

Rescan Susan
M1 ATN

Musique algorithmique et théorie de l'évolution,
imitation et mémétique

Décembre 2012

Table des matières

Introduction.....	3
1.L'expérience Darwintunes.....	4
1.1 Présentation de l'expérience.....	4
1.2 Analyses graphiques.....	5
1.3 Résultats et conclusion.....	6
2.Mise en perspective.....	7
2.1 La musique possède une dimension intime.....	7
2.2 Une dimension sociale.....	7
2.3 Un déploiement particulier.....	8
Conclusion.....	9
Bibliographie.....	10
Webographie commentée.....	11

Introduction

Tout au long du xx^e siècle, nombre d'expérimentations musicales verront le jour en occident. Les découvertes scientifiques et technologiques permettent aux compositeurs de se pencher sur des systèmes d'écriture de plus en plus savants, donnant par exemple naissance aux musiques dodécaphoniques, sérielles, ou concrètes. L'émergence des supports informatiques puis l'avènement de l'ordinateur permettent de traduire ces systèmes en algorithmes, et ouvre le champ de la création musicale à l'automatisme, la programmabilité, ainsi que la computation, propre à l'informatique.

Pierre Barbaud, père de la musique algorithmique française, la distinguera de la musique concrète ou électronique par son « *étude des possibilités combinatoires du discontinu sonore avant celles du continu*¹ », lui permettant de concevoir la composition musicale comme « *l'exploration, avec tout ce que ce mot comporte de possibilités de surprises agréables ou désagréables, d'un arbre exponentiel, ou du moins de quelques-uns de ses rameaux*² ». Barbaud, sortant de la subjectivité artistique, utilisera les mathématiques pour analyser les structures musicales, et opérer « *une mécanisation des procédés de composition dont les résultats à l'intérieur d'un système donné pourraient passer pour l'inspiration la plus instinctive aux oreilles de l'auditeur le plus averti*³ ». Plus tard, dans les années 90, David Cope⁴ développera avec son EMI (*Experiments in Musical Intelligence*) un logiciel capable d'analyser un certain type de musique et de composer ensuite des pièces correspondant à ce même type⁵.

Nous avons choisi ici d'étudier une expérience menée par des chercheurs de l'Imperial College de Londres, *Darwintunes*, au sein de laquelle des chercheurs ont couplé musique algorithmique et théorie synthétique de l'évolution⁶. En métaphore de la sélection naturelle, les variations musicales, émancipées de tout compositeur, représentent les gènes, qui vont évoluer selon les choix de ses auditeurs, prenant la place de l'environnement. Nous suivrons premièrement l'hypothèse de l'expérience, considérant que la musique populaire s'améliore grâce à son public, puis nous tenterons de mettre ces résultats en perspective, notamment en nous intéressant à la psychanalyse, à la sociologie et à la mémétique.

1 BARBAUD Pierre, *La Musique algorithmique*, Paris, revue *Esprit* « *Musique nouvelle* », janvier 1960, p. 92.

2 *Ibid.*, p. 95.

3 *Ibid.*, p. 97.

4 Professeur de musique à l'Université de Californie, Santa Cruz.

5 Le logiciel est capable, par exemple, de composer des pièces à la manière de Mozart, Bach ou Beethoven.

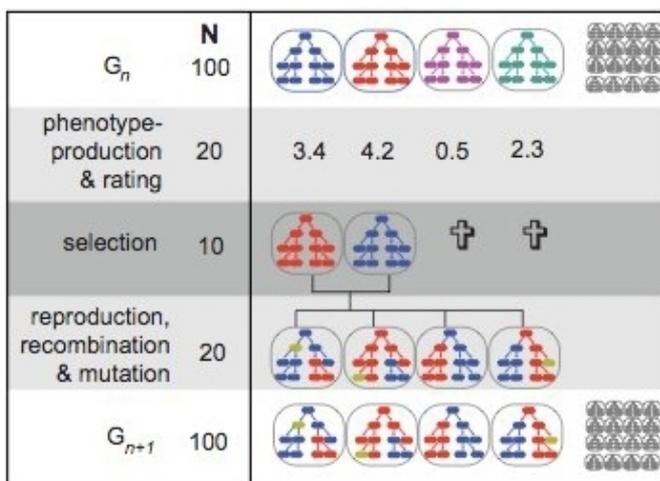
6 Aussi appelé néodarwinisme. Extension de la théorie originale de Charles Darwin qui ignorait alors les mécanismes de l'hérédité génétique.

