

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 ?

Objectif de cette partie : analyser le besoin à l'origine de la numérisation.

Comparer la solution retenue avec une autre solution possible.

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 ... ou à l'autre bout du monde.

PRESERVER

Le stockage se trouve facilité sur des composants mémoires.

PROTEGER ?

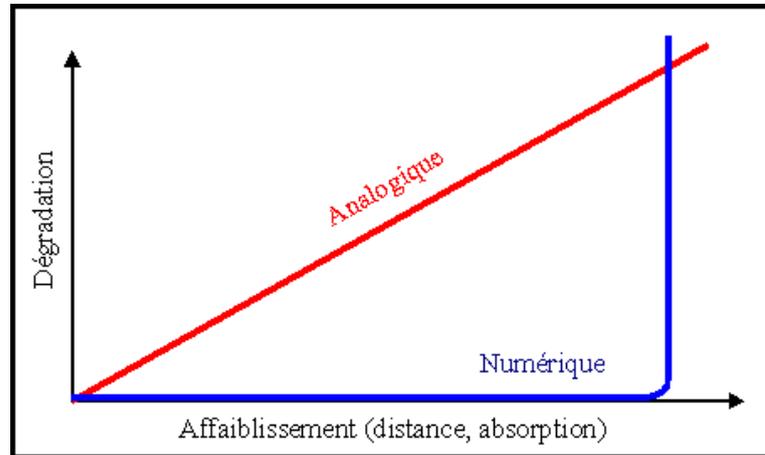
Certaines données confidentiels, dossier médical, données bancaires, code d'accès etc ... doivent être rendus inintelligibles à d'autres personnes. Le numérique se prête bien au cryptage de données sensibles.

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 permet de vérifier les caractéristiques essentielles d'une carte son pour PC, ainsi que quelques grandeurs fondamentales du signal audio téléphonique et HIFI. L'activité s'appuie sur l'étude d'un marqueur : le rapport signal/bruit. Cet indicateur quantifie « efficacement » la qualité de la numérisation.

Q1/ **Proposer**, sous forme discursive (5 lignes au maximum), des arguments, à partir du [document ressource](#), pour **justifier** l'intérêt de la numérisation.

Q2/ **Commenter** succinctement le graphique suivant, ces courbes comparent les dégradations subies par des signaux audio numériques et analogiques lors d'une transmission.



A2 – ANALYSER LE SYSTEME

Objectif de cette partie: **Identifier** et ordonner les fonctions techniques qui réalisent les fonctions de services et respectent les contraintes.

Identifier les éléments transformés et les flux.

Identifier l'organisation structurelle.

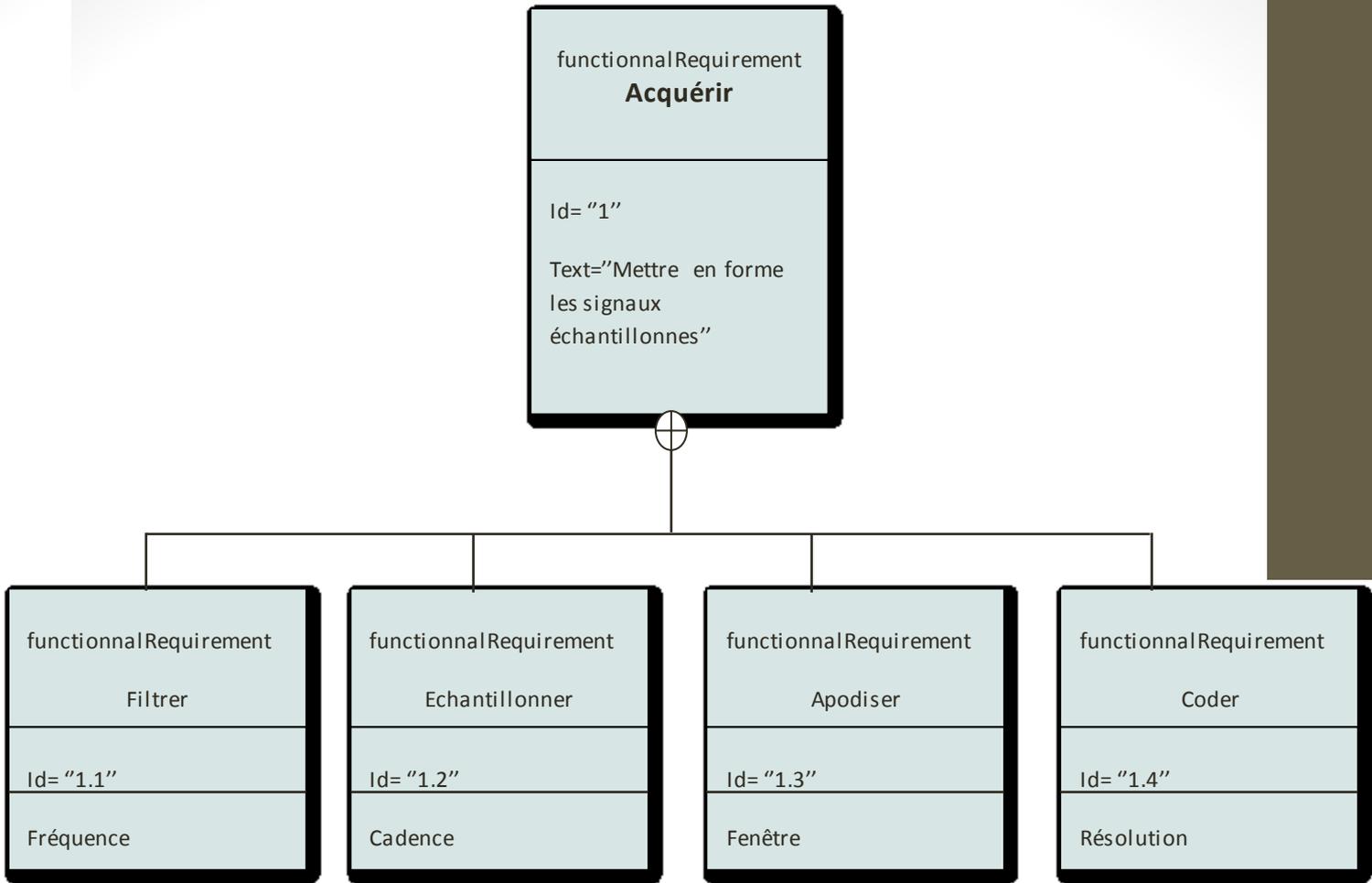
Le traitement numérique de l'information requiert un signal constitué d'une suite de nombre appelés échantillons. La liaison avec le monde physique est constituée en entrée par un dispositif d'acquisition, et en sortie par un dispositif de restitution.

