Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Transmission

- Le codage et la transmission
- La transmission en bande de base
- La Modulation
- Les modems
- Le multiplexage
- La numérisation
- La détection et correction des erreurs
- Contrôle d'échanges: Send & Wait et Sliding Window

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

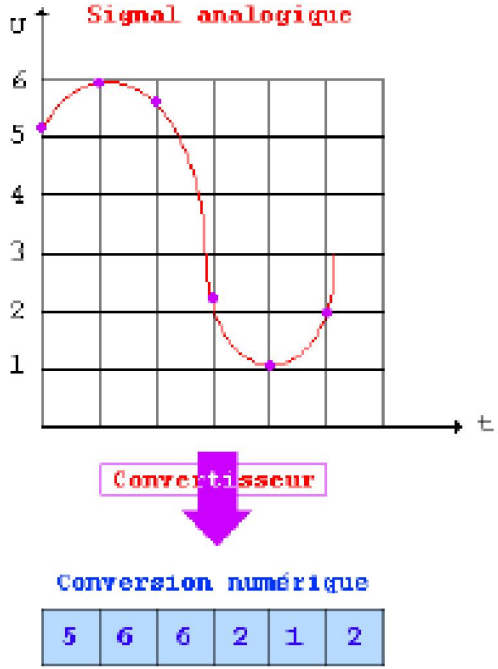
Deux types d'information

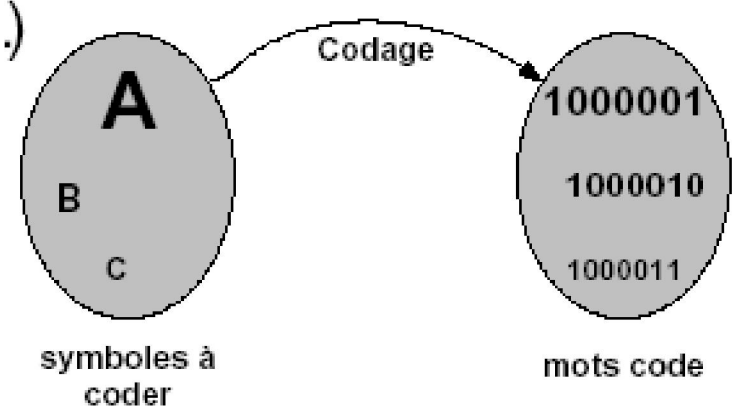
- Données continues
  - données continues résultant de la variation continue d'un phénomène physique (voix, température, image, lumière, …)
  - infinités de valeurs dans un intervalle borné
  - un capteur fournit une tension électrique proportionnelle à l'amplitude du phénomène
- Données discrètes
  - suite discontinue de valeurs dénombrables
  - un texte est une association de mots eux-mêmes composés de lettres (symboles élémentaires)

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Traitement informatique

- Il faut associer une valeur binaire à chaque élément d'information
  - numérisation de l'information pour des données continues (échantillonnage)
  - codage de l'information pour des données discrètes (code Baudot, code ASCII, …)





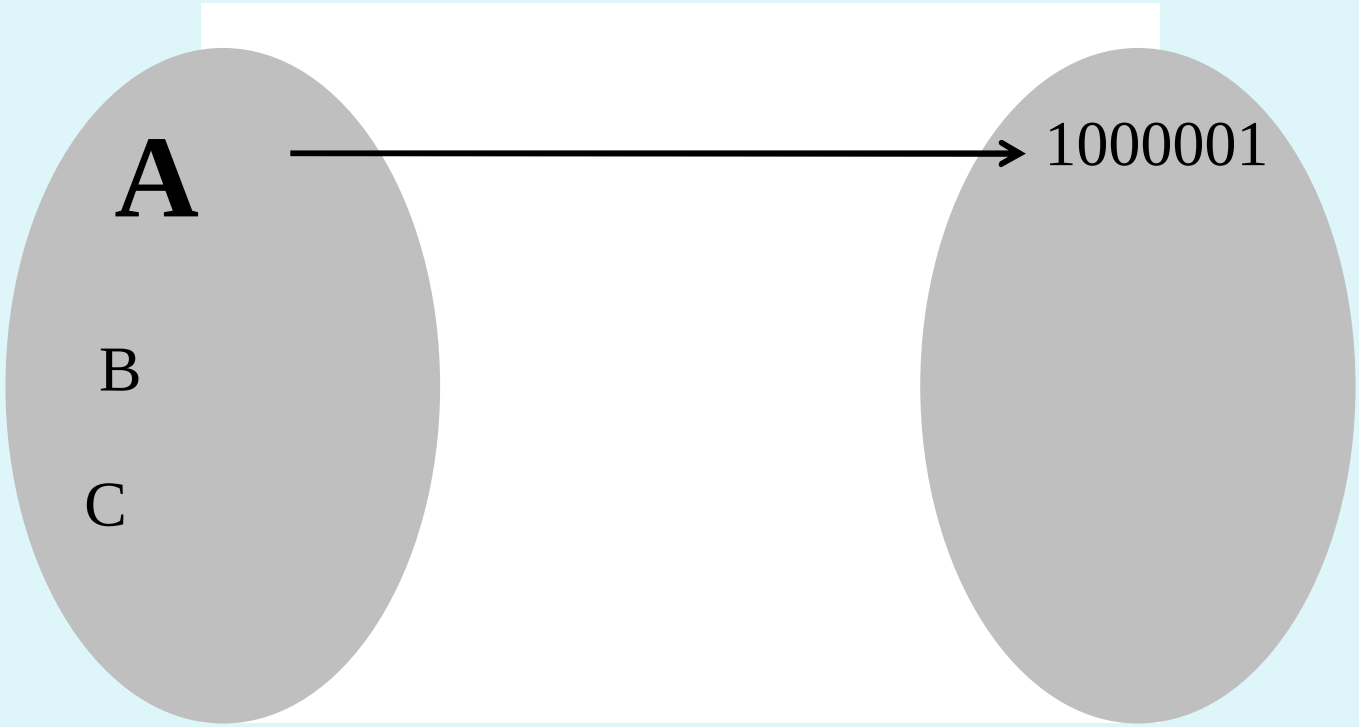
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Deux étapes:

- Codage des informations
  - Information discrète: Code ASCII (7 bits), EBCDIC (8 bits), Unicode (16bits)
  - Informations continue: échantillonnage, quantification, codage
- Transmission des informations
  - Bande de base
  - Modulation (large bande)

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Codage des informations discrètes



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Codage des informations continues

Codecs

Conversion numérique

1 4 2 3 2 3 1

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Exemple : Numérisation de la parole téléphonique

MIC (Modulation par Impulsion): en Europe:

64 Kbits/s = 8 000 octets/s.

On prélève 1 octet toutes les 125µs

PCM (Pulse Code Modulation) en Amérique: 56 kbits/s

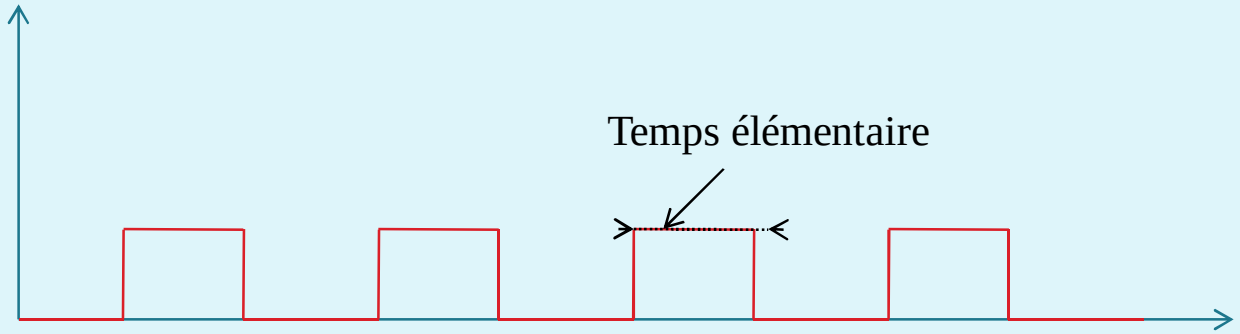
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Baud, Valence, Bande passante, Capacité

- Horloge-dispositif permettant d'obtenir des signaux périodiques et Servant de base aux techniques de synchronisation et d'échantillonnage
- Sur une ligne de communication la transmission est cadencée (rythmée) par une horloge.

Le baud (R)- c'est le nombre de top horloge /seconde
C'est à dire le nombre de temps élémentaires/seconde

Ex: 50 bauds veut dire, 50 top horloge= 50 temps élémentaires



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Signal

Un signal (s(t)) est caractérisé par son amplitude (A), sa fréquence (f) et sa phase (φ)

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \varphi).$$

Le signal est transportée sous forme d'une onde faisant varier une des caractéristiques physiques du support:

ddp électrique (votls)

Intensité lumineuse (fibre optique) (A)

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Valence, Bande passante

- A chaque temps élémentaire, il peut y avoir l'envoie d'un signal

- Valence (V) - d'un signal c'est le nombre de bits transmis par temps élémentaire (par état physique)

- Capacité (C)- d'une ligne c'est le nombre de bits qui peuvent être envoyés par seconde.

Ex: C= 1000 bits/s= 1 Mbits/s.

- Bande passante (W) – caractérise tout canal de transmission. C'est la plage de fréquences dans laquelle les signaux sont Correctement reçus. $W = f_{max} - f_{min}$

Ex1: RTC, 300Hz à 3400 Hz. W= 3400-400=3000 Hz=3KHz.

Ex2: L'oreille humaine est sensible dans la bande 15-15 000 Hz

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Théorème Nyquist

$$C = R \log_2 (2^V) = R*V,$$

V Valence, R baud, C capacité (bits/s)

$$R=2W.$$

Théorème de Shannon

$$C = W \log_2(1+S/B), \log_{10} (S/B)= dB.$$

S signal, B bruit, W bande passante

Ex1: RTC, W=3100 Hz, S/B= 1000, C $\tilde{}$ 30 000 bits/s

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Transmission

Problème:

Comment l'émetteur peut-il envoyer un signal que le récepteur reconnaîtra comme étant '0' ou '1'

Solutions:

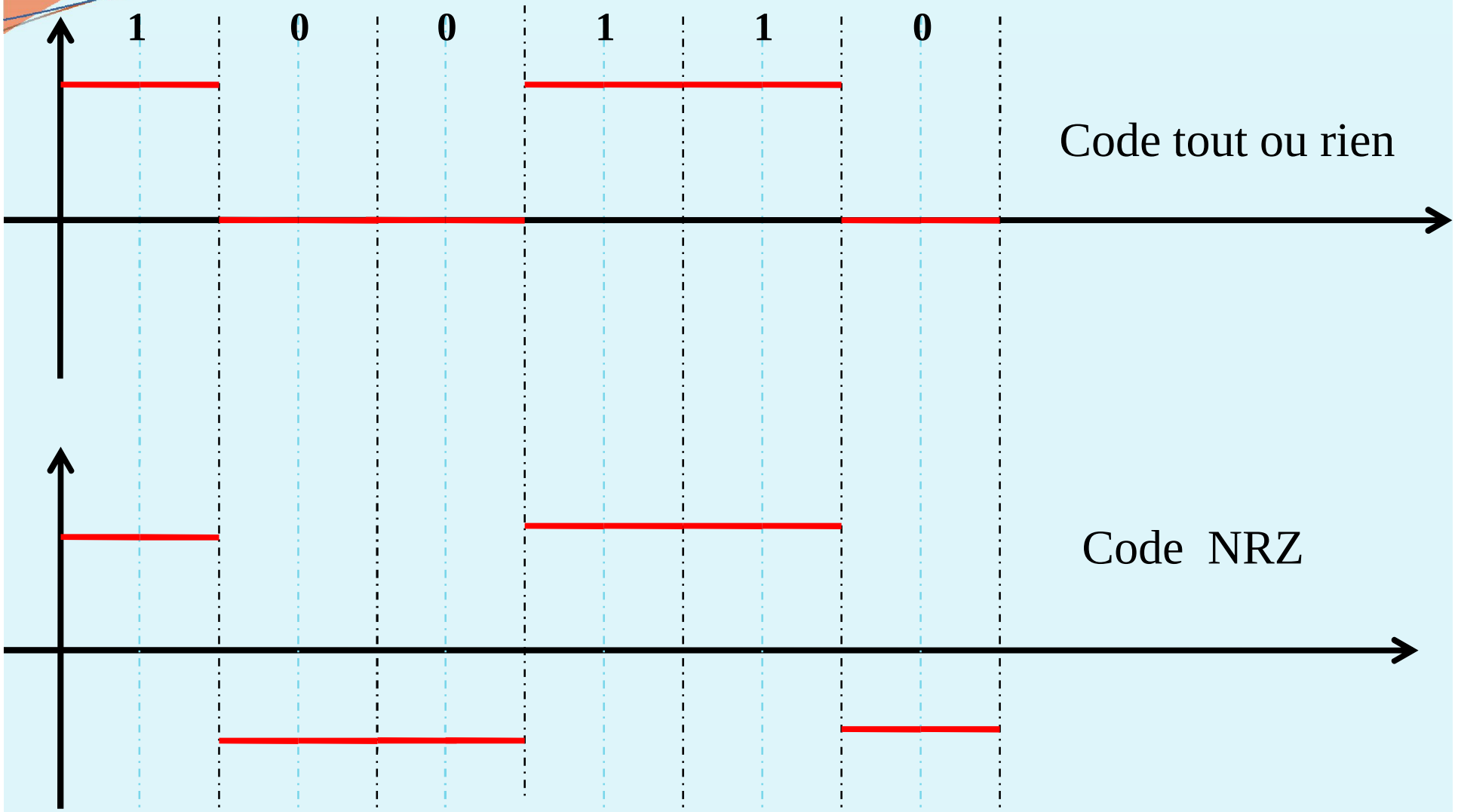
- Transmission en bande de base
- Transmission par modulation

