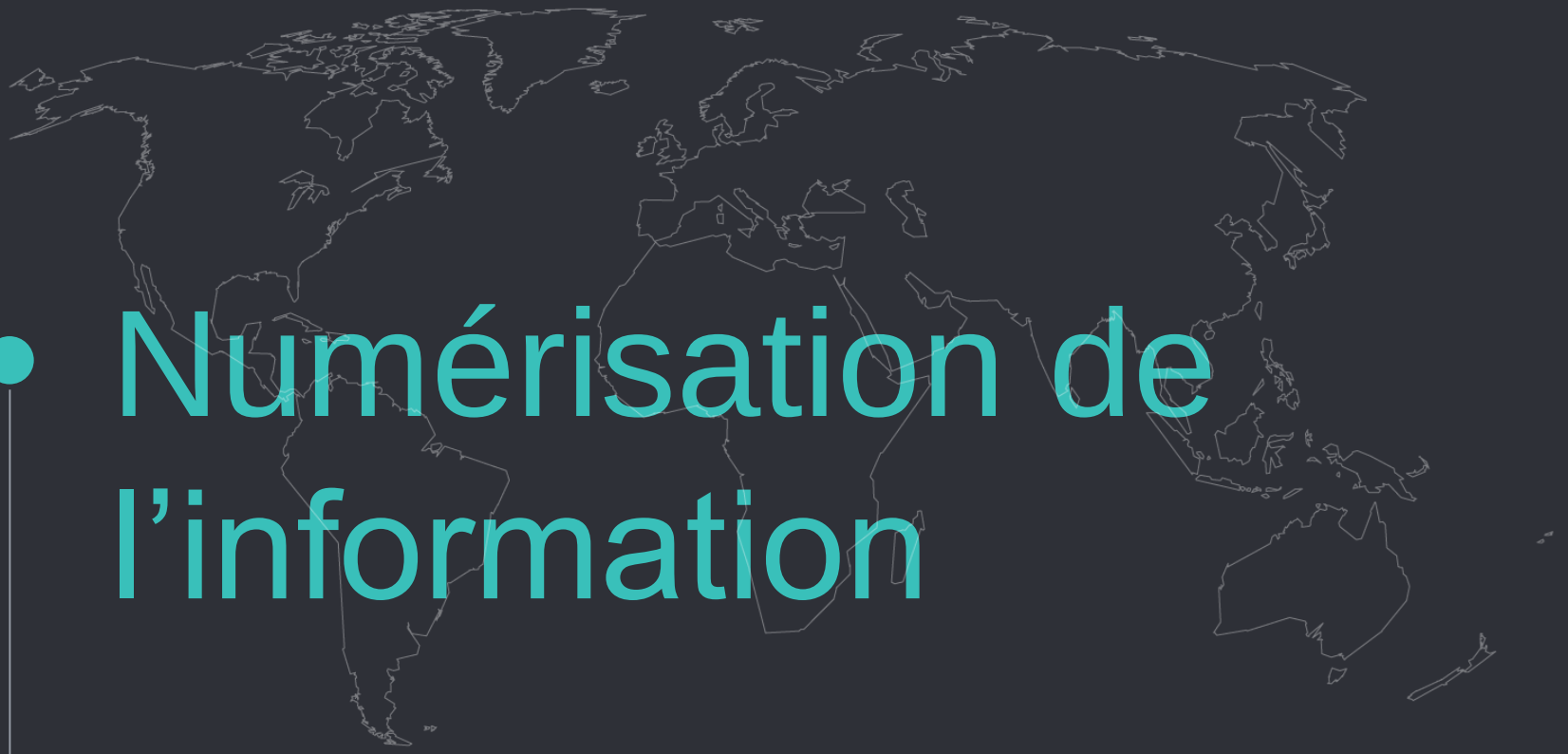


- Numérisation de l’information

Contenu
Chapitre II: Numérisation de l’information

a. Echantillonage
b. Quantification
c. Codification

Introduction

Un ***signal*** est le support physique d'une information.
Une variable, souvent le temps.

Par exemple, un son est une fonction du temps ; la valeur correspond à une pression acoustique.

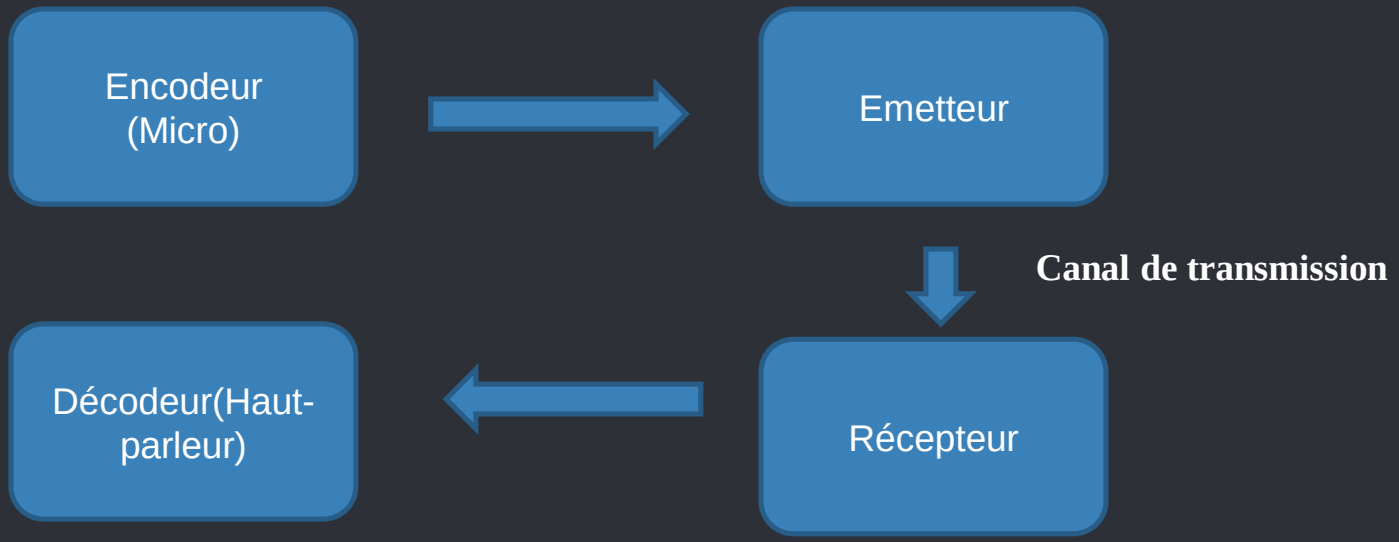
De nombreuses grandeurs physiques (température, pression, ...) sont des fonctions du temps dans un grand nombre de problèmes.

Pour traiter ces informations sur un ordinateur, il faut que leur forme soit ***numérique***.

Transfère d’une information

Le transfère d’une ***information*** nécessite une chaine de transmission.
Elle comporte:

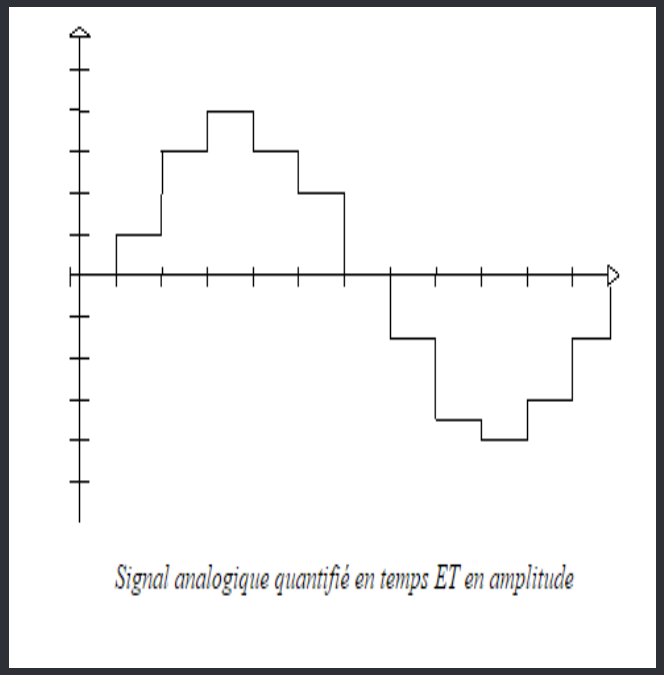
-Un encodeur qui code l’information
-Un émetteur (crypte, compression, la module…)
-Un récepteur (Décrypte, décompresse, démodule) qui la décode et la restitue.



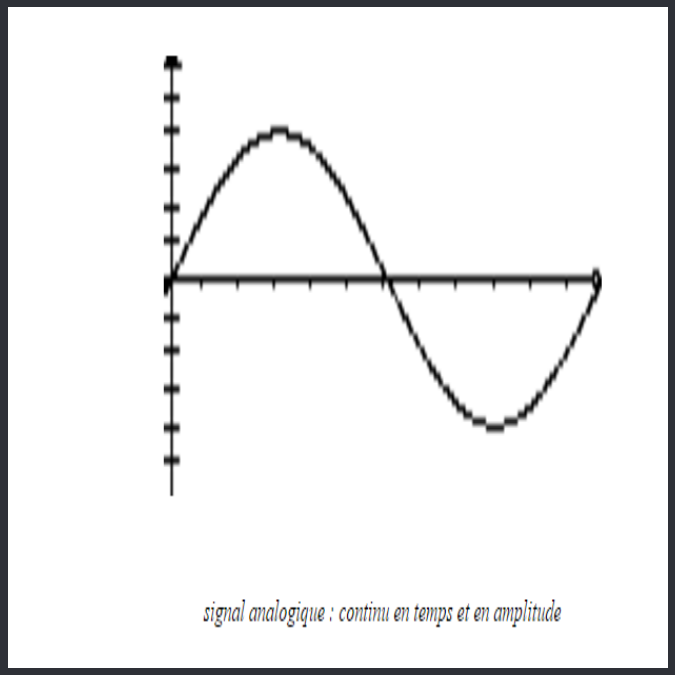
Information

Information: Ensemble de connaissances qui peuvent êtres codés de plusieurs façons.