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) doivent être rendu compatibles avec le type de traitement qu'on veut faire réaliser au système. Le processus d'acquisition se déroule en quatre étapes :



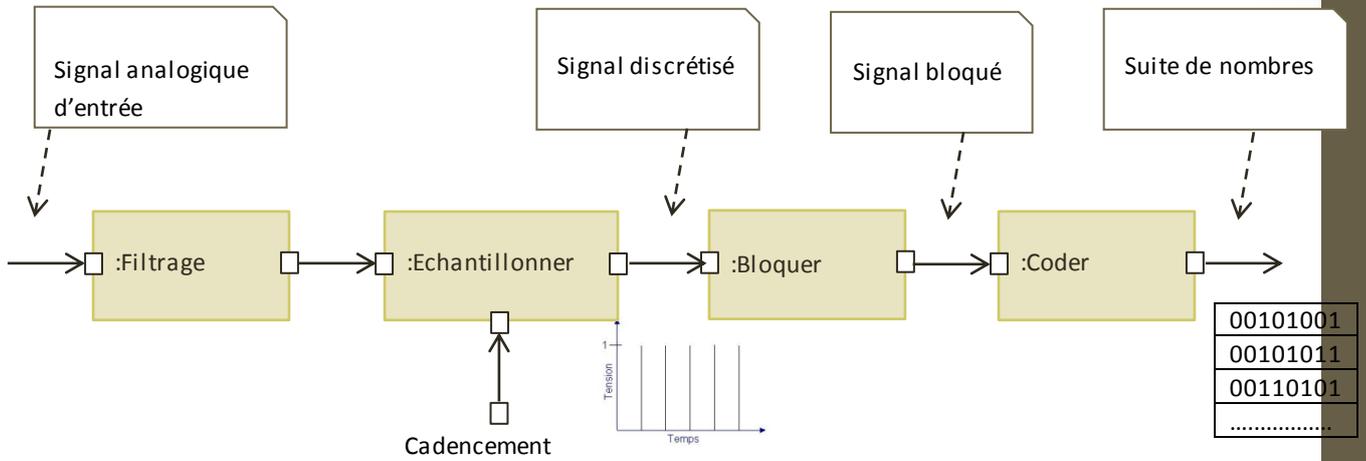
Req [fonctionnalRequirement]Acquérir[Aquérir]

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

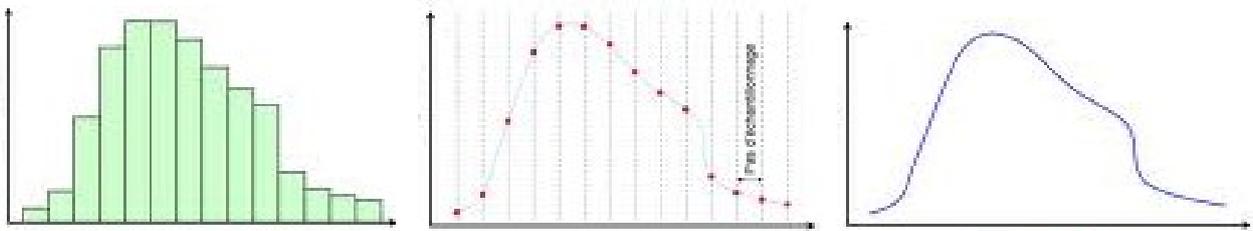
Q3/ Soit le diagramme SYSML © de structure interne, replacer les chronogrammes sur les liaisons adéquates ?



