

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS	COMPÉTENCES ET SAVOIR-FAIRE EXIGIBLES
<p>Présentation d'instruments de musique à corde, à vent.</p> <p>Recherche à partir de mots associés aux instruments de musique (caisse de résonance, colonne d'air, corde, membrane de tambour, anche, biseau, cloche de carillon...)*.</p> <p><i>Diapason associé à une caisse de résonance ou une table.</i></p>	<p>1. Production d'un son par un instrument de musique</p> <p>Système mécanique vibrant associé à un système assurant le couplage avec l'air :</p> <ul style="list-style-type: none"> - illustration par un système simple - cas de quelques instruments réels. 	<p>Savoir que pour qu'un instrument de musique produise un son il doit remplir deux fonctions - vibrer et émettre - et que dans de nombreux cas d'instruments réels ces fonctions sont indissociables.</p>
<p><i>Étude de la vibration d'une corde par stroboscopie et du son qu'elle émet à l'aide d'un microphone.</i></p> <p><i>Étude expérimentale du phénomène sur une corde, entre deux points fixes : observation de la vibration d'une corde métallique parcourue par un courant alternatif de fréquence variable (GBF amplifié) au voisinage d'un aimant.</i></p> <p><i>Étude expérimentale de la mise en vibration d'une colonne d'air à l'aide d'un haut-parleur et d'un tube : écoute à l'oreille des fréquences favorisées ; influence de la longueur de la colonne.</i></p> <p>Flûte de Pan ou Syrinx, orgue acoustique... *</p>	<p>2. Modes de vibrations</p> <p>2.1 Vibration d'une corde tendue entre deux points fixes</p> <p>Mise en évidence des modes propres de vibration par excitation sinusoïdale : mode fondamental, harmoniques ; quantification de leurs fréquences. Nœuds et ventres de vibration.</p> <p>Oscillations libres d'une corde pincée ou frappée : interprétation du son émis par la superposition de ces modes.</p> <p>2.2 Vibration d'une colonne d'air</p> <p>Mise en évidence des modes propres de vibration par excitation sinusoïdale. Modèle simplifié d'excitation d'une colonne d'air par une anche ou un biseau : sélection des fréquences émises par la longueur de la colonne d'air.</p>	<p>Connaître l'existence des modes propres de vibration.</p> <p>Savoir qu'il y a quantification des fréquences des modes de vibration : rapport entre les fréquences des harmoniques et celles du fondamental.</p> <p>Savoir ce que sont un ventre et un nœud de vibration.</p> <p>Savoir qu'une corde pincée ou frappée émet un son composé de fréquences qui sont celles des modes propres de la corde.</p> <p>Savoir qu'une colonne d'air possède des modes de vibrations dont les fréquences sont liées à sa longueur.</p> <p>Savoir-faire expérimentaux</p> <p>Mesurer une période et déterminer ainsi une fréquence.</p> <p>Décrire et réaliser une expérience permettant de mesurer la fréquence de vibration d'une corde par stroboscopie et celle du son émis par la corde.</p> <p><i>Avec le matériel disponible au laboratoire, savoir mettre en évidence les modes propres de vibration d'une corde et d'une colonne d'air.</i></p>
<p><i>Visualisation du phénomène de réflexion et d'onde stationnaire sur une corde. Utilisation d'un ondoscope.</i></p> <p>Introduction de l'onde stationnaire par une simulation informatique permettant de visualiser indépendamment les ondes incidente, réfléchie et stationnaire.*</p> <p><i>Réaliser un montage expérimental d'ondes stationnaires sur une corde ; positions des nœuds et des ventres, relation avec la longueur d'onde.</i></p> <p><i>Influence des paramètres : longueur de la corde et célérité (tension de la corde et masse linéique).</i></p> <p><i>Utilisation d'un GBF et de l'oscilloscope pour détecter des nœuds et ventres de pression dans une colonne d'air avec un micro à électret.</i></p>	<p>3. Interprétation ondulatoire.</p> <p>3.1 Réflexion sur un obstacle fixe unique</p> <p>Observation de la réflexion d'une onde progressive sur un obstacle fixe ; interprétation qualitative de la forme de l'onde réfléchie. Cas d'une onde progressive sinusoïdale incidente. Onde stationnaire : superposition de l'onde incidente sinusoïdale et de l'onde réfléchie sur un obstacle fixe.</p> <p>3.2 Réflexions sur deux obstacles fixes : quantification des modes observés.</p> <p>Onde progressive de forme quelconque entre deux obstacles fixes : caractère périodique imposé par la distance L entre les deux points fixes et la célérité v, la période étant 2L/v.</p> <p>Onde stationnaire entre deux obstacles fixes : quantification des modes ; relation $2L = n\lambda$ (n entier) ; justification des fréquences propres $\nu_n = nV/2L$.</p> <p>3.3 Transposition à une colonne d'air excitée par un haut-parleur</p> <p>Observation qualitative du phénomène.</p>	<p>Connaître l'allure de l'onde après réflexion sur une extrémité fixe.</p> <p>Savoir comment produire un système d'ondes stationnaires ; application à la détermination d'une longueur d'onde.</p> <p>Connaître et exploiter les relations exprimant la quantification des modes : $2L = n\lambda$ (n entier) ; $\nu_n = nV/2L$.</p> <p>Savoir-faire expérimentaux</p> <p><i>Avec le matériel disponible au laboratoire, savoir réaliser et exploiter une expérience d'ondes stationnaires :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - mesure de longueur d'onde, - mesure d'une célérité, - mesure des fréquences propres, - influence des paramètres.

