

Annexe 1

Précisions scientifiques dans le domaine du son

Qu'est-ce qu'un son ?

Le son est une sensation auditive provoquée par une vibration. Trois éléments sont nécessaires à l'existence d'un son :

- Une source qui produit le son ;
- Un milieu qui transmet la vibration ;
- Un récepteur : l'oreille et l'ouïe.

Qu'est-ce qu'un bruit ?

Un bruit est un assemblage de sons, une superposition de vibrations diverses provoquées par les hasards acoustiques. C'est l'ensemble des sons perçus comme étant sans harmonie, par opposition à la musique.

Qu'est-ce que la musique ?

C'est l'art consistant à arranger et à ordonner les sons et silences au cours du temps. Le rythme est le support de cette combinaison dans le temps, la hauteur, celle de la combinaison dans les fréquences, etc.

La musique est un art, celui de la muse Euterpe dans la mythologie grecque. Elle est donc à la fois une création (une œuvre d'art), une représentation et aussi un mode de communication. Elle utilise certaines règles ou systèmes de composition, des plus simples aux plus complexes (souvent les notes de musique, les gammes ...). Elle peut utiliser des objets divers, le corps, la voix, mais aussi des instruments de musique spécialement conçus, et de plus en plus tous les sons (concrets, de synthèses, abstraits, etc.).

Qu'est-ce que le timbre ?

Le timbre d'un son est en quelque sorte la couleur propre de ce son. Il varie en fonction de la source sonore, et ceci, indépendamment des trois premières caractéristiques. Du point de vue acoustique, le timbre est une notion très complexe qui dépend de la corrélation entre la fréquence fondamentale et les harmoniques (ou partiels suivant leurs rapports avec la fréquence fondamentale). L'intensité respective de chaque harmonique est déterminante dans la caractérisation du timbre. Plus les fréquences de ces harmoniques sont proches des multiples entiers de la fréquence fondamentale, plus le son est pur ou harmonique (clavecin). Plus elles s'éloignent des multiples entiers, plus le son est inharmonique (piano, cloche).

Le timbre dépend également de l'attaque du son, qui est d'une grande importance dans le message musical. D'un point de vue musical, il occupe également une place très importante pour l'articulation. L'étude de l'attaque passe par celle des transitoires d'attaque, qui la caractérisent. Le timbre et l'attaque des sons nous permettent par exemple, d'identifier sans le voir un instrument de musique quelconque, reconnaître au téléphone la voix d'une personne familière avant que celle-ci ne se soit présentée. Plusieurs expériences en laboratoire ont montré qu'un son dont l'attaque est supprimée devient totalement impossible à reconnaître du point de vue de son timbre.

Qu'est-ce que la hauteur ?

En musique, la hauteur est la fréquence d'un son. Un son ou une note « haute » (de fréquence relativement élevée par rapport aux limites de l'audition humaine) est dite aiguë ; une note « basse » (de fréquence relativement basse) est dite grave.

Qu'est-ce que l'intensité ?

L'intensité d'un son (on dit aussi la force) est la caractéristique permettant de distinguer un son fort d'un son faible ; les musiciens parlent de nuances pour exprimer la dynamique créée par les différents niveaux d'intensité. Il s'agit, en termes scientifiques, de l'amplitude de la vibration, qui se mesure en décibels.

L'appréciation de l'intensité est corrélative de la fréquence et ne dépend donc pas uniquement de l'amplitude, de l'énergie vibratoire : l'intensité perçue s'évalue par une unité sans dimension, appelée phone. Cette unité caractérise les niveaux de perception équivalente de l'intensité, ce que l'on dénomme l'isotonie d'un son ou d'un bruit. Cette autre échelle de mesure, subjective, la sonie, est une dimension propre à la perception et à la psycho acoustique. Dans cette dimension, comme dans celle de la hauteur, un son doit avoir une durée suffisamment longue pour que son intensité soit correctement appréciée ; en effet, la sensation ne s'établit que progressivement et un son très bref, même s'il est intense, est perçu comme faible. Ce n'est que si sa durée se prolonge que la sonie croît. Le seuil de perception pour que la sonie corresponde à l'intensité réelle, dans ce cas de figure, est mesuré à 1/10e de seconde. Ce seuil explique certains phénomènes appelés effets de masque, puisqu'un son intense, perçu rapidement, peut en masquer un autre qui l'a précédé, ou tout au moins en diminuer le niveau apparent.

Qu'est-ce que la durée ?

La durée d'un son est le laps de temps pendant lequel on perçoit ses vibrations (les sons pouvant évidemment durer plus ou moins longtemps).

