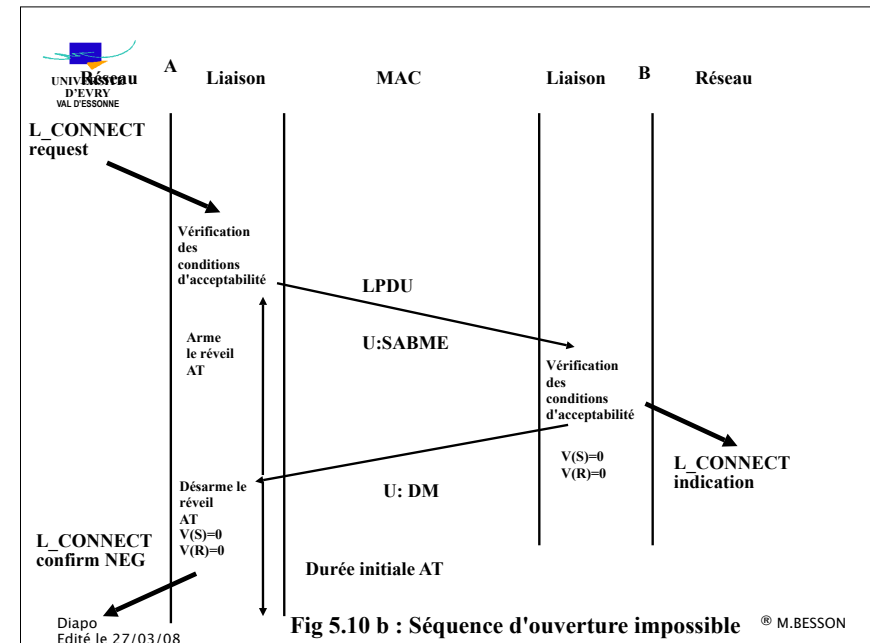
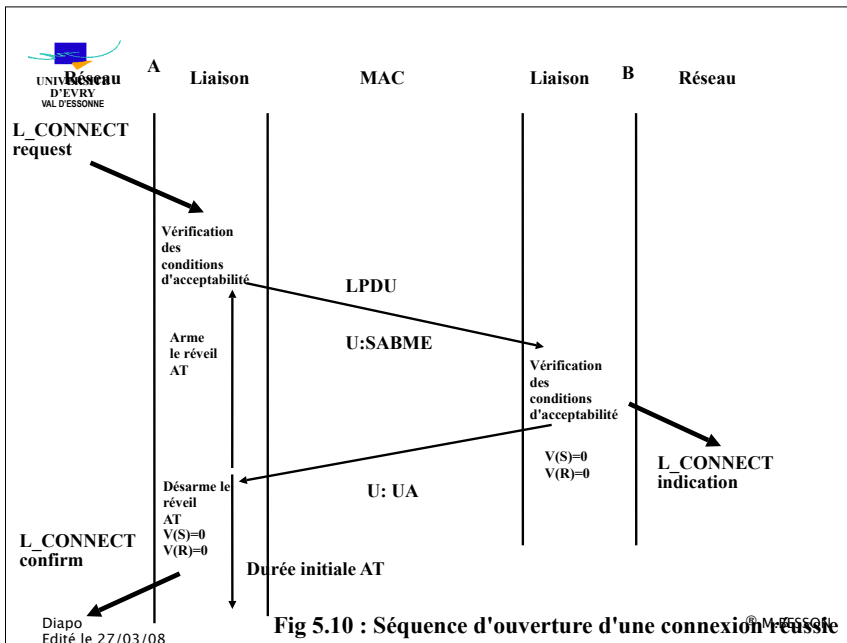
– fig 5.10 H

□ Séquence d'ouverture de connexion

- ◆ Réseau A -> L-CONNECT request

LL
C
vérifie si correct. (ressources, adresses, etc..)

- ◆ LLC A -> LPDU U :SABME -> LLC B
arme AT pour attente de réponse
- ◆ LLC B <- U :SABME
vérifie correct. note que la DSAP
recue est locale



vendredi 3 octobre 2008

47

❑ **Séquence d'ouverture de connexion suite**

- ◆ LLC B → LPDU U:UA. envoyée
met V(R) et V(S) = 0 initialisation pour décompte
- ◆ LLC B → L-CONNECT indication à Réseau B
connexion ouverte de ce côté
- ◆ LLC A ← LPDU U:UA. reçue
désarme AT
met V(R) et V(S) = 0 initialisation pour décompte
- ◆ LLC A → L-CONNECT confirmation au demandeur Réseau A

❑ **Scénario d'ouverture impossible**

- ◆ Si le correspondant (LLC B) ne peut accepter la communication.
- ◆ LLC B → LPDU DM Disconnect Mode
voir tab 5.1 Type de LPDU
il oublie cette demande
- ◆ LLC A ← DM - il libère les ressources.
- ◆ LLC A → L-CONNECT confirmation NEG au demandeur
Il désarme AT

vendredi 3 octobre 2008

48

UNIVERSITÉ
D'EVRY
VAL D'ESSONNE

LPDU

Autres scénarios avec :

LPDU SABME (Set Asynchronous Balanced Mode)

LPDU UA (Unnumbered Ack)

