

Codage source des informations



- ✓ Présentation
- ✓ Codes de longueur fixe
- ✓ Codes de longueur variable
- ✓ Codage de la parole

Abordons maintenant le codage source des informations.

Codage source des informations



✓ depuis années 1970 : NUMERIQUE
....0010001100...

✓ codes de longueur fixe ou
longueur variable ?

A partir des années 1970, les informations transportées dans les réseaux deviennent numériques. Elles proviennent de terminaux numériques, comme des ordinateurs, ou de terminaux produisant une information analogique qui sera numérisée à l'entrée du réseau.

Le codage binaire va transformer l'ensemble des symboles initiaux en une séquence binaire. Et afin de compresser les données sans perte, la séquence binaire devra être la plus réduite possible.

Mais deux problèmes sont à résoudre :

- comment faire pour que la séquence binaire soit la plus compacte possible ?
et

- comment faire pour qu'un code soit décodable de manière unique ?

Pour répondre à la première question, la solution la plus simple est d'utiliser l'écriture binaire naturelle, à savoir : s'il faut coder 16 symboles différents, on va utiliser un code fixe à quatre bits. La solution la plus performante est d'utiliser des codes à longueur variable adaptés à la fréquence d'apparition des symboles. Le code morse utilisé en télégraphie (jusqu'à la fin du XXème siècle) préfigurait nos systèmes numériques, et permettait de transmettre un texte à l'aide de séries d'impulsions courtes et longues.

ABRACADABRA :

11 lettres, 5 symboles différents

✓ Code fixe => 3 éléments binaires nécessaires, soit 33 e.b.

✓ Code de longueur variable => 1, 2, 3 ou 4 eb, soit 23 au total.

Symbole	Poids	Probabilité	Code fixe	Code long. variable
A	5	5/11	000	0
B	2	2/11	001	10
R	2	2/11	010	111
C	1	1/11	011	1100
D	1	1/11	100	1101

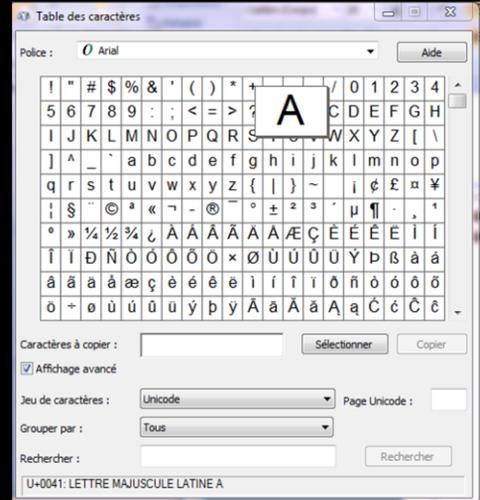
Regardons maintenant le codage du mot ABRACADABRA : il est constitué de 11 lettres et de 5 caractères différents, A-B-R-C-D.

- avec un code de longueur fixe il faut 3 bits par symbole pour le coder, soit un total de 33 éléments binaires (eb).

- avec un code de longueur variable tenant compte de la probabilité d'apparition des caractères, le nombre de bits par symbole diminue (de 1 à 4 eb) et le mot comptera alors 23 eb.

Code de longueur fixe

- ✓ ASCII (7 ou 8 bits)
- ✓ UNICODE (16 bits)



Prenons l'exemple du code ASCII (American Standard Code for Information Interchange) : à l'origine il repose sur 7 bits, et définit 128 caractères numérotés de 0 à 127 (en binaire de 0000000 à 1111111). Ces sept bits suffisent donc pour représenter des lettres ou des chiffres. Mais à partir des années 1970, les ordinateurs travaillent sur 1 octet (8 bits) : l'ASCII est étendu à 8eb.