Le signal est la représentation physique d'une information, de la source jusqu'au destinateur, il existe deux catégories:



Signal analogique quantifié en temps ET en amplitude



signal analogique : continu en temps et en amplitude

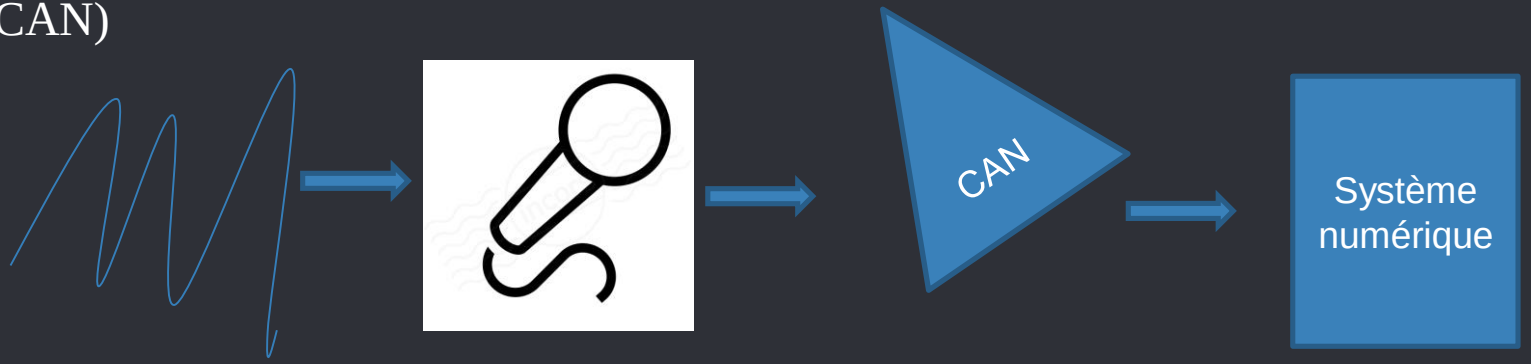
2 Catégories …

2 Catégories …

Signaux analogiques	Signaux numériques
-Varient d'une façon continue dans le temps(Intensité sonore, lumineuse, pression, tension…) -Ensemble continu de valeurs(une infinité non dénombrable) F(x)	-Transportent l'information sous la forme de nombres -Ensemble discret de valeurs(dénombrable) Un

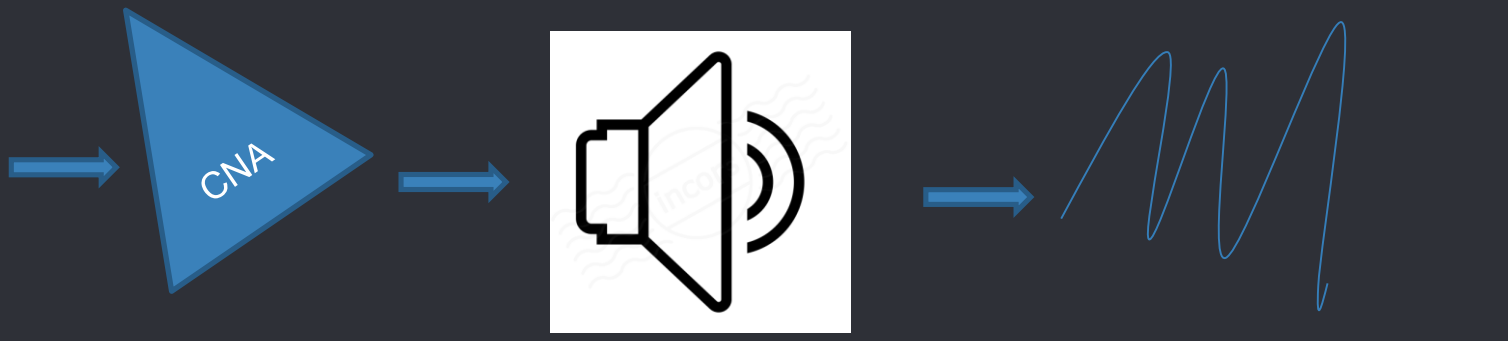
Dispositif d'enregistrement numérique d'un son

La numérisation est faites à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique (CAN)



Signal analogique d'entrée

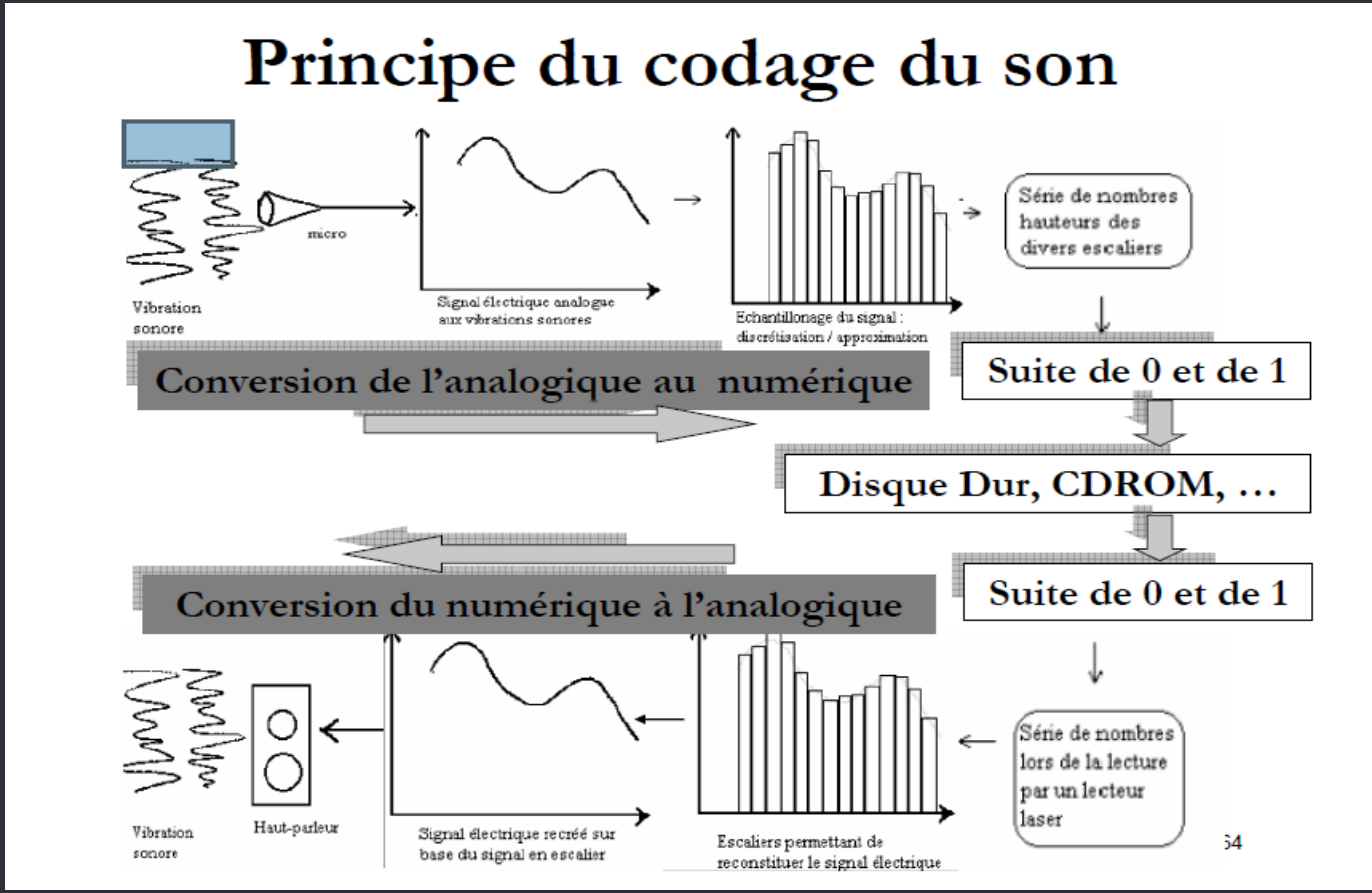
Convertisseur analogique-numérique



Convertisseur numérique-analogique

Signal analogique de sortie

Exemple


Principe du codage du son
micro
Vibration sonore
Signal électrique analogue aux vibrations sonores
Echantillonage du signal : discrétisation / approximation
Série de nombres hauteurs des divers escaliers
Conversion de l'analogique au numérique
Suite de 0 et de 1
Disque Dur, CDROM, …
Suite de 0 et de 1
Conversion du numérique à l'analogique
Série de nombres lors de la lecture par un lecteur laser
Escaliers permettant de reconstituer le signal électrique
Signal électrique recréé sur base du signal en escalier
Haut-parleur
Vibration sonore
54

La numérisation d’un signale

Numériser un signal analogique: consiste à transformer des grandeurs continues dans le temps à des grandeurs discontinues qui varient par palier en prenant des valeurs à intervalle de temps régulier: période d’échantillonnage :