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

- Transmission en bande de base
  - les bits sont directement représentés par des valeurs de tensions
  - simplicité du codage mais distances limitées à quelques kilomètres (bande passante, rapidité de modulation, rapport signal/bruit du canal)
  - occupe toute la bande
  - code NRZ, code Manchester, code Miller, …

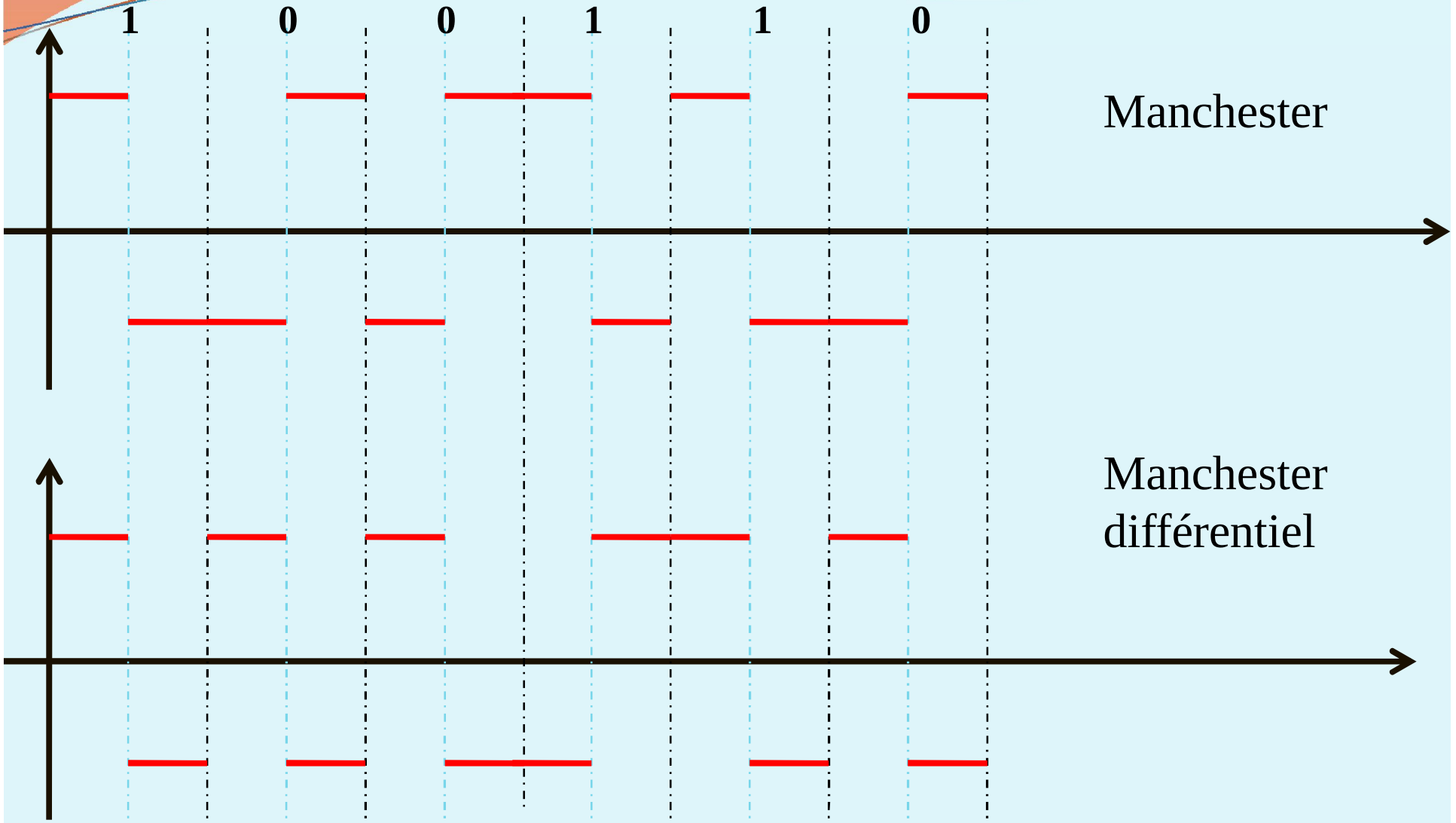
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Codage en bande de base



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Codage dans les Réseaux locaux



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Problèmes des Signaux en bande de base:

q Dégradation rapide au fur et à mesure de la distance parcourue.

q Si le signal n'est pas régénéré très souvent, il prend une forme quelconque que le récepteur est incapable de comprendre.

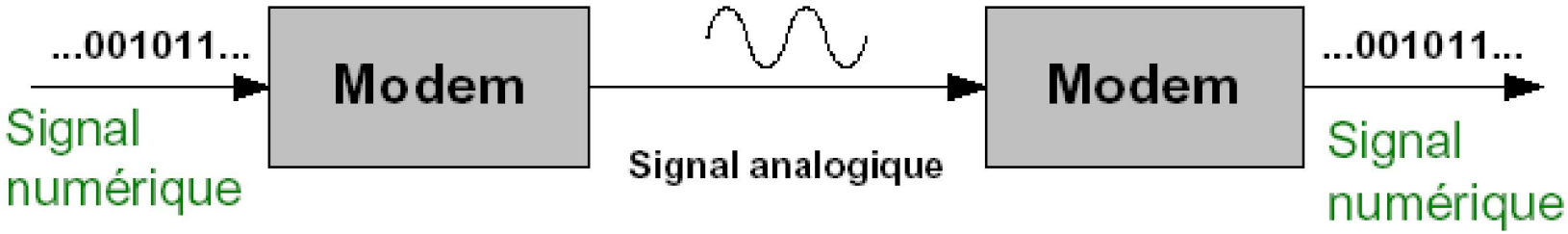
Solution (Modulation)

ØSi distance (>5km) on utilise plutôt un signal sous forme sinusoïdal.

Ce type de signal même affaibli, peut très bien être décodé par le récepteur

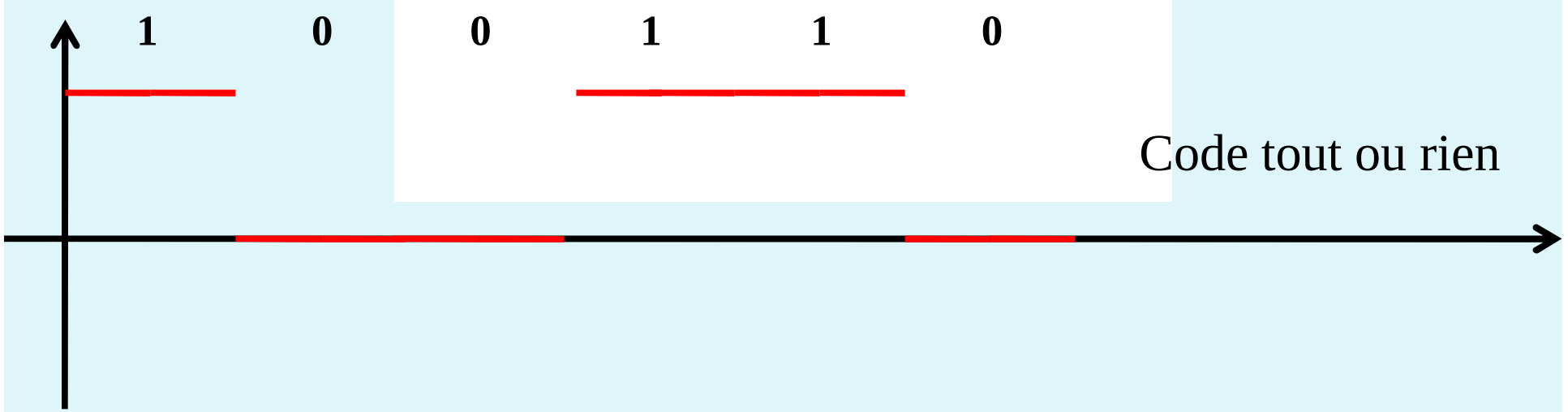
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

- Transmission large bande ou par modulation
  - utilise les théories de Fourier sur la décomposition d'un signal périodique
  - adaptée aux longues distances (transposition dans un domaine de fréquences adapté au support, protection du bruit)



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

- Modulation de fréquences
- Modulation d'amplitudes
- Modulation de phases

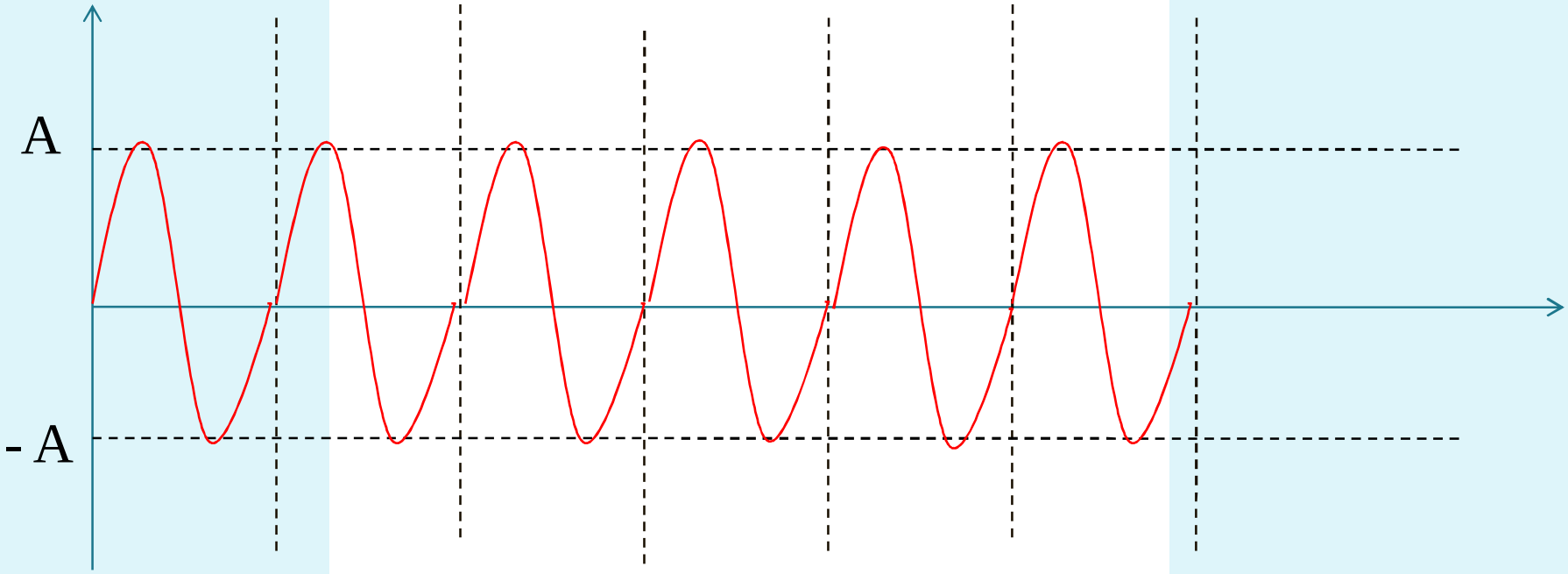


Code tout ou rien

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Modulation d'Amplitude

On considère un signal s(t) = A sin (2πft), où f est la fréquence et A l'amplitude.