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-MODÉLISER

B1 IDENTIFIER ET CARACTÉRISER LES GRANDEURS AGISSANT SUR UN SYSTEME

B2 PROPOSER OU JUSTIFIER UN MODELE

Objectif de cette partie: **Choisir** les grandeurs et les paramètres influents en vue de les modéliser

Associer un modèle à un système ou à son comportement

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.

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



audio avec

Q4/ Rappelez le principe du microphone ? Quelle est la nature du signal électrique en sortie ?

Q5/ 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.

Q6/ 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.

Q7/ Quelle est la plage de fréquence (synonyme spectre) « optimale » audible de réception de l'oreille humaine (recherche internet)?



Q8/ 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.

Q9/ 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.



Q10/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.

Q11/ 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 EXPÉRIMENTAL



Q12/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	8	14	16	24
Nombre de niveaux							
Nombre de niveaux exprimés en 2^n							
Valeur absolue de l'erreur maximale							
Calcul du S/B							

Q13/ A l'aide d'un tableur, tracer la courbe $S/B = f(\text{Nombre de bit})$. Importer ce document dans votre compte rendu.

Q14/ Le rapport S/B calculé à la question précédente est évalué pour un signal d'entrée sinusoïdal pur. Pour un signal sonore réel, il convient de retrancher 10dB aux résultats précédents. Tracer sur le même graphe que précédemment le rapport S/B_c (rapport S/B corrigé). Afin de simplifier l'exploitation des résultats tracer la droite moyenne et déterminer son équation.



Q15/ Ouvrir le fichier Matlab

quantification_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 estimer le S/Bc (utilisez la courbe).

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
S/Bc en dB					

Q16/ Charger le fichier Extrait_ladygaga.wav (signal audio de qualité HIFI). Compléter le tableau suivant (utilisez la courbe pour S/Bc) :

Nombre de bits quantification	16	14	10	8	4
Qualité audio perçue	Qualité original HIFI	-Qualité HIFI -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable	-Qualité HIFI -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable	-Qualité HIFI -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable	-Qualité HIFI -Légèrement dégradé -Dégradé -Désagréable
S/Bc en dB					

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

Objectif de cette partie : analyser les écarts avec les critères qui mesurent la performance de la conversion.

Q17/ Conclure sur l'intérêt d'augmenter le nombre de bit pour assurer la conversion analogique/numérique. Qualifiez-vous le codage du signal de la parole sur 7 bits et celui d'une chanson sur 14 bits d'optimal ?

Q18/ On se propose de vérifier les performances de la carte son énoncées par le constructeur ASUS. Relever sur la plaquette du constructeur les valeurs du rapport S/B et le nombre de bits ? Confronter ces valeurs à celles déduites de la simulation MATLAB, justifier la différence ?

POUR ALLER PLUS LOIN

Le rapport S/B théorique (S/B_{th}) est exprimé par la formule suivante (la démonstration dépasse le cadre de notre cours) :

$$S/B_{th} = 6n + 4,77 - F_c \text{ (unité dB)}$$

F_c est appelé facteur de crête, n est le nombre de bits de la conversion

pour un signal sinusoïdal $F_c = 3\text{dB}$

pour un signal quelconque F_c est compris entre 12 et 15dB nous prendrons 14,77 d'où l'expression :

$$S/B_{th} = 6n - 10 \text{ (unité dB)}$$

Q19/ Rappelez l'équation de la droite S/B_c . En téléphonie le codage de la parole est effectué sur 8 bits, la compréhension du message sonore nécessite un S/B d'au moins 35db (valeur expérimentale usuelle).

Pouvez-vous affirmer la pertinence de notre modèle de comportement et la nécessité théorique d'avoir un codage sur 8 bits ?

	Téléphonie
Valeur souhaitée (théorique) du S/B	
Valeur réelle du S/B	>35
Valeur simulée du S/B	

Q20/ Un enregistrement musical HI-FI nécessite au moins 85dB de S/B (valeur expérimentale usuelle).

Complétez le tableau suivant :

	HI-FI
Valeur souhaitée (théorique) du nombre de bits	
Valeur réelle du S/B	>85
Valeur simulée du du nombre de bits	

Q21/ Conclure sur la validité de notre modèle ?