Te

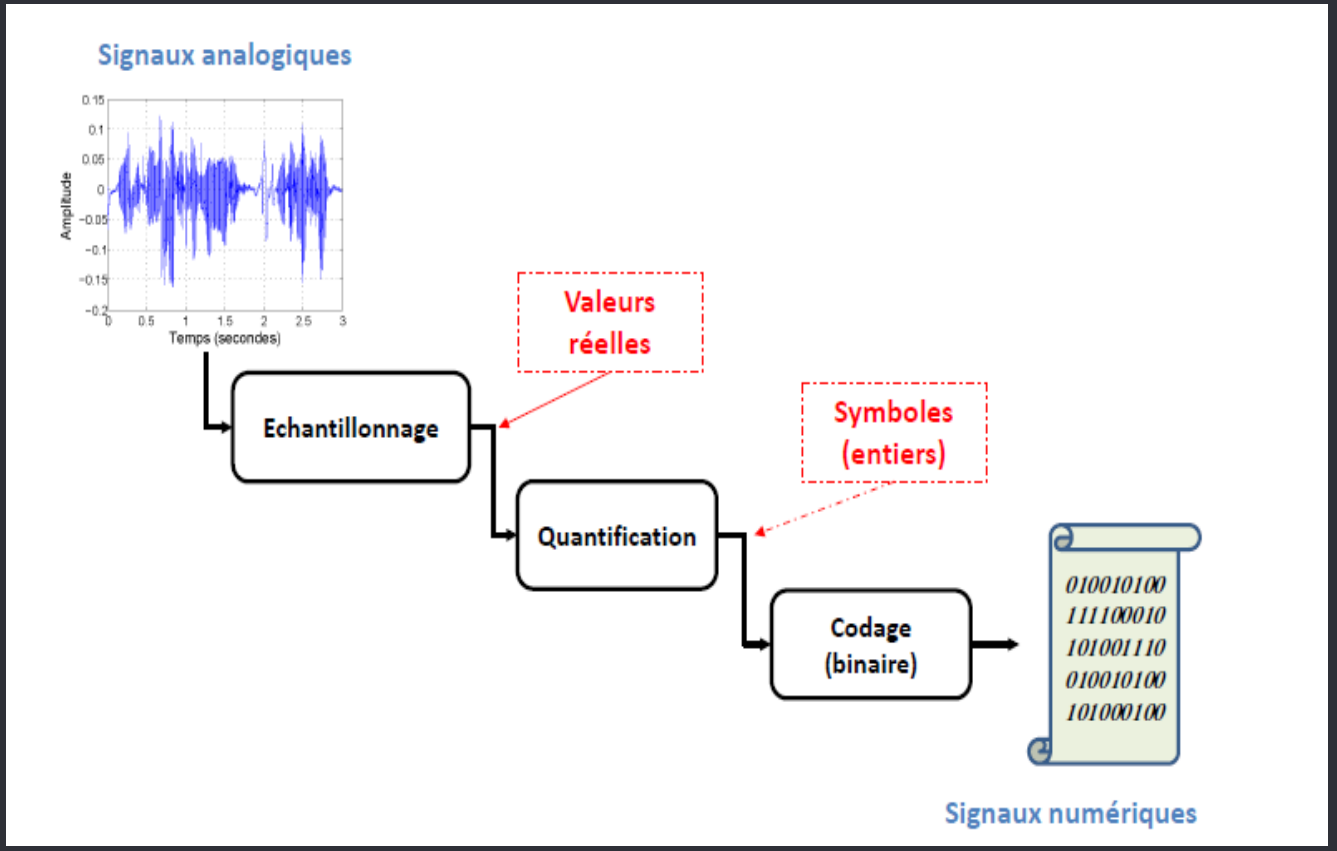
La numérisation nécessite trois étapes:

1. L’échantillonnage
2. La quantification
3. Le codage

3 étapes!!

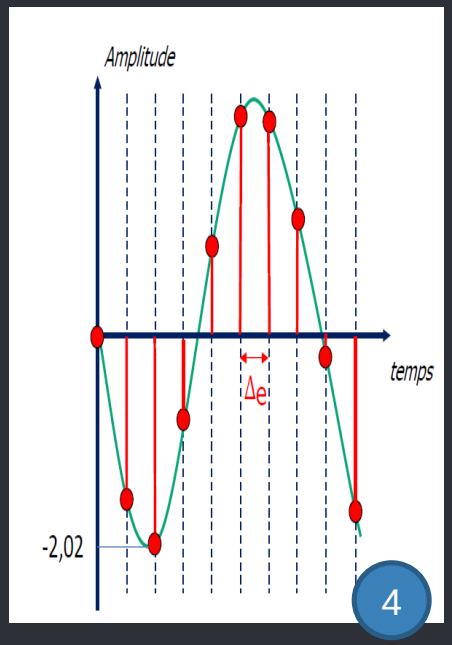
La numérisation ,c’est quoi?

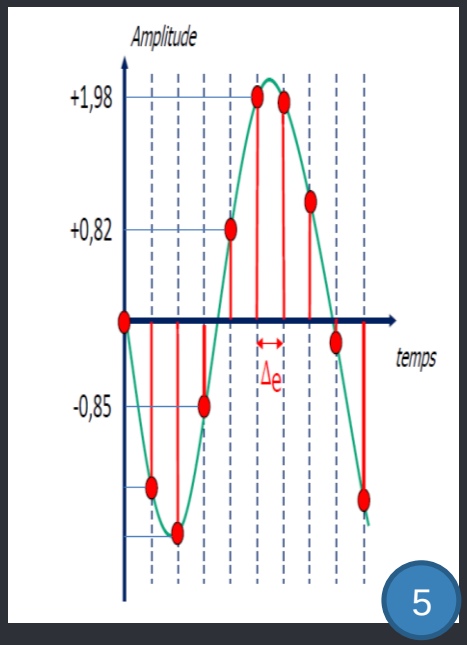
Echantillonnage+Quantification+Codage binaire)

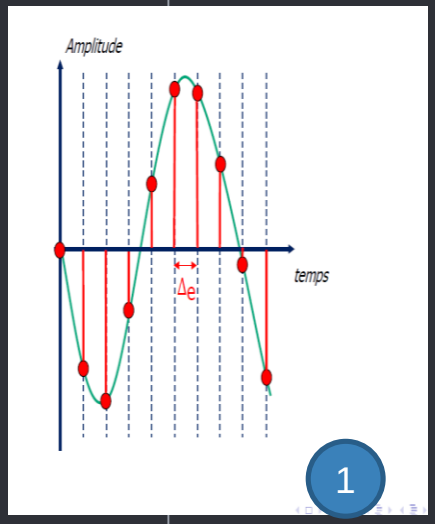


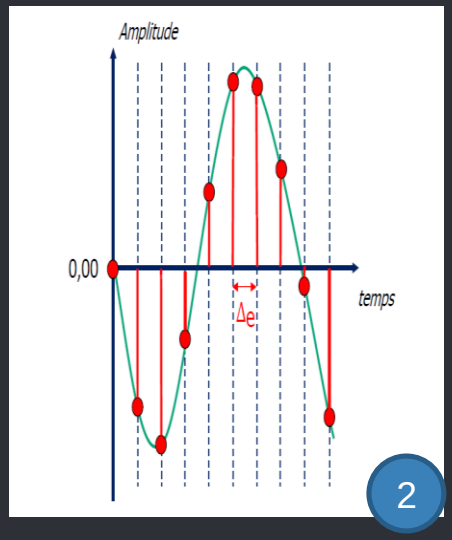
Principe d’échantillonnage

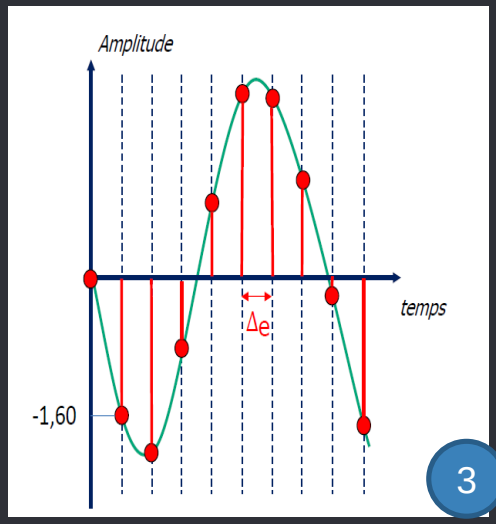
- L’échantillonnage consiste à représenter le signal original par un ensemble fini de valeurs, récupérés à intervalles réguliers.
- L’intervalle, noté Δe , s’appelle le **pas d’échantillonnage.**
- le signal ainsi obtenu s’appelle un **signal échantillonné.**







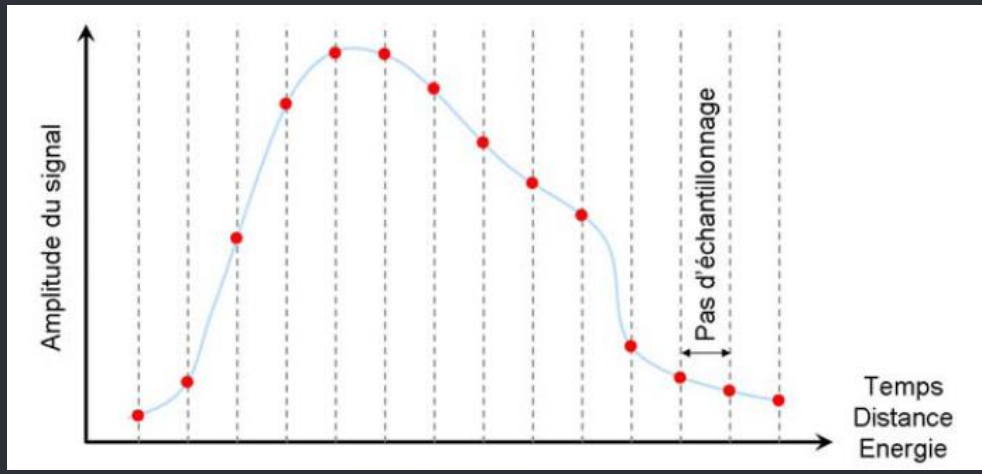




Analyse fréquentielle d’un échantillonnage

- Echantillonner un signal à l’aide d’un pas Δe =Echantillonner le signal à la fréquence Fe(Hertz ou Hz)
- La fréquence d’échantillonnage Fe=1/ Δe
- Pas d’échantillonnage
- P=Plage de mesur/2^n
- (n=nombre de bits utilisés)
- Pas=la petite valeur entre 2 palier

