Types de réseaux

- "ordinateurs multiprocesseurs", (1 m),
- même immeuble, même site, (100 m, 1 km),

  R.L.E. (Réseau Local d'Entreprise) ou L.A.N. (Local Area Network),
- DAN (Departemental Area Network) ou CAN (CAMPUS Area Network), département au sens laboratoire, institut, ...
- MAN (Metropolitan Area Network), un réseau de ville, une région, . . ., (> 10 km),
- R.G.D. (Réseau Grande Distance) ou W.A.N. (Wide Area Network).

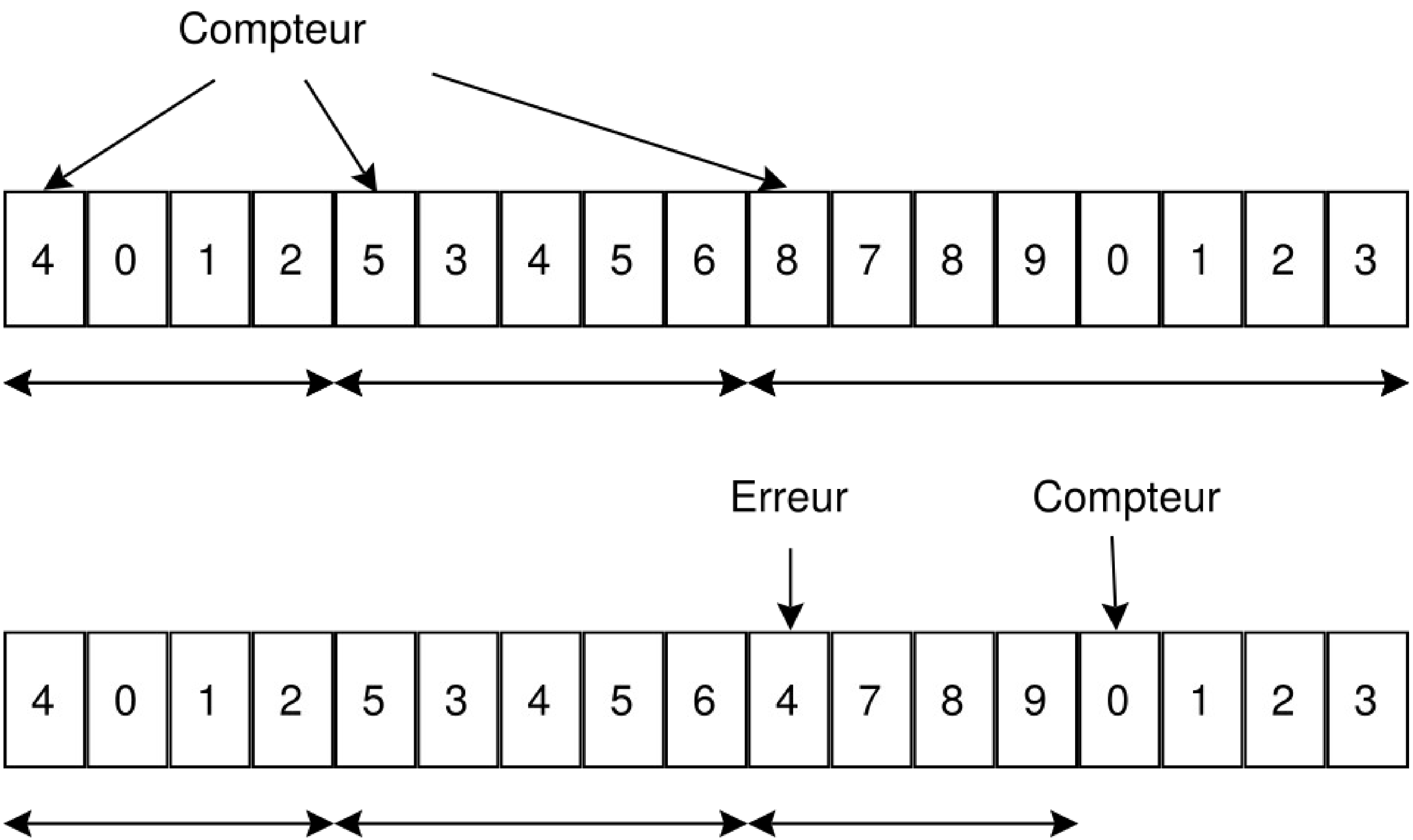
Liaison de données

Pour pouvoir effectuer un contrôle on découpe le train de bit en trame.