1.L'expérience *Darwintunes*

1.1 Présentation de l'expérience

En 2009, un groupe de chercheurs de l'Imperial College de Londres a choisi de s'intéresser à la place de l'auditeur dans l'évolution de la musique populaire. Pour mener à bien leur expérience, ils ont créé un algorithme permettant de maintenir au sein d'un programme une population de cent génomes musicaux ; chacun de ces génomes contenant un programme, qui, une fois exécuté produit une boucle sonore de huit secondes. Chaque génome possède son propre programme, qui détermine les différents paramètres de sa boucle sonore, tel que sa tonalité, sa hauteur ou son intensité. Il s'agit pour ces premiers génomes de son assez simple, peu structuré et non mélodique. Le tempo et la durée sont les seuls éléments invariables des programmes.

Ces cent premières boucles vont ensuite être aléatoirement jouées à des auditeurs volontaires, via le site internet du projet. Chaque auditeur doit noter les boucles sur une échelle allant de un, correspondant à « inaudible » à cinq, correspondant à « j'adore ». Les auditeurs ne peuvent pas communiquer entre eux ; c'est, selon l'équipe de recherche, un moyen d'éviter l'influence sociale dans les choix de chacun. Quand vingt boucles ont reçu une note, les dix moins bien notées sont éliminées et les dix boucles restantes se combinent de façon sexuée, comme illustré dans le schéma ci-dessous.



Les dix boucles sélectionnées se combinent par paires qui donnent chacune naissance à quatre nouvelles boucles, qui viendront s'ajouter aux quatre-vingt boucles restantes pour retrouver un total de cent « individus ». Les boucles engendrées sont composées d'un mélange aléatoire de leurs deux « parents ». Cependant, de façon à rester proche de la théorie de l'évolution, les chercheurs ont également introduit des mutations aléatoires lors de la reproduction.

Mode de reproduction des boucles sonores

Près de sept mille volontaires ont participé à cette expérience. Un compte-rendu a été rédigé par les chercheurs après deux mille cinq cent treize générations, ce qui représente plus de quatre-vingt cinq mille notes et plus de cinquante mille naissances de boucles⁷.

Une écoute de l'échantillon de la population de base⁸, puis d'un échantillon à cinq cents générations⁹, mille générations¹⁰, deux mille générations¹¹ ainsi que des accoustmographies tirées de ces mêmes échantillons (voir page suivante) nous montrent clairement que les boucles gagnent en complexité et en structure au fur et à mesure de leur évolution.

7 L'expérience est toujours active, il suffit d'aller sur le site du projet pour y participer. Les boucles ont dépassé les six mille huit cent générations, et une nouvelle expérience sur des sons de percussion reprenant le même mode de fonctionnement a commencé récemment.

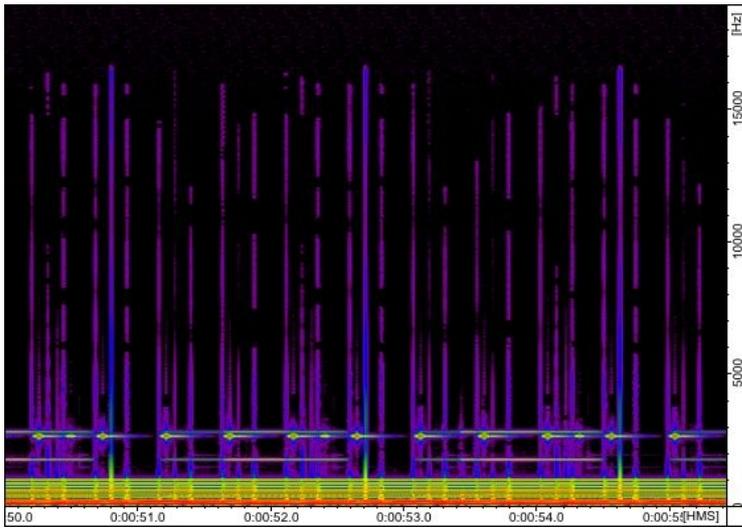
8 Disponible à cette adresse: <http://soundcloud.com/uncoolbob/public-0k-taster/>

