

# MUSIQUE ----- : une relation physique ! INFORMATIQUE

**Marcel-Jean VILCOSQUI**

Depuis bien longtemps, la physique sert de base à la musique « savante » européenne.

L'informatique a donné un nouveau rebondissement à cette relation.

Qu'en est-il de ce couple musique-informatique et du trio musique-physique-informatique pour l'Education Nationale ? Après une valse hésitation mâtinée de tango argentin, les programmes d'éducation musicale semblent opter pour un nouveau pas. Examinons-les.

## **Rappel rapide des faits.**

Pythagore, parmi les premiers, a donné une tournure physico-mathématique à la musique en calculant, puis en fixant à sept, les sons qui composent notre gamme. Par la suite d'autres calculs ont été faits et d'autres paramètres pris en compte avant d'aboutir à notre gamme actuelle dont le système est dit « tempéré ». Au XIX<sup>ème</sup> siècle, Helmholtz et Fourier ont apporté leur pierre à cet édifice physico-musical par leurs recherches sur la constitution du son. Enfin, soulignons que l'informatique a pris naissance grâce aux travaux concernant la création de sons artificiels produits par des instruments électriques, et toujours avec le même cheminement de la pensée.

Du synthétiseur à l'ordinateur multimédia, du générateur de sons et de restitution de la parole aux autoroutes de l'information, la production de sons entretient d'étroites interrelations avec la physique.

## **Education Nationale et programmes**

Dans le *B.O. Hors série du 24 septembre 1992, destiné aux professeurs de musique* des lycées, outre le programme traditionnel concernant l'histoire de la musique, la pratique du chant et des instruments, une très

large place était consacrée à la technologie **de notre temps** et aux interférences entre la musique, l'informatique et la physique : « L'informatique met à la disposition des enseignants et des élèves des outils pédagogiques et créatifs puissants (...). Le travail sur le matériau sonore peut être mené sur du son concret, au moyen de l'échantillonneur ou d'une carte de numérisation, ou sur du son de synthèse. Des travaux scientifiques et créatifs seront menés avec le cours de Physique (Acoustique). Ces pratiques donneront accès à des langages de notre temps que les élèves ressentiront, exploreront, vivront et pratiqueront. Ainsi des oeuvres de Chowning, de Risset, des compositeurs « spectraux » par exemple pourront donner lieu à des activités nombreuses et variées ». Ces directives sont justifiées par des considérations utilitaires : « Enfin l'ensemble de ces instruments et de ces machines servent, à des niveaux divers, aux métiers de la musique et, en particulier aux métiers du son (pour la création, l'interprétation, la production, la diffusion). Le lycée se doit d'informer et de faire pratiquer les techniques d'aujourd'hui, s'il veut préparer au monde contemporain ».

Les deux compositeurs, cités ci-dessus, à titre d'exemples, ont une double formation de physicien et compositeur, ils utilisent à ce titre l'informatique dans leurs créations. Par ailleurs notons, dans la même optique, les oeuvres et travaux produits depuis plusieurs années par l'IRCAM et le GRM, à Paris. La nouvelle approche musicale proposée par l'Education Nationale n'avait donc pas un caractère révolutionnaire. Elle était d'autant plus logique et cohérente que, parallèlement, dans le même *B.O. Hors-série du 24 septembre 1992 un nouveau programme de physique* était imposé en classe de seconde. Voici quelques extraits relatifs aux « Sons et ultrasons » (horaire prévu : 16 h) : « En introduction, on aborde les différents aspects des phénomènes sonores : nature du son, caractéristiques physiques et physiologiques, enregistrement et reproduction, etc. ». Plus loin, dans le paragraphe consacré à l'acoustique musicale « il est recommandé d'utiliser l'ordinateur muni d'un logiciel d'analyse de Fourier pour montrer les caractéristiques de timbres différents issus de sons enregistrés par les élèves ou d'instruments apportés en classe. Un logiciel de synthèse de sons peut également être utilisé avec profit ». Enfin, sans entrer dans tous les détails du texte, il est spécifié dans les contenus : « A l'aide de l'ordinateur : un son (par exemple celui d'un instrument d'élève) analysé, le spectre en fréquence donne le fondamental et les harmoniques. Principe de synthétiseur. Exploitation de documents comparant les sons émis par différents instruments de musique : timbre et tessiture ». Comme dans le programme prévu pour la musique,

