

NUMERISATION DU SIGNAL AUDIO

PROBLEMATIQUE SOCIETALE : LA COMMUNICATION

Cette activité permet d'appréhender le processus de numérisation d'un signal analogique. Ce processus peut être aisément transféré sur du texte, images

NUMERISATION DU SIGNAL AUDIO

PROBLEMATIQUE SOCIETALE : LA COMMUNICATION

A - ANALYSER

A1- ANALYSER LE BESOIN : POURQUOI NUMERISER ?

De nombreuses entreprises, administrations et associations possèdent un patrimoine sonore à vocation technique, commerciale ou culturelle, qui doit être préservé et protégé. Masters originaux sur bandes magnétiques dans l'industrie musicale, archives sonores d'une association culturelle et même des enregistrements audio des paramètres de vol dans l'aéronautique... etc. Autant de domaines d'activités pour lesquels la préservation de ce patrimoine est essentielle, pour ne pas dire obligatoire.

UNE TRIPLE PROBLEMATIQUE?

DISTRIBUER

A l'heure de la mondialisation et des échanges, il est nécessaire de pouvoir distribuer sous différents formats des flux d'informations sonores, vidéo, images, textes. La numérisation permet une distribution sur différents objets, lecteur MP3, tablette, ordinateur etc ...

PRESERVER

Le stockage se trouve facilité sur des composants mémoires.

PROTEGER ?

Le signal analogique « voyage » mal sur de longues distances. Les câbles électriques présentent toujours une résistance (voire impédance) qui dénature le signal électrique original. La numérisation améliore grandement la qualité du signal lors d'une transmission.

NUMERISER

Permet de répondre à une triple problématique. Echanger des informations (texte, images, sons ...). Stocker les différents messages sur différents types de mémoires, et enfin assurer avec fiabilité l'échange d'informations sur de longues distances. Ces problématiques sont devenues essentielles aujourd'hui à l'heure de la mondialisation. Cette activité traite du problème de la numérisation du signal audio (cette problématique peut être aisément transférée aux textes, vidéos ...).

A2 – ANALYSER LE SYSTEME

OBJECTIF : Caractériser les paramètres fondamentaux des fonctions relatives à l’acquisition de l’information par un système de traitement numérique.

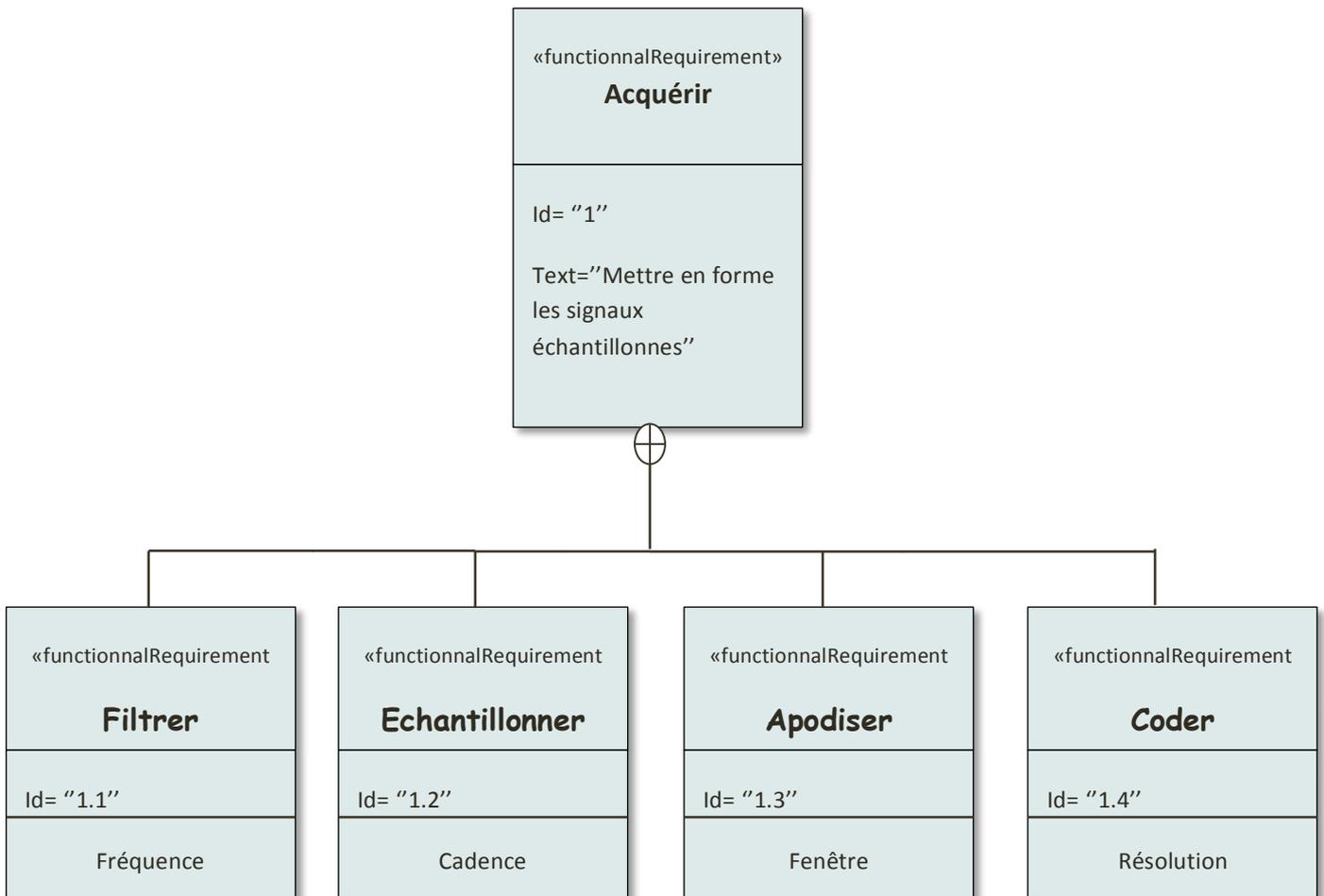
Le traitement numérique de l’information requiert un signal constitué d’une suite de nombre appelés échantillons. La liaison avec le monde physique est constituée en entrée par un dispositif d’acquisition, et en sortie par un dispositif de restitution.

