

ANALYSE SPECTRALE DE SIGNAUX SONORES

- **Niveau : BTS Systèmes Numériques 1^{ère} année (option EC et IR)**
- **Durée indicative : 2 h 00**
- **Extraits du programme :**

Notions et contenus	Compétences exigibles
1. COMPORTEMENT DYNAMIQUE DES SYSTEMES LINEAIRES ANALOGIQUES (THERMIQUE, MECANIQUE, ELECTRIQUE) : DUALITE TEMPS FREQUENCE	
1.1. Signaux	
Caractéristiques et représentations fréquentielles des signaux périodiques	Énoncer qu'un signal périodique de fréquence f peut-être décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquence multiple de f . Représenter et exploiter un spectre d'amplitude pour identifier la valeur moyenne, le fondamental et les harmoniques.
2. ONDES MECANIKES (AV) ET ELECTROMAGNETIQUES GUIDAGE (BIFILAIRE, COAXIAL, FO), ANTENNES, REFLEXION, TRANSMISSION, ABSORPTION, POLARISATION, INTERFERENCES, PHOTON	
2.1 Ondes mécaniques	
Ondes sonores et ultrasonores	Caractériser les ondes sonores et ultrasonores. Présenter des applications utilisant les ultrasons

- **Prérequis :**
 - Période, fréquence, signal sinusoïdal, gamme de fréquences des sons audibles.
 - Les ondes sonores n'ont pas encore été étudiées en classe (ni les ondes mécaniques de façon plus globale).
- **Place dans la progression :**
 - Les chapitres correspondant à l'analyse temporelle et l'analyse fréquentielle des signaux ont été traités en classe.
 - Cette activité expérimentale est la cinquième de première année de BTS SN option EC.
 - Les trois premières séances ont été consacrées à l'analyse temporelle des signaux mettant en œuvre oscilloscope et GBF et lors de la séance précédente les élèves ont effectué, à l'aide du module d'analyse FFT implanté dans les oscilloscopes, l'analyse spectrale de signaux usuels délivrés par un GBF.
- **Objectifs de la séance :**
 - Appropriation des notions d'acoustique musicale (son pur, son complexe, hauteur et timbre d'un son).
 - Lecture et interprétation de spectres en fréquence.
 - Appréhender la limite de la représentation temporelle d'un signal et la nécessité d'introduire une représentation fréquentielle en complément (activité 3).
 - Résoudre une problématique simple de façon autonome.
- **Déroulement de la séance :**
 - Travail en binômes disposant chacun d'un ordinateur et d'un micro casque
 - En fin de séance, les étudiants complètent une fiche individuelle d'auto-évaluation par compétences.

Remarques et conseils :

- Possibilité de travailler sur un son enregistré par les étudiants (instrument de musique amené en classe).
- Progressivité des activités : L'ensemble est conçu de sorte que les étudiants soient de plus en plus autonomes au cours de la séance.

Gestion de l'hétérogénéité du public :

On peut proposer, à des étudiants particulièrement à l'aise avec les concepts étudiés, une autre version de l'activité 3 en leur demandant d'analyser une séquence complète de numérotation afin de retrouver le numéro appelé (ou plus simplement les quatre derniers chiffres correspondant à un poste dans une entreprise) . Une contextualisation dans le cadre d'une enquête de la police scientifique est envisageable.

Éléments de correction :**Activité 1 :**

1.1. On attend des étudiants qu'ils associent la hauteur de la note à sa fréquence du son et qu'ils sachent exploiter le tableau associant fréquences et notes.

Une analyse temporelle permet de déterminer la période du signal puis par calcul celle de la fréquence. On peut sensibiliser les étudiants sur le fait que déterminer la durée correspondant à plusieurs périodes (une dizaine par exemple) permet de réduire l'incertitude de mesure (lecture graphique) associé à la mesure d'une seule période.

Une analyse spectrale vient confirmer le calcul précédent. On vérifie ici que les étudiants ont bien compris que la fréquence du fondamental d'un signal est égale à celle du signal.

1.2. On vérifie ici que les étudiants se sont appropriés les notions de sons pur et complexe présentés dans les documents ressources.

2. On valide ici la compréhension globale d'un spectre (fondamental, harmoniques) ainsi que la conversion dBV/V.

3. On vérifie ici que les étudiants se sont appropriés la notion de timbre d'un instrument présentée dans les documents ressources.

Activité 2 :

La comparaison des spectres des deux sons permet d'assimiler l'activation de la sourdine à l'action d'un filtre passe-bas.

Activité 3 :

Une analyse temporelle ne permet pas de répondre à la question, les fréquences normalisées utilisées pour générer les signaux DTMF étant complètement décorrélées, les signaux ne sont pas périodiques.

Les étudiants doivent effectuer l'analyse spectrale des signaux DTMF afin de déterminer le couple de fréquences utilisées et retrouver ainsi la touche sélectionnée.