Exemple
On travail sur plage -10 à +10 donc 20v
20/2^8=0.08v
-donc on peut voir une valeur s’approche à 0.08 v, un palier tous les 0.08 v

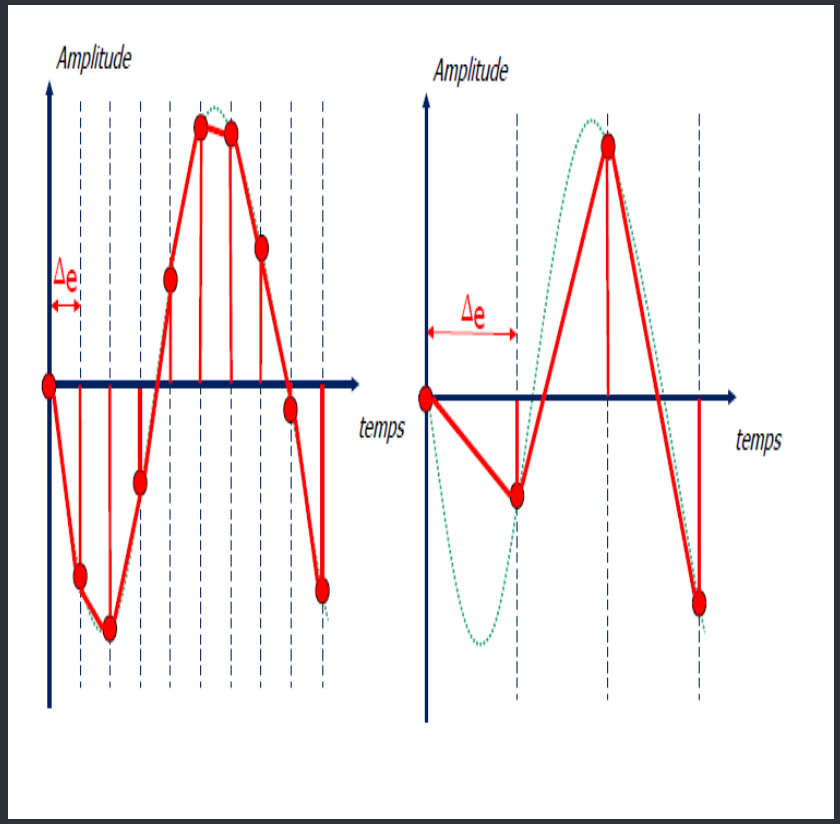


Comment définir Δe

- Si Δe est petit:
- Données volumineuse
- Fidèle à l'origine

- Si Δe est grand:
- Signal dégradé
- Données compactes

- Conclusion
- Compromis selon l'application
- Respecter une condition..dépend de la *fréquence maximale* du signal à échantillonner



Théoreme de Nyquist-Shannon

- Théorème: Pour éviter le recouvrement spectral, et donc effectuer un bon échantillonnage, il faut vérifier la condition suivante:

$$Fe >= 2*Fmax$$

- Avec Fmax: la fréquence Maximal du signal original

Exemples…

◦Exemple pour la musique, la fréquence maximale audible est de 20 kHz.

Une fréquence d’échantillonnage des CD-audio, de 44,1 kHz, respecte bien ce théorème.

◦Application a la voix en téléphonie : fréquence maximale : 3700 Hz. Quelle fréquence d‘échantillonnage minimale choisir ?

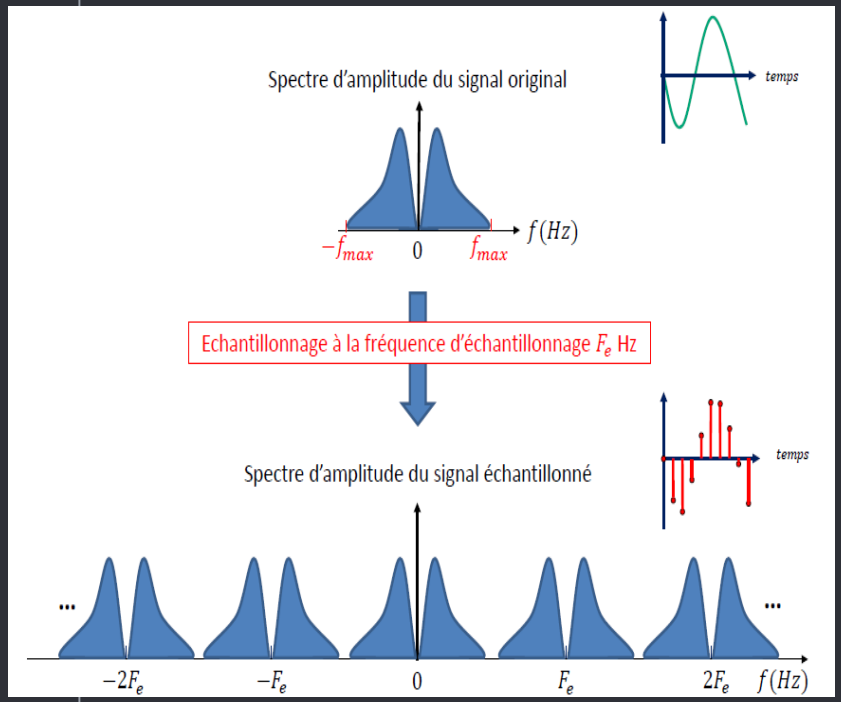
Spectre d’un signal échantillonné

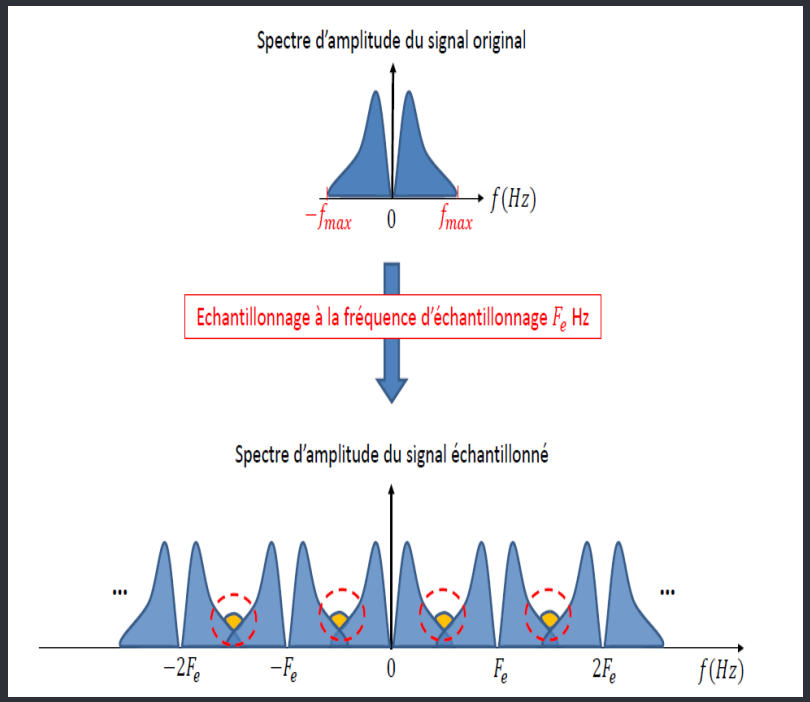
- Définition: le spectre d’un signal échantillonné est défini par le spectre du signal original, plus une infinité de répliques du spectre original.

- Pour que l’échantillonnage se déroule bien, il faut que les répliques ne recouvrent pas le spectre original.

- Si cela se produit, on appelle ce phénomène recouvrement spectral, ou encore l’aliasing.

Signal normal …phénomène d'aliasing





exemple

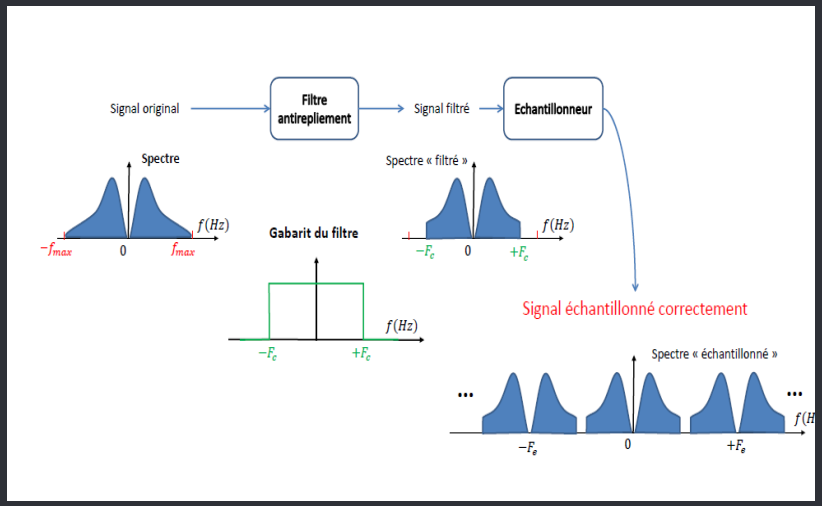
- Le spectre du signal analogique s’étend jusqu’à 20 khz

- On échantillonne à la fréquence Fe=44.1 Khz (Rspecte de la condition de Shannon)

Comment être certain de vérifier le théorème de Nyquist-Shannon?

- Le système de numérisation à généralement à une fréquence d'échantillonnage fixée.

