Libre opinion

Le son : qu'entendez-vous par là ?

par Daniel BEAUFILS
 Institut National de Recherche Pédagogique
 Département Technologies Nouvelles et Éducation
 91, rue Gabriel Péri - 92120 Montrouge

C'est d'un vaste sujet dont je voudrais parler ici : le son, et (bien sûr) son enseignement dans le cadre des nouveaux programmes des classes de seconde des lycées. Mais je me demande si ce que je souhaite exprimer est vraiment une opinion ou seulement le témoignage d'une inquiétude, peut-être même infondée ? Comment dire alors ?... Et quel style pour un article qui n'est pas scientifique ?... Peut-être qu'un essai de reconstruction de discussion, sous la forme d'un dialogue socratique...

Car au départ, la discussion commence toujours bien : le point de vue prenant en compte la voie et l'oreille, les instruments et l'acoustique musicale, ainsi que les technologies d'enregistrement et de reproduction sonore (en référence à l'environnement actuel des élèves) suscite facilement l'adhésion ; et cette dernière semble d'autant plus forte que le lien est fait avec l'introduction d'outils informatisés. Mais, la cohérence ainsi présente ne résiste guère dès que la question de l'analyse harmonique est citée :

«Une explicitation du principe de la transformée de Fourier rapide n'est évidemment pas à la portée des élèves ; d'ailleurs, cela n'est pas dans le programme ;

– Mais alors comment gère-t-on le choix de la fréquence d'échantillonnage ? Et comment explique-t-on le «bruit» entre les composantes et la différence entre les amplitudes des pics obtenus et les valeurs théoriques ?

– Ce sera une approche plutôt qualitative de ce point de vue...

– Ah... Tant de moyens de numérisation, de calculs et de représentation graphique pour du qualitatif ? Peut-être...

– Non, pas seulement. Il y a la possibilité de synthétiser à partir d'une série d'harmoniques ! On envoie un signal avec un GBF

sur un haut-parleur, on enregistre, on numérise et on resynthétise pour l'envoyer à nouveau sur le haut-parleur.

– Et alors, comment tient-on compte de la sortie réelle du GBF, des bandes passantes du haut-parleur et du micro ?

– On utilise en fait deux haut-parleurs. On peut jouer sur les harmoniques, effectuer des filtrages et voir, euh entendre, la différence ! Et puis, on peut aussi comparer différents instruments ; on peut changer le timbre, même supprimer le fondamental et montrer que la note est montée d'une octave...».

«Mais alors, le capteur de référence n'est plus le micro branché sur l'oscillo du physicien, mais l'oreille de l'élève ?

– Oui, bien sûr. Dans de nombreux cas c'est l'œil. Là, c'est l'oreille ! On peut expliquer l'intensité, la hauteur, le timbre.

– ... Déjà la question des couleurs n'est pas simple... Mais là, pour l'oreille... L'octave, le timbre... Vous avez des élèves musiciens ?

– Non, mais c'est facile. On multiplie la fréquence par deux et on monte d'une octave ; on augmente l'intensité du BF et on entend que c'est plus fort ; on coupe des harmoniques et on entend la même note, mais avec un timbre différent...

– Là précisément, je ne suis pas certain que les choses soient si simples : percevoir la même note lorsqu'on supprime les harmoniques... Et par ailleurs, peut-on clairement distinguer une variation de hauteur sans impression de variation d'intensité ? Quant au timbre, est-ce vraiment seulement une question d'harmoniques ? J'ai cru comprendre que c'était un sujet d'études : les sons brefs, les attaques...».

«Oui... Mais le timbre, c'est juste cité dans le programme. On ne peut pas le traiter en détail. L'important c'est la fréquence et l'intensité d'une onde sinusoïdale.

– Oui, mais qu'est-ce que vous dites aux élèves pour définir l'intensité ? A partir de la puissance de la source ?

– Pas seulement, on introduit le décibel avec des exemples : les courbes de bande passante à -3 dB des chaînes Hi-Fi, la courbe des fréquences audibles avec les seuils d'audibilité et de douleur, par exemple.

– Oui, la loi de Feshner... Mais là, on parle encore d'oreille et de physiologie, non ? Pas facile à montrer expérimentalement...».

«Côté expérimental, on peut faire la mesure de la vitesse du son. D'ailleurs, il y a des dispositifs à ultra-sons qui permettent de faire une séance de T.P.

– Mais je croyais qu'on était d'accord sur le fait que le son était défini par ce qu'on entendait... La gamme des 20-20 000 Hz... Et les expériences sur le son, on les fait avec autre chose !

– Le prof peut le faire avec un son, puis les élèves mesurent la vitesse avec les ultrasons. Ils font la manip ; là, ils peuvent aussi utiliser l'ordinateur.

– Oui, bien sûr, mais autrefois, je faisais cela avec un oscillo... Mais, dites-moi, ce qui resterait essentiel à propos du son, c'est la mesure de la célérité d'ondes ultrasonores sinusoïdales ?».

Évidemment, c'est un peu facile. Et n'étant ni acousticien, ni vraiment musicien, n'ayant pas d'élèves de seconde, on peut se demander pour quelle raison je prends la parole... La raison est qu'une période de mise en place de nouveaux contenus est propice à une réflexion - et je parle là de celle des enseignants qui doivent *percevoir et concrétiser* les idées nouvelles ainsi apportées¹ - et qu'une certaine vigilance ne doit pas être étouffée dans l'urgence de la mise en œuvre des cours et T.P., dans la nécessité de faire avec les moyens du moment ou dans l'enthousiasme des nouvelles technologies, sous peine de conduire à des situations pédagogiques provisoires qui risquent de s'installer d'elles-mêmes pour un certain temps. Et c'est à cette *vigilance (scientifique et didactique)*, ou du moins à son maintien, que j'espère contribuer à travers ce questionnement.