9 Disponible à cette adresse: <http://soundcloud.com/uncoolbob/darwintunes-medley-at-100-generations/>

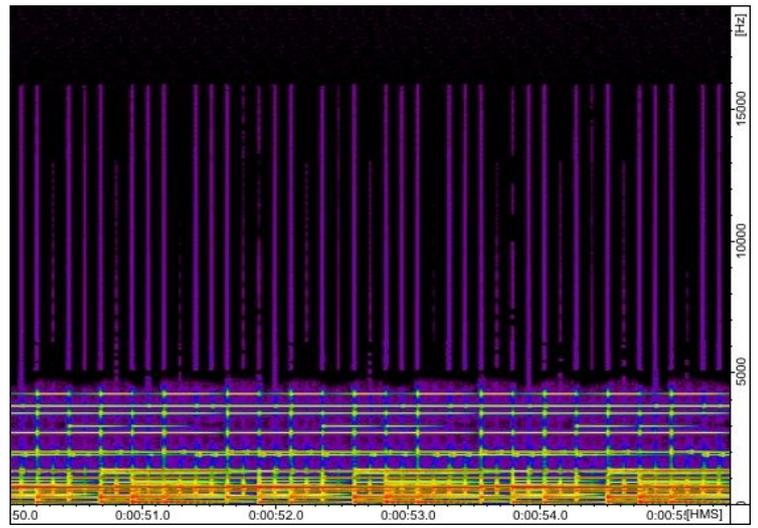
10 Disponible à cette adresse: <http://soundcloud.com/uncoolbob/darwintunes-medley-at-200-generations/>