ACQUISITION DU SIGNAL : ECHANTILLONNAGE

Le signal analogique d’entrée doit toujours être converti en une suite d’échantillons représentatifs. Cette suite est le plus souvent constituée de valeurs prélevées à des instants régulièrement espacés : le signal issu de l’échantillonnage est dit « discret » par opposition au signal analogique « continu ».

ACQUISITION DES DONNEES ET SIGNAUX D’ENTREE AUDIO

Les signaux issus du système en amont (le microphone) doit être rendu compatible avec le type de traitement qu’on veut faire réaliser au système. Le processus d’acquisition se déroule en quatre étapes :

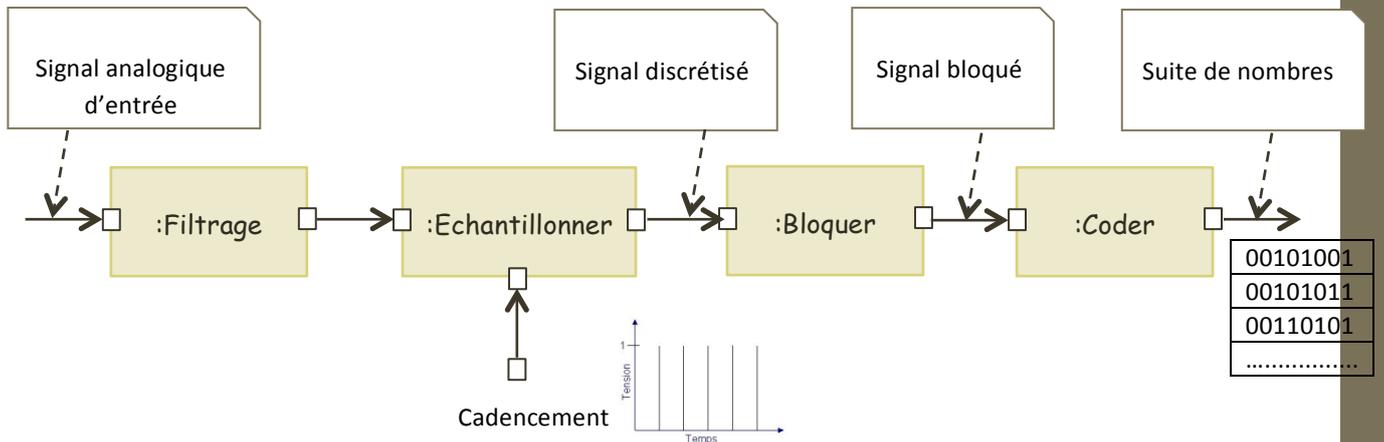


Req [functionnalRequirement]Acquérir[Aquérir]

OPERATION	UTILITE	EXEMPLE PRATIQUE
<i>FILTRE</i>	Éliminé de l'entrée les composantes fréquentielles non porteuse d'information.	Filtrage passe bas permettant de diminuer le niveau de bruit.
<i>ECHANTILLONNER</i>	Extraire les échantillons significatifs de la masse brute des données d'entrée.	Acquisition périodique pour conversion analogique-numérique.
<i>APODISER</i>	Maintenir le signal constant pendant le temps nécessaire à la conversion.	Bloqueur d'ordre 0
<i>CODER</i>	Exprimer l'information selon un code.	Codage unipolaire ou bipolaire

Les opérations d'échantillonnage, apodisation et codage sont réalisées par un composant électronique : le convertisseur analogique-numérique.