Quelques méthodes :

1. compter les caractères,
2. utiliser des caractères de début et de fin de trame avec des caractères de transparence,
3. utiliser des fanions de début et de fin de trame avec des bits de transparence,
4. utiliser des codes spéciaux dans la couche physique.

Cas 1


Compteur
4 0 1 2 5 3 4 5 6 8 7 8 9 0 1 2 3
Erreur
Compteur
4 0 1 2 5 3 4 5 6 4 7 8 9 0 1 2 3

Cas 2

DLE	STX	A	DLE	B	DLE	ETX				Couche Réseau E
DLE	DLE	STX	A	DLE	DLE	B	DLE	DLE	ETX	Couche Liaison
DLE	STX	A	DLE	B	DLE	ETX				Couche Réseau R

Cas 3

0	1	1	1	1	1	1	0

Fanion

0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0

Bits de transparence

0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Contrôle d’erreur

- contrôle de parité, trop simple,

  (si on a un paquet d’erreur la probabilité de trouver une erreur est 0.5)

- on utilise les codes polynomiaux (CRC cyclic redundancy code)

Codes polynomiaux Principe

- Si on a un signal (m) :

$$a_{m-1}, \; . \; . \; . \; , \; a_4, \; a_3, \; a_2, \; a_1, \; a_0$$

- On considère le polynôme :

$$P(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 \; . \; . \; . \; , \; a_{m-1} x^{m-1}$$

Contrôle d'erreur

- On utilise ensuite un polynôme générateur (n) :

$$G(x) = f_n x^{n-1} + ... + f_1 x + f_0$$

- On effectue ensuite la division (n − 1) :

$$R(x) = P(x) * x^{n-1} / G(x) = r_0 + r_1 x + ... + r_{n-2} x^{n-2}$$

- On transmet :

$$a_{m-1}, ..., a_4, a_3, a_2, a_1, a_0, r_{n-2}, ..., r_1, r_0$$

Contrôle d'erreur

- Codes polynomiaux
- Polynômes générateurs

$CRC\_12 \quad G(x) = x^{12} + x^{11} + x^{3} + x^{2} + x + 1$

$CRC\_16 \quad G(x) = x^{16} + x^{15} + x^{2} + 1$

$CRC\_CCIT\ T \quad G(x) = x^{16} + x^{12} + x^{5} + 1$

Contrôle d'erreur

- Codes polynomiaux
- Polynômes générateurs

$$CRC\_12 \quad G(x) = x^{12} + x^{11} + x^{3} + x^{2} + x + 1$$

$$CRC\_16 \quad G(x) = x^{16} + x^{15} + x^{2} + 1$$

$$CRC\_CCIT\ T \quad G(x) = x^{16} + x^{12} + x^{5} + 1$$

Contrôle d’erreur

Algèbre modulo 2

$$\begin{array}{r} 1100 \\ +\quad 1010 \\ \hline 0110 \end{array}$$

Illustration

- Code polynomial 101
- Données 1101

(* par $x^{\wedge(n-1)}$)

110100

Contrôle d'erreur

1	1	0	1	0	0	|	1	0	1	
1	0	1				|	1	1	1	0
0	1	1	1			|				
	1	0	1			|				
	0	1	0	0		|				
		1	0	1		|				
		0	0	1	0	|				
			0	0	0	|				
			0	1	0	|				

Contrôle d’erreur

On effectue la division en regardant le bit de poids fort à chaque étape (division par le polynôme sinon par 0).

Le calcul nous donne un reste de 10.

La donnée que l’on va transmettre est 110110. Si il n’y a pas d’erreur on recevra 110110 qui divisé par 101 donnera 0

Codes correcteurs

Ce sont des codes qui permettent la détection et la correction d'erreur,

Soit une trame de m bits de données,

et r bits de contrôle,

pour avoir un code correcteur (distance de Hamming 1) on doit avoir la

relation :

$$(m + r + 1) \leq 2^r$$

Distance de Hamming

La distance de Hamming va permettre d'évaluer le nombre de différence entre deux données binaires.