11 Disponible à cette adresse: <http://soundcloud.com/uncoolbob/darwintunes-medley-at-400-generations/>

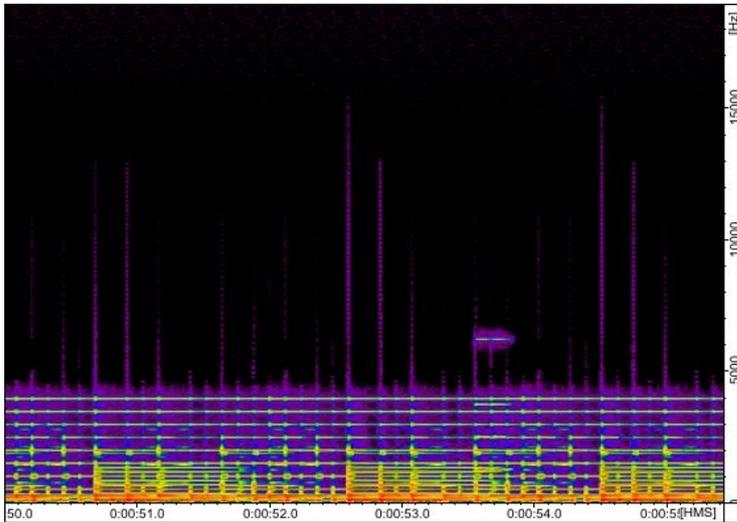
1.2 Analyses graphiques



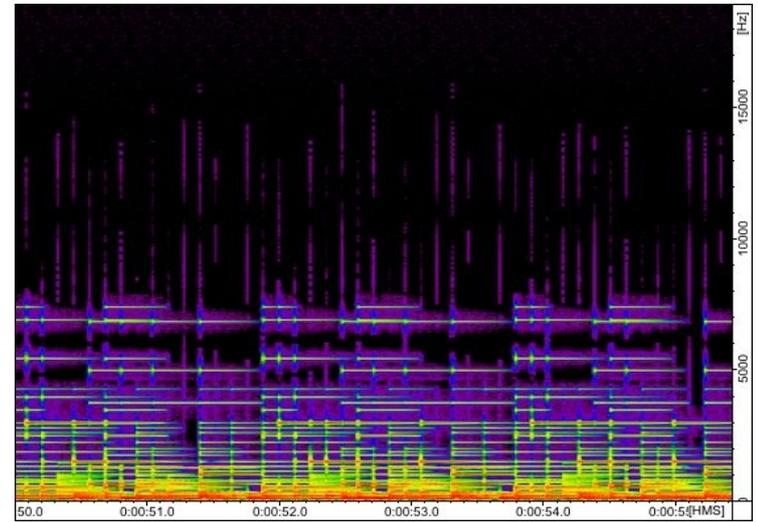
Accousmographie sur l'échantillon de base



Accousmographie à 500 générations

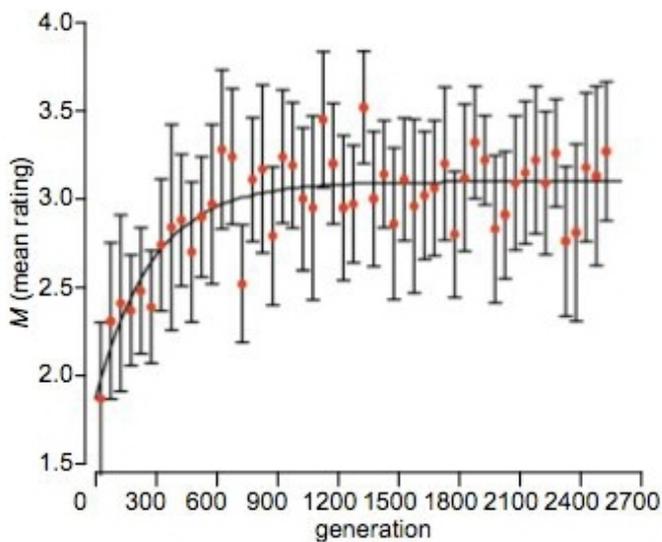


Accousmographie à 1000 générations



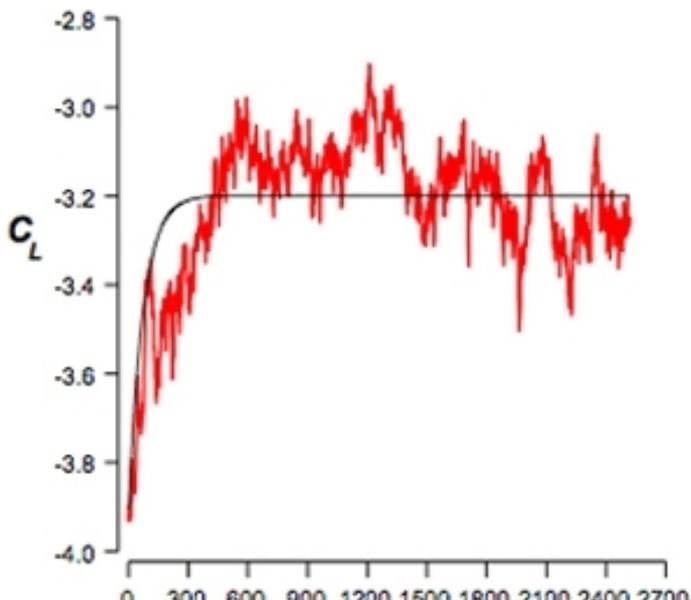
Accousmographie à 2000 générations

Les chercheurs ont constaté une évolution rapide vers des sonorités dites « attrayantes », apparaissant entre trois cents et six cents générations, puis une stagnation, que ce soit du point de vue des notes, du rythme ou encore des accords, à partir de mille deux cents générations. Cette stagnation apparaît de façon assez claire sur les graphiques fournis par les chercheurs.