- Solution: Le filtre enti-repliement



Quantification…1

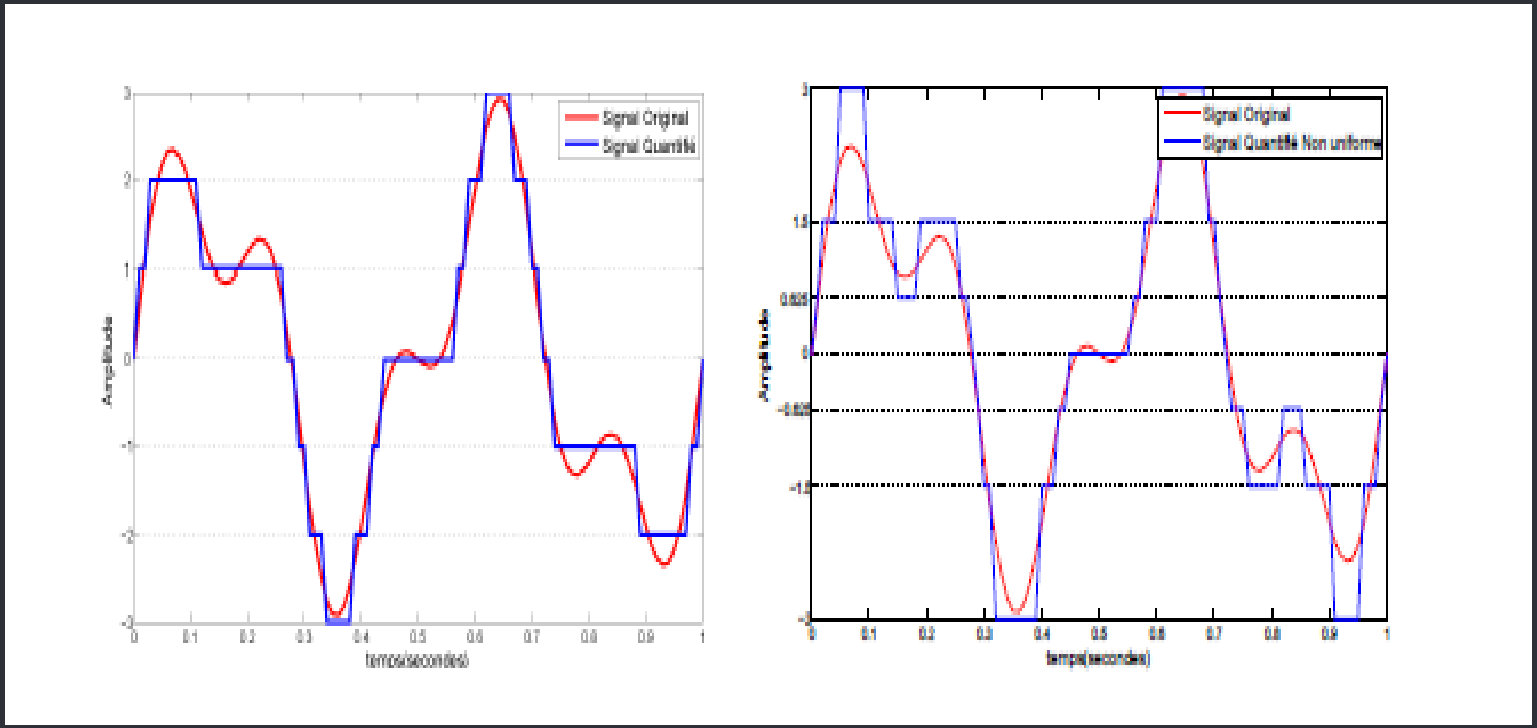
- Principe:
- La quantification consiste à représenter un signal avec un ensemble fini de symboles

- Autrement dit, un signal quantifié ne peut prendre qu'un nombre limité de valeurs en amplitude.

Quantification…2

- Un quantificateur prend un signal U en entrée et rend un signal quantifié V.
- La qualité du signal quantifié V dépend du pas de quantification noté généralement Δ.
- Si le pas est constant, on parle de quantification uniforme.
- On dit que la quantification non uniforme à un pas de quantification de taille variable

Quantification…3



Exemple…

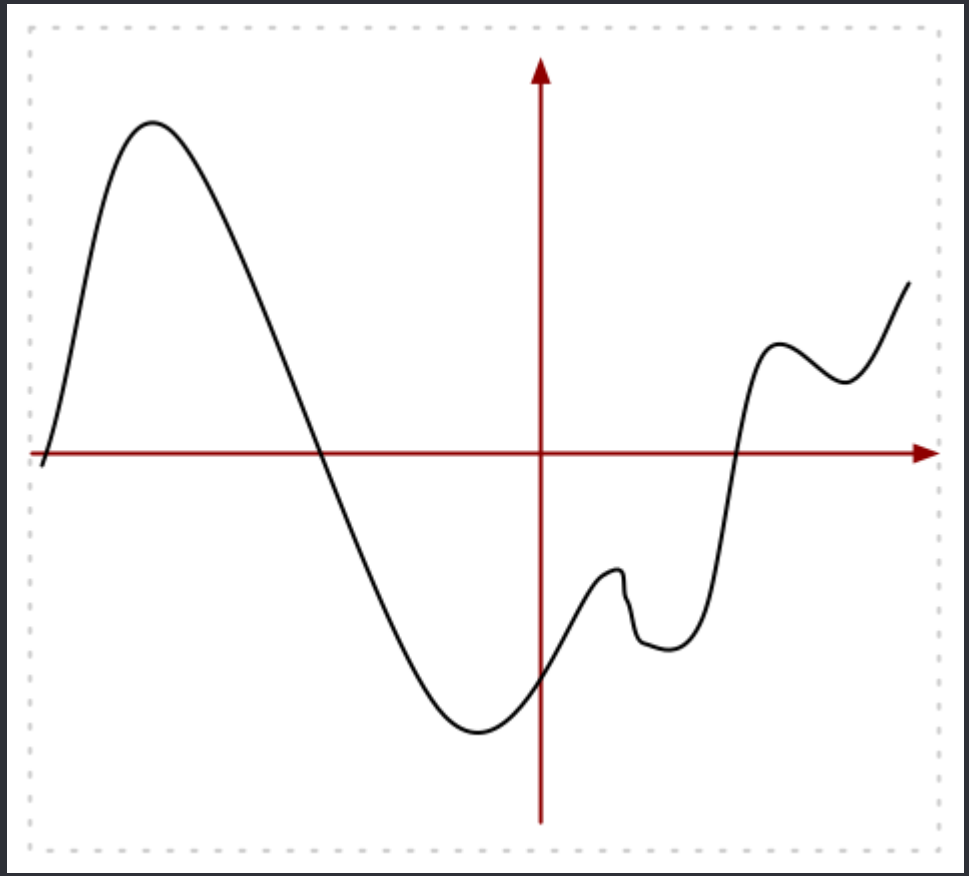
- Prenons la numérisation d'un signal audio

- En ordonnées on indique la puissance instantanée du signal

- En abscisse le temps.

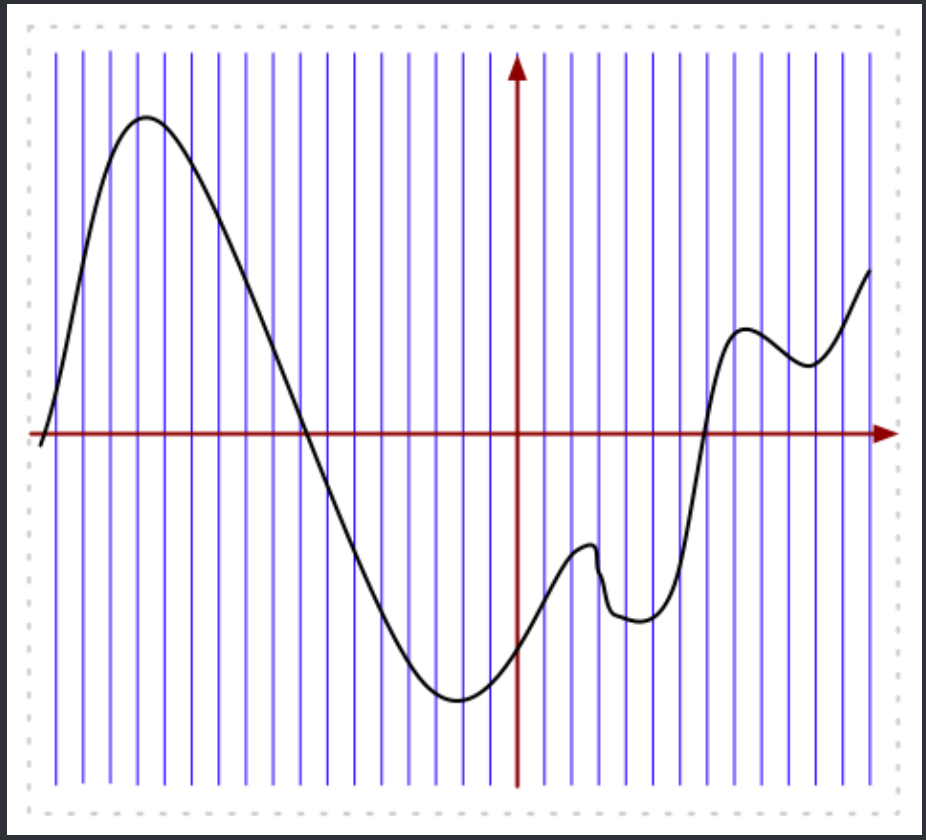
Exemple…(suite)

