

Utilisation de la carte Sound Blaster en sciences physiques

par Claude ROULEAU
Lycée E. Littré - 50300 Avranches

La carte Sound Blaster est une carte sonore pour micro-ordinateur, elle permet la sonorisation des jeux, mais présente aussi des possibilités musicales multiples. Certaines d'entre elles peuvent se révéler fort utiles en sciences physiques. Le texte ci-dessous après avoir cité les caractéristiques principales de cette carte propose deux utilisations possibles dans notre enseignement.

1. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

La carte décrite ci-après est la carte Sound Blaster version 2, elle comprend :

- un synthétiseur de musique FM, 11 voix,
- un ampli de puissance stéréo, sortie sur casque ou haut-parleur, puissance 4 W sur 4 Ω avec contrôle de volume manuel,
- un convertisseur numérique-analogique et numérique-analogique 8 bit,
- le taux d'échantillonnage est programmable de 4 kHz à 15 kHz,
- une entrée microphone avec contrôle automatique de gain (ajuste le niveau d'entrée aux différentes conditions d'enregistrement),
- une entrée pour lecteur de cassette.

Toutes les entrées-sorties se font sur prise jack 3,5 mm. Cette carte est la plus simple, c'est aussi la moins onéreuse. Seules les caractéristiques pouvant présenter un intérêt en sciences physiques ont été notées. Il existe des versions plus évoluées de cette carte, par exemple la Sound Blaster Pro II. D'une part les performances sont plus élevées (fréquence d'échantillonnage allant jusqu'à 44 kHz, convertisseur 16 bit, synthétiseur 22 voix), d'autre part elle présente des possibilités supplémen-

taires (interface Midi + séquenceur, entrée pour lecteur de CD-Rom). Les manipulations proposées plus loin ont toutes été réalisées avec la carte Sound Blaster version 2.

2. MANIPULATION DES SONS NUMÉRISÉS

Un des programmes livré avec la carte, VEDIT2 dans le répertoire VOICUTIL, permet l'enregistrement et la restitution d'un son numérisé ainsi que la manipulation de ce son. Examinons ces deux possibilités.

2.1. Enregistrement - restitution

En reliant un micro à l'entrée correspondante de la carte, il est possible d'enregistrer un message sonore après avoir choisi la fréquence d'échantillonnage (menu Record option Setting de l'écran Créative Voice Editor). La différence de qualité entre la restitution d'un son échantillonné à 4 000 Hz et celle d'un son échantillonné à 15 620 Hz (possibilité maximum du logiciel) est flagrante. Dans le premier cas on a l'impression d'être à l'écoute d'un mauvais téléphone dans le second cas la restitution est tout à fait satisfaisante ; la voix de celui qui a enregistré le message est parfaitement reconnaissable à condition d'avoir choisi un micro de qualité suffisante. (Il est peut être bon de rappeler que d'après le théorème de Shannon, la fréquence d'échantillonnage doit être le double de la fréquence de l'harmonique le plus élevé que l'on veut restituer. La qualité compact-disc est obtenue avec une fréquence d'échantillonnage voisine de 44 kHz).

Cette expérience très simple permet de démystifier devant les élèves «la qualité du son numérique» en montrant qu'il est parfaitement possible de fabriquer un son numérisé très mauvais en jouant sur la fréquence d'échantillonnage. Il est à noter que plus cette fréquence est élevée, plus la qualité d'information à mémoriser est grande et plus les fichiers informatiques correspondants sont volumineux. Enfin, il serait intéressant de pouvoir mettre en évidence l'influence de la résolution des convertisseurs de la carte (voir annexe).

2.2. Édition de sons numérisés

Le même logiciel permet d'éditer un message sonore sous forme d'une représentation graphique (Amplitude en fonction du temps) et de pratiquer le couper-coller (le menu Edit option Modify de l'écran

Creative Voice Editor permet d'obtenir l'écran Editing Voice Data à condition d'avoir au préalable chargé un fichier ou enregistré un message).

Par exemple, l'enregistrement du message «un... deux... trois...» va se traduire sur l'écran par trois bosses successives (voir figure 1).

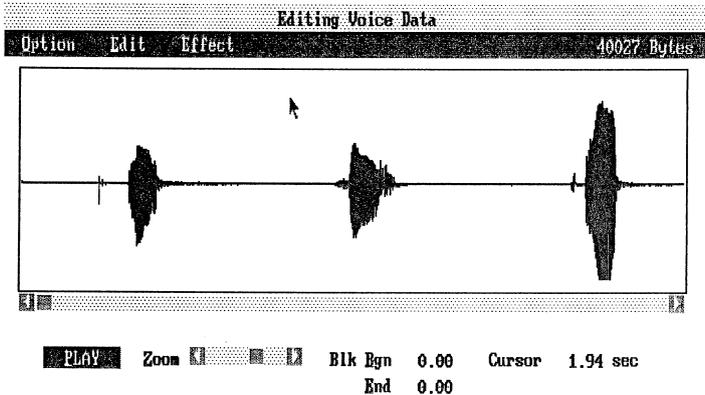


Figure 1

Avec la souris il est possible d'inverser les positions des bosses correspondant à «un» et «trois» (menu Edit). Si on demande alors la restitution sonore, on entendra «trois... deux... un».