Diapo
Edité le 27/03/08

® M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

49

Autres scénarios avec :

- ◆ L
P
- DU SABME (Set Asynchronous Balanced Mode)**
 - ◆ Mise en mode async. équilibré étendu
- ◆ LPDU UA (Unnumbered Ack)
 - ◆ Acquiescement non numéroté

UNIVERSITÉ
D'EVRY
VAL D'ESSONNE

LPDU

SABME et UA sont perdus par MAC
AT se déclenche

LLC A et B reçoivent simultanément une demande d'ouverture

Collision
si les correspondants acceptaient ..
le résultat serait ...2 connexions

Diapo
Edité le 27/03/08

® M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

50

SABME et UA sont perdus par MAC

- AT se déclenche
- ◆ LLC A -> LPDU SABME une nouvelle fois après n tentatives sans réponse
- ◆ LLC A -> L-CONNECT confirmation NEG au demandeur

LLC A et B reçoivent simultanément une demande d'ouverture

- ◆ LLC A -> LPDU SABMELL C B
- ◆ LLC B -> LPDU SABMELL C A

Collision

- si les correspondants acceptaient ..le résultat serait : 2 connexions
 - ◆ LLC A -> LPDU UA
 - ◆ LLC B -> LPDU UA
- Chacun vérifie si une connexion de sa propre origine n'est pas déjà ouverte avant de fournir une indication au DSAP

LPDU

Une fermeture peut être faite par l'un quelconque des correspondants

LLC A <- L-DISCONNECT request
LLC A -> LPDU DISC
LLC B <- LPDU DISC
LLC B -> LPDU UA
LLC A <- LPDU UA

Une fermeture peut être faite par l'un quelconque des correspondants

- ◆ LLC A <- L-DISCONNECT request
 - ◆ Les données en transfert de A->B peuvent être perdues
 - ◆ et en transfert de B->A sont perdues
- ◆ LLC A -> LPDU DISC
 - ◆ Libère ressources tampons , compteurs, désarme les timers
 - ◆ Arme AT
- ◆ LLC B <- LPDU DISC
 - ◆ Libère et désarme
- ◆ LLC B -> LPDU UA
- ◆ LLC A <- LPDU UA
 - ◆ Désarme AT, aucune trace n'est gardée

Gestion des transmissions de données durant la Connexion

Principes

Principes

→ Dès émission ou réception de LPDU UA la phase transfert commence.

- ◆ Des LPDU de type I (information) et S (supervision) sont utilisées pendant cette phase pour:
 - ◆ gérer les échanges
 - ◆ garantir le séquençement
 - ◆ récupérer les pertes
- les LPDU d'information numérotés sont caractéristiques de LLC type 2.

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Principes

Principes généraux des techniques utilisables dans les trois protocoles

- Numéros de séquence
- Acquittements
- Retransmissions automatiques

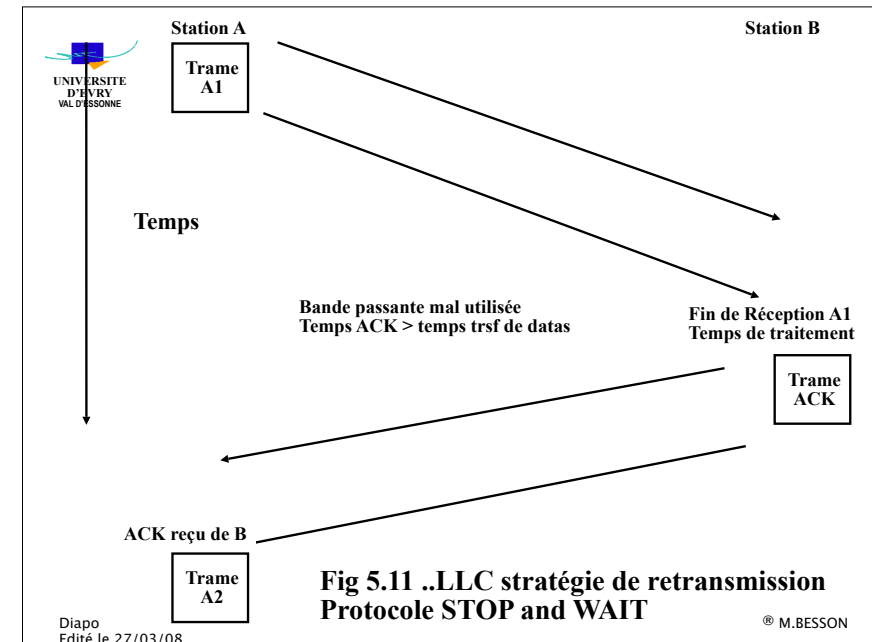
Diapo Edité le 27/03/08 © M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

53

□ **Principes généraux des techniques utilisables dans les trois protocoles:**

- **No de séquence**
- **Acquittements**
 - ◆ chaque trame peut être acquittée positivement et individuellement par une trame en retour :ACK
 - ◆ l'ACK peut être incorporé dans une trame de donnée en retour (Piggy Acking)
 - ◆ autre stratégie utiliser des NAK pour d'acquittement NEG: signal d'erreur
 - ◆ des réveils sont armés pour éviter les DEAD LOCKS
- **Retransmissions automatiques**
 - ◆ la politique consiste à garder en tampons tout ce qui n'est pas ACK acquitté positivement



vendredi 3 octobre 2008

54

□ **STOP AND WAIT**

– fig 5.11

- **Principe:**
 - ◆ - Une seule trame est émise à la fois
 - ◆ - On attend l'ACK ou NAK avec réveil armé
- **Conséquences:**
 - ◆ Mauvaise utilisation de la bande passante, générer un ACK prend plus de temps que transmettre des données