Le signal se présente ainsi



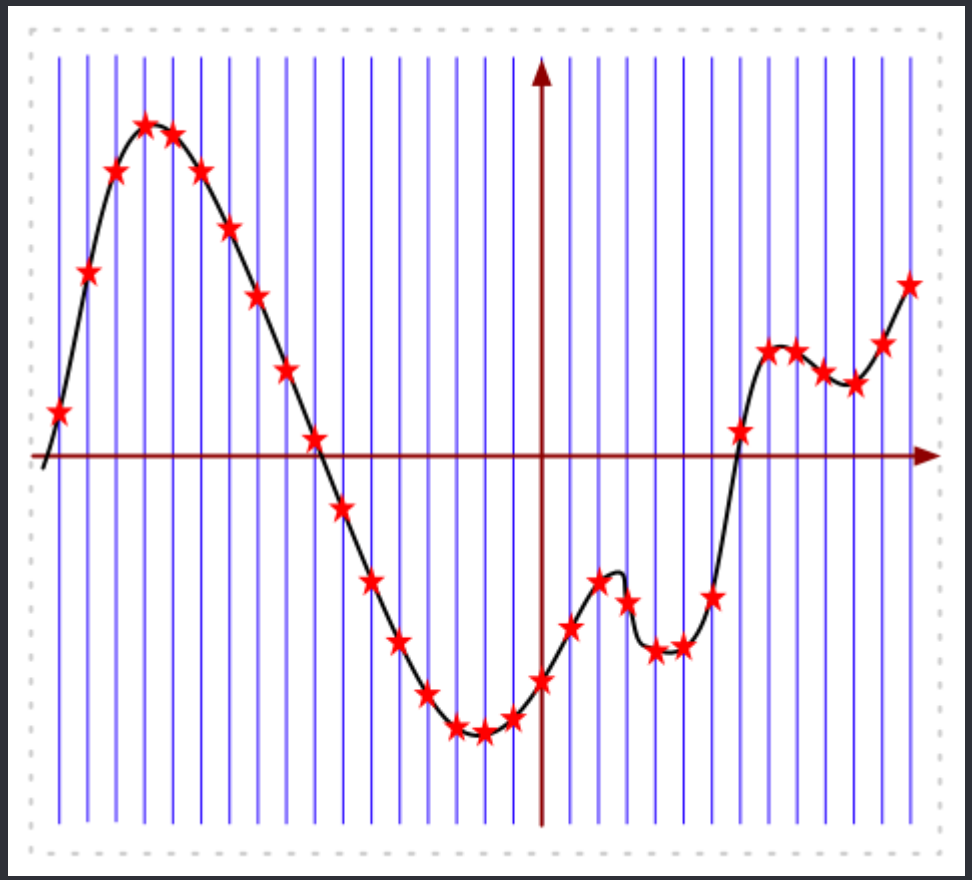
Exemple…(suite)

On échantillonne ce signal a une fréquence donnée : c'est un découpage temporel.



Exemple…(suite)

- … et on mesure la valeur du signal a chaque découpe.



Exemple…(suite)

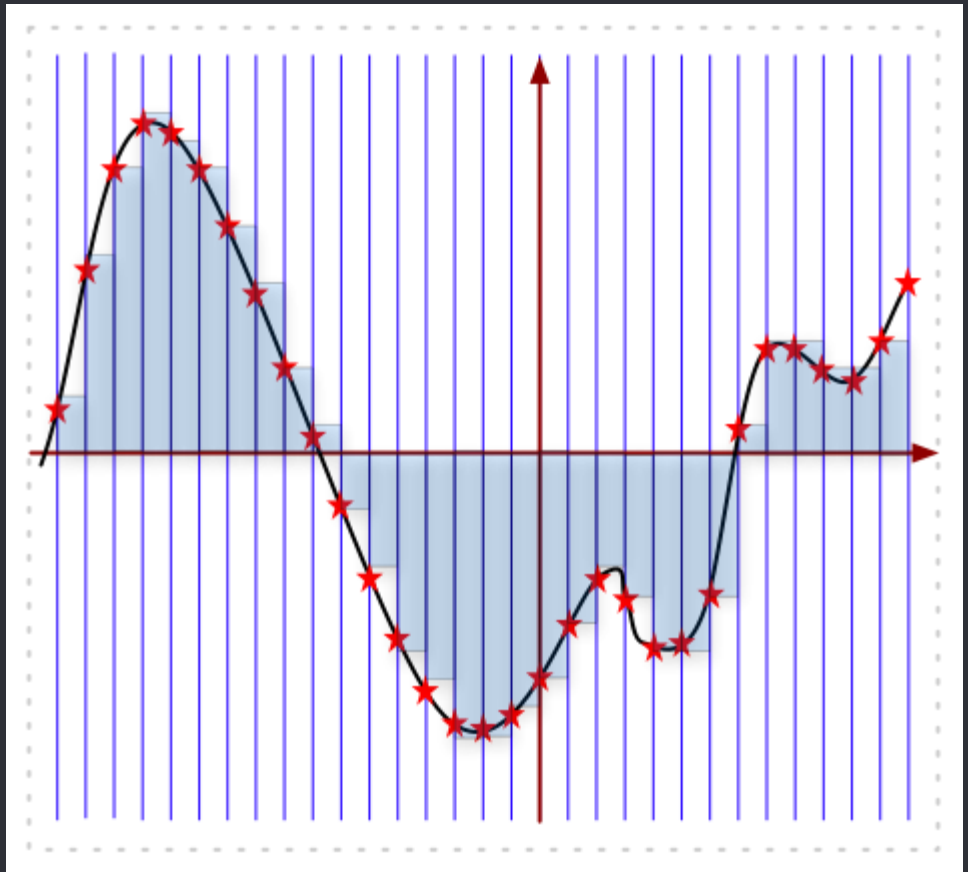
- A chaque intersection, on prend la valeur en ordonnée.
- On obtient donc une série de valeurs comme dans le tableau suivant (données complètement fictives) dans lequel on mesure a chaque milliseconde une valeur (VM) (par exemple électrique).

Exemple…(suite)

T(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	..
VM	**763**	**783**	**874**	**585**	**910**	**921**	**911**	**917**	**903**	**901**	**902**	**904**	**876**	**...**

Exemple…(suite)

- Chaque valeur mesurée est ensuite ramenée a la valeur autorisée la plus proche.



Exemple…(suite)

- Les valeurs autorisées sont celles qui sont sauvegardées dans le fichier numérique.

- C'est la modélisation numérique du signal analogique initial. Un fichier numérique en résulte.

Exemple…(suite)

- Dans le tableau suivant, (rappel, en données fictives) on compare les valeurs mesurées (VM) avec les valeurs autorisées et on choisit les valeurs autorisées les plus proches (VC).

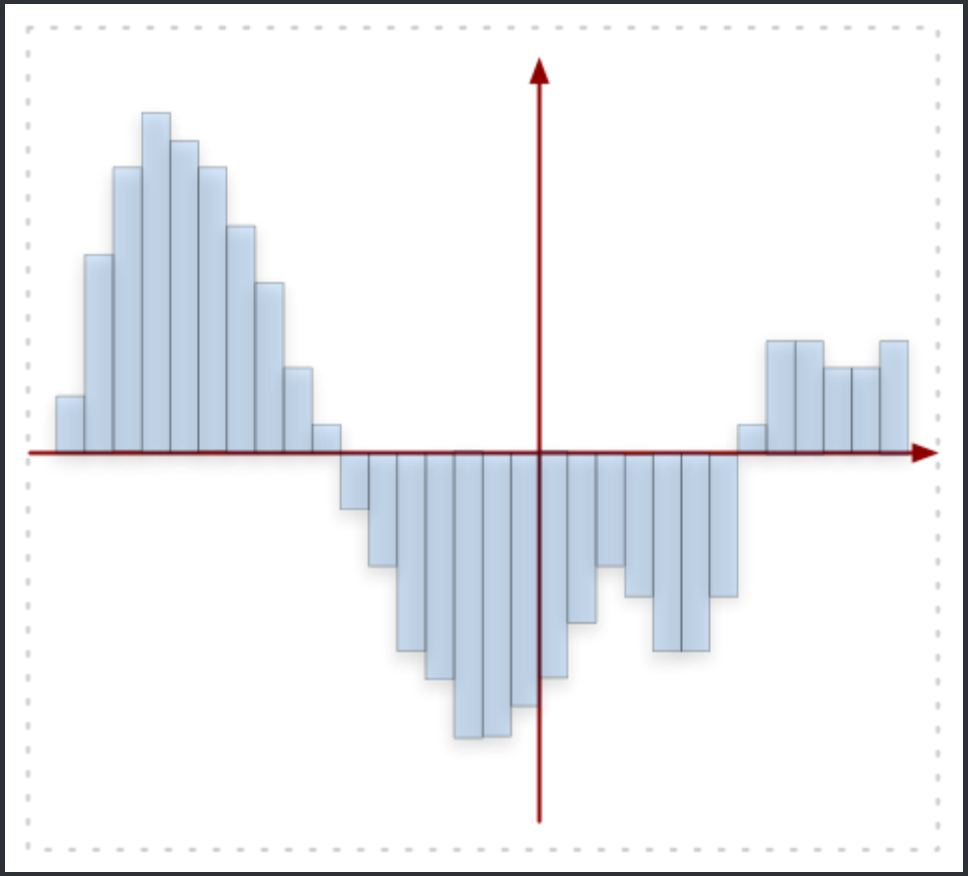
- En vert sont représentées les valeurs qui ne changent pas (ou peu) par cette opération.

- En rouge celles qui changent beaucoup.