Il est également possible d'obtenir une montée progressive du son (menu Effect, option Fade in) ou son évanouissement progressif (Fade out) ainsi que d'ajouter de l'écho.

Cet écran d'édition met en évidence la facilité et la précision avec laquelle un son numérisé peut être travaillé.

Il existe sous Windows un logiciel à peu près équivalent «SB wave studio» ; ce logiciel est également livré avec la carte Sound Blaster.

3. SYNTHÉTISEUR

3.1. Utilisation possible

Un autre logiciel, FMORGAN dans le répertoire du même nom, également livré avec la carte, transforme l'ordinateur en synthétiseur.

Il est donc possible de jouer la même note avec des instruments différents et de dégager la notion de timbre. La sortie stéréo de la carte Sound Blaster peut être connectée à un câble livré avec la carte et permettant le branchement de deux haut-parleurs (prises cinch). Quand on utilise Fmorgan, le signal est le même sur les deux voies. L'utilisation peut donc ne brancher qu'un haut-parleur l'autre voie étant reliée à un oscilloscope à mémoire.

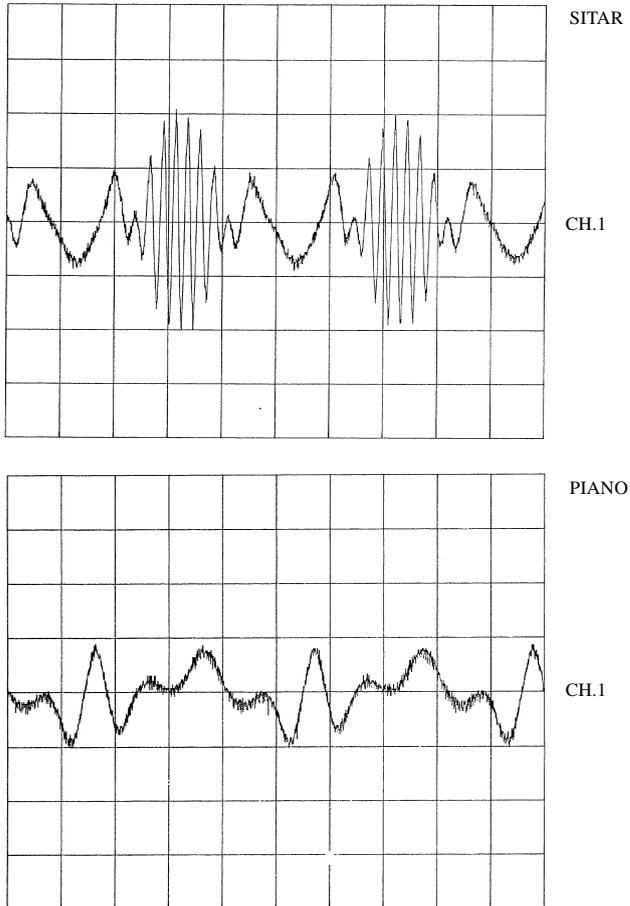


Figure 2

Avec un oscilloscope Hameg 205, il faut s'y prendre de la manière suivante pour visualiser le signal sonore : les poussoirs Store et Single étant enfoncés, maintenir le poussoir Reset enfoncé avec un doigt, de l'autre main, jouer une note en maintenant la touche correspondante du clavier de l'ordinateur enfoncée, relâcher alors le poussoir Reset, la note est enregistrée. En opérant ainsi l'enregistrement est déclenché alors que la note est déjà établie et on évite l'enregistrement du régime transitoire correspondant à la création de la note.

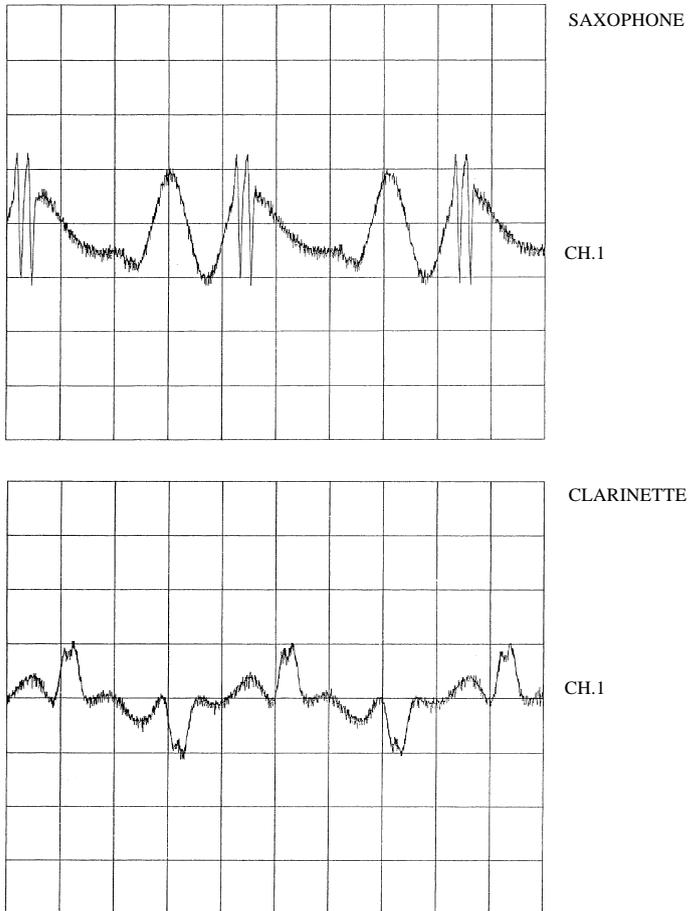


Figure 2 (suite)