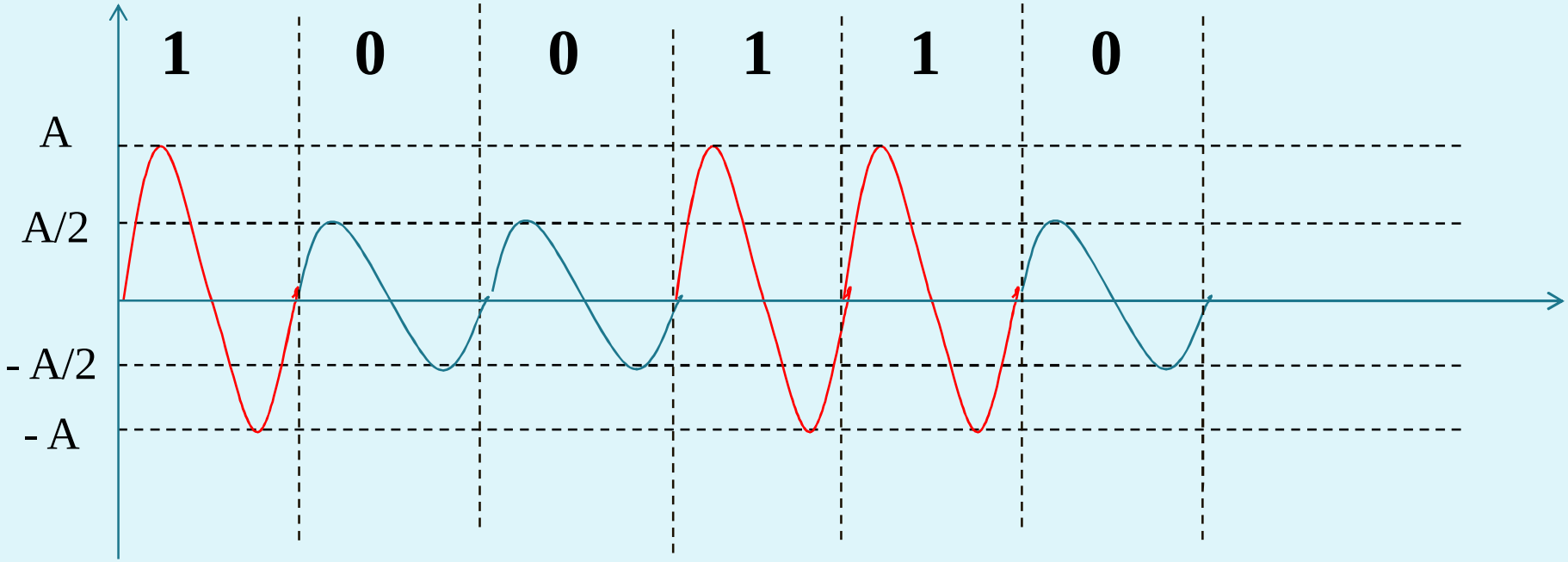


1 ⟶ s(t) = A sin (2πft),

0 ⟶ s(t) = A/2 sin (2πft),

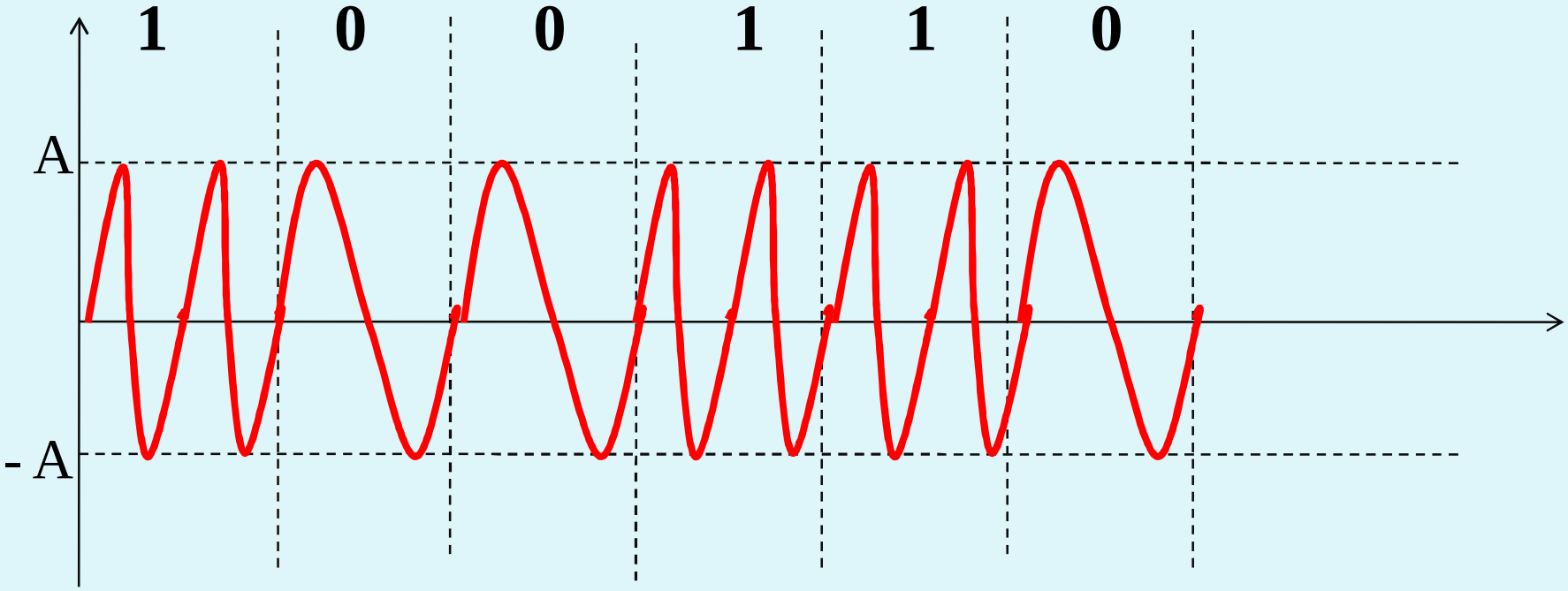
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Modulation d'amplitude



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Modulation de fréquences

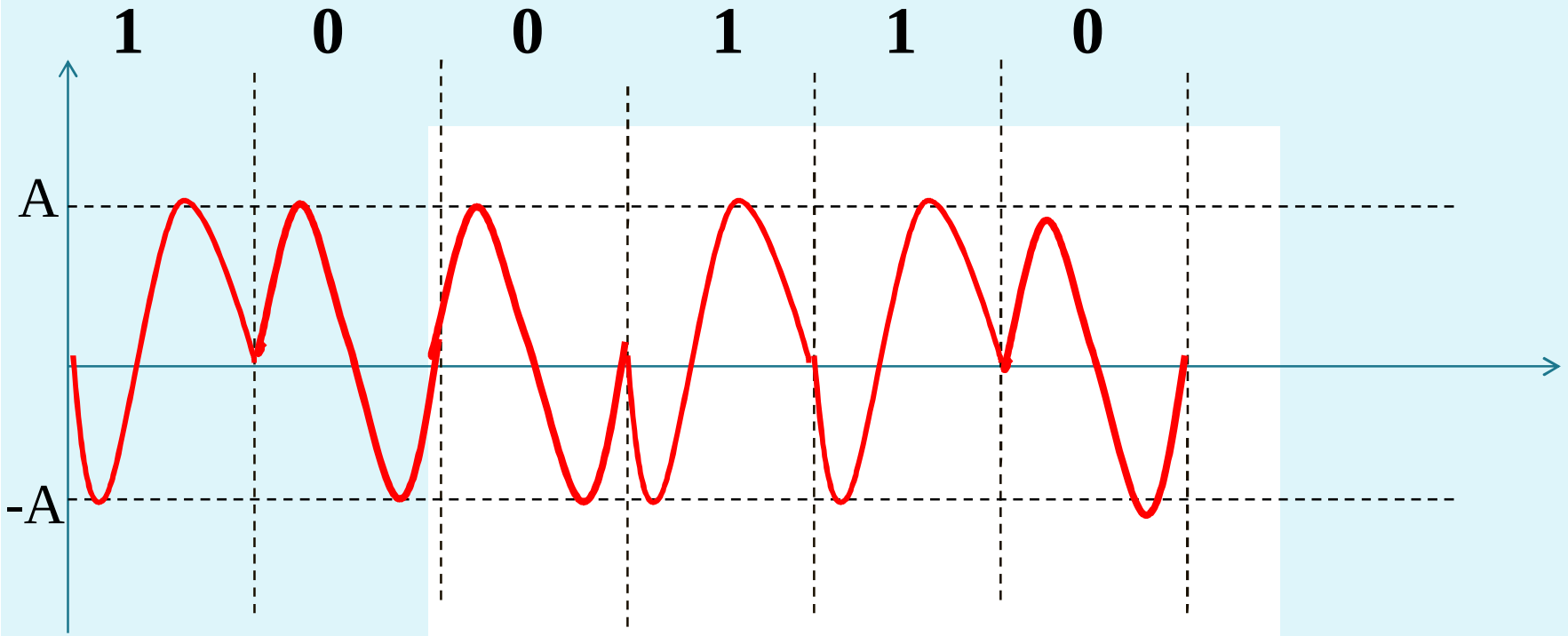


$$1 \longrightarrow s(t) = A \sin(2\pi f t)$$

$$0 \longrightarrow s(t) = A \sin(2\pi 2 f t)$$

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Modulation de phase



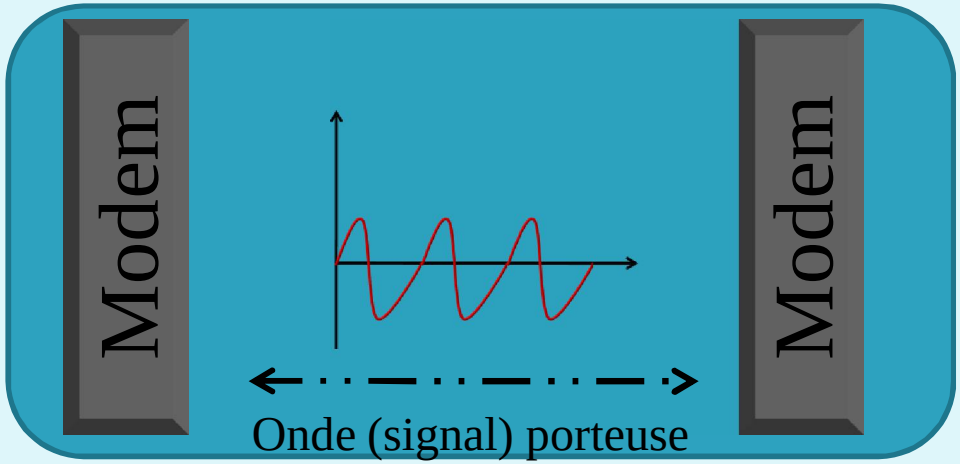
1 ⟶ $s(t) = A \sin(2\pi ft + \pi)$

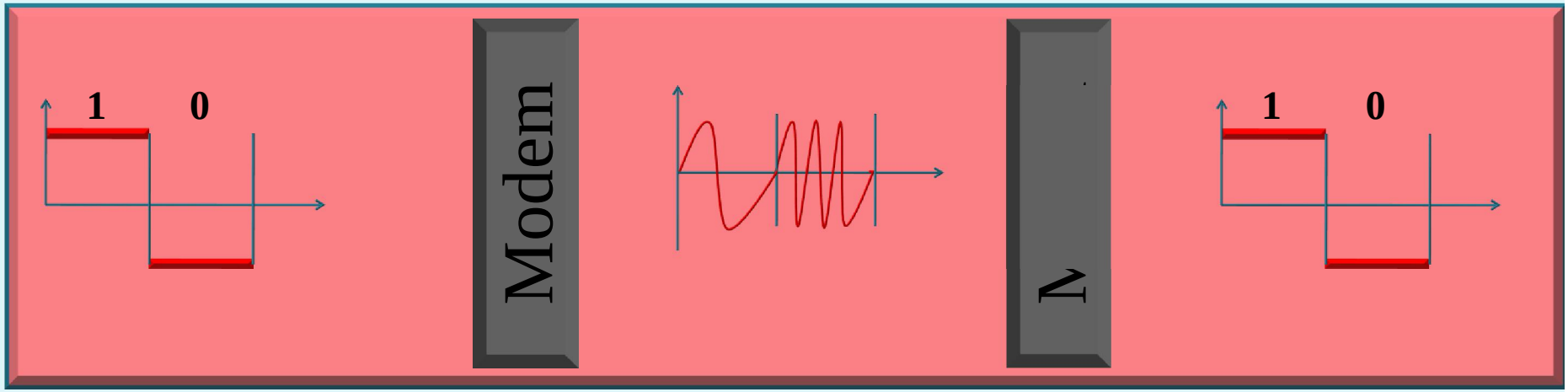
0 ⟶ $s(t) = A \sin(2\pi ft)$

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Les Modems

Transformer les signaux binaires de base en signaux analogiques sous forme sinusoïdale.