De même que l'on dira que le temps peut nous paraître plus ou moins long, la perception des valeurs de durée, qui nous paraît aller de soi, est en fait fort relative : en général l'exécution métrique des notes (blanche, noire, notes pointées, ...) ne convient pas à une sensibilité musicale. La musique occidentale, ou musique savante, repose sur cette information écrite, appelée solfège, mais elle n'utilise en fait qu'une information partielle. A Contrario, l'exécution oblige à penser les valeurs des durées que l'on souhaite faire entendre en des termes relatifs.

Annexe 2

Travailler des compétences dans le domaine « 3. Agir, s'exprimer, comprendre à travers les activités artistiques - Univers sonores » en amont du travail sur le défi techno proprement dit

1 - A la découverte de l'univers sonore : les enjeux¹

Le monde sonore qui nous entoure est vaste, riche et varié. De la vie sonore environnante à la musique et aux grandes œuvres du patrimoine culturel, il existe une diversité d'univers et d'interprétations.

Notre oreille est l'organe fondamental qui nous permet de percevoir cet univers, ce monde. Il s'agit du « premier organe sensoriel mis en place dans la vie embryo-foetale. Dès les premiers jours elle fait son apparition. Au 5ème mois, le fœtus est capable d'emmagasiner l'information, l'engrammer » (Dr Alfred Tomatis, *L'oreille et la voix, On chante avec son oreille*, Robert Laffont, 1987). Dès le quatrième mois de grossesse, un fœtus est capable d'entendre et de ressentir le monde qui l'entoure.

L'oreille joue donc un rôle primordial dès la petite enfance. Le son constitue l'un des premiers repères qui permet à l'enfant de se situer dans l'espace, d'acquérir le langage et de vivre des expériences sensibles.

Prendre conscience de notre univers sonore, c'est à la fois mieux maîtriser son rapport au monde, à l'environnement et écouter autrement.

La société actuelle réclame indéniablement notre attention visuelle mais sollicite également nos oreilles à longueur de temps. Parmi le flot de bruits et de sons, notre oreille doit trier, sélectionner, interpréter des matériaux sonores aussi nombreux et complexes.

A l'heure actuelle, comment ne pas comprendre les difficultés de concentration des élèves qui ont de plus en plus de mal à écouter les autres, à s'écouter eux-mêmes ?

Par ailleurs, le « son » est intimement lié au temps qui passe. Apprendre à écouter divers univers sonores c'est à la fois structurer l'espace (repérage des sources d'émissions) mais également structurer le temps (repérage des événements sonores sur une frise chronologique).

En Education Musicale, les pratiques d'écoute constituent un incontournable des programmes de l'école primaire.

¹ Peggy BIENFAIT –CPEM « Univers sonore et éducation musicale », 2011

2 - Un exemple de programmation en école maternelle « Découvrir le monde sonore » déclinée sur les 3 niveaux de l'école maternelle ² :

Extrait :

DOMAINE	CHAMPS DE COMPETENCES	COMPETENCES, de la période 1 à la période 5
Découvrir le monde sonore PS	<ul style="list-style-type: none"> - Développer la discrimination auditive - Isoler des sons, les reproduire, les identifier - Développer son imaginaire sonore 	<ul style="list-style-type: none"> - Découvrir les possibilités sonores d'un objet - Imiter ces bruits /le silence - Classer les objets sonores ou non sonores <i>Explorer la caisse à jouets comportant des objets sonores ou non</i> <i>Un objet non sonore pourra devenir le symbole du silence (cf. attitude d'écoute)</i> - Découvrir les possibilités sonores de son corps <i>Utiliser les possibilités corporelles dans les comptines</i> - Sonoriser une comptine ou une histoire courte à partir de ce répertoire de bruitages corporels - Trouver les moyens les plus adaptés pour traduire les actions, les images évoquées... - Prendre sa place dans le groupe

DOMAINE	CHAMPS DE COMPETENCES	COMPETENCES, de la période 1 à la période 5
Découvrir le monde sonore MS	<ul style="list-style-type: none"> - Développer la discrimination auditive - Isoler des sons, les reproduire, les identifier - Développer son imaginaire sonore 	<ul style="list-style-type: none"> - Discriminer, identifier et reproduire les timbres qu'on peut obtenir avec son corps (ne pas oublier la bouche et la voix) - Utiliser ces possibilités corporelles dans les comptines, les chants - Identifier les différents bruits du quotidien : classe, école, maison, rue (à partir d'enregistrements réalisés si possible avec les enfants) - Classer les bruits du quotidien : Identifier une succession de sons (premiers encodages/décodages), classer <i>chronologiquement des sons</i>, classer des sons par « univers sonore » - Explorer les possibilités sonores de matériaux différents (papier, bois, fer, plastique...) <i>cf : fiches objets sonores de « Musique au Quotidien au Cycle 2 » CNDP Répertoire Aria consacré aux objets sonores : « Le son des choses » 2003, Association Musique et Culture du Haut-Rhin</i> - Explorer les différentes possibilités d'action sur les matériaux (froisser, taper, déchirer, caresser...) - Prendre conscience de la corrélation geste/son obtenu - Trouver des symboles pour représenter ces actions <i>Construire un codage simple à partir des photos des différentes actions</i> - Sonoriser une comptine, une histoire courte à partir de ces bruitages