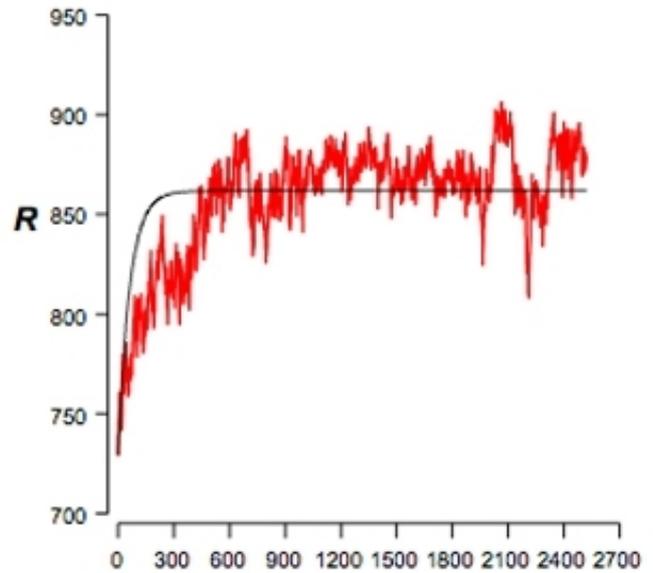


Évolution des notes par rapport aux générations

Nous pouvons voir sur ce graphique que la moyenne des notes attribuées, représentée par un point rouge, a tendance à se maintenir une fois passée la barre des six cents générations.



Évolution des accords par rapport aux générations



Évolution des rythmes par rapport aux générations

Les deux graphiques ci-dessus nous montrent que l'évolution des accords et du rythme suivent le même cheminement.

1.3 Résultats et conclusion

Selon les chercheurs cette stagnation pourrait être due à une baisse de la fidélité de transmission se produisant pendant la reproduction. Ils ne savent pas encore précisément comment expliquer cette baisse, étant confrontés à deux hypothèses. Dans un environnement naturel, une baisse de la fidélité de transmission peut être due à un changement de l'environnement, à un problème dans les recombinaisons ou dans les mutations. Dans le cadre de l'expérience, l'environnement ne changeant pas, nous aurions donc à faire un problème dû aux recombinaisons ou aux mutations, une boucle plaisante pouvant être perdue dans ces deux modes de changement¹². Il est également possible que cette stagnation soit due à la limitation produite par un système de notation peu complexe ainsi que par une durée assez courte des boucles sonores, ces deux éléments pouvant empêcher la musique de se complexifier passé un certain point.

Pour vérifier leurs résultats, les scientifiques ont ensuite testé la popularité des morceaux provenant de différentes générations musicales et demandé aux auditeurs volontaires de les noter séparément. Sans savoir à quelle génération ces morceaux appartenaient, ils ont systématiquement considéré les morceaux les plus récents comme les plus attrayants et ont ainsi validé l'hypothèse de cette recherche, selon laquelle la musique populaire s'améliore avec le temps. Pour l'équipe de recherche, cette expérience montre également que le public, par son choix, constitue une force évolutive.

Dans la conclusion de leur compte-rendu, les chercheurs nuancent toutefois leurs résultats en rappelant que, sorti du champ de *Darwintunes*, les auditeurs ne choisissent pas seulement une musique sur ses qualités esthétiques, les préférences d'autres individus pouvant constituer une grande influence¹³.

¹² Les chercheurs prennent ici en compte la théorie dite de l'emballage fisherien, développée par Ronald Aylmer Fisher dans son livre *The Genetical Theory of Natural Selection* en 1930.

¹³ Ils remarquent toutefois que l'importance des différents niveaux de sélection (compositeur, individu, groupe sociaux) dans l'évolution de la musique est inconnue et varie selon les sociétés, l'Occident ayant longtemps, par rapport à d'autres cultures plus participative, réservé la composition et l'exécution de la musique à des élites.