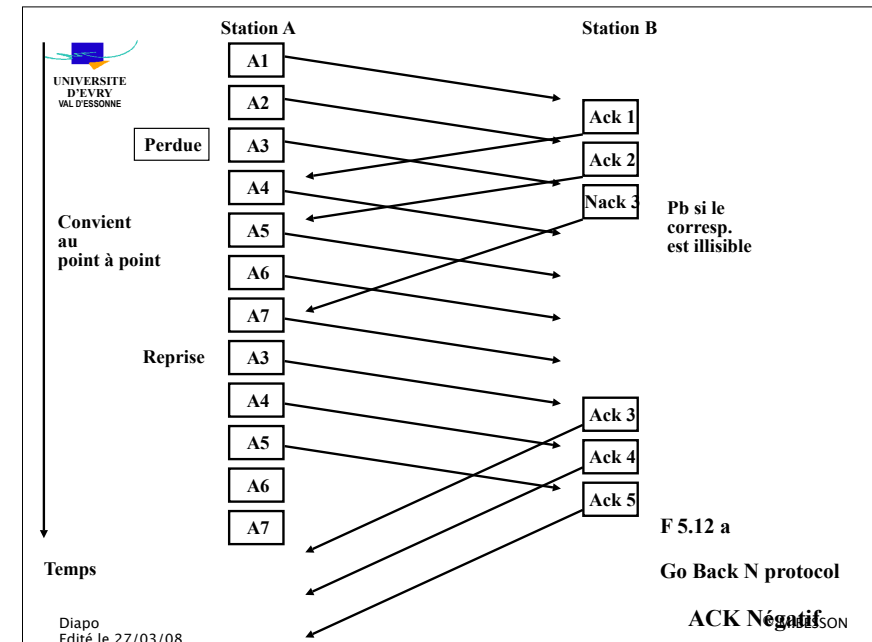
UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE

Répétition Sélective

Diapo Edité le 27/03/08 © M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

55



vendredi 3 octobre 2008

56

□ GO BACK N

– fig 5.12a

→ Principe sur NAK:

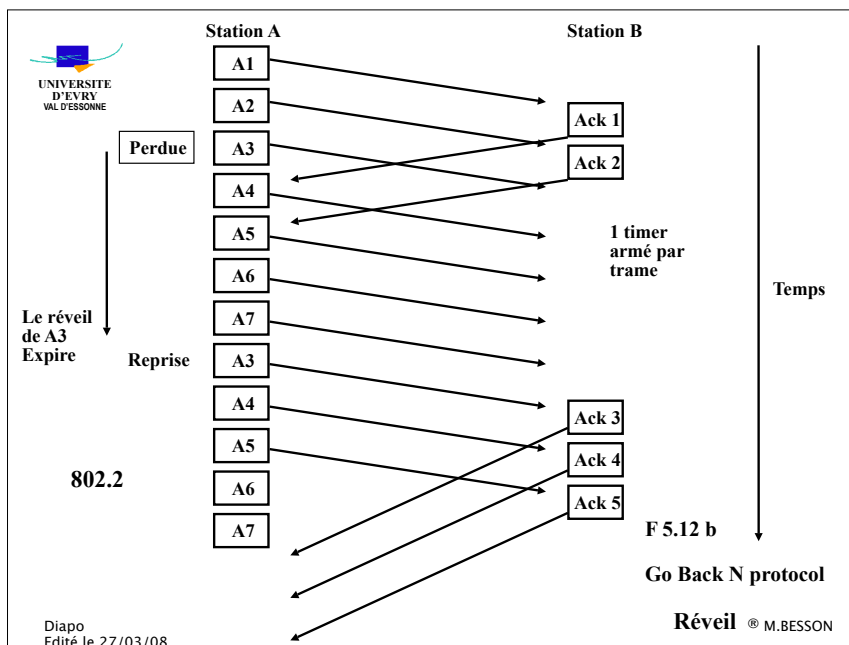
- ◆ - Toutes les trames sont transmises en continu
- ◆ - Sur réception d'un NAK (fig 5.12a NAK3) on reprend la transmission à N trame en arrière, soit au niveau du 1er NAK reçu
- ◆ - Toutes celles qui suivent sont réémises
- ◆ - Ce principe n'est pas adapté au réseau local
 - ◆ difficile de renvoyer un NAK si le correspondant n'est pas lisible
 - ◆ (CRC erroné)
- ◆ - Convient bien au point à point

– F 5.12

□ Principe GO BACK N :

→ Utilisation de NAK en conjonction avec des Numéros de Séquence

- ◆ Seule la trame dotée d'un NAK ou bien dont le réveil sonne est renvoyée
- ◆ Le récepteur doit réordonnancer ses tampons pour respecter l'ordre
- ◆ Technique avantageuse dans les réseaux satellites aux délais de propagation longs.
- ◆ Peu utilisée dans les réseaux locaux
 - ◆ nombre de tampons important
 - ◆ implémentation lourde



vendredi 3 octobre 2008

57

□ GO BACK N Stratégie basée sur le réveil

◆ fig 5.12b

→ Principe sur Expiration du réveil:

- ◆ - Un réveil est armé pour chaque trame émise
- ◆ - Un réveil armé pour la 1ère trame non acquittée
 - ◆ en réalité on l'arme sur la 1ère trame non acquittée au moment la réception de l'ACK de la précédente
- ◆ - Celui de A3 expire (trame non acquittée) et provoque une réaction de même type.