Sur nos ordinateurs, le codage utilisé est l'UNICODE en 16 bits, mais basé sur l'ASCII ; ainsi la lettre A est représentée par :

100 0001 (ou 41) en ASCII 7 bits

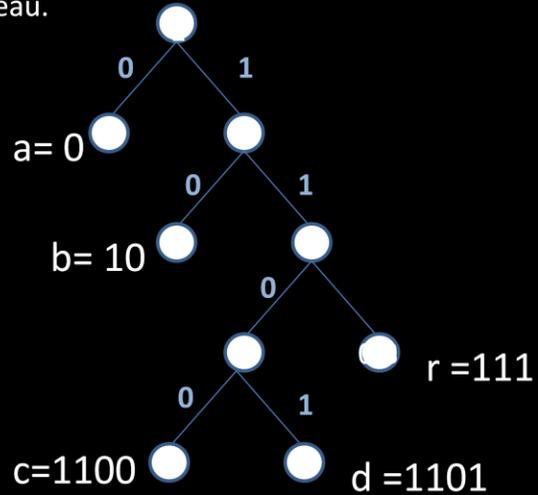
0100 0001 (ou 41) en ASCII 8 bits

et par 0000 0000 0100 0001 (0041) en Unicode.

L'inconvénient d'un code de longueur fixe est qu'il ne tient pas compte de la fréquence d'apparition des caractères ou symboles.

Codes de longueur variable :

Objectif : minimiser la taille de la représentation de l'information et donc le volume d'e.b. à transporter dans le réseau.



Le principe de ce codage est de se baser sur la fréquence d'apparition des symboles, et d'utiliser des mots de code courts pour les symboles probables et des mots de code longs pour les symboles peu probables. On peut comprimer sans pertes dans certaines conditions, c'est par exemple le codage de Huffman, utilisant un algorithme de compression de données sans perte.

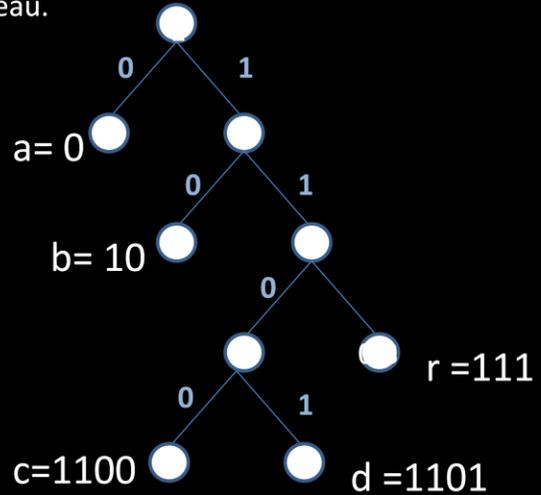
En voici le principe simplifié :

- on classe les symboles par fréquence d'apparition ;
- on construit un système ou arbre binaire, en positionnant le probable sur la première branche ;
- on affecte à chaque branche un 1 ou un 0 (toujours du même côté) ;
- et on lie les codes résultants.

On obtient ainsi un codage optimal !

Codes de longueur variable :

Objectif : minimiser la taille de la représentation de l'information et donc le volume d'e.b. à transporter dans le réseau.



Mais il existe également des techniques de codage et compression avec perte, dans lesquels les informations les moins indispensables pour l'œil ou l'oreille humaine sont supprimées,

Ces codes sont utilisés pour les images, les vidéos ou les sons, comme par exemple :

- le code JPEG (souvent) « *Joint Photographic Experts Group* »
- le code MPEG « *Moving Picture Experts Group* »
- ou le code MP3 « *format audio MPEG-1 partie 3 audio couche 3* ».

