

Présentation des ateliers scientifiques et technologiques en lien avec « Mille paysages sonores » - Entrées dans les programmes

Ce document présente les ateliers scientifiques proposés par le Laboratoire d'Acoustique de l'université du Maine (LAUM), des ateliers technologiques et des entrées dans les programmes scolaires en sciences physiques et en STI2D pour l'action « Mille paysages sonores » du programme d'action éducative (PAE).

I- Entrées pédagogiques proposées en lien avec les sciences physiques

Le LAUM partenaire du projet « Mille paysages sonores », animera trois ateliers ludiques au travers desquels les élèves pourront découvrir les phénomènes physiques à l'origine du son (ondes progressives, ondes stationnaires, résonance) et les caractéristiques importantes d'un son pour faire le lien entre science et musique.

Le premier atelier permettra à travers la mise en vibration par les élèves d'une simple corde, de découvrir le comportement physique d'un système capable dans de nombreux instruments d'émettre un son musical et de faire ainsi le lien entre la fréquence et les modes de déformation de la corde.

Le deuxième atelier proposera de faire le lien cette fois-ci entre la fréquence dite fondamentale et la hauteur d'un son. En enregistrant quelques notes jouées par un intervenant-corniste, les élèves pourront faire correspondre les fréquences fondamentales déterminées à l'aide d'une analyse de l'enregistrement et les notes jouées. Après estimation également de la durée des notes, ils pourront écrire la partition de la mélodie (ce qui ne nécessite pas de connaissances solfégiques poussées).

Le troisième atelier proposera de faire le lien entre le geste de l'instrumentiste et les propriétés du son émis. Les élèves effectueront la synthèse à l'aide d'un logiciel informatique de deux à trois notes pour différentes configurations comme la longueur de la corde d'un violon, la vitesse de l'archet ou la force exercée.

Ces ateliers pourront être exploités par les enseignants de sciences physiques, notamment ceux qui assurent l'enseignement de spécialité « physique-chimie » de terminale S. Cet enseignement, dont l'un des objectifs est de préparer les élèves à une poursuite d'études scientifiques en physique et/ou chimie en testant leurs goûts pour ces deux disciplines, aborde en effet le domaine des instruments de musique et propose une exploration de ce domaine à travers les instruments à cordes, l'acoustique musicale, les gammes, les harmonies et le traitement du son.

Consulter le bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011 :

http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57537

Le caractère pluridisciplinaire de l'action « Mille paysages sonores » et le contenu de ces ateliers, avant tout de découvertes, permettent aussi d'envisager une exploitation ou un prolongement lors des travaux personnels encadrés (TPE) d'élèves de première, des enseignements d'exploration de seconde tel que « Science et Laboratoire » et « Méthodes et Pratiques Scientifiques » (en thème libre), voire lors des séances d'accompagnement personnalisé.

Ces ateliers pourront également nourrir et compléter les travaux d'élèves engagés dans le cadre du dispositif « passeport recherche », dispositif dans lequel les chercheurs du LAUM sont engagés. Le dispositif Passeport recherche est présenté à l'adresse suivante :

LAUM

<http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/action-culturelle/pratiques/passeport-recherche-en-pays-de-la-loire-682424.kjsp>

II- Descriptif des ateliers proposés par le LAUM

1- Atelier 1 : la corde vibrante



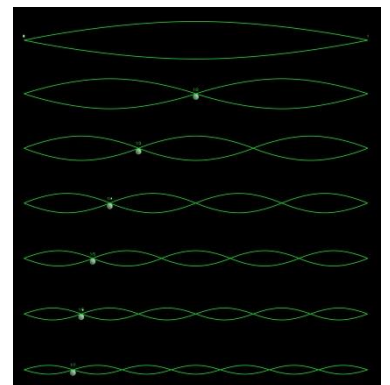
2.a Objectif

Découvrir la relation entre fréquence fondamentale et longueur de corde. Mettre en évidence les harmoniques.

2.b Moyens

Pour 1 atelier :

- une corde d'escalade
- un chronomètre
- 2 opérateurs « corde » (élèves), 1 opérateur « mesure » (élève)
- 1 enregistrement de chant harmonique



2.c Déroulement proposé

i Relation fréquence fondamentale – longueur

1. Faire tenir la corde de longueur 4 à 5 m par deux élèves.
2. Demander à un élève de chercher la fréquence de résonance (amplitude maximale au centre). Faire la démonstration si nécessaire.
3. Demander à un troisième élève de mesurer le temps nécessaire pour faire 10 Oscillations. En déduire la période (durée / 10) puis calculer la fréquence.
4. Répéter l'expérience pour une corde beaucoup plus courte (2 m?)
5. Conclure sur la relation entre fréquence fondamentale et longueur.