→ 802.2 utilise cette anticipation (décrite plus loin)

UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Répétition Sélective

Problèmes liés à la numérotation des trames

Limite en pratique

Fenêtre d'anticipation

F 5.12 b

Go Back N protocol

Diapo Edité le 27/03/08

© M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

58

□ Problèmes liés à la numérotation des trames

- ◆ Les compteurs N(S) et N(R) sont sur 7 bits (fig 5.5) donc modulo 128
- ◆ Si l'ACK n'arrive pas avant le No 128 = fin de transmission tampons épuisés.

→ En pratique:

- ◆ La limite est $K \cdot t$ ampons dont dispose le LLC pour émettre soit ≤ 128)

→ La fenêtre d'anticipation :

- ◆ Est le nombre de LPDU que peut envoyer un LLC avant blocage.
 - ◆ Le récepteur devra avoir aussi K tampons disponibles.
 - ◆ Cette valeur K est fixée à l'ouverture de la connexion pour toute la durée de sa vie, de même que la taille des trames qui influera sur la taille des tampons.

UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE

Trame	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-16	
Transfert d'information	I	0	N(S)					P/F	N(R)		
Supervision	S	1	0	SS	XXXX			P/F	N(R)		
Non numérotée	U	1	1	MM	P/F	MMM					

Avec:

N(S) N° de séquence en émissionCONTROLE

N(R) N° de séquence en réception

S Bits de la fonction supervision Ex: RR...RNR...REJ

M Bits de la fonction trame non numérotée Ex: UA..DISC.. UI

X Réserve

P/F=1 Bit Poll (C/R = 0 commande) obligation pour le récepteur de répondre.
 Bit Final (C/R = 1 réponse) format de la réponse à l'initiateur.
 services LLC 2 et 3

Diapo Edité le 27/03/08

Fig 5.5: Format du Champ contrôle des LPDU

© M.BESSON

UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE

Scénario 5

Séquencement

Rappel types de compteurs

ils définissent soit :

- un évènement terminé
- un évènement prévu

Diapo Edité le 27/03/08

© M.BESSON

☐ Séquencement

– fig 5.13 H

→ Rappel types de compteurs, ils définissent soit :

- ◆ Un évènement terminé
 - ◆ N(S) est le No de trame Emise
 - ◆ N(R) est le No de trame Attendue
- ◆ Un évènement prévu
 - ◆ V(S) est le No de trame à Emettre
 - ◆ V(R) est le No de trame Attendue
 - bit Pool=1 C/R=0 commande
 - bit Final=1 C/R=1 réponse

UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE

Scénario 5 début de procédure

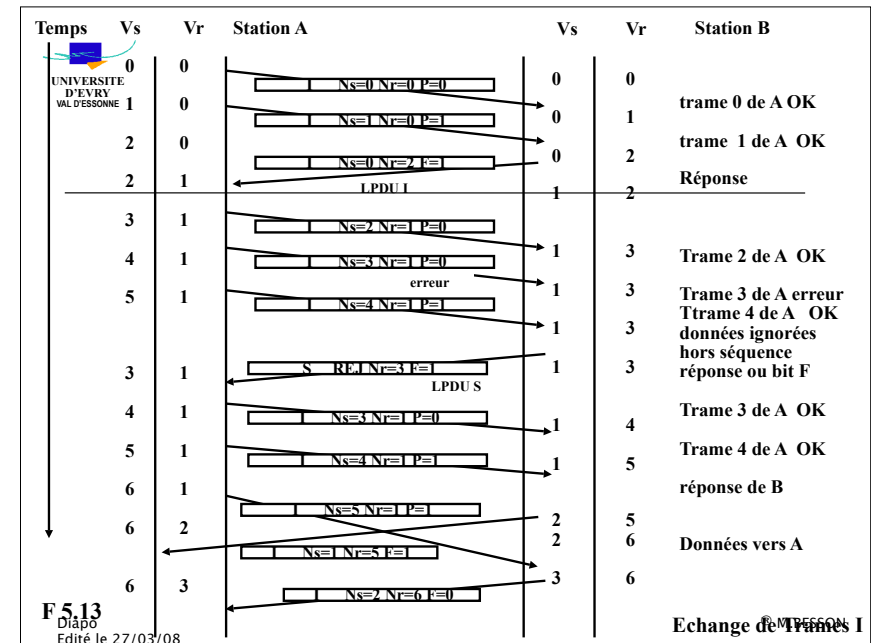
© M.BESSON

Diapo Edité le 27/03/08

vendredi 3 octobre 2008

61

- ◆ LLC reçoit une commande L-DATA_CONNECT
- ◆ LLC crée une LPDU ..I correspondante
 - ◆ met $N(S) = V(S)$
 - ◆ met $N(R) = V(R)$
 - ◆ met bits Polling C/R=0
 - fig 5.13 H