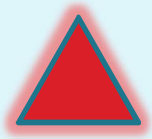


Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Modems

Normalisés par l'IUT-T: Avis

Avis	Débit (bits/s)	Type de modulation
V.21	300	
V.32	4 800/9 600	Phase+amplitude
V.90	56 000/33 600	Phase+amplitude
V.92	56000/48 000	Phase+amplitude

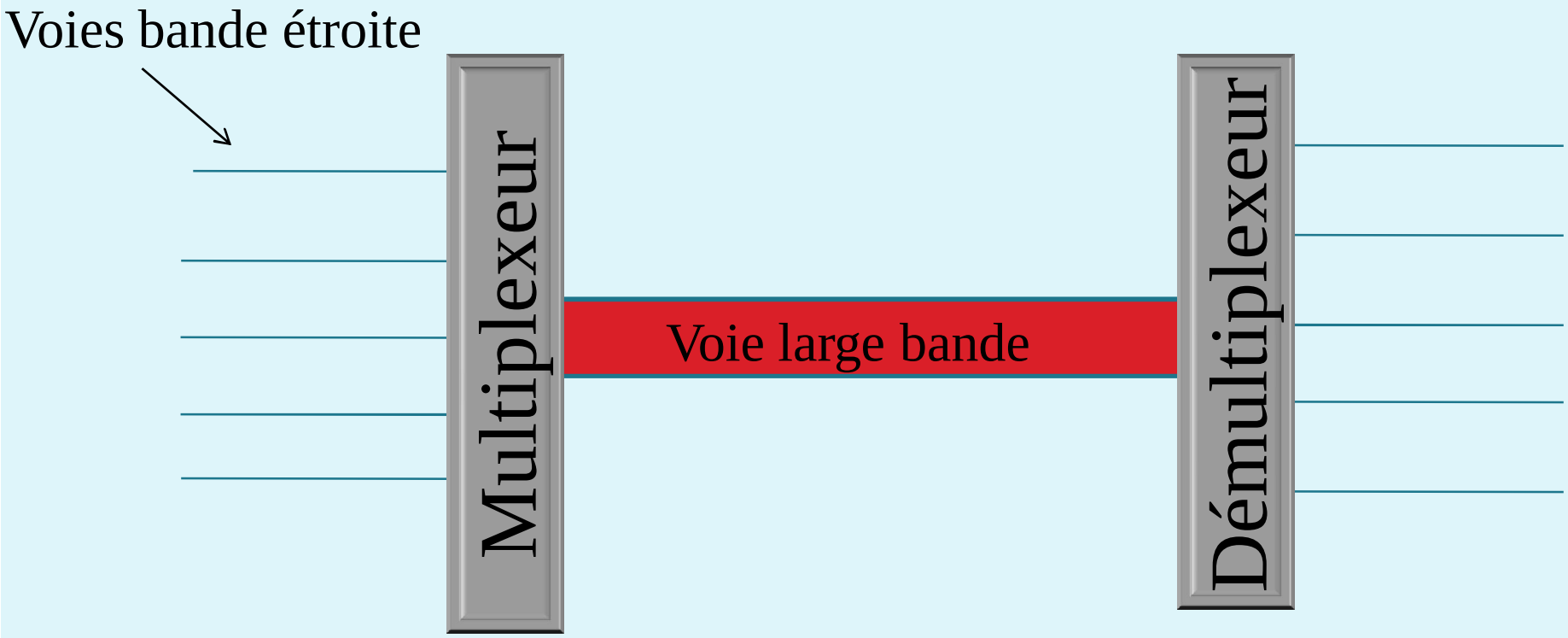


Modems xDSL (Cours prochain)

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Multiplexage

- Modulation - Adaptation du signal au canal
- Multiplexage- Partage de la bande passante du canal



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Multiplexage fréquentiel

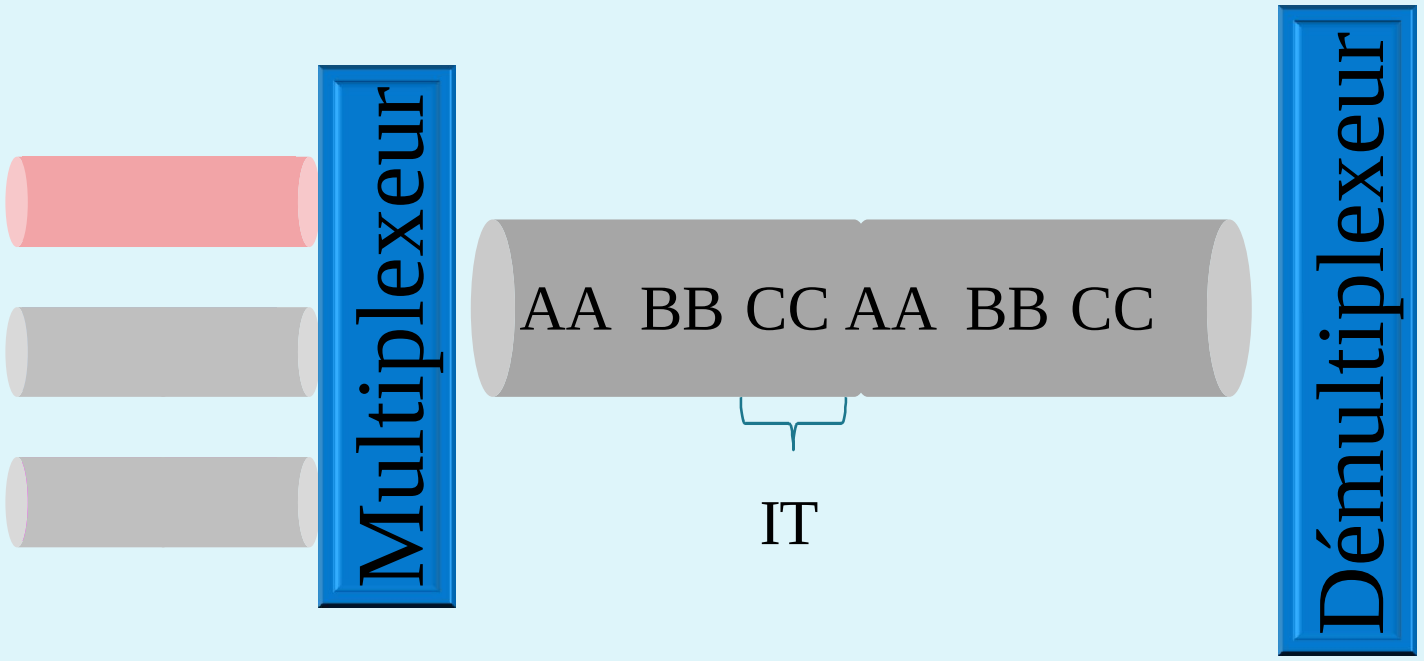
Principe- Découpe la bande passante (large) en plusieurs sous bande (étroite). Chaque sous bande est affectée à une voie de transmission.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Multiplexage temporel

Principe: Des bits (ou des octets) sont prélevés successivement sur les différentes voies reliées au multiplexeur pour construire Un train de bits (ou d'octets) qui constituera le signal composite.

ü A chaque voie est affecté un intervalle de temps (IT), intervalle pendant lequel elle envoie.



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Le multiplexage temporel est plus efficace puisqu'il fait une meilleure utilisation de la bande passante.

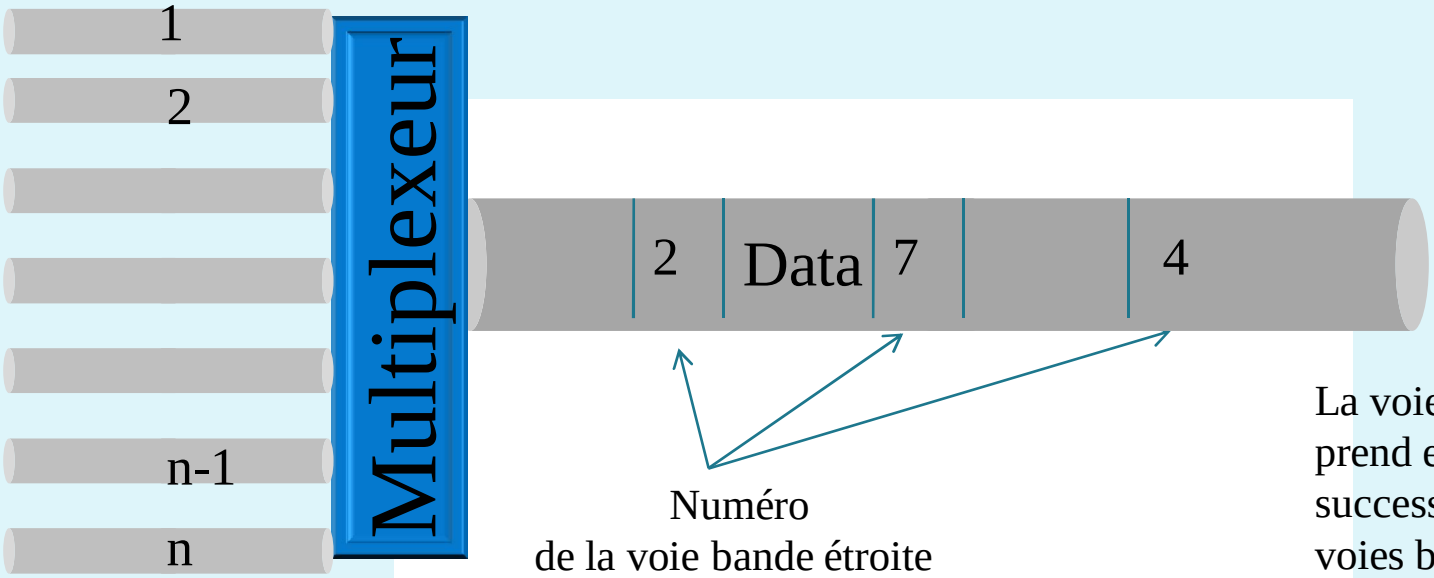
Problème- Des données sont prêtes sur une voie, mais ce n'est pas son tour? Il faut donc mémoriser ces données en attendant son tour!

Attente peut être lente!!

Multiplexeur doit avoir donc une mémoire tampon!!

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Multiplexage statistique



$$C = \sum_{k=1}^{n} Ci$$

N.B. Un numéro précède les données pour connaître la voie en question

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Erreurs de Transmission

- Détection et retransmission (Codes détecteurs).

Techniques:

  - Bit de parité
  - La plus utilisée CRC (Code Reduncy Cyclic)

- Détection et Correction (Code Correcteurs):

indispensable pour les supports physiques de mauvaise qualité ou pour des applications qui demande le transport de données précieuses. Plusieurs techniques-

  - envoyer 3 fois la même information et on choisit la plus probable,
  - FEC (Forward Error Correction) basée sur des algorithmes complexes (BCH, Reed-Solomon, et TurboCodes)

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Détection et Correction d'erreurs

- Avant 2004:

Détection et Correction d'erreurs gérées au niveau trame (couche2) du fait que la qualité lignes physiques était insuffisante pour obtenir des taux d'erreurs acceptables.

- Actuellement le problème est différent:
  - Le taux d'erreurs en lignes est devenu satisfaisant (mois que 10-9) Cela provient des techniques de codages et de la fibre optique
  - Les applications multimédias ne tolèrent pas la perte de temps associés aux reprises sur erreurs.
  - D'où détection et retransmission est la plus utilisée en ce moment

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Principe

I — Information Utile

C — Donnée du contrôle — C= f(I)

T — Information Utile | Donnée du contrôle

La fonction f est connue de l'émetteur et le récepteur.

T est transmis au récepteur. Il reçoit T'

T' — Donnée à transmettre (I') | Donnée du contrôle (C)

Le récepteur reçoit I'' et recalcule et recalcule f(I') et la compare à C qu'il a reçu:

Si C=f(I') alors pas d'erreurs

Sinon erreurs, soit corriger, soit demander retransmission.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

VRC (Vertical Redundancy Check)

Principe:

§ Information utile = $b_1. b_2. . . . b_n$

§ Contrôle (c=1 bit) :

- Parité paire /

  c= 0, si $b_1 + b_2 + . . . + b_n$ est pair, c=1 sinon

- Parité impaire :

  c = 0 si $b_1 + b_2 + . . + b_n$ si est impair c=1 sinon

L'information transmise: $b_1. b_2. . . . b_n c$

§ Cette méthode détecte les erreurs en nombre impairs.

§Exemple: I= 10110100, bit contrôle= 0

10110100 0 est transmis

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

LRC: Longitudinal Redundancy Check

- Principe- Regrouper les données sous forme de blocs pour effectuer un codage VRC pair selon les lignes et les colonnes.
- Exemple: Soit le Message HELLO! à envoyer:

H	1001000	0
E	1000101	1
L	1001100	1
L	1001100	1
O	1001111	1
!	0100001	0
LRC	1100011	0

- Message transmis est:

10010000 10001011 10011001 10011001 10011111 01000010**11000110**

- Cette méthode permet de détecter toutes les erreurs simples, doubles ou triples.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

CRC (Cyclic Redundancy Check)

- Détection par code cyclique , connu aussi sous le nom de codes polynomiaux .

- Le principe est simple :- L' émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur un diviseur. Exemple: 84

- Information de contrôle = le reste de la division de message sur diviseur.
  - Message 57268
  - Contrôle = 57268/84 = 64
  - Message transmis = 5726864

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

CRC (Généralisation)

- Principe:-L'émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur un polynôme générateur G(x) de degré r.
- Message à envoyer: $B=b_k b_{k-1}.....b_1.b_0$ de k bits est traité comme un polynôme $M(x) = b_k x^k + b_{k-1}x^{k-1}...+.. b_1x^1+ b_0$. de degré k
- Le Contrôle c'est le reste R(x) de la division de $x^r * M(x)$ par G(x) .
- Message transmis **T, $T(x)= x^r * M(x) + R(x)$.**

- Exemple: $G(x)=X^2+1$

  M=1011001, $M(x) = 1+x^3+x^4+X^6$. R(x) = x+1.

