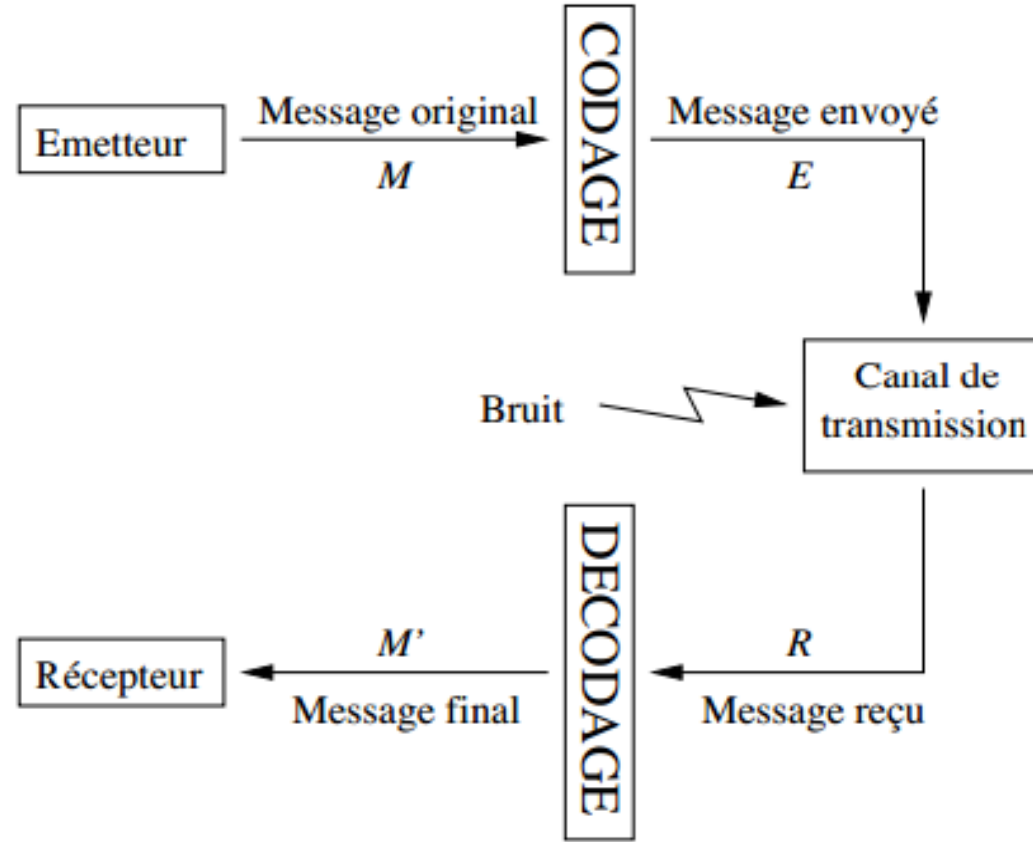


Détection d'erreurs



Schéma général de communication



Comment détecter et/ou corriger des erreurs ?

Un exemple simple :

Supposons qu'on veuille me transmettre un numéro de téléphone. Mon correspondant a deux possibilités :

- 1 Il me transmet 0169336000.

S'il y a des erreurs de transmission, par exemple si je reçois 0167336010, je ne peux pas les détecter.

- 2 Il me transmet zero un soixante-neuf trente-trois soixante zero zero

S'il y a des erreurs de transmission, par exemple si je reçois zero an sogxante-seuf trepte-troisksoixanqe zoro zerb, je suis capable de corriger les erreurs et de retrouver le numéro.

Exemples de redondance

- Comportement habituel au téléphone : répétition des numéros, épellation d'un nom ("I comme Irma, U comme Ursule, T comme Thérèse" ...)
- Alphabet radio international : chaque lettre de l'alphabet est remplacée par un mot (Alpha Bravo Charlie Delta Echo ...)
- L'orthographe traditionnelle comporte des redondances → moins sensible aux erreurs qu'une écriture phonétique (ou type SMS).

Le CRC

(Code Cyclique de Redondance)

- Principe général : représentation sous forme polynomiale de la suite de bits à transmettre

Exemple : la suite binaire **1100101** est représentée par le polynôme : **$1x^6 + 1x^5 + 0x^4 + 0x^3 + 1x^2 + 0x + 1$**
$$= x^6 + x^5 + x^2 + 1$$

- Application du code lors de l'émission d'un mot :
 - Conversion d'un « polynôme générateur » en mot binaire

Exemple : avec le polynôme générateur x^4+x^2+x , on obtient **10110**

- On ajoute n zéros au mot binaire à transmettre (n est le degré du polynôme générateur)

Exemple : le mot à transmettre est **11100111**.

On obtient alors : **111001110000**

On ajoute à ce mot (**111001110000**) le mot correspondant au polynôme générateur (**10110**) jusqu'à ce que le mot obtenu soit inférieur au polynôme générateur.

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

Ce mot obtenu (**1110**) correspond au CRC à ajouter à la suite du mot avant de l'émettre.

Le mot à transmettre est donc : **11100111 1110**.

- Vérification après réception du mot :
On ajoute le mot correspondant au polynôme générateur (**10110**) au mot reçu (**11100111 1110**)

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

Le résultat est nul, il n'y a donc pas d'erreur.

Codes correcteurs

- . Détecte et corrige l'erreur

Le Code de Hamming

- k : bits de contrôle
- Longueur du message: $m=(2^k-1)-k$
- Longueur totale du message: $n=2^k-1$

$k=3$	$m=4$	$n=7$
$k=4$	$m=11$	$n=15$
$k=5$	$m=26$	$n=31$

7	6	5	4	3	2	1
1	0	1	C2	0	C1	C0

- C0 est calculé par rapport aux bits d'indice 7, 5, 3
- C1 est calculé par rapport aux bits d'indice 7, 6, 3
- C2 est calculé par rapport aux bits d'indice 7, 6, 5

Ainsi on a:

- C2=0
- C1=1
- C0=0

Le code reçu est donc: 1 0 1 0 0 1 0

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

$$\begin{array}{r}
 7 \quad 0111 \\
 5 \quad +0101 \\
 2 \quad +\underline{0010} \\
 \quad 0000
 \end{array}$$

La somme de contrôle est égale à 0 => Message valide.

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

$$\begin{array}{r}
 7 \quad \quad \quad 0111 \\
 2 \quad \quad \quad + 0010 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 0101
 \end{array}$$

La somme de contrôle n'est plus égale à 0=> Il y a une erreur.

0101=>5 L'erreur se trouve au bit n°5.