

# Chapitre 3: Contrôle des erreurs

Brice Mayag  
brice.mayag@dauphine.fr

Université Paris Dauphine

Outils de l'Internet 2011-2012

# Plan

1 Introduction

2 Le contrôle de parité

3 Les codes cycliques

## Introduction

- **Codage binaire:** information peut être codée grâce à la présence ou non d'un signal électrique.
- **Codage binaire:** très pratique pour une utilisation dans des appareils électroniques tels qu'un ordinateur.
- **Cependant** le signal électrique peut subir des perturbations (distortion, présence de bruit)
- Par conséquent **le contrôle de la validité des données** est nécessaire pour certaines applications

## Introduction

Des systèmes de détection d'erreur plus perfectionnés ont été mis au point, ces codes sont appelés:

- codes **autocorrecteurs**
- codes **autovérificateurs**

# Plan

- 1 Introduction
- 2 Le contrôle de parité
- 3 Les codes cycliques

## Contrôle de parité ou VRC

- Code de contrôle **VRC**: Vertical Redundancy Check ou Vertical Redundancy Checking
- Il consiste à ajouter un bit supplémentaire (appelé **bit de parité**) à un certain nombre de bits de données tel que **le nombre total de bits à 1 soit pair**.

## Contrôle de parité ou VRC



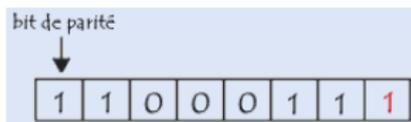
le nombre de bits de données à 1 est **pair**, le bit de parité est donc positionné à 0.



le nombre de bits de données à 1 est **impair**, le bit de parité est donc positionné à 1.

## Contrôle de parité ou VRC: Détection d'erreur

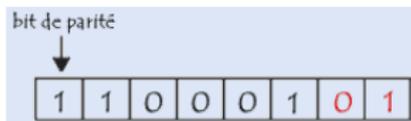
Supposons qu'après transmission le dernier bit soit victime d'une interférence (il change de 0 à 1):



Dans ce cas Le bit de parité ne correspond alors plus à la parité de l'octet: **une erreur est détectée.**

## Contrôle de parité ou VRC: Insuffisances

Si deux bits (ou un nombre pair de bits) venaient à se modifier simultanément lors du transport de données, aucune erreur ne serait alors détectée . . .



- Le système de contrôle de parité ne détectant que les erreurs en nombre impair, il ne permet donc de détecter que **50% des erreurs**.
- Il ne permet pas de corriger les erreurs détectées (le seul moyen est d'exiger la **retransmission** de l'octet erroné . . .).

## Le contrôle de parité croisé

- **LRC**: Contrôle de redondance longitudinale ou Longitudinal Redundancy Check
- Il consiste non pas à contrôler l'intégrité des données d'un caractère, mais à **contrôler l'intégrité des bits de parité d'un bloc de caractères.**

## Le contrôle de parité croisé

		LRC
	1001000	0
	1000101	1
	1001100	1
	1001100	1
	1001111	1
VRC	1000010	0

# Plan

1 Introduction

2 Le contrôle de parité

3 Les codes cycliques

## Codes CRC (Cyclic Redundancy Codes) ou codes polynômiaux

- Ce sont des codes de blocs d'un type particulier, très utilisés du fait de leur facilité de mise en oeuvre matérielle
- Ils sont basés sur l'utilisation d'un polynôme générateur  $G(x)$  qui considère que toute information de  $n$  bits peut être transcrite sous une forme polynômiale . . . .
  - Par exemple à 10111, on peut associer le polynôme  $X^4 + X^2 + X^1 + X^0$

## Codes CRC: Codage

Le **codage** est le calcul (la détermination) du mot de code:

- on constitue  $M(x)$  le polynôme associé à la suite binaire à transmettre
  - on multiplie  $M(x)$  par  $x^r$ , où  $r$  est le degré du polynôme générateur  $G(x)$
  - on calcule  $R(x)$ , le reste de la division du polynôme  $M(x) \times x^r$  par  $G(x)$
  - on calcule le mot de code  $M(x) \times x^r - R(x)$  et on le transmet.
- NB: Le  $-$  dans  $M(x) \times x^r - R(x)$  est ici une opération de concaténation.

## Codes CRC: Décodage

Le **décodage** est la vérification du mot de code reçu :

- on constitue  $M'(x)$  le polynôme associé à la suite binaire reçue;
- on calcule  $R'(x)$ , le reste de la division du polynôme  $M'(x)$  par  $G(x)$ 
  - Si  $R'(x) = 0$ , il n'y a pas d'erreur, la suite binaire reçue est un mot de code valide; on récupère alors l'information utile;
  - si  $R'(x) \neq 0$ , il y a une erreur; on demande alors la retransmission du message.

## Codes CRC: Exemple

- Mot à transmettre :  $M = 1010\ 1001\ 1100\ 0101$
- Polynôme générateur :  $G(x) = x^8 + 1$
- polynôme associé :  $M(x) = x^{15} + x^{13} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^6 + x^2 + 1$
- $x^8 M(x) = (x^{15} + x^{13} + x^{11} + x^8 + x^6 + x^5 + x^3 + x^2)G(x) + (x^6 + x^5 + x^3 + x^2)$
- trame à transmettre : 1010 1001 1100 0101 **0110 1100**