Il convient en particulier, me semble-t-il, d'éviter de négliger les différentes rubriques évoquées ci-dessus :

- la référence aux «technologies modernes» connues des élèves,
- l'oreille musicienne et l'acoustique musicale,
- la description du physicien théoricien qui s'intéresse au concept d'onde et au phénomène de propagation.

Sinon, le risque est à nouveau de montrer une science réductrice et aride, limitée à des aspects formels d'utilité guère évidente, bref, une science peu motivante. Pour autant, la problématique n'est pas dans l'exhaustivité, mais dans l'articulation de ces points de vue complé-

1. ... de la lecture, à l'interprétation des textes..

mentaires. Notons ici qu'une prise en compte des aspects «sciences physiques», perceptifs et technologiques, non seulement paraît nécessaire mais peut constituer l'objet d'une recherche semblable à celle menée sur la couleur².

Une telle prise en compte, et en particulier celle des technologies informatisées, concerne en fait autant l'enseignement de la musique que celui de la physique ; et là, il est facile de prendre quelques références. La question de la modélisation de l'oreille musicienne a fait l'objet de travaux depuis longtemps (voir LEIPP, 1978), et sans vouloir non plus remonter aux œuvres de P. SCHAEFFER, K. STOCKHAUSEN ou I. XENAKIS, la création électroacoustique et la composition musicale assistée par ordinateur sont connues et reconnues. Citons, pour l'actualité, l'INA-GRM, l'IRCAM avec son ordinateur de synthèse de son en «temps réel» et ses cours d'informatique musicale (Résonance, 1993)³ ; citons également les logiciels de synthèse musicale depuis les classiques séquenceurs à interface MIDI et les logiciels de synthèse harmonique fonctionnant sur des ordinateurs personnels⁴ jusqu'au système pour spécialiste ; notons également ici avec A. GERZO (1993) que «...calcul et musique ont toujours entretenu des liens très étroits. Qu'il s'agisse de musique classique ou de musique baroque, les règles auxquelles obéissent contrepoint, fugue ou sonates, peuvent s'exprimer, pour une grande part, selon un formalisme mathématique. L'outil informatique trouve alors toute sa justification. Non seulement, il permet d'enrichir l'univers des sons, par la synthèse et le traitement de matériaux sonores, mais il offre la possibilité d'effectuer de manière extrêmement rapide les calculs nécessaires à la composition d'une œuvre musicale». Si donc nous voulons choisir une référence musicale pour l'introduction des sons, si nos élèves ont quelques difficultés avec la dictée musicale (puis plus tard avec les cours d'harmonie), peut-être serait-il astucieux de glisser alors également dans l'enseignement de la musique quelques éléments issus des pratiques contemporaines...

2. Travail de thèse en cours au LDPEs (Université Paris VII) (CHAUVET, 1993)

3. Une université d'été «Musique et Informatique» vient d'être conduite par Jean-Claude RISSET.

4. Il est évidemment exclu de citer quelques logiciels ou machines, mais les revues d'informatique ou multimédia comportent régulièrement des articles sur les cartes sonores et leurs logiciels

L'informatique pourrait donc être le lien qui rapprocherait l'enseignement de la physique et celui de la musique⁵. Pour paraphaser un ancien article du Bulletin, je pourrais dire ici : «Musique et Physique, des enseignements à rapprocher». Mais c'est là une opinion. Peut-être même, est-ce là l'opinion que je cherchais au début de cet article...

BIBLIOGRAPHIE

- B.O., spécial hors série, nouveaux programmes des classes de seconde, septembre 1992.
- MEN, document d'accompagnement du programme de physique de la classe de seconde, GTD de Physique, document de travail n° 0, 1993.
- INRP-U.D.P., Actes des journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physique, 1988, 1990, 1992.
- F. CHAUVET, «Construction d'une compréhension de la couleur intégrant sciences, techniques et perception», actes du 3^{ème} séminaire de didactique des sciences physiques, Toulouse, 1993
- FLEURY-MATHIEU, Vibrations mécaniques - Acoustique, Chapitre 11 «L'oreille et l'audition», chapitre 12 «Notion d'acoustique musicale».
- A. DANHAUSER et H. RABAUD, Théorie de la musique, troisième partie : la tonalité, Éditions Lemoine, 1929.
- E. LEIPP, Acoustique et musique, Dunod, 2^{ème} partie : «L'audition des sons», 1984.
- E. LEIPP, L'oreille musicienne : peut-on la tester ?, Chant Choral, n° 4, 1978.
- J. PIERCE, Le son musical : musique, acoustique et informatique, Belin, Coll. L'univers des sciences, nouvelle édition (livre avec CD)
- J.-J. MATRAS, Le son, PUF, Coll. Que sais-je ?, n° 293.
- BELIN : Son et musique, Coll. Bibliothèque pour la science, 1980
- A. GERZO, Informatique et musique, La Recherche, (24) 257, 1993.
- Résonance, Revue de l'IRCAM et du Centre George Pompidou, n° 3, 1993.
- P. SCHAEFFER, Le Trièdre fertile, INA-GRM, 33 tours Philips, collection Prospective XXI^e siècle, 1978.
- S. ALLART, Magie des Ondes Martenot, 33 tours Adès, 1973.
- I. XENAXIS, Musique Architecture, Casterman-Poche, 1971.

5. Ceci ne serait alors plus le seul fait de l'ordre préférentiel des élèves...