  Message à envoyer est: 1011001 11

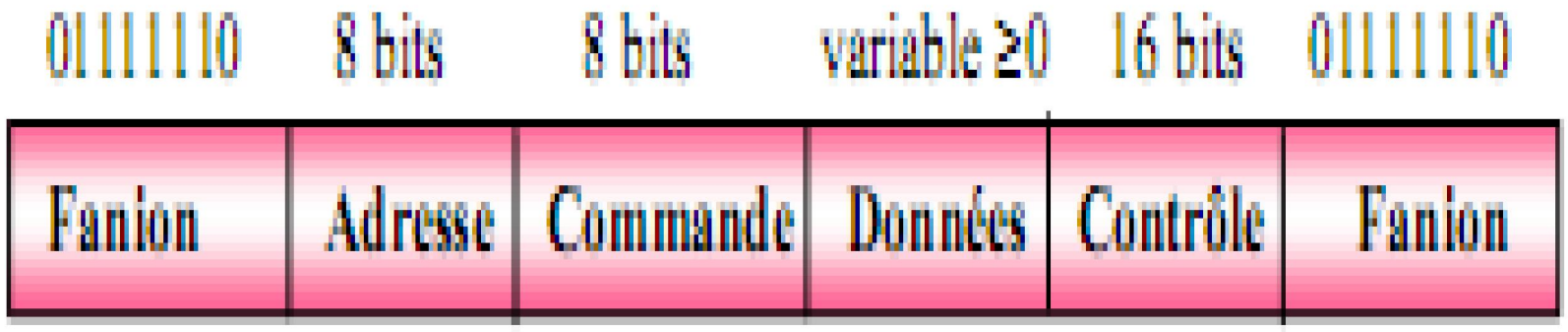
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Trame

- Le flot de bits entrant doit être segmenté en blocs appelés trames.
- Pourquoi?
  - Si une erreur se produit lors de la transmission, l'unité de retransmission sera la trame (au lieu de retransmettre toute l'information, on renvoie simplement une trame).
  - Certains types de réseaux imposent une limite sur la taille de trames
- Problème: Comment délimiter une trame (le récepteur doit être capable de savoir le début et la fin de chaque trame) ?

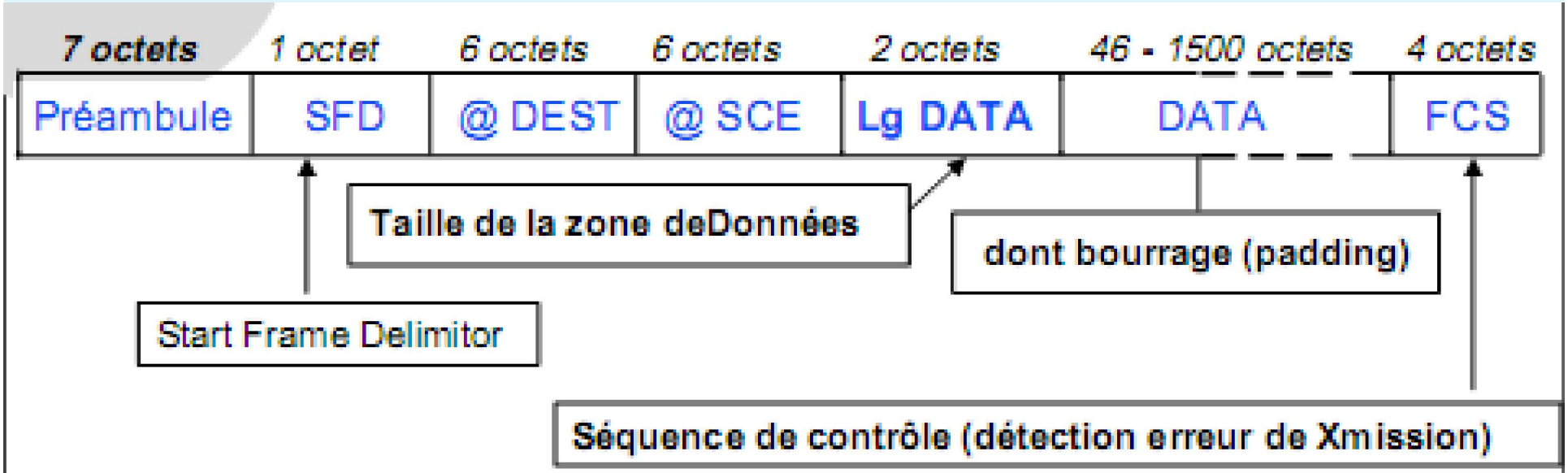
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

FORMAT D'UNE TRAME HDLC

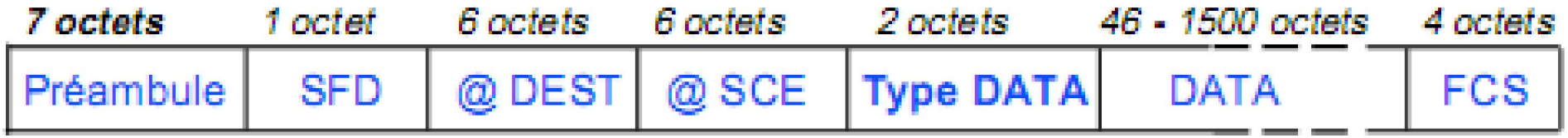


Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

FORMAT D'UNE TRAME IEEE 208.3



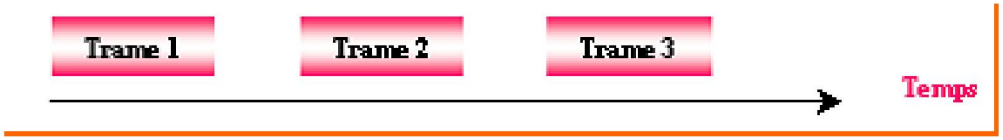
FORMAT D'UNE TRAME ETHERNET



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Délimitation de trames

- Insérer des silences entre les trames :

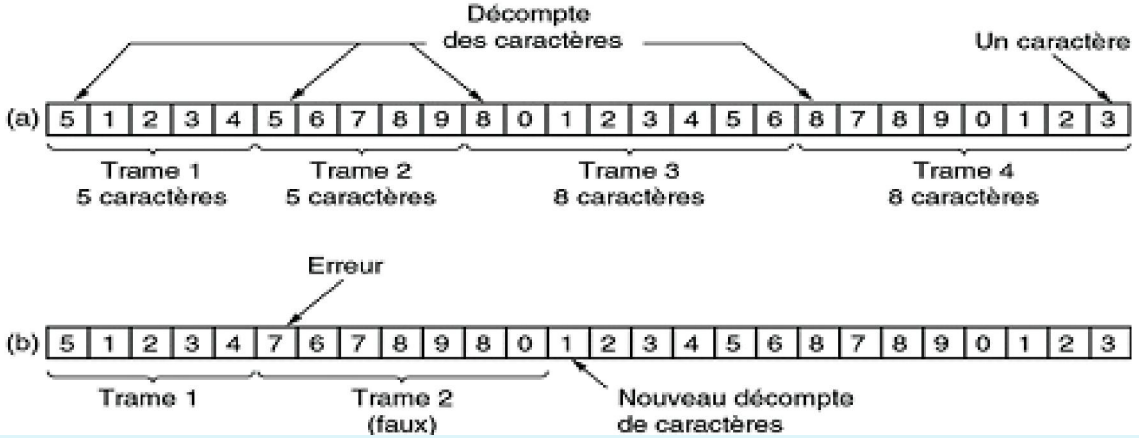


Inconvénient : Les réseaux garantissent rarement les délais ➔ Possibilité de destruction de certains temps de silence ou de créer d'autres à l'intérieur des trames.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Délimitation de trames

- **Compter les caractères :** Ajouter un caractère dans l'en-tête d'une trame indiquant le nombre de caractères qu'elle contient
- *Inconvénient :* Si lors de la transmission une erreur se produit dans le champ indiquant le nombre de caractères, le récepteur ne serait plus capable de délimiter correctement les trames.



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

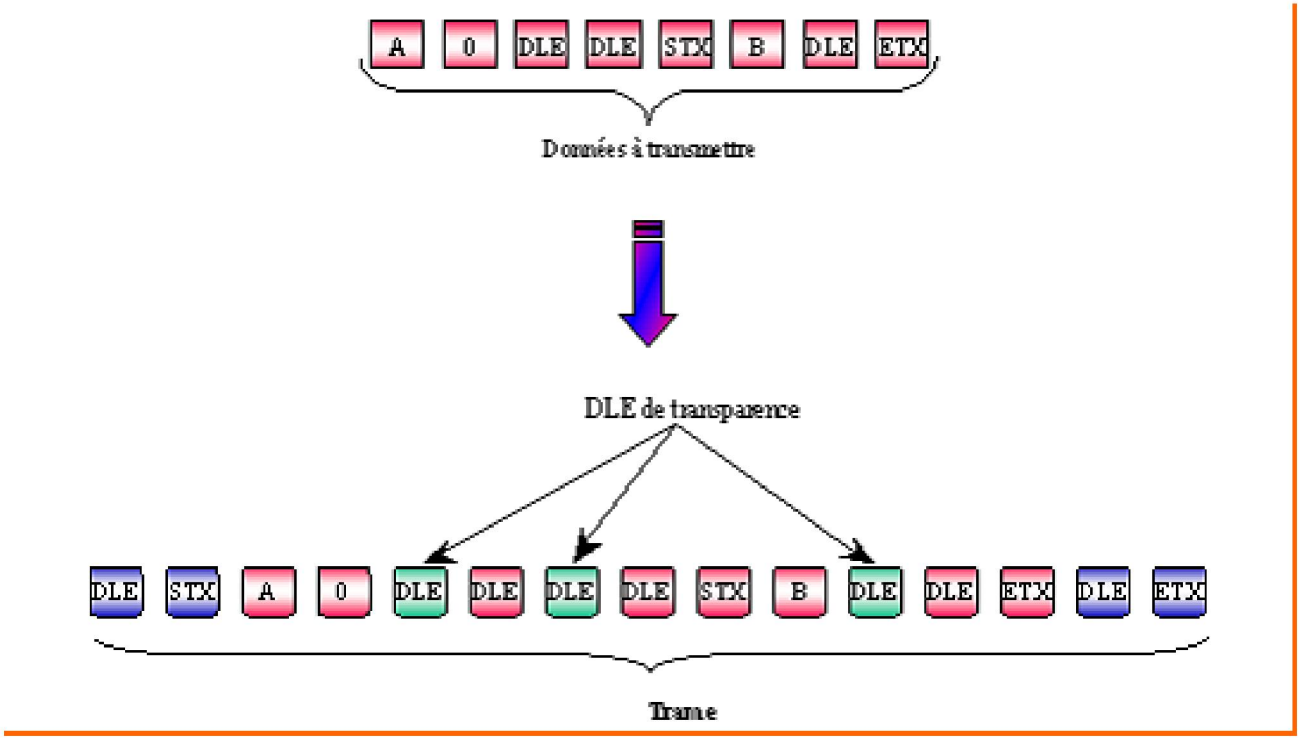
Délimitation de trames

- Ajouter des caractères de début de trame, de fin de trame et de transparence :
  - Début de trame= DLE STX (Data Link Escape, Start of TeXt)
  - Fin de trame= DLE ETX (Data Link Escape, End of TeXt).

  - Pour éviter que la séquence DLE STX ou DLE ETX se trouve parmi les données à envoyer, on ajoute un caractère DLE devant tout caractère DLE apparaissant dans les données à transmettre.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Délimitation de trames



Inconvénient : Les séquences de bits associées aux délimiteurs de trames dépendent du mécanisme de codage de caractère utilisé.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

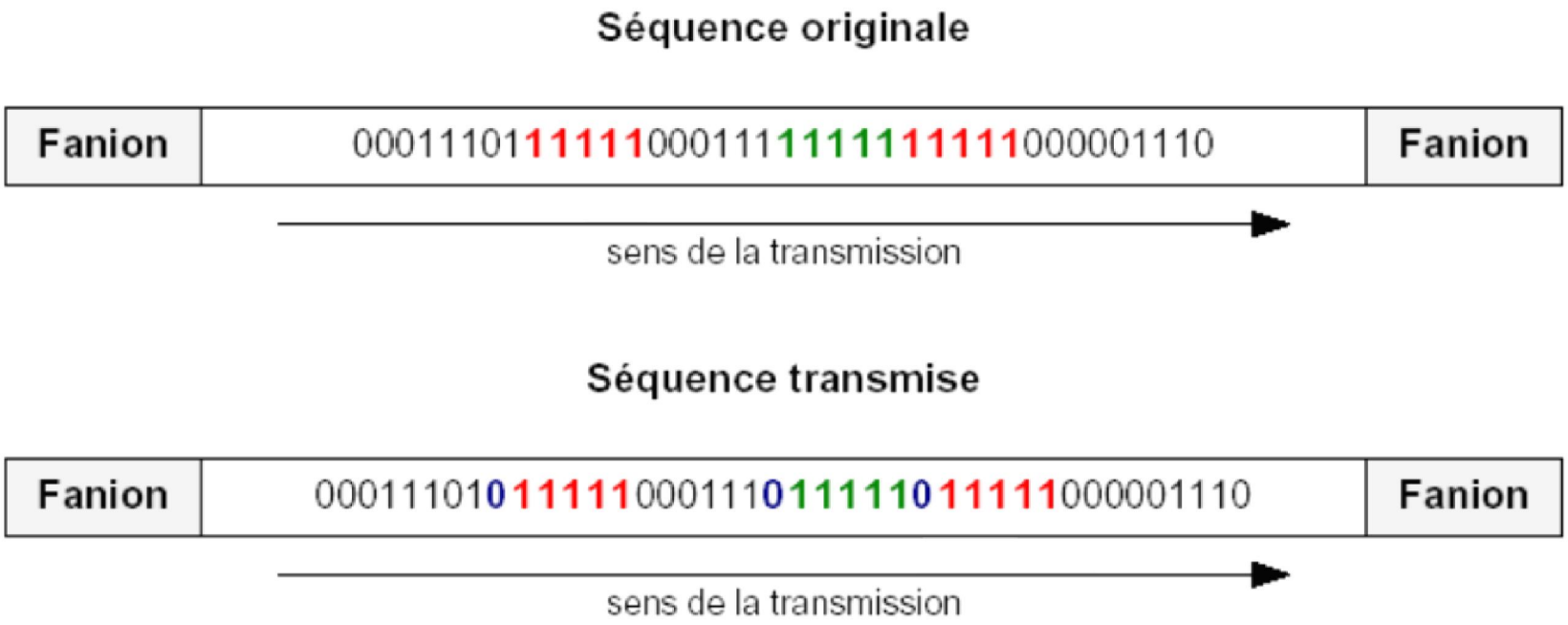
Délimitation de trames

- **Utiliser des fanions et des bits de transparence :**
  - Début de trame= 01111110 (fanion)
  - Fin de trame= 01111110 (fanion)