l'orientation finale ne fait aucun doute : « Le programme de seconde prend appui sur un thème conducteur qui concerne l'environnement quotidien et qui suscite particulièrement l'investissement de nombreux adolescents : sons, reproduction des sons, **musique** (sic) et lumière ».

La collaboration entre les deux disciplines coulait de source. Or, si le programme de physique est resté inchangé depuis lors, en revanche *celui d'éducation musicale a été amputé* de toute la partie concernant l'informatique musicale et la physique dans *le B.O. n° 33 du 14 septembre 1995* (p. 2598, « Musique en classe de seconde générale et technologique et en classes de première et terminale séries L, ES et S ») ! Dorénavant, qui expliquera et démontrera cette sentence extraite d'un ouvrage de physique de seconde : « La gamme tempérée est très riche, mais musicalement moins satisfaisante que les gammes construites sur les rapports de fréquence simples ; les accords obtenus sont moins consonants » ? Cette affirmation est-elle exacte ? Et la question, posée ensuite, dans ce même ouvrage de physique destiné aux secondes, est-elle pertinente et compréhensible pour les lycéens ou futurs musiciens à qui elle est destinée : « Transposer une mélodie, c'est décaler les hauteurs relatives des notes de la mélodie initiale d'un même nombre de savarts. Un air est formé par la succession des notes ut<sub>3</sub>, mi<sub>3</sub>, sol<sub>3</sub>, ut<sub>4</sub> de la gamme tempérée. Un clarinettiste doit transposer ces notes en les haussant d'un demi-ton. Quelles sont les nouvelles notes transposées ? ». Il devient difficile de travailler cette partie du programme en occultant l'intervention du professeur de musique au niveau des classes de seconde...

Si ces questions pluridisciplinaires physique-musique paraissent aux lecteurs des problèmes ardues qui supposent des connaissances et une formation (sans parler du matériel mis parfois en oeuvre), ces questions n'en demeurent pas moins des domaines d'investigation de notre époque, indispensables en particulier aux métiers de l'informatique et de l'audiovisuel. De là à demander à tous les élèves de 6ème des collèges et à leurs professeurs de musique (souvent sans formation continue conséquente) d'être capables de comprendre et d'expliquer certaines de ces notions, le pas est énorme. Il vient pourtant d'être franchi puisque le « **Nouveau Contrat pour l'École** », de décembre 1995, sous la rubrique « technologies actuelles » de *l'enseignement musical en 6ème* spécifie : « Les technologies actuelles (ordinateur, générateur de son, claviers, CD-Rom, CDI) s'ajoutent aux moyens traditionnels dont dispose le professeur pour faire progresser sa classe. Les notions relatives au langage musical sont mises en valeur par l'utilisation de ces technologies :

. **Timbre/Couleur** : par la manipulation aisée des **données physiques** (sic) constitutives du son, les logiciels spécialisés contribuent à affiner la perception de ce paramètre. Une couleur peut être décomposée selon les constituants (enveloppe, attaque, soutien, chute, épaisseur, fréquence) qu'il s'agisse de timbres isolés ou associés ».

Le texte ajoute que pour introduire la notion de temps on utilisera des logiciels spécialisés (séquenceurs) ainsi que pour faire acquérir la notion concernant la répartition spatiale des événements sonores. L'aspect matériel de ces contraintes pédagogiques est aussi évoqué « Les possibilités graphiques de ces logiciels, par l'évidence des représentations proposées, sont largement privilégiées ; elles nécessitent la présence en classe d'un téléviseur à grand écran relié à un ordinateur ».