De cette manière on peut donc à la fois entendre la note et visualiser le signal sonore correspondant. Si on dispose d'une interface du type IMP 907 (décrite dans le B.U.P. n° 754) et d'une table traçante ou d'une imprimante, il est possible d'obtenir des documents du genre de ceux présentés figure 2.

3.2. Réglages

Les oscillogrammes ont été obtenus en utilisant les dispositions suivantes :

- Sur l'ordinateur

Le réglage du volume sur la carte est voisin du maximum. Le logiciel étant chargé taper F2-Play, puis touche «flèche gauche» pour changer d'octave, ensuite les touches F1, F2, F3, F4, donnent chacune accès à une catégorie, en appuyant plusieurs fois sur la même touche on change d'instrument dans la catégorie correspondante. Les instruments utilisés sont : F1 - Piano F2 - Saxophone F3 - Clarinette F4 - Sitar.

La note jouée correspond à la lettre J du clavier il s'agit d'un Si₂ fréquence 247 Hz (valeur arrondie). Pour quitter le logiciel taper F8-more puis F4-Quit.

- Sur l'oscilloscope Hameg 205

– Base de temps : 1 ms/div,

– Sensibilité : 0,1 V/div,

(sur les graphes la période T est représentée par un peu plus de quatre carreaux donc $T \approx 4$ ms et $N \approx 250$ Hz).

- Sur la table traçante

Prévoir deux plumes, une pour le quadrillage, une pour le tracé ou bien modifier les réglages par défaut de l'interface IMP 907.

3.3. Exploitation possible

Devant les élèves enregistrer un oscillogramme sur papier, faire voir l'allure des autres courbes sur l'écran de l'oscilloscope.

Distribuer aux élèves les quatre oscillogrammes ainsi qu'un tableau donnant les fréquences des notes de l'échelle tempérée (un tel tableau figure page 153, livre de «Physique-Chimie de Seconde», collection Galiléo de chez Bordas).

Préciser les réglages de l'oscilloscope (les faire lire par un élève).

Faire constater que d'un oscillogramme à l'autre la période reste constante.

Introduire alors la notion de timbre.

Faire dire aux élèves quelle est la note jouée. Sur les documents (photocopies réduites de moitié, par rapport à l'original) une division mesure 16 mm, donc correspond à 1 ms, la période est représentée par 65 mm. Avec ces chiffres on trouve $N = 246$ Hz).

CONCLUSION

Il est évident que le matériel mis en œuvre n'existe pas dans tous les lycées, mais ceux qui ont la chance de l'avoir à leur disposition auraient tort de se priver de cette manipulation qui est très facilement reproductible et sans réglages délicats. Une carte Sound Blaster version 2 revient à moins de 600 F actuellement et les prix sont à la baisse, cette carte bas de gamme ayant tendance à être bradée face aux versions plus performantes.

Annexe

L'idéal, pour introduire la notion de signal numérisé, serait de pouvoir disposer de deux cartes, l'une avec un convertisseur 8 bit et l'autre avec un convertisseur 16 bit, ce qui devrait permettre la mise en évidence de l'influence de la résolution du convertisseur sur la qualité de la restitution à fréquence d'échantillonnage égale. On pourrait ainsi expliquer simplement que la numérisation d'un signal représentant une tension en fonction du temps consiste, en premier traitement, à

remplacer le signal qui varie de façon continue par un signal en marche d'escalier, la hauteur de la marche dépendant de la résolution du convertisseur, sa largeur de la fréquence d'échantillonnage. Cette approche, comme toute simplification, est un peu caricaturale mais elle a le mérite de ne faire appel à aucun outil mathématique et d'être à la portée d'un élève de lycée en sauvegardant l'essentiel de ce qu'il paraît souhaitable de savoir à ce niveau.

Si l'on veut réaliser une représentation graphique convenable, il faut remarquer que la tension numérisée est toujours inférieure à la tension analogique correspondante lorsque celle-ci est croissante. La tension numérisée serait supérieure à la tension analogique si cette dernière était décroissante. Cela est dû au fait que le C.A.N. ne fournit une nouvelle valeur numérisée que si la tension analogique a varié d'au moins un pas de conversion, si la variation est inférieure à cette valeur la tension numérisée reste inchangée.

Les figures ci-dessous schématisent la conversion d'une rampe de tension, $U = f(t)$, en faisant varier la période d'échantillonnage, puis le pas de conversion.

