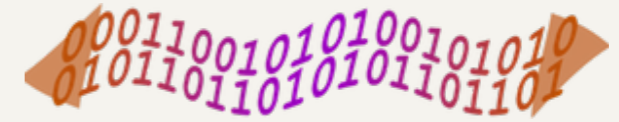


3 - Détection des erreurs

CRC : Code de redondance cyclique, ou code polynomial

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

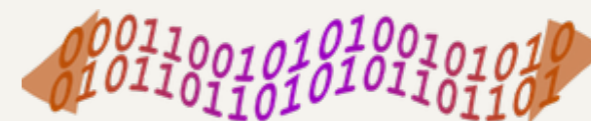
- ▶ On applique une **arithmétique polynomiale modulo 2**
 - ▶ L'addition comme la soustraction reviennent à un OU exclusif entre les opérandes
 - ▶ La division est réalisée via des soustractions modulo 2
 - ▶ Les calculs peuvent aussi se faire à l'aide de polynômes
- ▶ Émetteur et récepteur utilisent le même **code générateur 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 $r = g - 1$.



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 **T_e = (M << r) + R = M•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 **(M << r)** par **G**
- ▶ Le récepteur reçoit **T_r** ; il utilise **G** pour vérifier l'intégrité de **T_r**
 - ▶ Si **T_r == T_e** la division de **T_r** par **G** donne un reste nul.
 - ▶ Si le reste de la division de **T_r** par **G** n'est pas nul, on en déduit qu'une erreur de transmission est advenue



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

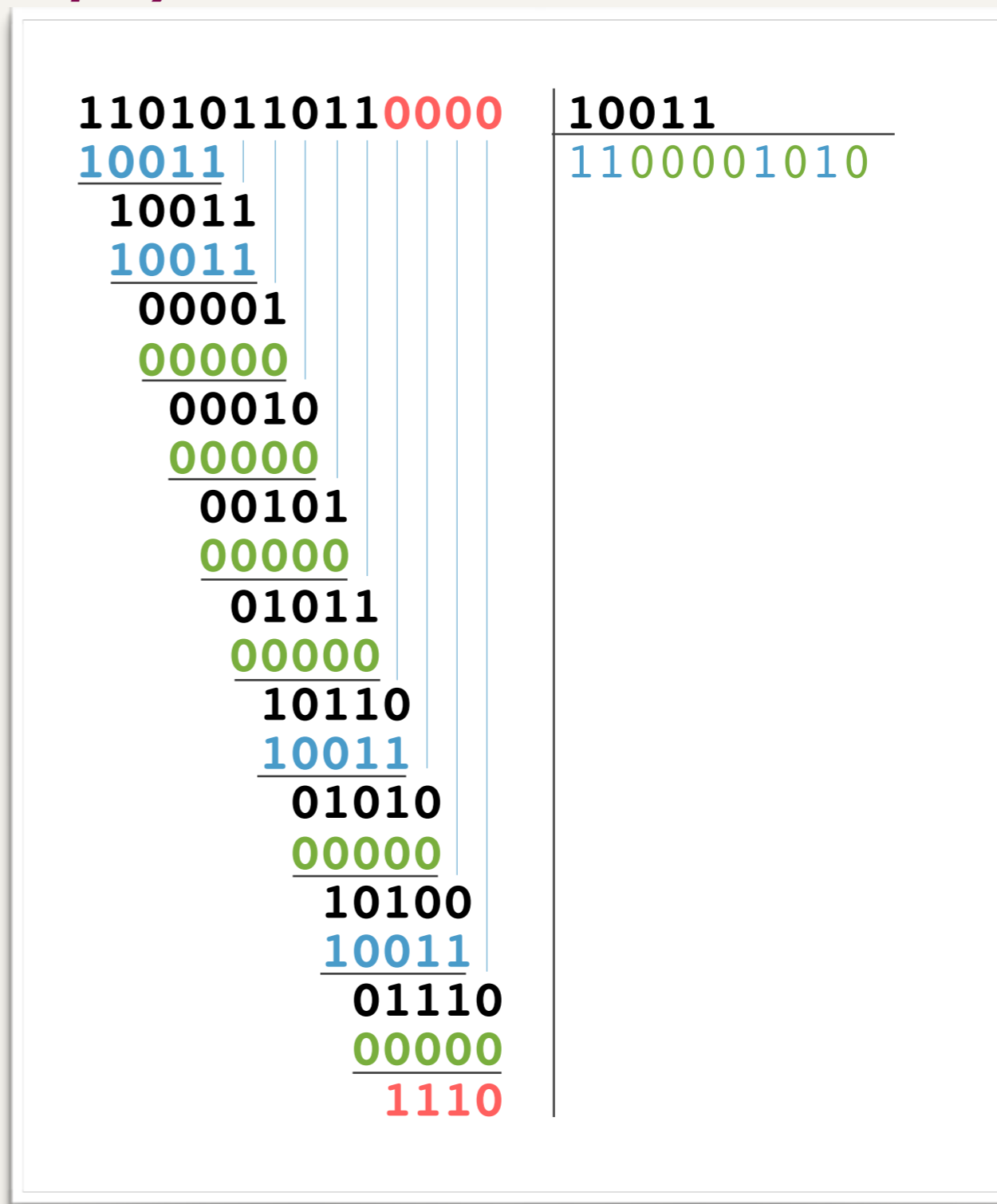
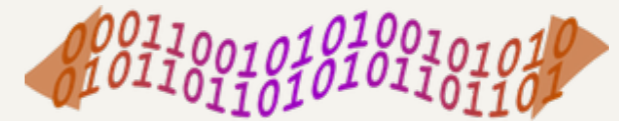