  - Pour éviter qu'un fanion se retrouve parmi les données à envoyer, on ajoute des bits de transparence. Plus précisément, on insère un bit 0 après chaque séquence de cinq « 1 » consécutifs trouvés dans les données à transmettre.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Bits de Transparence



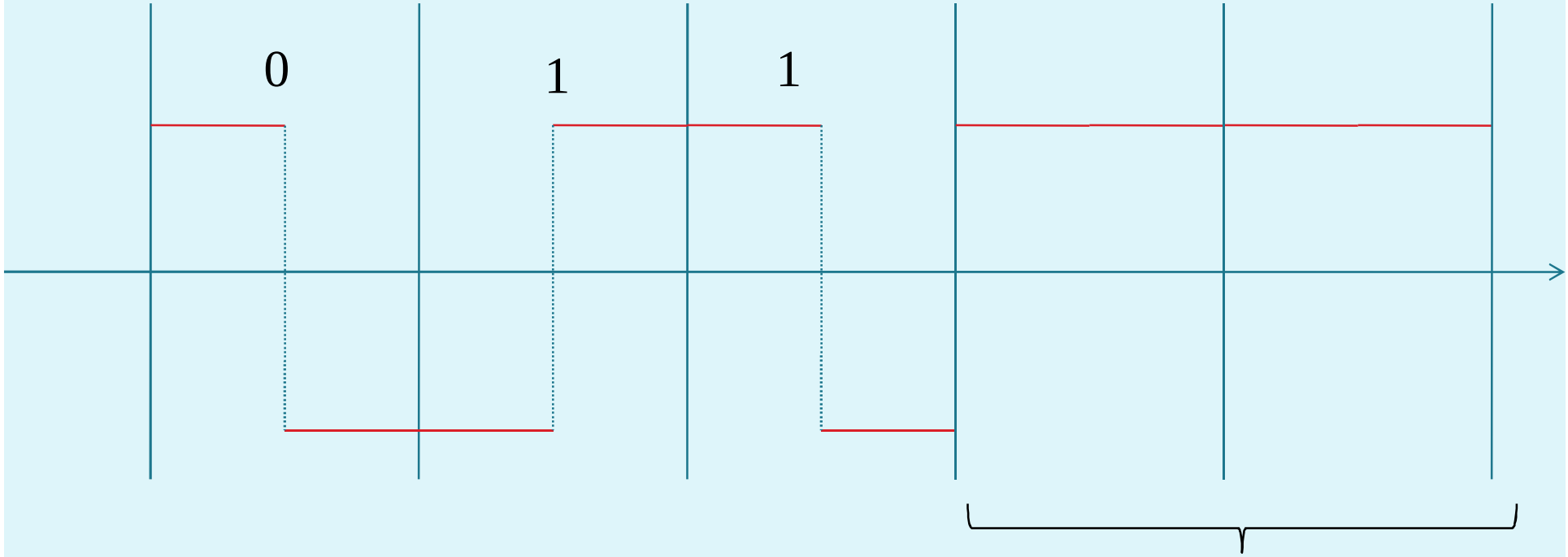
Le bit 0 ajouté est appelé bit de transparence.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Délimitation de trames

- Violer le codage normale de la couche physique :
  - Dans certains réseaux locaux, une suite de deux états physiques est utilisée pour coder un bit.
    - 0= impulsion positive suivie d'une impulsion négative.
    - 1= impulsion négative suivie d'une impulsion positive.
    - Les suites positive-positive et négative-négative ne sont pas utilisées : On peut s'en servir afin de délimiter les trames.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.



Ne peut jamais faire partie des données

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

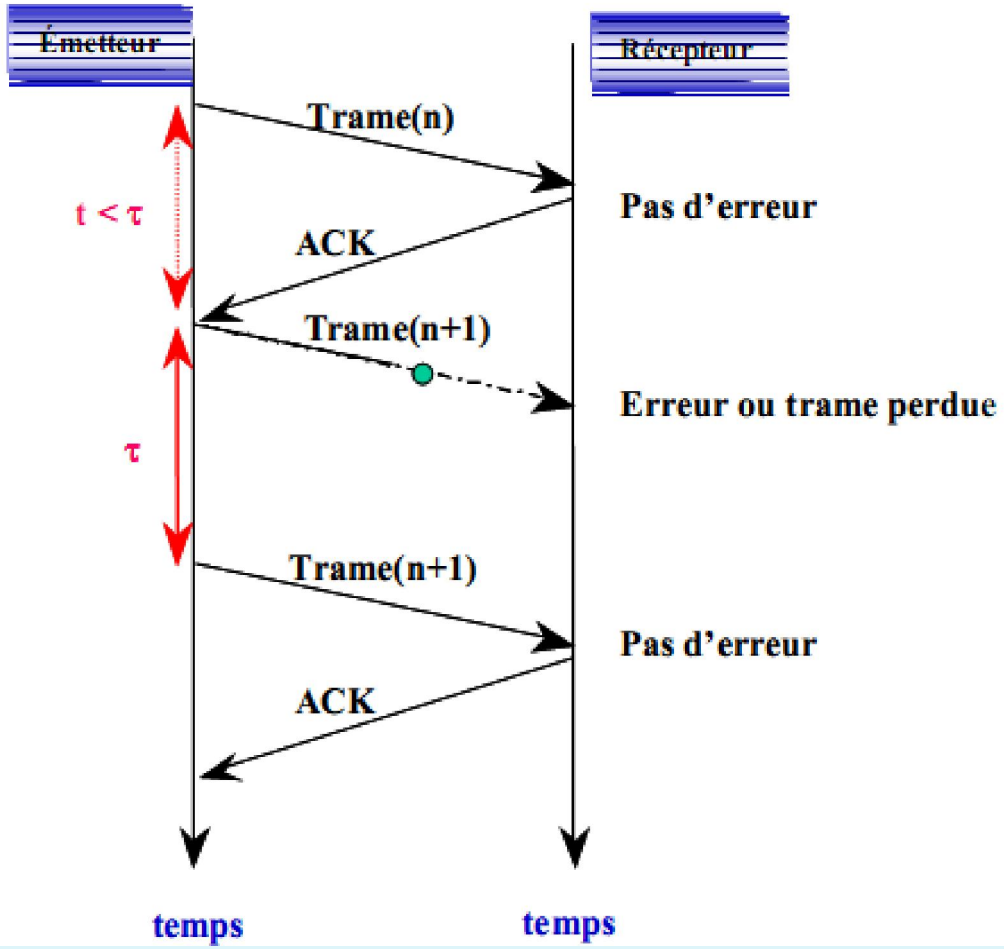
Send & Wait

- Envoyer et attendre
  - *Hypothèses:*
    - Les données utiles circulent dans un seul sens.
    - Les trames envoyées contiennent l'information nécessaire (CRC par exemple) pour que le récepteur puisse détecter les erreurs éventuelles.
  - *Côté récepteur :*
    - Si la trame reçue ne contient pas d'erreur, il envoie un message d'acquittement ACK.
    - Si la trame reçue contient des erreurs, il n'envoie rien.
  - *Côté émetteur :*
    - Il envoie une trame et il attend une durée τ ($\tau \geq$ au temps requis pour qu'une trame fasse un aller retour).
    - Si au bout de τ unité de temps, il ne reçoit pas un acquittement ACK, il retransmet la trame.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Send & Wait

- Envoyer et attendre:

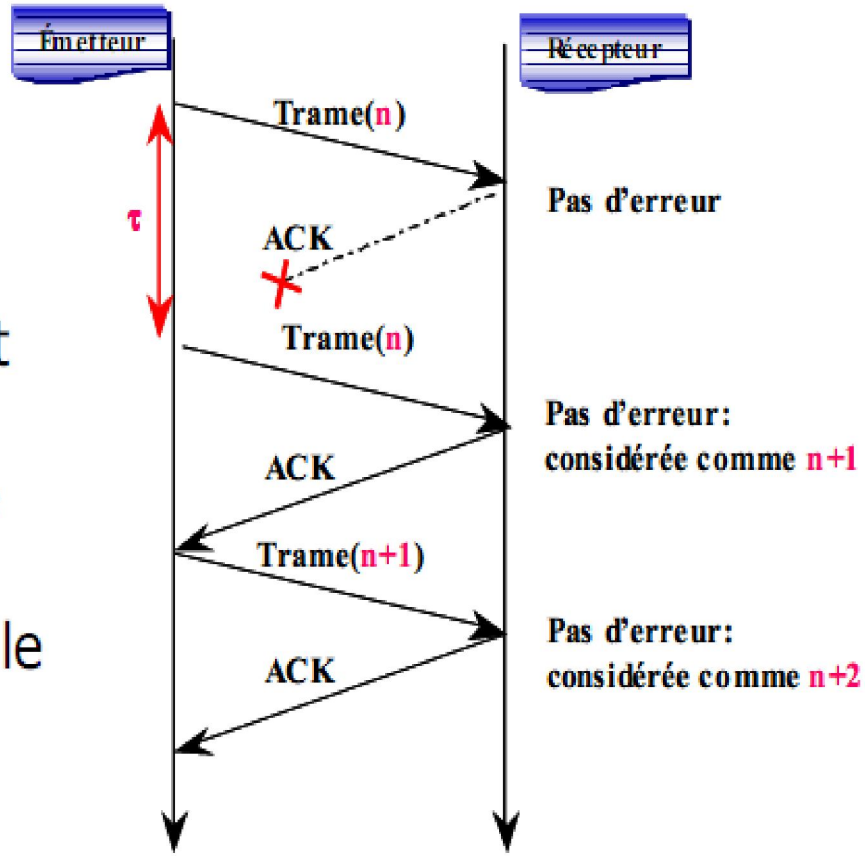


Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Send & Wait

- Envoyer et attendre:

Problème : Si l'acquittement d'une trame(n) est perdu, l'émetteur va la retransmettre mais le récepteur va la considérer comme une nouvelle trame!.



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

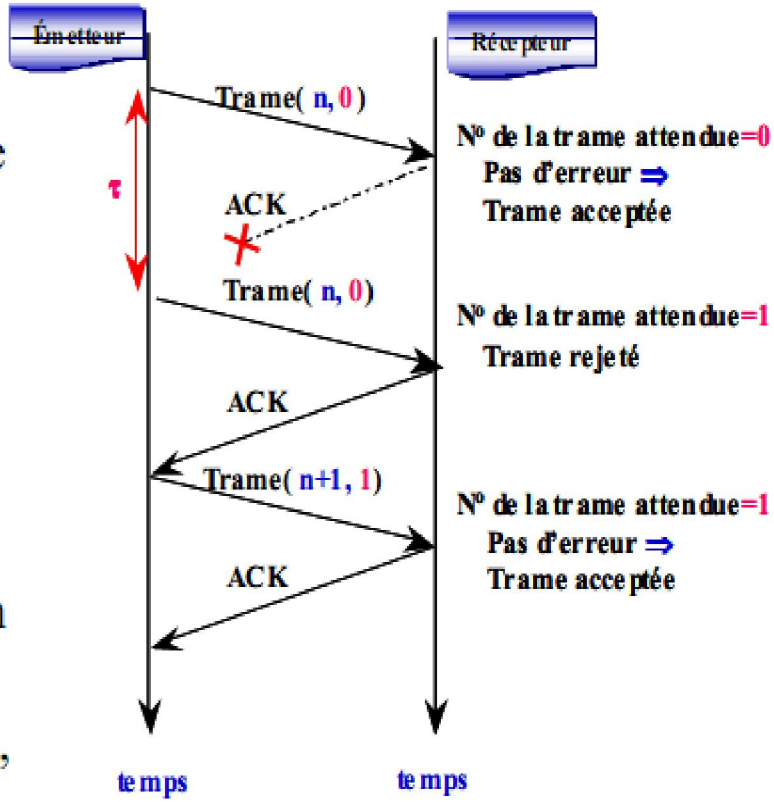
Send & Wait

- Envoyer et attendre:

Solution : Il suffit de numéroter les trames pour résoudre le problème précédent. À cette fin, on va ajouter un champ dans l'en-tête de chaque trame pour mettre leurs numéros.

Question: Quelle est la longueur du champ numéro?