A ce programme ambitieux du collège qui reprend donc, dans ses grandes lignes, celui prévu autrefois en lycée, s'ajoute l'étude de chants, de morceaux de flûte, d'audition et d'exercices de créativité... Son mérite reste de dénoter de la forte interpénétration entre musique, physique et informatique. Toutefois, le programme prévu actuellement pour le cycle central (5ème/4ème) se borne en ce qui concerne les technologies nouvelles, à une seule phrase : « Intégration des possibilités offertes par les technologies nouvelles » à laquelle s'ajoute dans « Pratiques instrumentales » le paragraphe suivant : « Il convient de diversifier et d'enrichir registre et timbre des instruments déjà utilisés en classe de sixième :

- flûtes à bec soprano, alto, ténor,
- percussions (peaux, métaux, bois et lames),
- générateurs de sons,
- autres instruments éventuellement pratiqués par les élèves ».

Enfin, pour être tout à fait complet sur ce chapitre des textes officiels, le *B.O. du 8 mars 1990*, prévoit pour les classes technologiques musicales de première et terminale F 11 et F 11' *en physique* des cours concernant « les oscillateurs et ondes, les chaînes électroacoustiques, les qualités physiologiques d'un son musical et les instruments de musique », et pour le bac pro des cours sur l'acoustique. En revanche aucune indication à ce propos pour les professeurs d'Arts.

Pourtant, et c'est la première fois, les programmes des épreuves musicales pour tous les baccalauréats des années 1996 et 1997 ont accordé une large place à la musique contemporaine voire électroacoustique.

En ce qui concerne le baccalauréat technologique « techniques de la musique et de la danse », session 1996, l'épreuve d'exécution instrumentale donnait le choix aux candidats entre jouer sur un instrument traditionnel un morceau d'auteur contemporain fixé dans une liste préétablie, ou créer une oeuvre à partir d'un schéma et de directives définies par Christine Groult dans une étude intitulée *Bousculade* ; cette réalisation était à effectuer sur bande magnétique, elle nécessitait trois magnétophones ainsi qu'une console de mixage et l'emploi de « sons plutôt de nature acoustique » donc ouvrait la voie à des possibilités nouvelles.

Quant à l'épreuve facultative de musique du baccalauréat général, pour la session 1997 elle comporte, entre autres, l'analyse d'une composition de Pierre Boulez, *Mémoriale (explosante-fixe...originel)* qui est l'une de ses premières créations exploitant les possibilités de l'informatique ; plusieurs versions de cet ouvrage ont été faites dont une enregistrée avec une flûte « miditisée ». A l'origine, non seulement l'auteur désirait employer des sons artificiels mais aussi mettre en valeur un appareil conçu par un scientifique - le halaphone - permettant de faire voyager le son dans l'espace par l'intermédiaire de haut-parleurs pilotés.

Tous ces éléments nouveaux montrent que l'Education Nationale prend en compte les implications de la musique avec l'électronique et donc le rapprochement physique-musique.

Il va de soi que ces interférences nécessitent des acquis spécifiques c'est pourquoi l'INRP a créé, depuis septembre 1995, un groupe de réflexion bidisciplinaire dirigé par Daniel Beaufiles sur le thème « Des outils informatiques comme objets d'une interdisciplinarité physique/musique dans l'enseignement de lycée ». Cette recherche n'est pas superflue, ne serait-ce que sur le point de vue du vocabulaire et de la didactique à adopter en commun ainsi que de la formation et l'information à divulguer.

D'ores et déjà, pour aider les enseignants dans ce travail physique-musique, les appareils et didacticiels deviennent de plus en plus nombreux sur le marché.