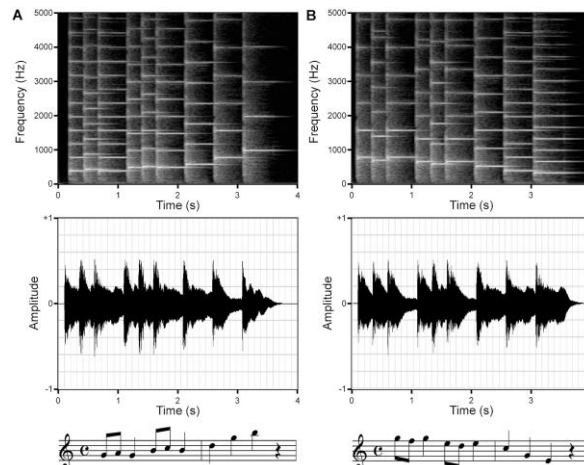
ii Mise en évidence des harmoniques

1. Faire tenir la corde de longueur 4 à 5 m par deux élèves.
2. Demander à un élève de chercher la première fréquence de résonance (amplitude maximale au centre). Faire la démonstration si nécessaire.
3. Demander à un élève de marquer le tempo équivalent à cette fréquence en tapant dans ses mains.
4. Faire chercher les deuxième et troisième fréquences de résonance de la corde (fréquence double, triple, ...) en s'aidant du tempo. Faire la démonstration si nécessaire.
5. Demander aux autres élèves de noter les positions de la corde correspondant à des maximums (ventres) et minimums (noeuds) d'amplitude.
6. En déduire la relation entre fréquence et déformation de la corde.

2- Atelier 2 : analyse du son d'un cor

3.a Objectif

Retrouver la ligne mélodique (notes et rythme) jouée par un musicien à l'aide d'une analyse physique du son.



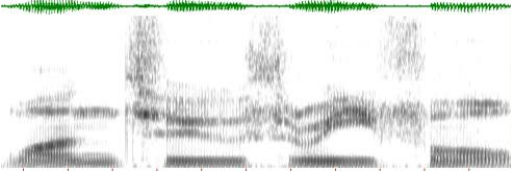
3.b Moyens

Pour 1 atelier :

- 1 corniste
- 1 ordinateur équipé d'une carte d'acquisition
- 1 microphone de mesure ou de prise de son
- 1 casque audio

3.c Déroulement proposé

1. Demander au corniste de jouer une phrase musicale très simple (4 à 5 notes max) et lente, avec une forme rythmique du type noire, 2 croches noire, 2 croches blanche. L'idéal serait une phrase de *Aufgang*, concerto pour violon de Dusapin.
2. Enregistrer le son produit par l'instrument.
3. A l'aide du logiciel Audacity, ou Sonic Visualizer, ou Rtgram



(<http://www.phon.ucl.ac.uk/resource/sfs/rtgram/>),
représenter le sonogramme du son enregistré.

4. Pour chaque note, estimer la durée et la fréquence fondamentale de la note
5. A l'aide d'un tableau de correspondance entre fréquence fondamentale et hauteur, écrire la partition de la mélodie jouée.

3- Atelier 3 : synthèse du son d'un violon

4.a Objectif

Faire le lien entre le geste de l'instrumentiste et les propriétés du son émis.

4.b Moyens

Pour les 2 ateliers :

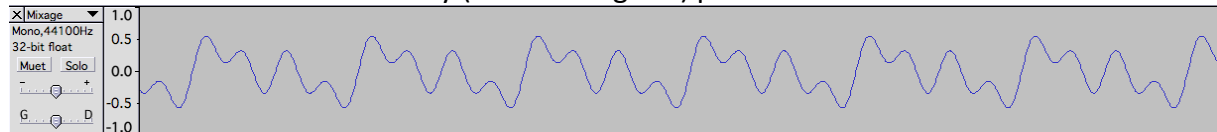
- un violoniste

Pour 1 atelier :

- Un logiciel de synthèse par modèle physique
- 1 ordinateur
- 1 carte son
- 1 casque audio

4.c Déroulement proposé

1. Le violoniste fait la démonstration des différentes possibilités offerte par le violon (jeu normal, sul tasto ou sul ponticello).
2. Mise en évidence avec Audacity (ou autre logiciel) par l'intervenant LAUM.



3. Prendre connaissance du fonctionnement du logiciel (documentation sommaire)
4. Faire la synthèse de 2 à 3 notes pour différentes configurations

III- Ateliers technologiques menés en parallèle et en lien avec ceux animés par le LAUM sur l'aspect scientifique et musical d'un message sonore et entrées dans les programmes

Ces ateliers ludiques de découvertes sont centrés sur les domaines scientifiques et technologiques de la synthèse sonore et lumineuse. Les activités d'exploration se veulent une immersion à la manière de PASCAL DUSAPIN dans son oeuvre Mille plateaux.

Tous les élèves, quel que soit leur âge et leur niveau scientifique, pourront acquérir de bonnes représentations sur le son, la lumière et les techniques qui permettent de les mettre en œuvre et les associer à travers l'œuvre visuelle et musicale Mille Plateaux.

La proposition sans prérequis attendus de la part des élèves s'articule comme suit :



- La programmation d'un code numérique pour synthétiser une onde sonore caractérisée par son timbre, sa fréquence, son volume et la durée de son amortissement. Ce codage fait écho à un atelier d'analyse de spectre acoustique mené par le Laum.