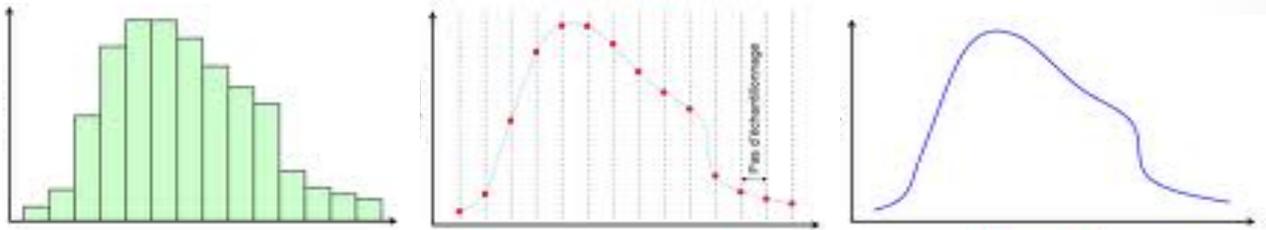
Q1/ Soit le diagramme SYSML © de structure interne, replacer les chronogramme sur les liaisons adéquates ?



ibd [Block] Acquérir[Acquérir]

Ci-après les les chronogrammes prélevés en divers points de la chaîne d'acquisition

L'axe ox représente le temps et l'axe oy l'amplitude du signal.



Chronogramme 1 : c'est le signal

Chronogramme 2 : c'est le signal

Chronogramme 3 : c'est le signal

B-MODELISER

B1 IDENTIFIER ET CARACTERISER LES GRANDEURS AGISSANT SUR UN SYSTEME

Le **rapport signal sur bruit (S/B)** est un indicateur de la qualité de la transmission d'une information. on utilise aussi parfois l'abréviation *SNR* du terme anglais *signal-to-noise ratio*. L'intelligibilité des conversations est liée à l'intensité de la parole par rapport aux bruits ambiants, c.-à-d. au rapport signal/bruit (S/B). Un rapport S/B élevé correspond à un niveau d'intelligibilité élevé.

On démontre que le $SNR = 6,02 n + 1,76$ avec n = nombre de bits du convertisseur analogique-numérique.

Q2/ Relever dans le document ressource les valeurs du SNR pour une conversation courante ? En déduire le nombre de bits minimum pour assurer la conversion analogique numérique ?

Pour mener à bien notre expérimentation nous utilisons un casque microphone intégré Logitech.



audio avec

Q3/ Rappelez le principe du microphone ? Quelle est la nature du signal électrique en sortie ?

Q4/ Ouvrir le fichier Matlab



Enregistrer votre voix.m

Ce programme permet d'enregistrer votre voix pendant 5s. Faire plusieurs essais, puis enregistrer le texte suivant avec une diction claire et phonétiquement neutre : un, deux, trois, quatre, cinq.

Le programme génère automatique le chronogramme (audiogramme) de votre essai ainsi que le fichier audio wav correspondant. Sur cet audiogramme repérez les silences et les cinq chiffres. Sauvegardez cet audiogramme dans votre compte rendu.

Q5/ Faire un zoom pour isoler le chiffre un. Le signal que vous observez est-il de nature analogique ou numérique ?

Cet audiogramme est en fait une « image » du signal issu du microphone. Valider une des expressions suivantes :

- Mon signal de parole est composé d'une addition de plusieurs signaux sinusoïdaux analogiques
- Mon signal de parole est composé d'une addition de signaux carrés (signaux numériques)

Votre audiogramme est maintenant sauvegardé.

Ce signal comme vous l'avez visualisé est plutôt complexe. Afin de poursuivre notre étude nous allons raisonner sur un signal sinusoïdal pur.

Q6/ Quelle est la plage de fréquence (synonyme spectre) « optimale » audible de réception de l'oreille humaine (recherche internet)?

Q7/ Ouvrir le fichier Matlab



fft_test_sinus.m

Ce programme permet de générer un signal sinusoïdal pur. Lancer le programme avec une fréquence 500Hz

Sur le chronogramme « Signal sinusoïdal » vérifier par une mesure que la fréquence est de 500Hz.