- D(010,100)=2 (différences)

  0!= 1

  1!= 0

  0 = 0
- Distance de Hamming de 1 correspond à une erreur

Code correcteur de Hamming

Ex donnée 10101 => m=5

- $(m + r + 1) \leq 2^r$
- 5 + 1 + 1 ≤ 2 (non)
- 5 + 2 + 1 ≤ 4 (non)
- 5 + 3 + 1 ≤ 8 (non)
- 5 + 4 + 1 ≤ 16 (oui)

donc r=4, m+r = 9

Code correcteur de Hamming

$1 = 2^0$

$2 = 2^1$

$3 = 2^1 + 2^0$

$4 = 2^2$

$5 = 2^2 + 2^0$

$6 = 2^2 + 2^1$

$7 = 2^2 + 2^1 + 2^0$

$8 = 2^3$

$9 = 2^3 + 2^0$

Code correcteur de Hamming

10101 on va le mettre dans les trous (X) des puissance de 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	X		X				X	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	X	1	X	0	1	0	X	1

Code correcteur de Hamming

On va choisir une parité par exemple pair (0,2,4,6 …) bits

1	3	5	7	9
	1	0	0	1

Pour avoir un nombre pair de bit à 1 on va prendre pour $2^0=1$ la valeur 0

Code correcteur de Hamming

2	3	6	7
	1	1	0

Pour avoir un nombre pair de bit on va prendre pour $2^1=2$ la valeur 0

Code correcteur de Hamming

4	5	6	7
	0	1	0

Pour avoir un nombre pair de bit on va prendre pour $2^2=4$ la valeur 1

Code correcteur de Hamming

4	5	6	7
	0	1	0

Pour avoir un nombre pair de bit on va prendre pour $2^2=4$ la valeur 1

Code correcteur de Hamming

8	9
1	1

Pour avoir un nombre pair de bit on va prendre pour $2^3=8$ la valeur 1

Code correcteur de Hamming

Si on reprend l'ensemble des calcul on a :

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	1	0	1	0	1	1

On va considérer qu'il y a une erreur sur le 7ème bit et on va reprendre nos calculs sur les puissances de 2

Code correcteur de Hamming

1	3	5	7	9
0	1	0	1	1

On a un nombre impair de bit donc une erreur pour 2^0

Code correcteur de Hamming

2	3	6	7
0	1	1	1

On a un nombre impair de bit donc une erreur pour 2^1

Code correcteur de Hamming

4	5	6	7
1	0	1	1

On a un nombre impair de bit donc une erreur pour $2^2=4$

Code correcteur de Hamming

4	5	6	7
1	0	1	1

On a un nombre impair de bit donc une erreur pour 2^2

Code correcteur de Hamming

8	9
1	1

On a un nombre pair de bit donc pas d'erreur pour $2^3=8$

Code correcteur de Hamming

On une erreur sur $2^2,2^1,2^0$ donc sur

$7 = 2^2 + 2^1 + 2^0$

Il suffit donc de corriger (inverser) le 7ème bit pour retrouver la bonne information. Cette méthode marche quand il y a une erreur.

Protocole de gestion des accès

- ALOHAnet développé par Norman Abramson à l'Université d'Hawai permet la communication entre station radio sur un canal.

- CSMA (Carrier Sense Multiple Access) (Écoute d'un Support à Accès Multiple) est un protocole écoutant la porteuse.

CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

Dans la version 1.0 d'Ethernet, la détection de collision s'effectuait par chaque nœud en "écoutant" en permanence le câble (Ce que je reçois doit être équivalent à ce que j'émets, si c'est différent, c'est qu'il y a collision).

Si il y a collision, chacun doit cesser immédiatement d'émettre puis :

— Faire une pose, calculée par un nombre aléatoire,

— Ecouter le câble,

— Si celui-ci est silencieux, émettre un préambule

Protocole de gestion des accès

Si par hasard il y a un autre nœud qui a suivi le même processus, il y aura une collision dans le préambule, ce qui n'est pas une erreur, si il a collision aprés le début il y aura une erreur. Les versions suivantes d'Ethernet détecte la collision en détectant un changement d'amplitude du signal.