Réponse: la seule ambiguïté du coté de récepteur est de savoir s'il s'agit de la trame précédente ou d'une nouvelle trame, donc un seul bit suffira pour la numérotation des trames. La première trame porte le numéro 0, la deuxième 1, la troisième 0, la quatrième 1, etc.



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Send & Wait

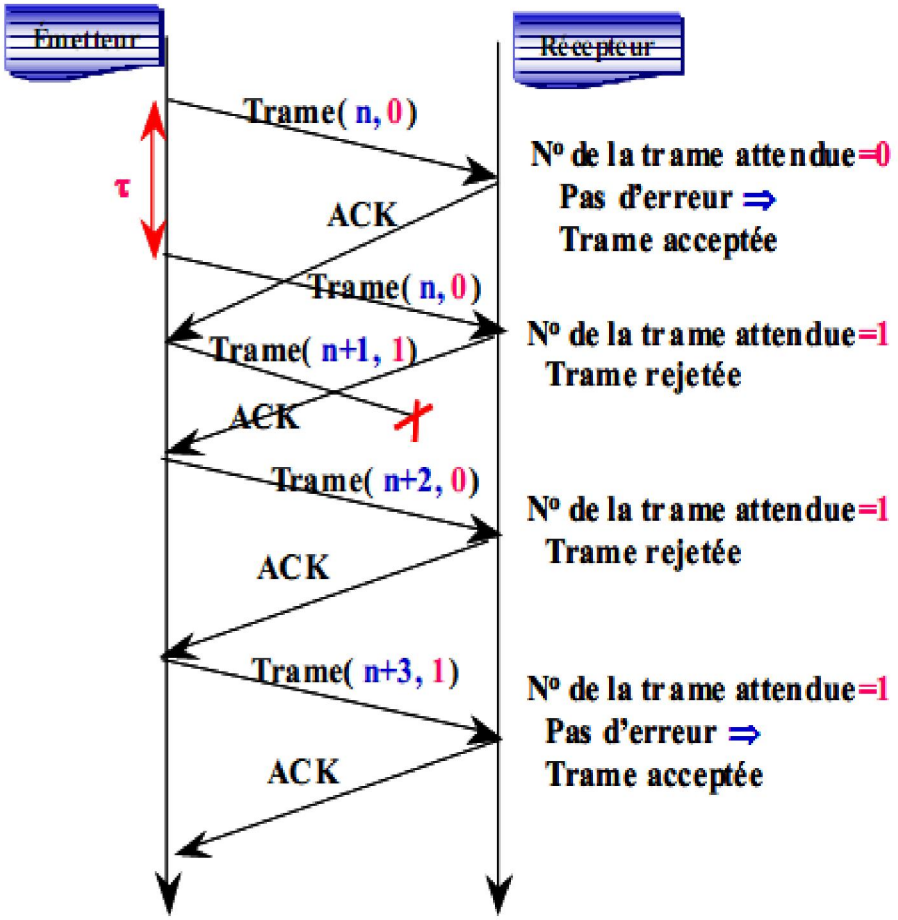
- Envoyer et attendre:
  - *Avantages:*
    - Simplicité : Facile à comprendre et à implanter.
    - Il ne demande pas beaucoup de mémoire : Le récepteur utilise un tampon qui peut contenir une seule trame.
    - Contrôle de flux : L'émetteur n'envoie pas plus que ce que le récepteur peut traiter. Il envoie une trame et il s'assure qu'elle a été traitée par le récepteur avant d'envoyer la suivante.
  - *Inconvénients :*
    - Les données utiles circulent dans un seul sens.
      - Le canal de transmission n'est pas exploité comme il faut. Durant à peu près la moitié du temps, l'émetteur chôme.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Send & Wait

- Envoyer et attendre:

Robustesse : Avec le protocole précédent, si l'émetteur ne règle pas convenablement son temporisateur (plus petit que la valeur convenable), Il y aura la possibilité que le récepteur rejette des trames en les croyant des retransmissions.



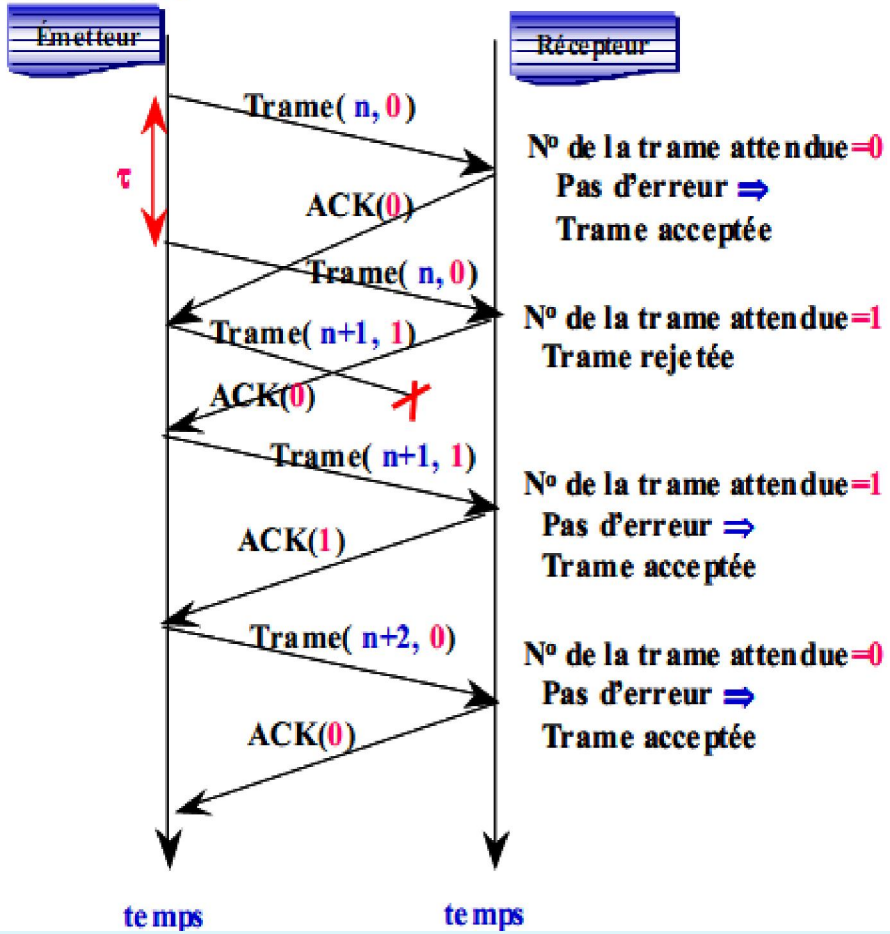
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Send & Wait

- Envoyer et attendre:

Protocole plus robuste : On veut un protocole qui fonctionne convenablement même si l'émetteur ne règle pas convenablement son temporisateur.

Solution : numéroter les acquittements.

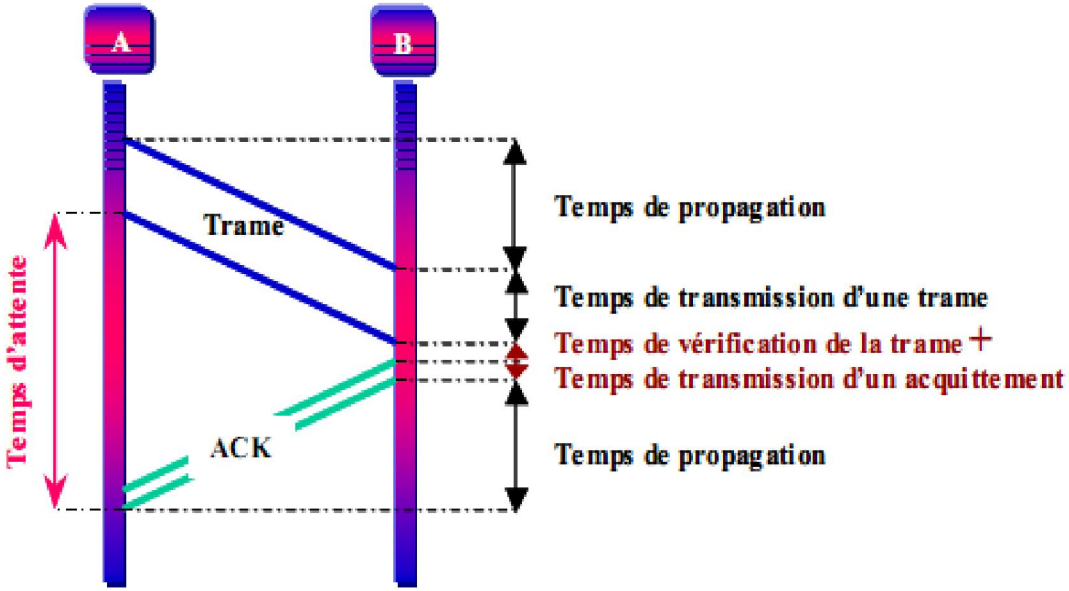


Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Sliding Window

- Protocoles avec fenêtre d'anticipation:

  - *Amélioration:* Pour permettre une meilleure utilisation de la bande passante du canal de transmission, on va permettre à un émetteur d'envoyer plusieurs trames avant de recevoir un acquittement.



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

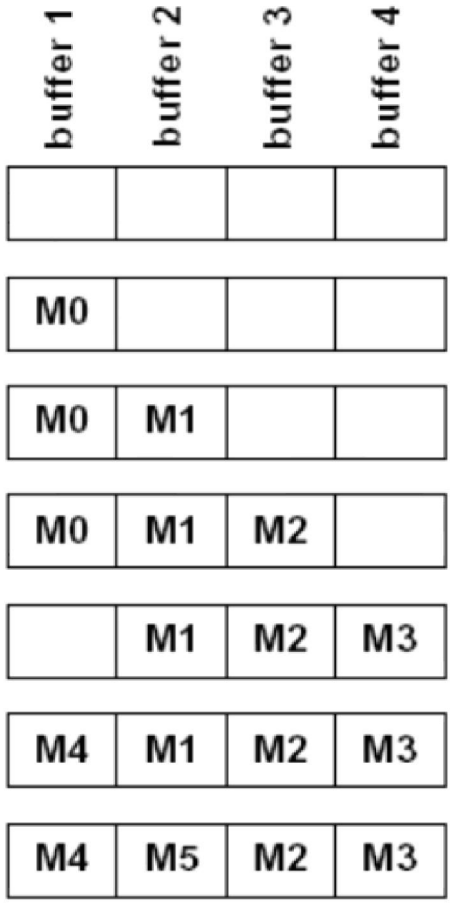
Sliding Window

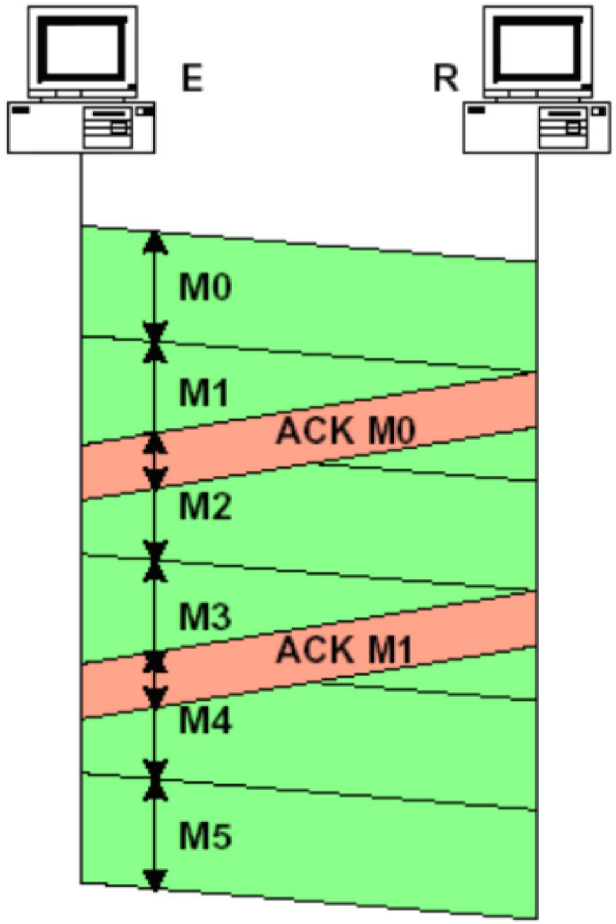
- Protocoles avec fenêtre d'anticipation (sliding window):
  - *But:* Transmettre les données dans les deux sens.
  - *Canaux de transmission et leur utilisation:*
    - On dispose de deux canaux de transmission: un pour l'émetteur et l'autre pour le récepteur.
    - Chacune des deux entités utilise son canal pour envoyer les données utiles aussi bien que les acquittements.
    - Pour mieux exploiter le canal, une trame peut transmettre à la fois des données utiles et des acquittements des trames déjà reçues.
      - <Flag> <ACK> <Paquet><CRC> <Flag>
      - <Flag> <ACK> <CRC> <Flag>

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Les protocoles à anticipation

- Principe





Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Sliding Window

- Protocoles avec fenêtre d'anticipation:
  - Il est clair que l'envoi de plusieurs trames avant la réception d'un acquittement va augmenter le taux d'utilisation du canal de transmission.
  - Cependant, il faut trouver une solution efficace aux trames perdues ou erronées .