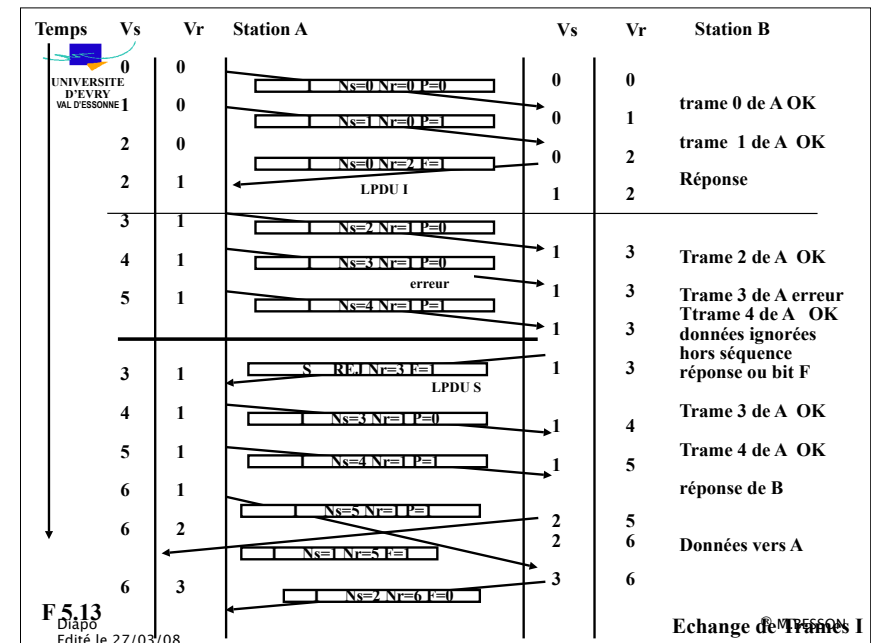
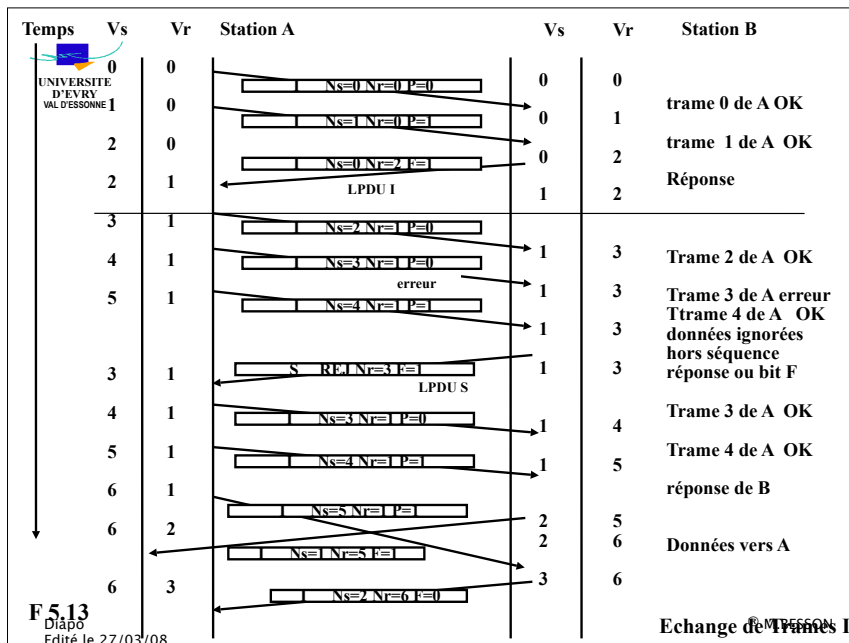


vendredi 3 octobre 2008

62

□ Commentaire sur scénario

- A -> LPDU
V(S)+1=1, AT armé
- B <- reçoit la 0
accepte car N(S)=son V(R)
P=0 pas d'obligation de réponse V(R)=V(R)+1=1
si attente de timing >TA ... A doit réémettre
si pas de donnée à re-expédier la réponse peut être : RR
- B -> LPDU suite à demande. état de la 1ere : P=1
TA cours toujours sur la 0
- B <- reçoit la 1
accepte car N(S)=son V(R)
sait qu'il faut répondre, vu P=1