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS	COMPÉTENCES ET SAVOIR-FAIRE EXIGIBLES
<p>Réalisation d'un audiogramme.</p> <p>Recherche documentaire sur l'audition*.</p> <p>Utilisation d'un synthétiseur ou d'un enregistrement associé à un casque et à un oscilloscope à mémoire ou à un système d'acquisition : étude d'une même note synthétisée par des "instruments" différents ; observation temporelle et analyse fréquentielle. Sonagramme. Présentation de la gamme tempérée.</p>	<p>4. Acoustique musicale et physique des sons</p> <p>Domaine de fréquences audibles ; sensibilité de l'oreille.</p> <p>Hauteur d'un son et fréquence fondamentale ; timbre : importance des harmoniques et de leurs transitoires d'attaque et d'extinction.</p> <p>Intensité sonore, intensité de référence : $I_0 = 10^{-12}$ W/m². Niveau sonore : le décibel acoustique, $L = 10 \log_{10}(I/I_0)$</p> <p>Gammes : octave, gamme tempérée.</p>	<p>Savoir que la hauteur d'un son est mesurée par la fréquence de son fondamental.</p> <p>Savoir que le timbre d'un son émis par un instrument dépend de l'instrument (harmoniques, transitoires d'attaque et extinction).</p> <p>Savoir que le niveau sonore s'exprime en dBA. L'expression du niveau sonore étant donnée, savoir l'exploiter.</p> <p>Savoir lire et exploiter un spectre de fréquences.</p> <p>Savoir-faire expérimentaux</p> <p>Acquisition et analyse d'une note produite par un instrument de musique.</p>

*Activités pouvant donner lieu à l'utilisation des technologies de l'information et de la communication.

Commentaires

1. Les instruments de musique étudiés sont ceux qui utilisent une vibration mécanique pour produire le son. Ceci exclut les synthétiseurs mais non les guitares électriques.

2. On ne s'intéressera qu'aux vibrations transversales des cordes. En évitant d'exciter la corde à une de ses extrémités, on travaille sur la situation idéale d'une corde tendue entre deux points fixes. On pourra à cette occasion réinvestir la force de Laplace vue en première. Le stroboscope sera utilisé comme un instrument de visualisation et de mesure mais la stroboscopie est hors programme. Les expériences réalisées avec une excitation sinusoïdale sont des expériences de résonance. Cependant le phénomène de résonance, qui peut être évoqué, n'est pas ici l'objet de l'étude. On admettra sans justification que les fréquences de "résonance" détectées sont les fréquences propres du système vibrant. Aucune formulation mathématique ne sera donnée pour décrire l'état d'un point de la corde en fonction de l'abscisse et/ou du temps. Le terme d'onde stationnaire n'est pas encore utilisé à ce stade.

3. Toute expression mathématique de l'onde progressive sinusoïdale est hors programme.

La superposition de l'onde incidente et de l'onde qui se réfléchit sur un obstacle fixe unique forme déjà une onde stationnaire. Sur une corde fixée à ses deux extrémités distantes de L , une onde qui se propage se retrouve après un aller-retour, identique à elle-même ; elle est donc périodique, de période $T = 2L/v$. Si l'onde est sinusoïdale, cela impose que $2L$ soit un multiple entier de la longueur d'onde : $2L = n\lambda$, ce qui correspond aux fréquences propres d'expression $n v / 2L$. On retrouve ainsi les modes propres de vibration de la corde. L'expression donnant la célérité en fonction de la tension et de la masse linéique de la corde sera donnée chaque fois qu'il sera nécessaire.

On ne s'interdira pas de présenter les tuyaux ouverts, mais l'expression de leurs fréquences propres n'est pas exigible.

4. Toute notion de phase des harmoniques par rapport au fondamental est hors programme. Dans l'analyse des spectres acoustiques, la grandeur représentée en ordonnée est en général l'image de la tension du signal donné par le microphone. Il ne faut pas chercher à l'interpréter de façon quantitative (amplitude acoustique ou énergie).

Aucune notion sur la physiologie de la perception sonore n'est à traiter ; on signalera cependant les dangers de l'exposition à des intensités sonores importantes.

C - Produire des signaux, communiquer (4 séquences de 2h)

Objectifs

On étudie les possibilités qu'offrent les ondes électromagnétiques pour transmettre à grande distance et à grande vitesse des informations. Ceci nécessite un choix pertinent des fréquences de ces ondes.

L'information est transportée par une modulation de cette onde : modulation en amplitude, en fréquence et en phase ; on n'étudiera que la modulation d'amplitude d'une onde porteuse sinusoïdale.

L'utilisation de dipôles ou de quadripôles, dont les principes ne sont pas à étudier, permet de réaliser un dispositif attrayant pour les élèves à partir de peu de composants.

Il faut noter que le récepteur radio fabriqué ne correspond pas aux dispositifs mis sur le marché, mais permet d'utiliser un minimum de fonctions pour obtenir une réception.