2. Mise en perspective

Nous allons à présent relativiser quelque peu cette expérience, en nous attachant à certains aspects que l'équipe de recherche ne semble pas avoir pris en compte. En empêchant la communication entre ses auditeurs volontaires les chercheurs ont pensé se prévenir de toute influence extérieure. En supposant les auditeurs neutres, ils ont toutefois négligé les aspects psychologiques et sociologiques faisant partie de tout individu.

2.1 La musique possède une dimension intime

Si certains arts sont peu répandus ou difficilement accessibles, ce n'est pas le cas de la musique populaire, ayant la particularité de concerner, avec plus ou moins d'importance, chaque individu de culture occidentale. Cette particularité est bien entendu liée aux origines lointaines – pour tout dire, aussi vieille que l'homme – de la musique, mais se retrouve accentuée au XVIII^e siècle après la querelle dite « des bouffons » par Jean-Jacques Rousseau. Ce dernier bouleversera en effet le monde des arts, en détrônant la poésie, et en faisant de la musique le nouveau paradigme essentiel, car le plus expressif. L'apparition de la radio puis des baladeurs cassettes, CD et mp3 rend la musique très présente dans la vie contemporaine. L'Homme est donc formaté par des milliers d'années d'histoire culturelle.

Nous savons aujourd'hui que le cortex auditif de notre cerveau est capable de reconnaître des séquences de notes d'un morceau familier¹⁴, mais est également capable d'en reproduire des notes manquantes lors d'une écoute fractionnée. Nous savons également que ces objets sonores familiers ont une forte capacité d'anamnèse. La musique, capable de nous faire revivre une émotion, de nous rappeler un souvenir, touche donc directement au domaine de l'intime.

Selon Philippe Grimbert, psychanalyste, l'importance de la musique chez l'Homme s'expliquerait notamment par nos premières expériences *in utero*. Dans le bain amniotique, les battements du cœur maternel pourraient être associés aux BPM¹⁵ d'un morceau, la voix du père à une ligne de basse et la voix de la mère à une mélodie, ces trois éléments constituant la base de la plupart des chansons populaires. Le psychanalyste donne également à la musique un fonction transitionnelle lors de l'entrée dans le langage du petit enfant. Remarquons que les musiques populaires ont souvent des structures assez simples et répétitives, rappelant les structures de comptines pour enfants, assurément liées au plaisir de répétition et de reconnaissance.

2.2 Une dimension sociale

Si la musique entre en résonance avec notre affect, elle est également liée à notre acquisition culturelle. Dans *Les Lois de l'imitation* Gabriel Tarde s'intéresse aux rapports entre psychologie individuelle et comportement sociaux, et fait de l'imitation un acte social élémentaire, permettant d'appréhender toutes les constructions sociale de l'Homme. Au début de son ouvrage, il aborde la question des héritages et coutumes sociales de la manière suivante :

« La non-imitation volontaire et persévérante, en ce sens, a un rôle épurateur, assez analogue à celui que remplit ce que j'ai appelé le duel logique. De même que celui-ci tend à épurer l'amas social des idées et des volontés mélangées, à éliminer les disparates et les dissonances, à faciliter de la sorte l'action organisatrice de l'accouplement logique; ainsi, la non- imitation des modèles extérieurs et hétérogènes permet au groupe harmonieux des modèles intérieurs d'étendre, de prolonger, d'enraciner en coutume l'imitation dont ils sont l'objet. »¹⁶

14 Aussi appelé « tunes », notamment par Emmanuel Poncet dans son *Éloge des tubes*.

15 Battements Par Minute

16 TARDE, Gabriel, *Les Lois de l'imitation*, Paris, Kimé, 1993, p. 14.

Ainsi, si le « *duel logique* » permet d'éliminer les dissonances d'idées et de volontés dans l'amas social, la « *non-imitation* » de modèles différant des modèles déjà établis en tant que modèles internes ancre ces modèles reconnus dans la coutume, qui en plus d'être née de l'imitation permet de la perpétuer.