Exemple…(suite)

T(m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	..
VM	**763**	**783**	**874**	**585**	**910**	**921**	**911**	**917**	**903**	**901**	**902**	**904**	**876**	**...**
VC	**760**	**780**	**870**	**890**	**910**	**920**	**910**	**920**	**900**	**900**	**900**	**900**	**880**	**....**
diff	**3**	**3**	**4**	**5**	**0**	**1**	**1**	**3**	**3**	**1**	**2**	**4**	**4**	**...**

Exemple…(suite)



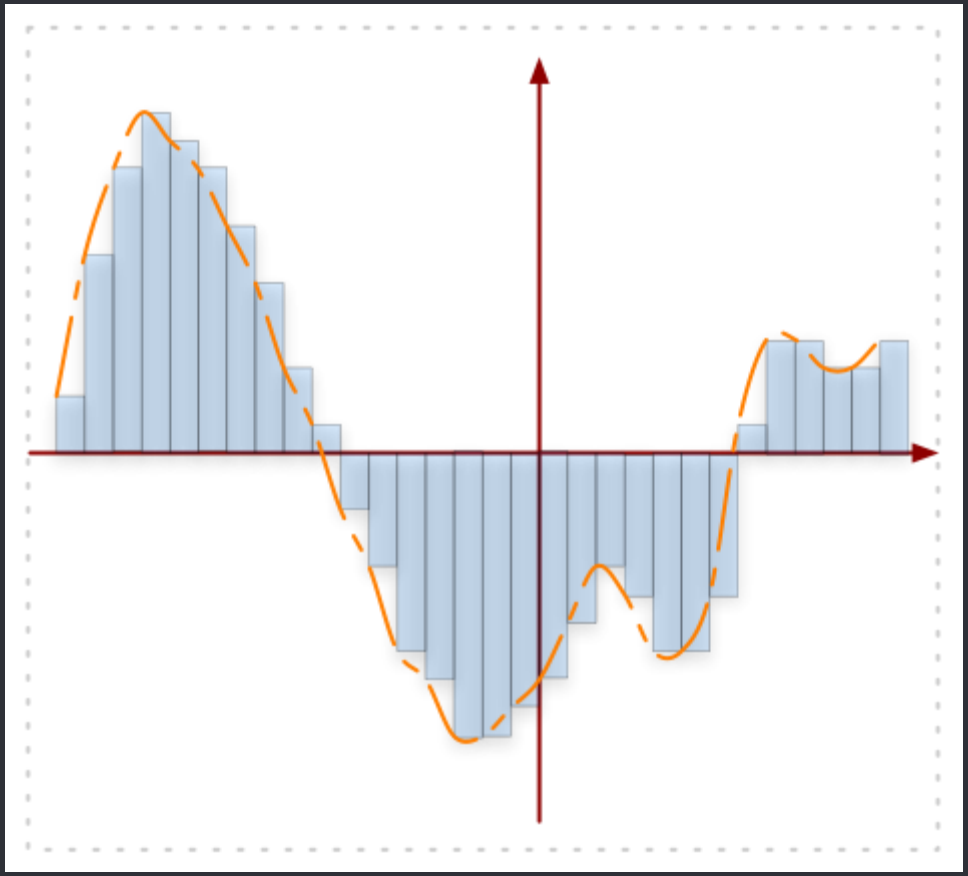
Exemple…(suite)

- Effectuons maintenant l'opperation inverse, celle de la reproduction de ce signal numérisé.

- Comme le dispositif humain de perception des sons est analogique, il faut reconvertir ce signal numérisé en signal analogique.

- La suite de valeurs numériques est donc convertie en un nouveau signal analogique

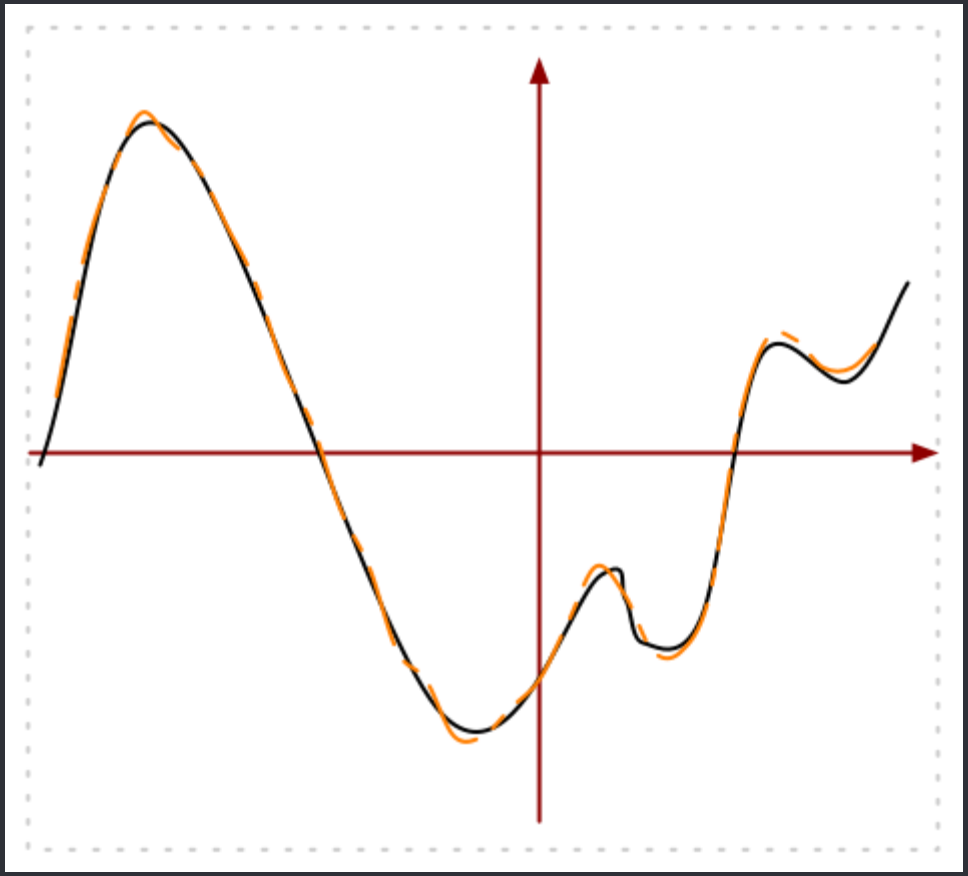
Exemple…(suite)



Exemple…(suite)

- … qu'on peut comparer avec le signal analogique initial pour faire apparaitre les approximations et les erreurs dues a la numérisation

Exemple…(suite)



Exemple…(suite)

◦On comprend immédiatement dans cet exemple que plus le nombre de valeurs permises est important, plus fidele est l'enregistrement du signal.

◦On comprend aussi que plus l'on choisit de valeurs permises, plus il faudra de place pour stocker, dans chaque échantillon, la valeur choisie.

◦La quantification est l'opération par laquelle on examine l‘échantillon mesure et l'on choisit la valeur la plus proche a mémoriser parmi un ensemble prédéfini des valeurs permises.

Exemple…(suite)

- Les facteurs qui influent sur la qualité de la modélisation de ce signal sont de deux ordres :

-La fréquence d‘échantillonnage

-La précision de la quantification

Codage d’information

- Permet d’établir une correspondance qui permet sans ambiguité de passer d’une représentation(dite externe)d’une information à une représentation(dite interne: sous forme binaire)de la même information, suivant un ensemble de règles précise.

Encodage de l’information…1

L’encodage de l’information consiste à utiliser des codes pour représenter les informations:

-Assurer l’intégrité de l’information
-Minimiser la taille de l’information
-Garantir la sécurité de l’information

Toutes ces techniques d’encodage reposent sur l’utilisation d’algorithmes plus au moins complexe

Encodage de l’information…2

- Codage de l’information permet d’établir une correspondance qui permet sans ambiguité de passer d’une représentation(dite externe)d’une information à une représentation (dite interne: sous forme binaire)de la même information, suivant un ensemble de règles précise.
- Code de Hamming
- Code de Huffman
- Pretty Good Privacy(PGP)

Quiz...

Q1:
-Déterminer la période T de la tension analogique ci-dessous
-Déterminer le nombre N de points d'acquisition sur une période T
-Déduire la durée Te d'échantillonnage

Q2:
-Calculer la fréquence d'échantillonnage Fe

Code de Hamming…1

- Est un code autocorrecteur, basé sur les testes de parité.

- Aux M bits d’information on ajoute k bits de contrôle de parité
- Donc M+K=n bits

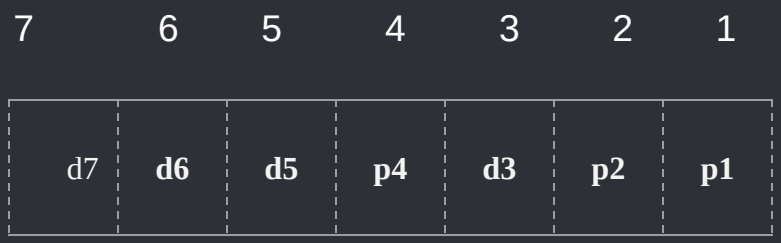
- Les K bits de contrôle doivent indiquer les n+1 possibilités d’erreur, il faut que 2^k>=n+1.Les 2^k possibilités de codage sur les k bits servent à coder la position de l’erreur. dès que cette position est calculée, on peut corriger le bit en erreur.

Exemple

-Si nombre de nombre de bits d’information est 4 (M=4),on peut construire un code de Hamming sur 7 bits(n=7),en ajoutant les 3 bits de contrôle k=3.

Exemple…(suite)

Si nombre de nombre de bits d'information est 4 (M=4),on peut construire un code de Hamming sur 7 bits(n=7),en ajoutant les 3 bits de contrôle k=3.



Les bits de contrôle (parité)sont placés sur les puissances de 2:
K1 en position 1 (2^0=1)
K2 en position 2 (2^1=2)
K3 en position 4 (2^2=4)
K4 en position 8 (2^3=8)
K5 en position 16 (2^4=16)

Nous allons voir maintenant pour chaque bit du message, quels sont les bits de contrôle qui permettent de vérifier sa parité.