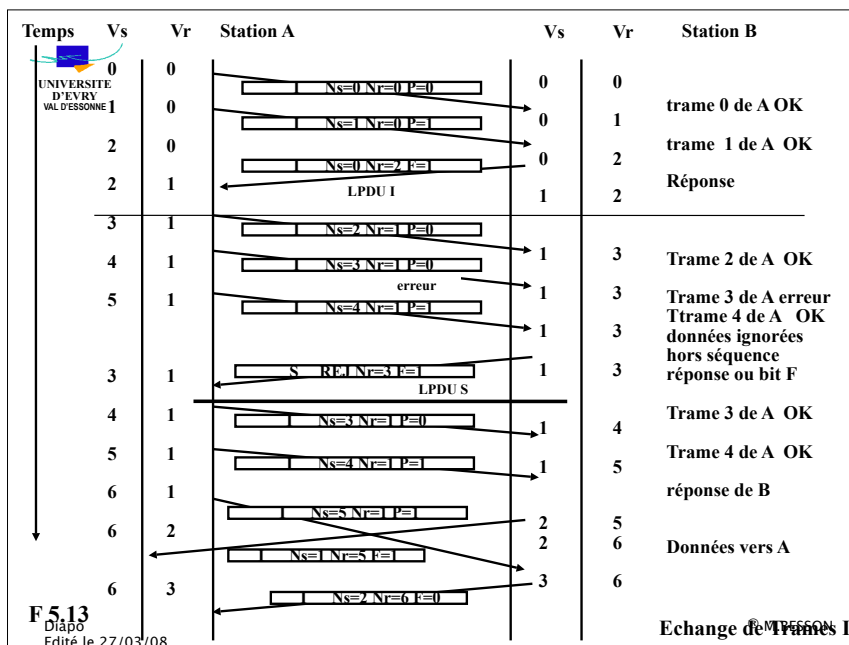


suite

- B -> LPDU ..I
en profite pour répondre
met C/R=1 F=1
met N(S)=V(R)=0
met N(R)=V(S)=2
fait V(S)=V(S)+1=1
- A <- la reçoit
sait que 0 et 1 ont été reçues
libère ses tampons
- A -> L-DATA CONNECT
confirmation ...x 2 à son commanditaire
une par LSDU transmises
désarme TA de la 1ere

Scénario cas d'erreur détectée

- A -> LPDU 2
le réveil TA la suit
- -> LPDU 3
- -> LPDU 4
- Elle comporte Communication de polling
- B <- LPDU 2 OK
N(S)=V(R)
- <- trame ERREURS la N(S)3 ERREURS
pas de conclusion

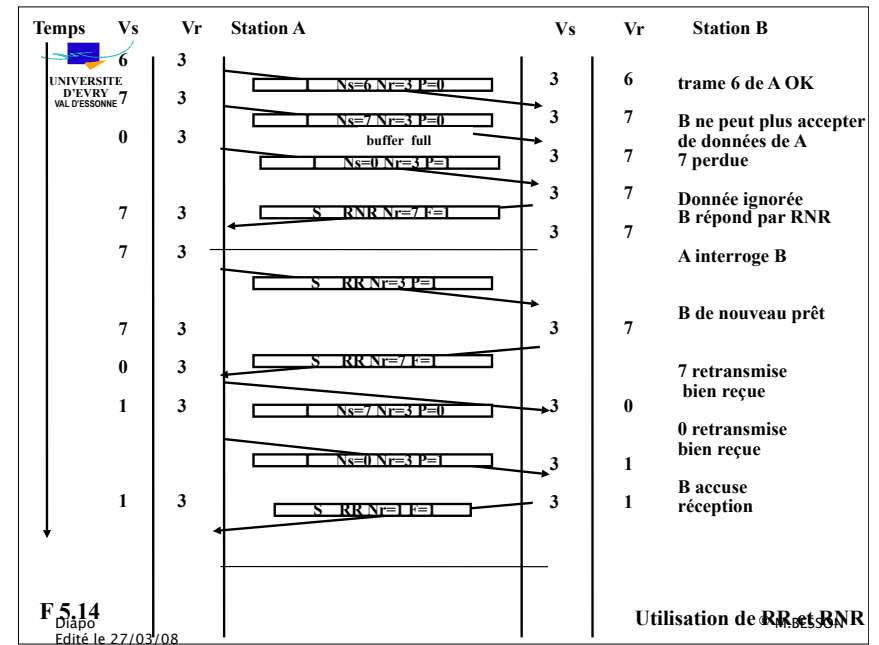
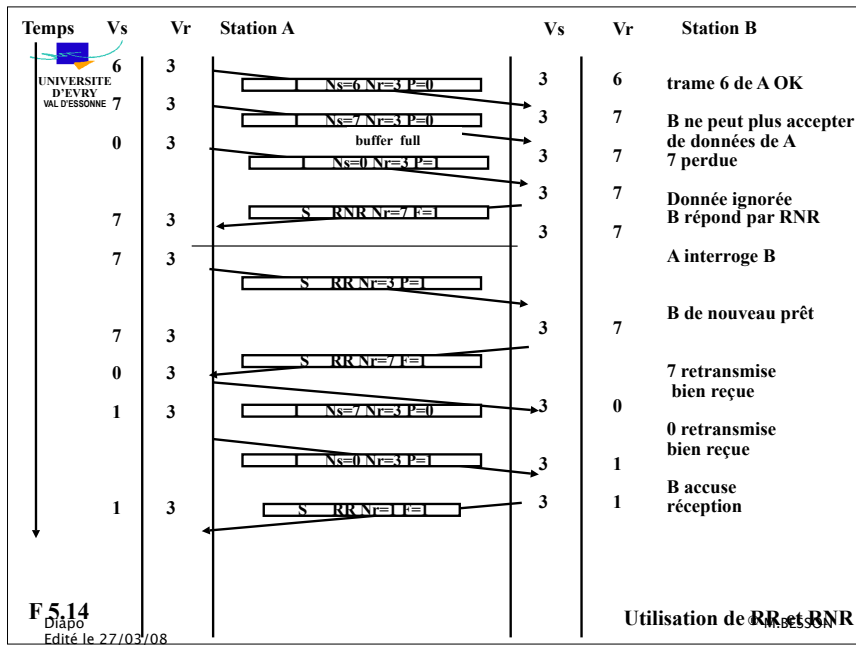