Le deuxième chronogramme se nomme « spectre » il permet de représenter le signal en fonction de la fréquence et non plus du temps. Dans notre exemple on retrouve « une raie » à 500Hz et d'amplitude 1. Ce qui correspond à notre signal sinusoïdal pur de fréquence 500Hz.

B2 PROPOSER OU JUSTIFIER UN MODELE

Q8/ Déterminer les limites haute et basse (la bande passante) de perception de votre oreille. Pour ce faire générer des signaux sinusoïdaux et écouter le résultat.

Q9/Ouvrir le fichier Matlab



test_audio_Ladygaga.m

Il s'agit d'un extrait d'une chanson de la célèbre chanteuse Lady Gaga. Repérer le nombre de bits nbit nécessaire pour coder chaque échantillon dans la fenêtre Matlab Workspace.

Faire un zoom sur le chronogramme, pourquoi celui-ci comporte 2 courbes ? Sauvegardez ces audiogrammes dans votre compte rendu.

Q10/ Faire un zoom et examiner le spectre de la chanson de Lady Gaga, au-delà de quelle fréquence le signal vous semble-t-il d'amplitude faible ? En déduire dans quelle gamme de fréquence se situe l'essentiel de ce message sonore.

C METTRE EN OEUVRE UN PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Q13/Ouvrir le fichier Matlab



processus_de_quantification.m . Lancer le programme avec

une fréquence de 10Hz et compléter le tableau :

Nombre de bit n	2	3	4	5	6	7	8
Nombre de niveaux							
Nombre de niveaux exprimés en 2^n							
Valeur absolue de l'erreur							

Q14/ Ouvrir le fichier Matlab



compression_de_fichier_wav.m . Charger le

programme texte_neutre.wav. Ce texte est dit phonétiquement neutre (texte prononcé sans accent, sans emphase). Compléter par différents essais le tableau suivant (rayer les mentions inutiles) et calculer le SNR.

Pour ces essais on conserve f_s , donc le facteur de division de la fréquence d'échantillonnage = 1.

Nombre de bits quantification	8	7	6	5	4
Qualité audio perçue	Qualité original Conversation audible	-Conversation audible -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable	-Conversation audible -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable	-Conversation audible -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable	-Conversation audible -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable
SNR en dB					

Q15/ Un enregistrement musical HIFI nécessite au moins 85dB de SNR. Dans ces conditions déterminer le nombre de bits nécessaire du convertisseur analogique-numérique.

Q16/ Charger le programme Extrait_ladygaga. Noter le nombre de bit nbit dans la fenêtre Matlab Workspace.

Ce résultat est-il acceptable ? Pourquoi avoir choisis un tel format ? Calculer alors le SNR ?

ANALYSE D'ECARTS ENTRE LE SOUHAITE, LE SIMULE ET LE REALISE

Objectif de cette partie : analyser des écarts entre les niveaux des critères mesurant la performance de la conversion.

Q17/ Conclure sur l'intérêt d'augmenter le nombre de bit pour assurer la conversion analogique/numérique.

POUR ALLER PLUS LOIN

Q20/ La chanson originale de Lady Gaga a une durée de 3mn35s. Calculer la taille du fichier wav associé à cette chanson ?

Nombre de bit pour le codage 16

Fréquence d'échantillonnage 44,1kHz (cette fréquence correspond au nombre d'échantillons par seconde)

Signal stéréo

Q21/ Sur un CD -R de 700Mo combien de minutes de musique au format wav peuvent être stockées ? Le constructeur annonce une capacité de stockage de 80mn. Que pensez-vous de la durée énoncée par le constructeur (1Mo informatique = $1024 * 1024$ Octets)?

Aujourd'hui, avec le développement d'internet et des mémoires flash de forte capacité, la musique doit pouvoir circuler sur la toile et se mémoriser sur des nouveaux supports. Or, si on utilise le format numérique du CD (fichier.wav) tel quel, une chanson de 3mn35s représente

Q22/ Deux élèves souhaitent échanger la chanson précédente en utilisant leurs téléphones portables en mode



calculer le temps nécessaire au transfert de ce fichier entre les deux téléphones (connexion à 1Mbit/s) ?

Q23/ Ce résultat est-il acceptable ? Que faut-il faire pour le réduire ?

Problématique sociétale : la communication

La conversion analogique-numérique, transforme un signal analogique, avec une infinité de valeurs possibles, en une suite de nombres pris dans une collection de valeurs possibles. Par exemple, un signal numérique codé sur 8 bits a 256 valeurs possibles. Cette opération de réduction s'appelle « [quantification](#) ».