Exemple…

- 10011010
- ??1?001?1010

P1=?	P2=?	1	P4=?	0	0	1	P8=?	1	0	1	0

P1=?10111 0
P2=?10101 1
P4=?0010 1
P8=?1010 0

P1=0	P2=1	1	P4=1	0	0	1	P8=0	1	0	1	0

Exemple

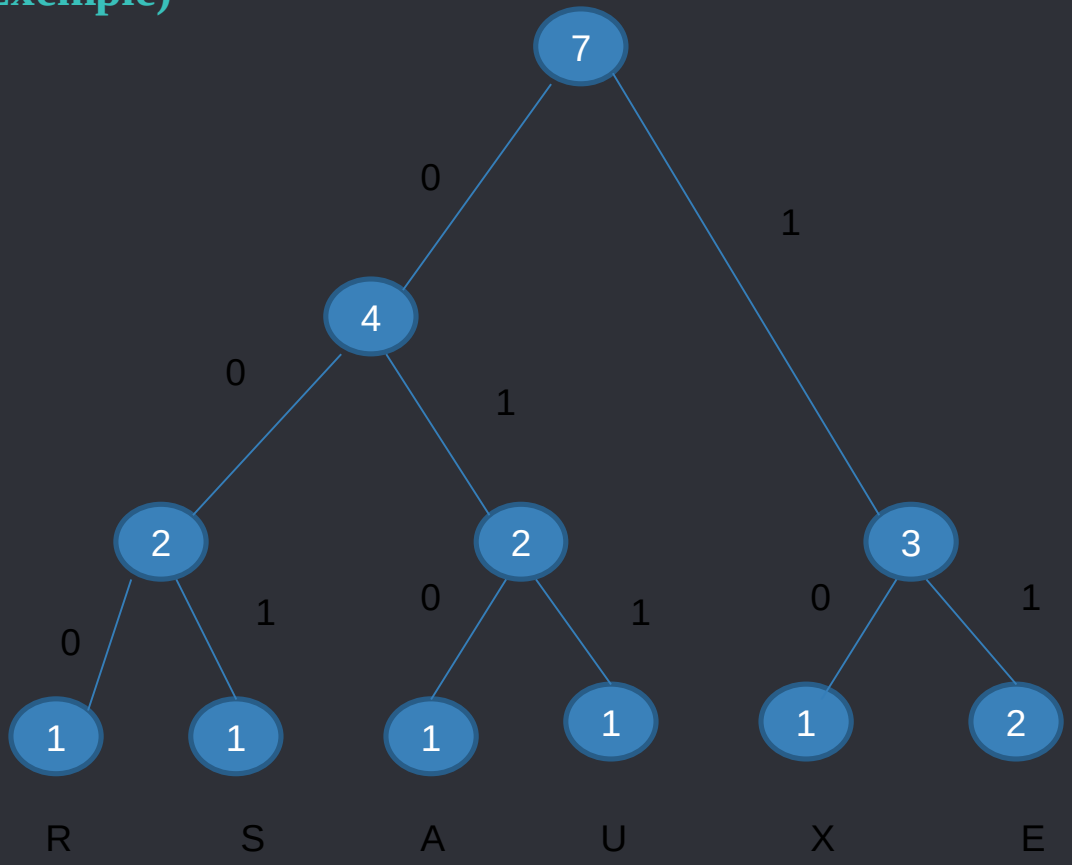
?10111 0
?10111 no
?0010 1
?1110 no

P2 et p8 alors 2+8=10 (Error detection and fixing bad bit)

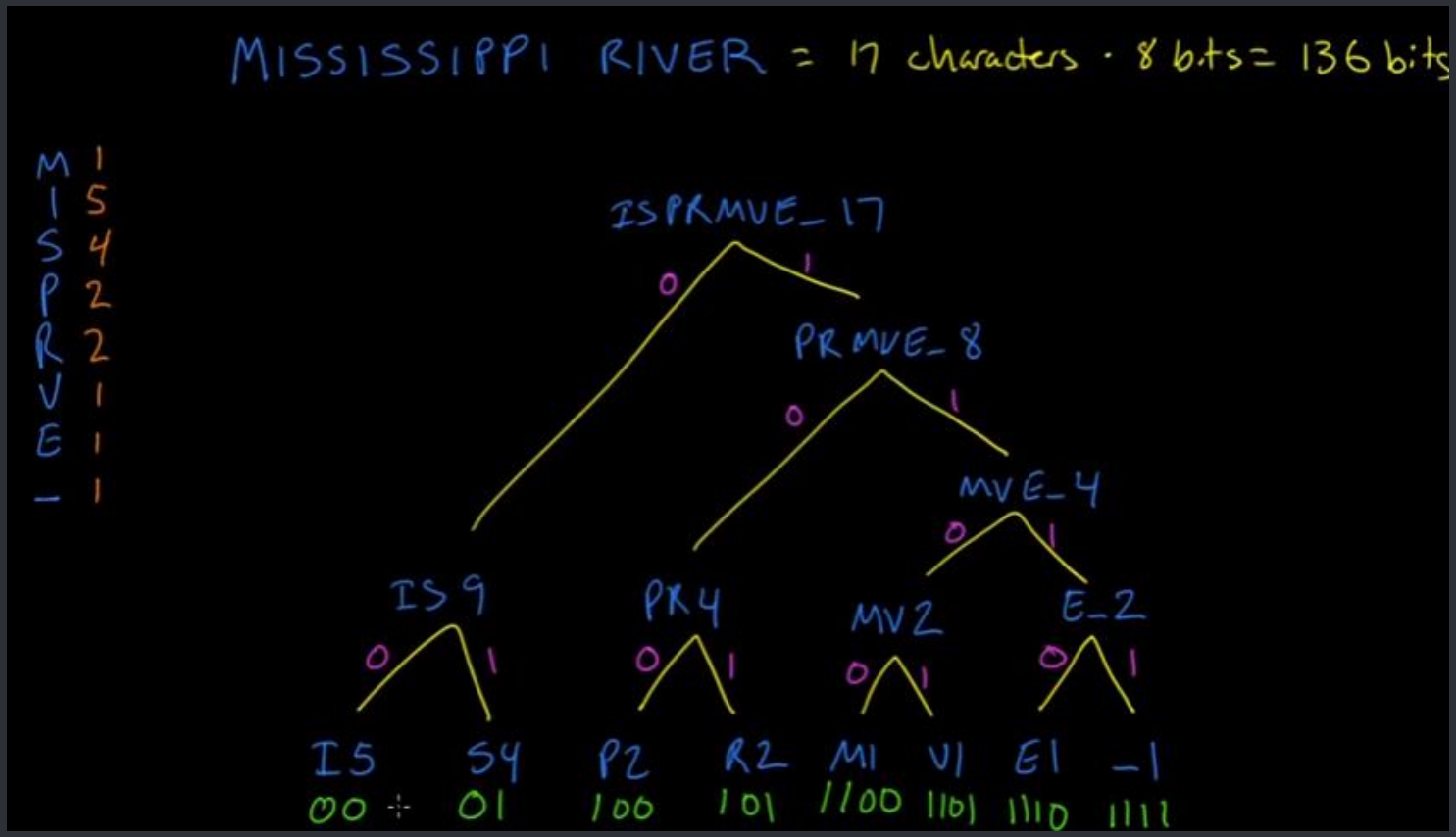
Code de Huffman (Exemple)

RESEAUX

R=1=000
E=2=11
S=1=001
A=1=010
U=1=011
X=1=10



Code de Huffman



MISSISSIPPI RIVER = 17 characters · 8 bits = 136 bits

1100001010001010010010000111110100110111010 1 = 46 bits

PGP (pretty good privacy)

-Les algorithmes à clé publique (ou asymétriques)

-La cryptographie à clé publique est un procédé asymétrique utilisant une paire de clés pour le cryptage: une clé publique qui crypte des données et une clé privée et secrète correspondante pour le décryptage.

On peut ainsi publier la clé publique tout en conservant la clé privée secrète. Tout utilisateur possédant une copie de la clé publique peut donc crypter des informations, le destinataire étant le seul à pourvoir décrypter et lire. Même les personnes qu'il ne connait pas personnellement peuvent utiliser sa clé publique.

D'un point de vue mathématique, il est pratiquement impossible de deviner ou de calculer la clé privée à partir de la clé publique. Tout utilisateur possédant une clé publique peut crypter des informations, mais il est incapable de les décrypter. Seule la personne possédant la clé privée correspondante peut les décrypter.

Exemple

◦Entrée du message, « Master1iati».

Le logiciel génère une clef aléatoire (ou pseudo-aléatoire). Cette clef devient la clef secrète, que l'on notera s et qui vaut par exemple 1234567892.

Il crypte « Master1iati » avec la clef secrète s ; le codage se fait par un système à clef privée, comme AES ou RC6 (le système utilisé dans les exemples plus haut est AES, avec une clef de longueur 128 bits). Le résultat de ce codage est « nIMpORTeqUoI ».

Il utilise une fonction de hachage, dont le but est de compliquer encore la tâche aux casseurs de codes, mais surtout d'« alléger » le message.
La clef s est codée par un système à clef publique (avec la clef publique du destinataire du message), généralement RSA. Elle est incorporée au message crypté.
Pour décrypter, on applique les opérations inverses :

Le logiciel décrypte la clef secrète avec la clef privée du destinataire du message. On retrouve donc la valeur s = 123456789.
Le message est décompressé.
On décrypte « nIMpORTeqUoI » par la clef s ; comme il s'agit de cryptographie symétrique (c'est-à-dire à clef privée), l'opération est très rapide. On récupère donc notre message initial « Master1iati».

Algorithmes

- CRC
- LZW
- RLE
- JPEG
- DES
- RSA