### **Les ouvertures pédagogiques**

A titre d'exemples intéressants, citons les outils développés par la maison Jeulin : l'appareil dénommé *Créa-sons*, générateur d'harmoniques « permet de créer des sons, reconstituer des sons, étudier le timbre... » et « démontrer le principe du synthétiseur » ; toujours chez Jeulin, le logiciel

*Labson* « enregistre, visualise, analyse, synthétise des sons... » alors que le logiciel *Sonorama* est « d'une utilisation particulièrement simple, rapide et attrayante pour enregistrer, étirer un harmonique, écouter un son au choix parmi 4 enregistrements... ». De son côté la maison Fretless propose *Virtual Waves*, un logiciel de création sonore (synthèse-traitement-analyse-transfert) qui « permet de créer des machines virtuelles, nommées synthétiseurs, en connectant des modules logiciels entre eux de façon intuitive et ergonomique » : un petit clavier apparaît à l'écran sur lequel il est possible de cliquer pour jouer avec les sonorités inventées et il est même permis d'afficher leurs graphes et sonagrammes.

Chacun sera surpris des nombreuses possibilités de s'enrichir et d'enrichir les élèves dans ces domaines : créer des sons à l'infini ou reproduire au mieux ceux qui existent, étudier comment la musique peut évoluer en fonction des apports techniques et technologiques, comprendre les instruments actuels ou inciter les élèves curieux à aller vers des voies nouvelles, voici les enjeux.

Pour être concret, j'ai personnellement fait une série de cours dans cette optique à une 3ème technologique de collège. La progression consistait à montrer l'influence de l'évolution technique (clavecin puis piano) sur la composition et l'interprétation des oeuvres. Ainsi le passage de la corde pincée du clavecin à la corde frappée du pianoforte a autorisé des notes de durées plus longues et des nuances de plus en plus subtiles ; la consolidation de la table d'harmonie a permis parallèlement au début du XIXème siècle d'ajouter des notes supplémentaires aux extrémités du clavier, notes utilisées immédiatement en particulier par Beethoven ; enfin, la robustesse des cordes obtenue à la suite de recherches technologiques et acoustiques a incité les musiciens à écrire des oeuvres au caractère plus percutant et a permis de « monter » le diapason ce qui a des répercussions sur l'accord de l'instrument ... et donc sur l'auditeur. Après démontage du piano par mes soins, les élèves ont découvert avec intérêt le nombre variable de cordes pour chaque note, le rôle des pédales et leur emploi, la précision technique et technologique indispensable pour obtenir un instrument satisfaisant, etc. A l'aide d'exemples musicaux, il m'a été possible de faire découvrir la différence entre la musique de clavecin et celle pour piano puis de leur faire distinguer les nuances romantiques ou debussystes, voire l'agressivité de certains morceaux contemporains, impensable autrefois. Malheureusement, faute d'ordinateur performant, il n'a pas été faisable, comme je le souhaitais, de prouver qu'à chaque instrument correspondait une « empreinte », visible par l'analyse spectrale ni d'expliquer le mécanisme des synthétiseurs et des pianos électri-

ques ainsi que leurs différences. Néanmoins, je compte bien poursuivre dans cette voie compte tenu de l'impact très positif sur les élèves.

Dans un tel esprit d'ouverture, chacun pourrait trouver un renouveau valable pour les deux disciplines, aussi, dans cette optique, il est peut-être regrettable que la musique, déjà « optionnelle » au lycée, y soit de plus rattachée, en priorité, au domaine exclusivement littéraire. Cette forme de cours n'est donc possible actuellement qu'en collège, où les effectifs et l'âge des enfants sans compter le manque de moyens et l'absence d'un programme de physique parallèle, rendent difficile à gérer ce type d'interdisciplinarité dont nul ne niera pourtant l'intérêt à long terme.

Marcel-Jean VILCOSQUI

Docteur d'Etat ès Musicologie

Professeur certifié d'Education Musicale