Le contrôle de Flux
Utilisation de RR et RNR

© M.BESSON

- B ←- LPDU 4 - Hors séquence N(S) diff. V(R)
Ignore la partie LSDU, ne la délivre pas à l'Ut.
Voit origine, voit bit P=1, doit répondre
- B →- LPDU ..S : REJ Car pas de données a transmettre.
Il précise par N(R)=V(R)=3 le No attendu en Séquence.
V(S) n'est pas incrémenté ..supervision = hors séquence
Un réveil particulier est armé pour surveiller ce REJ
S'il sonne n tentatives seront tentées avant de décider la fermeture finale.
Les autres LPDU arrivées hors délai seront ignorées.
- A ←- LPDU ..S : REJ
sait qu'il doit renvoyer la 3

◆ fig 5.14 H



vendredi 3 octobre 2008

67

vendredi 3 octobre 2008

68

□ Contrôle de Flux fig 5.14 H

→ Etat initial du scénario

- ◆ Celui-ci fait suite à la dernière séquence. de la fig. 5.13, nous supposons qu'après réception de la LPDU 6 ... B à utilisé tous ses tampons.
- ◆ Cause possible l'utilisateur ne retire pas ses données

→B <- LPDU 6 sans problème

→B <- LPDU 7 bit Pool=0
aucun avis, bien qu'il soit en situation de blocage

→B <- LPDU 0 bit Pool=1

→B -> LPDU S:RNR N(R)=7

→A <- LPDU S:RNR

voit la situation, mais ne peut qu'attendre le déblocages. de B

met son V(S)=7

→A -> LPDU S:RR

Interrogation de A à B bit P=1 pour forcer B à répondre, ce qui permet de vérifier l'état de B ou d'être fixé sur les Acquittements.

→B -> LPDU S:RR bit F=1 mode réponse
ok retour à la normale

→A <- LPDU S:RR sait qu'il peut renvoyer des ..
ne connaît pas la valeur de fenêtre disponible pour autant

→A -> LPDU...I ..N=7

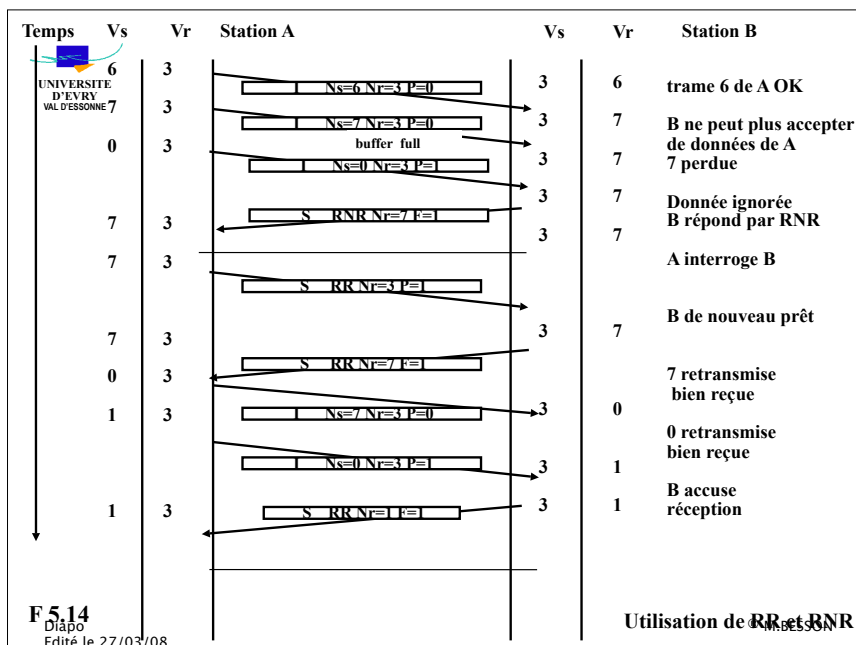
→A -> LPDU...I ..N=0

celle-ci comportera une interrogation P=1

→B <- les reçoit

→B -> LPDU S:RR

B répondra par RR car aucune données à transmettre, acquitte les 2 reçues au passage.



UNIVERSITÉ D'EVRY VAL D'ESSONNE

Cas typiques liés au Bit Pool

Un réveil de type P-Bit plus court que TA existe

il est armé lors de l'envoi d'une trame de commande .. Bit Pool affirmé.