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

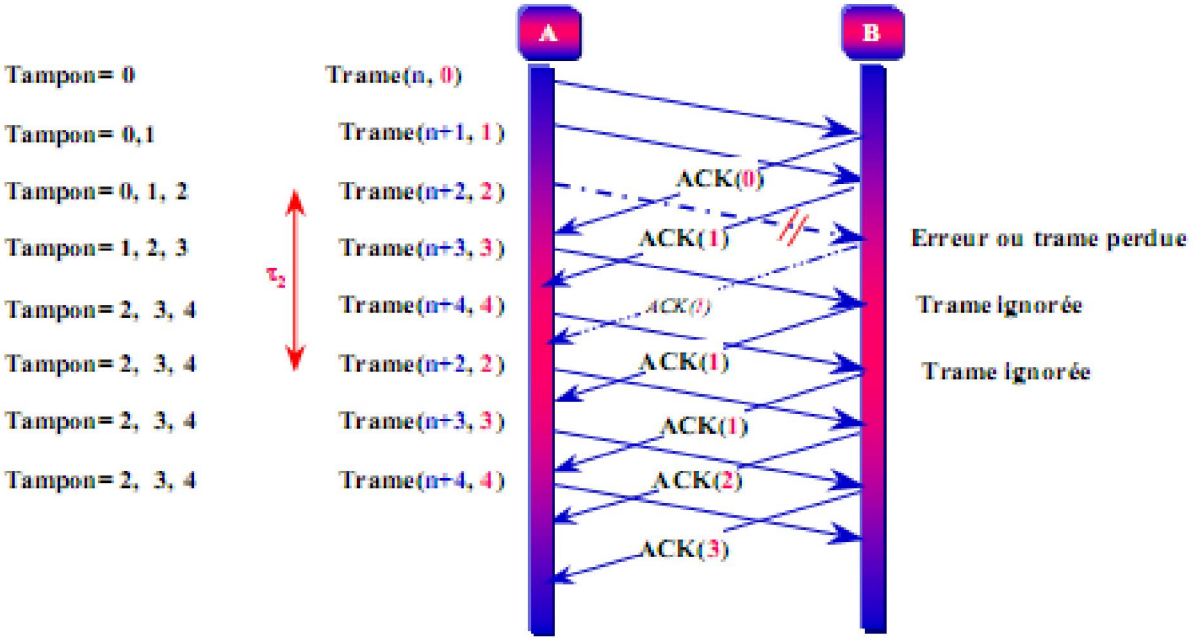
Sliding Window

- Protocoles avec fenêtre d'anticipation:
  - Retransmission continue (Go-Back-N):
    - L'émetteur reprend sa transmission à partir de la trame erronée.
    - Toutes les trames envoyées après une trame erronée ou perdue seront ignorées par le récepteur.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Sliding Window

- Retransmission continue (Go-Back-N):



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

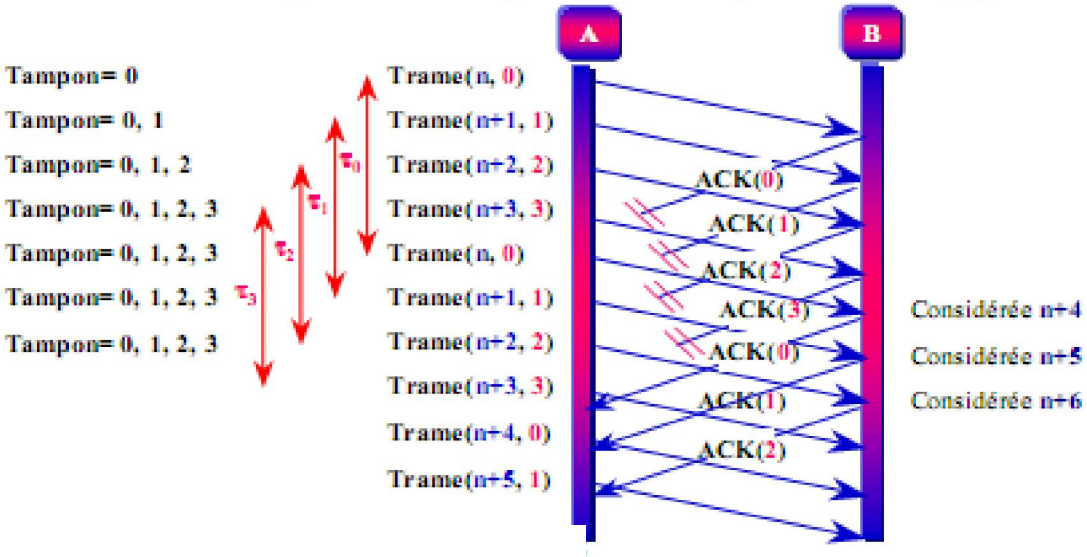
Sliding Window

- Retransmission continue (Go-Back-N):
  - Remarque : Face à la réception d'une trame erronée, on peut envisager l'une des solutions suivantes :
    - Ne rien envoyer➔déclenchement du temporisateur.
    - Acquitter la dernière trame correctement reçue.
    - Envoyer un acquittement négatif portant le numéro de la trame erronée. Exemple : NACK(2) veut dire que la trame 2 n'a pas été correctement reçue.
  - Pour plus d'efficacité:
    - On suppose que ACK(k) acquitte non seulement la trame k, mais toutes les trames inférieures ou égales à k.
    - Une fois ACK(k), k>0, est reçu alors ACK(k-1) ne sera pas retransmis dans le cas où il n'arrive pas convenablement à sa destination.

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Sliding Window

- Retransmission continue (Go-Back-N):
  - La taille de la fenêtre :
    - Si on utilise un champ de m bits pour numéroter les trames, alors la taille de la fenêtre, W, doit être inférieure ou égale à 2^m-1.
    - Si $W = 2^m$, certains problèmes peuvent apparaître.



Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

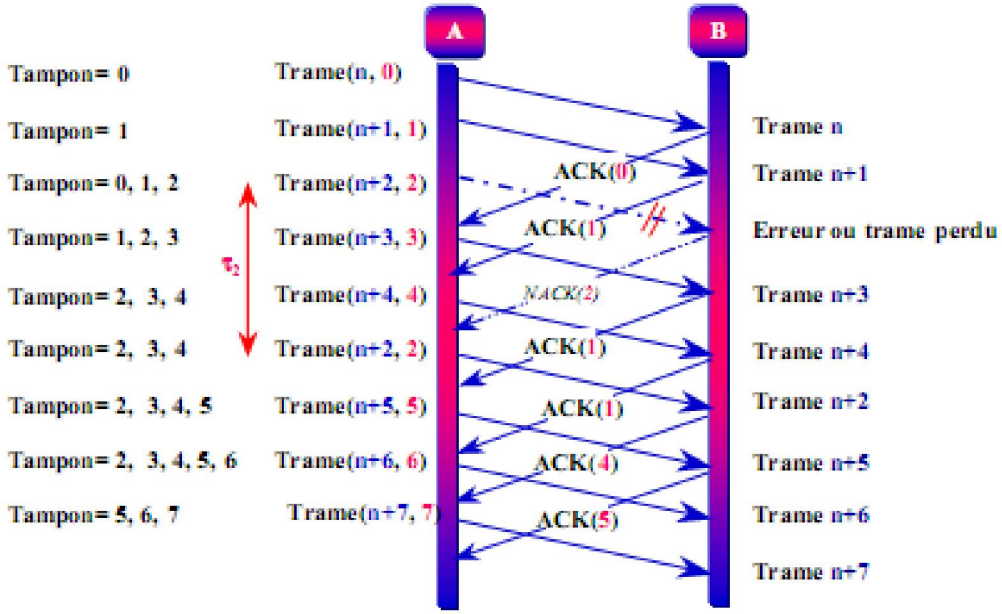
Sliding Window

- Rejet sélectif :
  - Cette stratégie consiste à ignorer seulement les trames erronées.
  - Les trames correctement reçues après une erreur seront toutes stockées.
  - Une fois, la trame erronée est retransmise, la couche liaison réceptrice remet les paquets à sa couche supérieure dans le bon ordre.

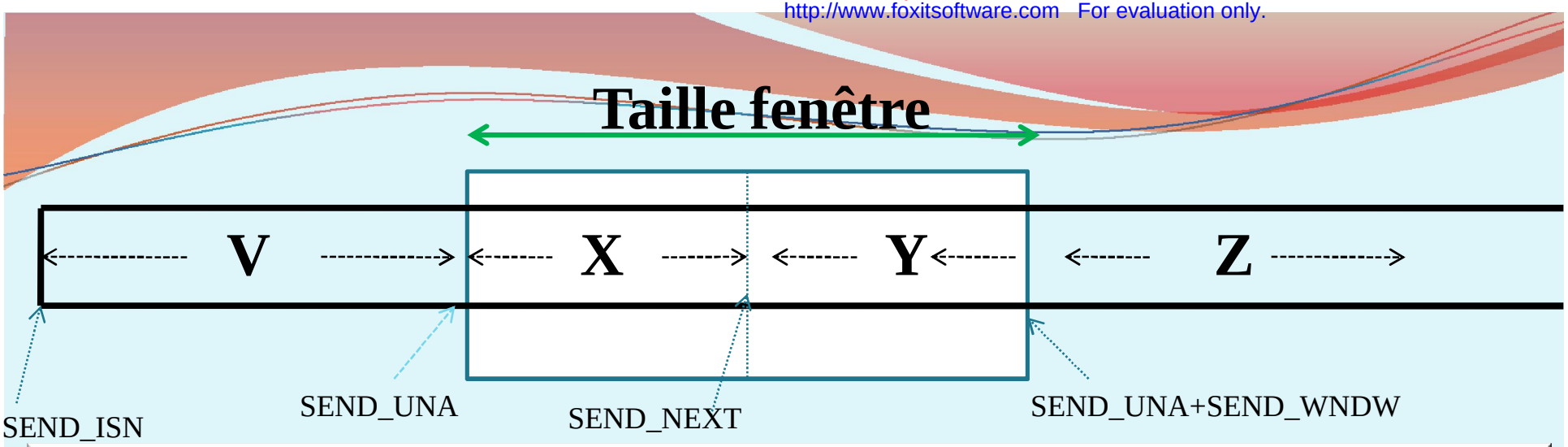
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.

Sliding Window

- Rejet sélectif :
  - Exemple m = 4, W=7



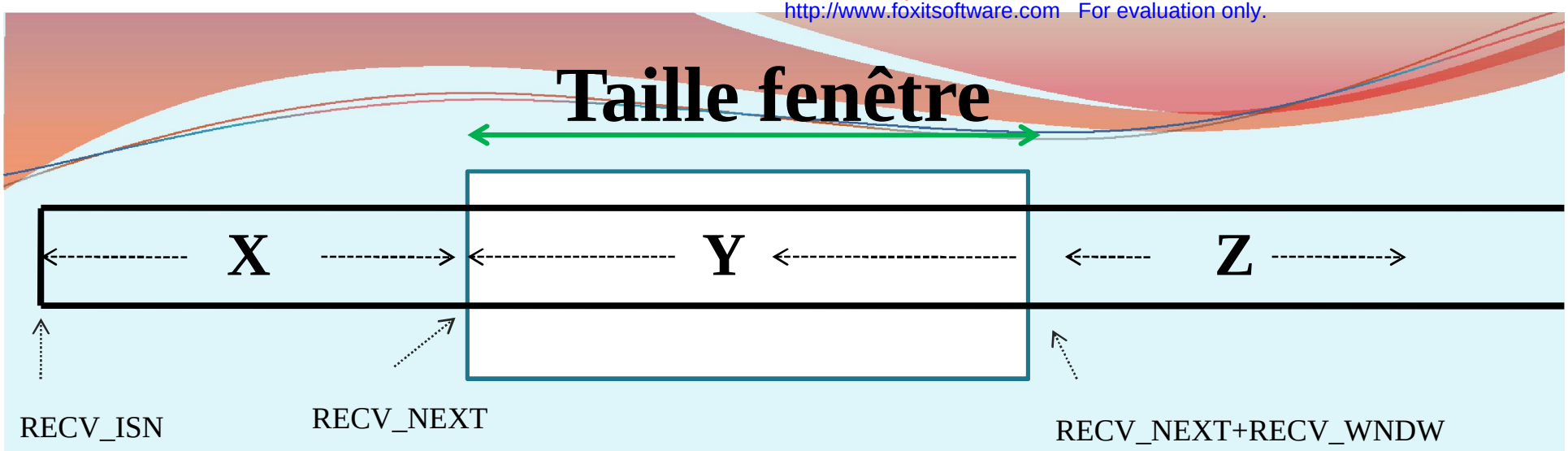
Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.



Interprétation côté émetteur:

- **V: Numéros utilisés et acquittés**
- **X : Numéros utilisés mais non acquittés**
- **Y : Numéros pouvant être utilisés**
- **Z : Numéros ne pouvant pas être encore utilisés.**

Generated by Foxit PDF Creator © Foxit Software
http://www.foxitsoftware.com For evaluation only.



Interprétation côté Récepteur:

- **X : numéros reçus et acquittés**
- **Y: Numéros pouvant être reçus**
- **Z : Numéros ne pouvant encore être reçus**