² <http://cpd67.site.ac-strasbourg.fr/musique/wp-content/uploads/2015/02/programmation-univers-sonores-C1.pdf>

DOMAINE	CHAMPS DE COMPETENCES	COMPETENCES, de la période 1 à la période 5
Découvrir le monde sonore GS	<ul style="list-style-type: none"> - Développer la discrimination auditive - Isoler des sons, les reproduire, les identifier - Développer son imaginaire sonore 	<ul style="list-style-type: none"> - Explorer les possibilités sonores des petites percussions de l'école <i>Prise de conscience du lien action exercée/matériau/son obtenu</i> - Connaître leur nom et la manière usuelle de s'en servir, trouver un codage pour les instruments <i>qui pourra servir au moment d'orchestrer une chanson ou de sonoriser une comptine</i> - Classer les petites percussions par famille : trouver des critères de classement <i>matière, durée du son</i> <i>action exercée (ceux dans lesquels on souffle, que l'on frotte, que l'on secoue...)</i> <i>hauteur déterminée (carillon, xylophone, flûte)/hauteur indéterminée (claves, maracas, tambourins, triangle)</i> - Sonoriser une comptine, une histoire courte à partir de l'univers sonore exploré <i>Utilisation de la voix, d'objets sonores, de petites percussions</i>

3 - Des précisions sur les tubes résonants³ :

Il existe 2 sortes de résonateurs acoustiques dans lesquels la matière qui entre en résonance est l'air : les "tuyaux sonores" et les "résonateurs d'Helmholtz".

Lorsqu'on souffle dans le goulot d'une bouteille et qu'il en sort un son, c'est un résonateur d'Helmholtz, et là, c'est le volume d'air en vibration qui est responsable du son : plus il est faible, plus le son est aigu (le volume d'air n'est pas le seul facteur qui entre en jeu, car 2 bouteilles de même contenance mais de formes différentes ne donnent pas la même fréquence).

Lorsqu'il s'agit de tubes, c'est-à-dire de structures cylindriques dont le diamètre est très inférieur à la longueur, le phénomène acoustique responsable du son est complètement différent, et là le SEUL facteur qui intervient dans la fréquence est la LONGUEUR du tube, indépendamment du diamètre et de l'épaisseur de la paroi. La façon dont l'air entre en résonance est différente suivant que le tube est ouvert aux deux bouts ou fermé à l'un. La fréquence émise par le tube fermé est une octave plus basse que celle donnée par le tube ouvert.

Ce phénomène repose sur le fait que lorsque le tube est ouvert, la condition imposée à l'onde sonore qui prend naissance dans le tube est que sa "pression" soit constante (égale à la pression atmosphérique) aux deux extrémités, alors que dans le tube fermé à un bout, la pression est constante à l'extrémité où l'on souffle, mais c'est le déplacement de l'air qui doit être nul à l'extrémité fermée. Dans le premier cas, la longueur du tuyau correspond à une demi-longueur d'onde du son, alors que dans le second, elle correspond à un quart de longueur d'onde, soit une fréquence moitié de la précédente.

³ Réponse d'un expert du site de LAMAP : Jean Matricon

Annexe 3

Pour compléter vos connaissances :

❖ **Ouvrage** « graines de sciences », édition Le Pommier : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/10553/graines-de-sciences>

❖ **vidéos**

Le son a besoin de matière pour se propager : <https://www.youtube.com/watch?v=KokOyiwXrVU>

La bougie musicale : <https://www.youtube.com/watch?v=qakWiNTLbNc>

Le cristal et les structures sonores de Bernard Baschet : <https://www.youtube.com/watch?v=w-yiGVCiYqg>

❖ **Quelques sites internet :**

Les bruits du « Sac à sons » : <http://www.agence-usages-tice.education.fr/temoignages/un-projet-en-ecole-maternelle-les-bruits-du-sac-a-sons-1046.htm>

La pâte à son (Cité de la Musique) : jouet musical qui permet de créer avec les élèves ses propres mélodies !
<http://www.citedelamusique.fr/minisites/patason/index.aspx#>

CDDP du Haut Rhin : <http://www.crdp-strasbourg.fr/cddp68/maternelle/docpeda.htm#sic>

Docks de la musique : les parcours sonores <http://www.crdp-strasbourg.fr/cddp68/maternelle/docpeda.htm#sic>

Productions Chant'Yvelines : <http://jjicpem.pagesperso-orange.fr/>

Les couleurs de l'Orchestre : pour jouer, découvrir les instruments de l'orchestre et les familles
<http://www.couleurs-orchestre.com/>