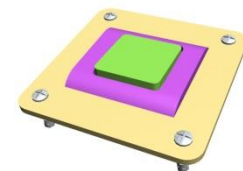
- La mise en œuvre d'un instrument collectif où chaque élève s'approprie le codage d'une note élémentaire.

```

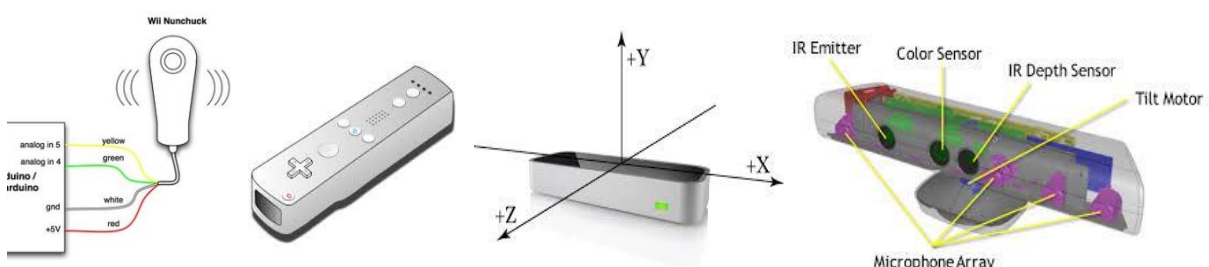
Projet_son | Processing 2.0b7
void keyPressed()
{
  SineWave mySine;
  TriangleWave myTriangle;
  SquareWave mySquare;
  MyNoteSin newNoteSin; // Sinus
  MyNoteTriangle newNoteTriangle; // triangle
  MyNoteSquare newNoteSquare; // carré

  //carte des touches en Hz (note)
  float note = 0;
  switch(key)
  {
    /* */
    case 'a': {newNoteSin = new MyNoteSin(268, 0.6, 0.5);} break;
    case 'z': {newNoteSin = new MyNoteSin(300, 0.6, 0.55);} break;
    case 'e': {newNoteSin = new MyNoteSin(340, 0.6, 0.6);} break;
    case 'r': {newNoteSin = new MyNoteSin(380, 0.6, 0.65);} break;
    case 't': {newNoteSin = new MyNoteSin(420, 0.6, 0.7);} break;
    case 'y': {newNoteSin = new MyNoteSin(460, 0.6, 0.75);} break;
    case 'u': {newNoteSin = new MyNoteSin(500, 0.6, 0.8);} break;
    case 'i': {newNoteSin = new MyNoteSin(540, 0.6, 0.85);} break;
    case 'o': {newNoteSin = new MyNoteSin(580, 0.6, 0.9);} break;
    case 'p': {newNoteSin = new MyNoteSin(620, 0.6, 0.95);} break;
    case 'q': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(261, 0.3, 0.5);} break;
    case 's': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(277, 0.6, 0.5);} break;
    case 'd': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(293, 0.6, 0.5);} break;
    case 'f': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(311, 0.6, 0.5);} break;
    case 'g': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(329, 0.4, 0.5);} break;
    case 'h': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(349, 0.6, 0.5);} break;
    case 'j': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(369, 0.6, 0.5);} break;
    case 'k': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(392, 0.8, 0.5);} break;
    case 'l': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(415, 0.6, 0.5);} break;
    case 'a': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(440, 0.96, 0.5);} break;
    case 'u': {newNoteTriangle = new MyNoteTriangle(466, 0.6, 0.5);} break; // attention en fonction du clavier
  }
}

```



- La programmation à l'instar de PASCAL DUSAPIN de projections lumineuses par Spot et laser à commande numérique. Ces projections, seront asservis par des capteurs issus du domaine du jeu [manette Nunchuck, Wiimote ou capteur Leapmotion et Kinect]. Les codages réalisés s'inspireront des créations graphiques du spectacle Mille Plateaux.



Chaque enseignant pourra ainsi utiliser ces ateliers dans le cadre des parties du programme abordées avec ses élèves.

Ces ateliers sont mis en œuvre autour de cartes électroniques programmables Arduino et du logiciel libre Processing.



Annexe : Liens programme STI2D Enseignement Technologique Transversal

Bulletin officiel spécial n°3 du 17 mars 2011

Programme des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D

2.3 Approche comportementale

2.3.6 Comportements informationnels des systèmes (3)

Caractérisation de l'information : expression, visualisation, interprétation, caractérisations temporelle et fréquentielle

Modèles algorithmiques : structures algorithmiques élémentaires (boucles, conditions, transitions conditionnelles). Variables

3. Solutions technologiques (5)

3.1.4 Traitement de l'information

Programmation objet : structures élémentaires de classe, concept d'instanciation

Traitement programmé : structure à base de microcontrôleurs et structures spécialisées (composants analogiques et/ou numériques programmables)

(3) On se limite au domaine des basses fréquences. Le mesurage en hautes fréquences peut éventuellement être abordé dans la spécialisation Sin.

(5) Ce chapitre n'est pas traité indépendamment mais s'intègre dans les deux chapitres précédents.