Fig 3.3 - Division pour le calcul du CRC



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**

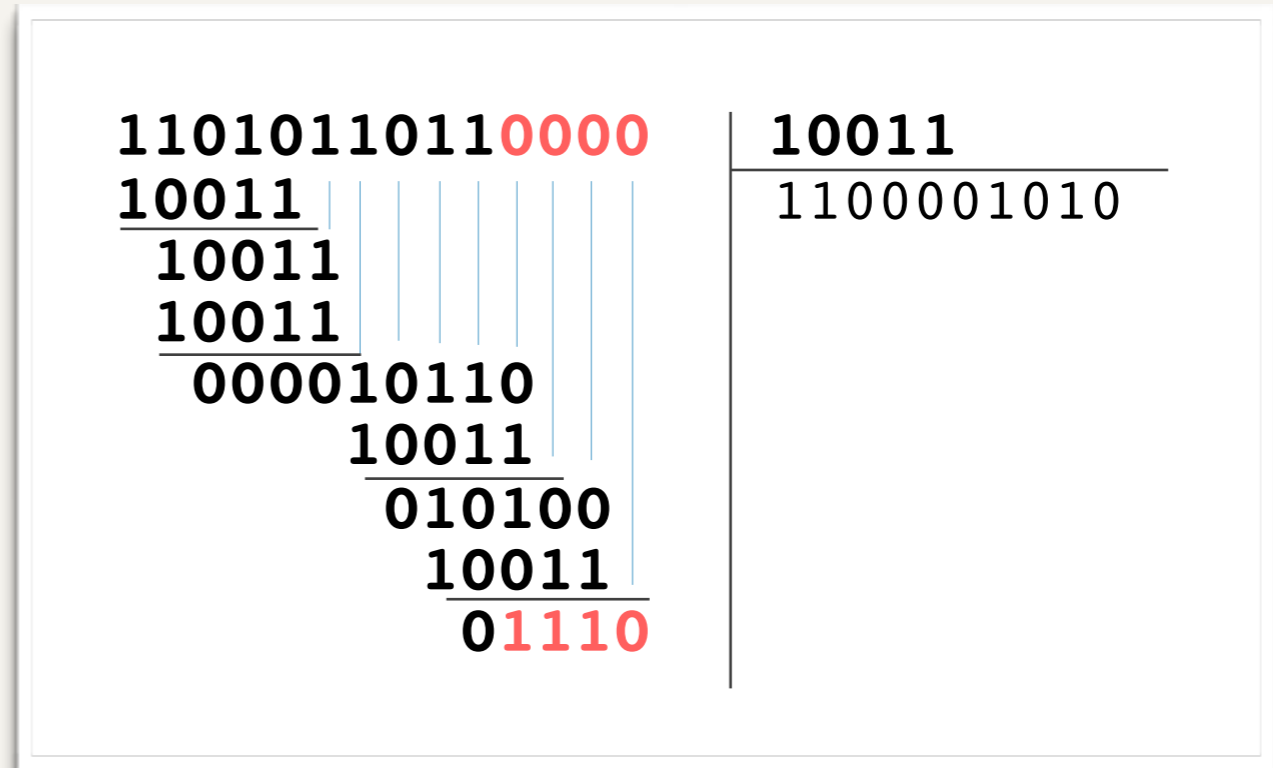


Fig 3.4 - Division pour le calcul du CRC

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=100000100110000010001110110110111** (CRC32 Ethernet)