

# La couche liaison de données



# Ch. 3

## **3 - Détection des erreurs**

**CRC : Code de redondance cyclique, ou code polynomial**

C'est un code classique de **détection** d'erreur.

- ▶ On applique une **arithmétique polynomiale modulo 2**
    - ▶ L'addition comme la soustraction reviennent à un OU exclusif entre les opérandes
    - ▶ La division est réalisée via des soustractions modulo 2
    - ▶ Les calculs peuvent aussi se faire à l'aide de polynômes
  - ▶ Émetteur et récepteur utilisent le même **code générateur  $\mathbf{G}$**  de  $g$  bits
  - ▶ **M** est le mot de code à transmettre vers le récepteur ; l'émetteur va concaténer à **M** un mot de contrôle **R** de  $r$  bits, avec  $r = g - 1$ .

# La couche liaison de données



# Ch. 3

## **3 - Détection des erreurs**

## **CRC : Code de redondance cyclique, ou code polynomial**

- ▶ L'émetteur utilise **G** pour le calcul d'un contrôle **R** et il transmet alors le mot de code  
$$\mathbf{T}_e = (\mathbf{M} \ll \mathbf{r}) + \mathbf{R} = \mathbf{M} \bullet \mathbf{R}$$
 (Soit la concaténation de **M** et du contrôle **R**)
    - ▶ **M** est le mot de code à transmettre vers le récepteur
    - ▶ **R** est le reste de la division de  $(\mathbf{M} \ll \mathbf{r})$  par **G**
  - ▶ Le récepteur reçoit **T<sub>r</sub>** ; il utilise **G** pour vérifier l'intégrité de **T<sub>r</sub>**
    - ▶ Si  $\mathbf{T}_r == \mathbf{T}_e$  la division de **T<sub>r</sub>** par **G** donne un reste nul.
    - ▶ Si le reste de la division de **T<sub>r</sub>** par **G** n'est pas nul, on en déduit qu'une erreur de transmission est advenue

# La couche liaison de données



# Ch. 3

## **3 - Détection des erreurs**

## ***Code de redondance cyclique, ou code polynomial***

## Exemple :

- ▶ G = 10011
  - ▶ M = 1101011011

- ▶ R = 1110
  - ▶ T = 11010110111110

## À vérifier :

- Le reste de **T** / **G** est **0000**

1101011011 <u>0000</u>	10011
<u>10011</u>	1100001010
10011	
<u>10011</u>	
00001	
<u>00000</u>	
00010	
<u>00000</u>	
00101	
<u>00000</u>	
01011	
<u>00000</u>	
10110	
<u>10011</u>	
01010	
<u>00000</u>	
10100	
<u>10011</u>	
01110	
<u>00000</u>	
1110	

### Fig 3.3 - Division pour le calcul du CRC

# La couche liaison de données



Ch. 3

## 3 - Détection des erreurs

### Code de redondance cyclique, ou code polynomial

Ce même exemple, peut être simplifié (les soustractions par 00000 ne sont pas développées)

- ▶  $G = 10011$
- ▶  $M = 1101011011$
- ▶  $R = 1110$
- ▶  $T = 11010110111110$

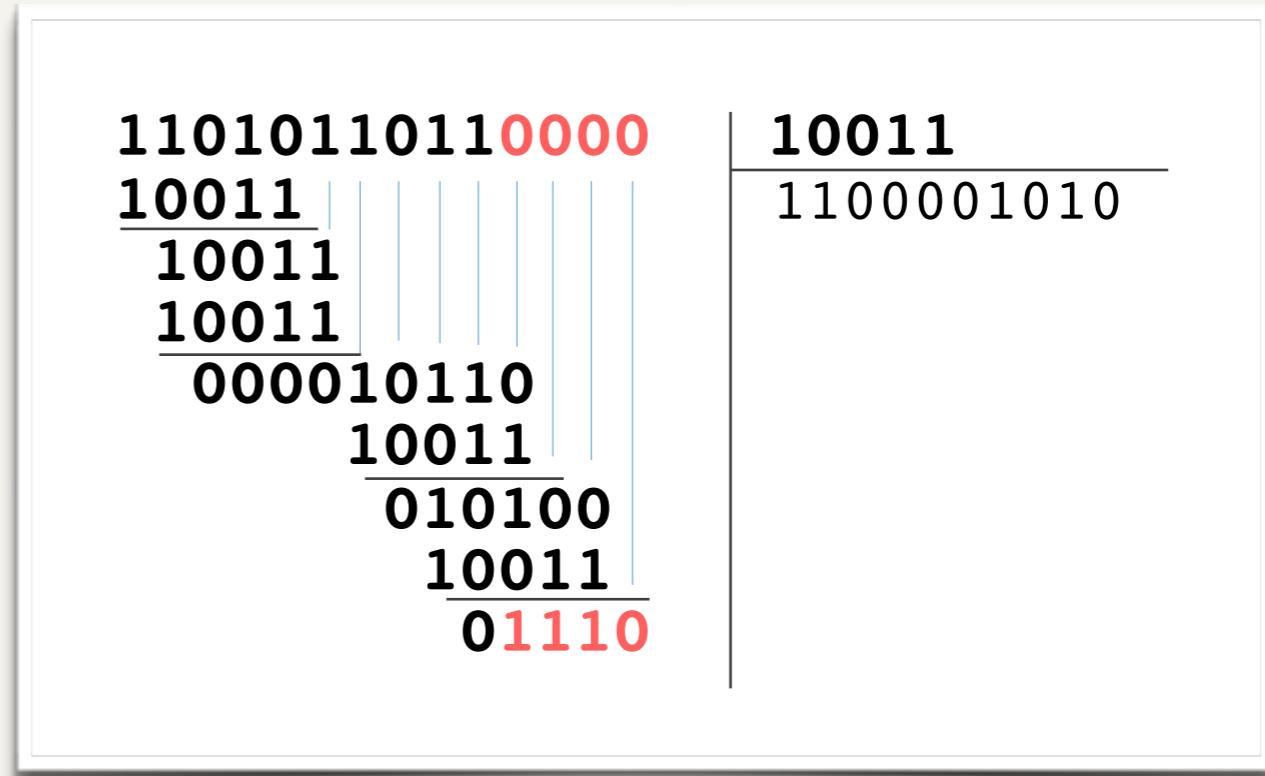


Fig 3.4 - Division pour le calcul du CRC

Les polynômes générateurs :

- ▶ Ils sont conçus pour minimiser le risque d'erreurs non détectées
- ▶  $G(x) = x^8 + x^2 + x + 1$  soit  $G=100000111$  (CRC8 ; protection d'en-tête de cellules ATM)
- ▶  $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  soit  $G=1000100000010001$  (CRC16 CCITT)
- ▶  $G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$   
soit  $G=10000010011000010001110110110111$  (CRC32 Ethernet)