Codage de la parole

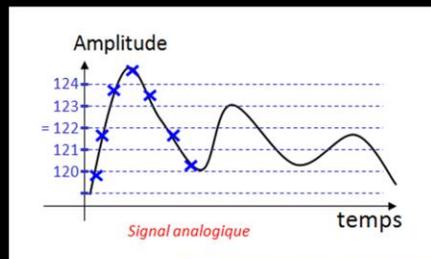
Norme G 711 (réseaux fixes)

✓ 3 étapes :

Échantillonnage : $F_e > 2 F_{\text{max}}(\text{signal})$

Quantification

Codage (8 ou 7 eb)



Débit voix numérisée = $8000 \times 8 \text{ bits/s}$ soit 64 Kbits/s

Terminons maintenant avec le **codage de la parole** :

La parole est un signal de nature analogique, c'est un phénomène physique d'origine mécanique donnant naissance à une onde acoustique se propageant dans l'air.

Les vibrations des cordes vocales engendrent des ondes dont les fréquences varient de 50 et 5000 Hz ; cependant la majorité de l'énergie est concentrée entre 300 et 3000 Hz.

La normalisation internationale a donc défini une bande passante téléphonique entre 300 et 3400 Hz. Ce signal acoustique sera capturé par le microphone de l'appareil téléphonique, et converti en signal électrique.

La numérisation du signal de parole date de 1970, et correspond au code G 711 de l'UIT : c'est le codage MIC (Modulation par Impulsions et Codage) pour les réseaux de téléphonie fixe.

Codage de la parole

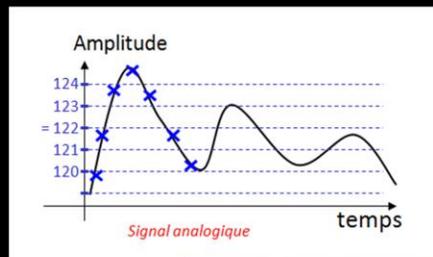
Norme G 711 (réseaux fixes)

✓ 3 étapes :

Échantillonnage : $F_e > 2 F_{\max}(\text{signal})$

Quantification

Codage (8 ou 7 eb)



Débit voix numérisée = $8000 \times 8 \text{ bits/s}$ soit 64 Kbits/s

Ce codage comprend trois étapes :

La première est l'**échantillonnage** : d'après le théorème Shannon, la fréquence d'échantillonnage doit être supérieure à deux fois la fréquence haute du spectre du signal analogique. Ainsi pour la parole, il faut donc que la fréquence soit supérieure à 6800 Hz (2×3400 Hz). Les instances de normalisation ont choisi une fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz, soit un échantillon toutes les 125 microsecondes.

La deuxième étape correspond à la **quantification** : elle consiste à affecter à chaque échantillon une valeur prise dans une échelle de valeurs.

La dernière étape consiste à appliquer le **code** de la plage de quantification. En Europe, chaque plage est codée sur huit éléments binaires : il y a donc 256 valeurs possibles. Ainsi, le débit binaire de la parole en Europe est de 64 Kb/s par seconde (8000 échantillons de 8 eb).

Aux Etats-Unis ou au Japon ce codage est réalisé sur 7 éléments binaires : le débit est alors de 56 Kb/s.

Si l'on veut se transmettre des sons de meilleure qualité, il faut élargir la bande passante. Ainsi, pour la musique, le spectre du signal s'étale de 20 à 20 000 Hz, avec une fréquence d'échantillonnage de 44,1 ou 48 kHz et un codage sur 16 ou 18 éléments binaires.

Codage de la parole



Parole sur les réseaux Mobiles GSM
(norme ETSI)

✓ échantillonnage 8 Khz , quantification, et
codage sur 13 bits (8192 possibilités)

✓ puis traitement numérique
=> débit final 13 Kb/s (260 bits / 20 ms)

Dans les réseaux mobiles, le codage la parole est légèrement différent :

Si l'échantillonnage est toujours à 8000 Hz, le codage se fait sur 13 éléments binaires, mais le débit final de la voix ne sera que de 13 kilos bits par seconde – après compression. La qualité de la voix transmise sur un réseau mobile est donc légèrement inférieure à celle transmise sur un réseau de téléphonie fixe.