En cas de non réponse la LPD U de commande est renvoyée n fois (P-Bit réarmé n fois)

La connexion est alors considérée comme rompue

Diapo
Edité le 27/03/08

© M.BESSON

vendredi 3 octobre 2008

69

- A -> LPDU S:RR
Interrogation de A à B bit P=1 pour forcer B à répondre, ce qui permet de vérifier l'état de B ou d'être fixé sur les Acquittements.
- B -> LPDU S:RR bit F=1 mode réponse
ok retour à la normale
- A <- LPDU S:RR sait qu'il peut renvoyer des ..
ne connaît pas la valeur de fenêtre disponible pour autant
- A -> LPDU...I ..N=7
- A -> LPDU...I ..N=0
celle-ci comportera une interrogation. P=1
- B <- les reçoit
- B -> LPDU S:RR
B répondra par RR car aucune données à transmettre, acquitte les 2 reçues au passage.

vendredi 3 octobre 2008

70

UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE

Phénomènes d'asynchronismes et REJ

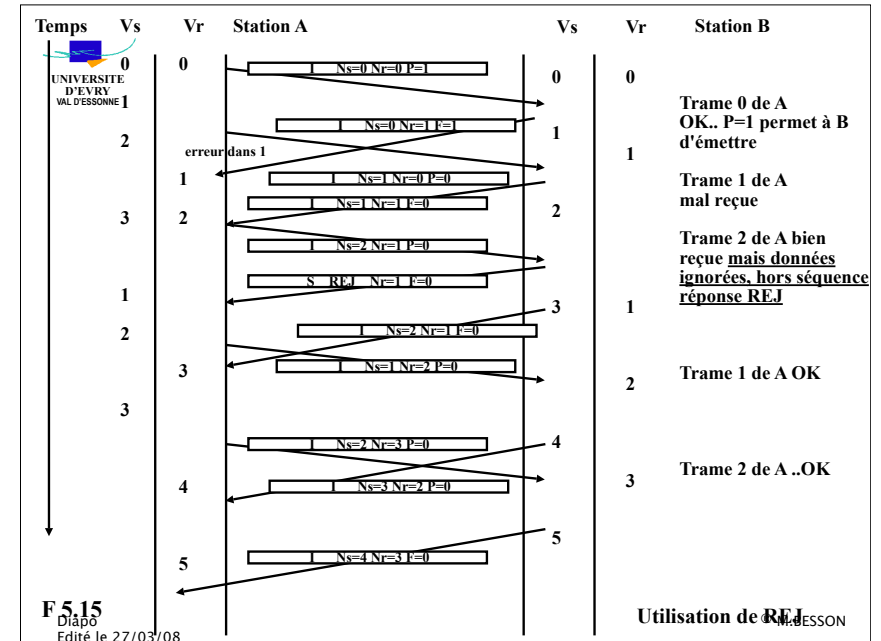
© M.BESSON

Diapo Edité le 27/03/08

vendredi 3 octobre 2008

71

♦ fig 5.15



vendredi 3 octobre 2008

72

☐ Phénomènes d'asynchronismes et REJ

– fig 5.15

→ La figure montre un exemple où les trames arrivent pendant une émission

☐ Conclusion:

- ◆ La norme décrit sous forme d'automate d'état finis le fonctionnement du protocole
- ◆ La norme précise les réactions que le récepteur de LPDU doit avoir dans tous les cas

Gestion de la fenêtre d'anticipation

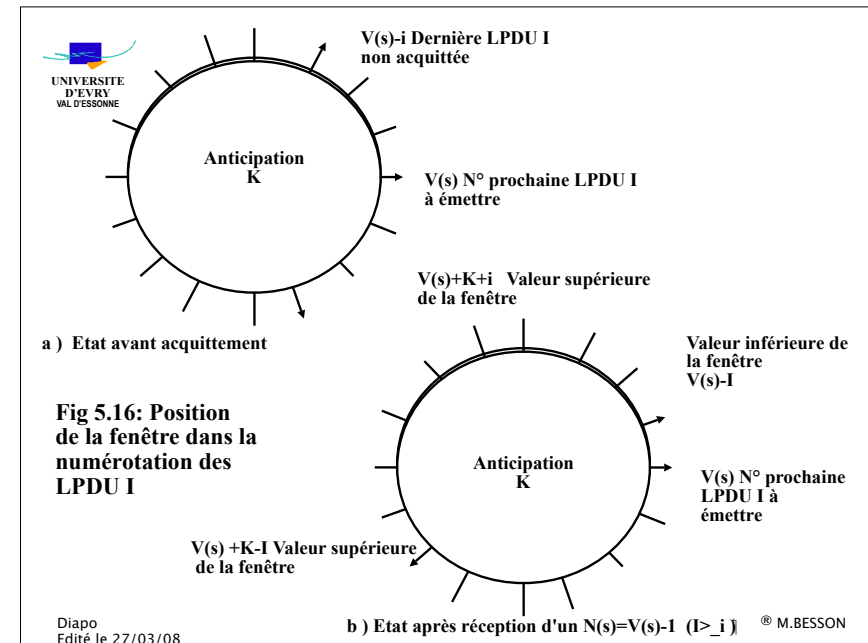


Fig 5.16: Position de la fenêtre dans la numérotation des LPDU I

□ Principe

- Cette fenêtre indique à l'émetteur le nombre de LPDU de type INFORMATION qu'il peut soumettre avant d'exiger un acquittement
 - ◆ Chaque LPDU I émise = Val. fenêtre locale -1
 - ◆ Chaque ACK positif Reçu = Val. fenêtre locale +1
- Ceci est insuffisant pour garantir le contrôle de flux
 - ◆ dans le cas où l'utilisateur ne retire pas ses données celles-ci sont conservées
 - ◆ L'échange des valeurs locales n'est pas permise