Les coutumes sont constituantes de l'être social, et, par leurs mutations, permettent d'expliquer beaucoup de comportements contemporains. Tarde, en abordant la question du progrès, saisira le fonctionnement et l'évolution de tout savoir. Pour lui le progrès naît de l'accumulation d'idées, de découvertes: « *Le progrès est donc une espèce de méditation collective et sans cerveau propre, mais rendue possible par la solidarité (grâce à l'imitation) des cerveaux multiples d'inventeurs, de savants qui échangent leurs découvertes successives. (Ici la fixation des découvertes par l'écriture, qui permet leur transmission à distance et à de longs intervalles de temps, est l'équivalent de cette fixation des images qui s'accomplit dans le cerveau de l'individu et constitue le cliché cellulaire du souvenir.)* »¹⁷. Ce mode d'évolution et de sélection des idées par l'imitation à travers les âges nous amène nécessairement à la question de la mémétique.

2.3 Un déploiement particulier

La mémétique consiste en une étude de l'évolution de la culture sur le même modèle que celui de la génétique. « *La mémétique est à la culture ce que la génétique est à la nature* »¹⁸, le même constituant l'élément de base d'étude de la culture, à l'instar du gène dans l'étude de la nature. Le mode de reproduction des mèmes diffère cependant de la reproduction génétique, fonctionnant plus comme une imitation, une mimésis que par une filiation sexuée. Le mème peut donc se définir comme « *un élément d'une culture pouvant être considéré comme transmis par des moyens non génétiques, en particulier par l'imitation* »¹⁹. La mémétique s'intéresse à la fois aux aspects personnels de ces transmissions, notamment par le biais de la neurologie, du cognitivisme ou encore de la psychologie; mais également aux aspects inter-personnel comme l'Histoire, la sociologie, l'anthropologie, l'archéologie, l'économie ainsi que les sciences politiques et religieuses. Elle s'inscrit dans le cadre du darwinisme étendu, mouvement qui consiste à étendre la théorie de l'évolution à d'autres champs que celui de la biologie. Dans l'étude de l'inné et de l'acquis la mémétique s'intéresse à l'acquis, et doit en cela être distinguée de la sociobiologie, s'intéressant exclusivement à la part héréditaire des comportements.

La mémétique considère l'Homme non seulement comme le produit d'une évolution biologique, mais surtout comme un environnement au sein duquel évoluent des éléments culturels. En se regroupant par ensembles, les mèmes deviendront des méméplexes. Plus ces associations seront riches, plus les mèmes verront leur chance d'être répliqués croître. Cette notion nous permet de mieux comprendre les répétitions de structures qui nous entourent. Plus les méméplexes vont devenir complexe, plus longtemps ils survivront et plus on les verra se répéter. La caractéristique de base de ces structures acquises est de se propager par l'imitation, ainsi, ne se répliquant pas au sein des individus, leur longévité réside dans leur capacité à provoquer un comportement imitable. Comme chez Tarde, l'imitation est sélection et nécessairement transpersonnelle. Pascal JouxteL nous rappellera également qu'« *à la base du connu, il y a la capacité à reconnaître et à produire de la ressemblance* »²⁰. Notre rapport à la culture est ainsi pétri d'évolution et de mutation de mèmes ancestraux.

17 *Ibid.*, p. 110.

18 JOUXTEL, Pascal, *Comment les systèmes pondent ? Introduction à la mémétique*, Paris, Le Pommier, 2005, p. 43.

19 « an element of a culture or system of behaviour passed from one individual to another by imitation or other non-genetic means. » Oxford English Dictionary, Traduction de Pascal JouxteL.

20 JOUXTEL Pascal, *op. cit.*, p. 193.

Conclusion

Dans le cadre de *Darwintunes*, il semblerait donc que nous ayons plutôt à faire à une expérience de coévolution que d'évolution. Si la musique (ici populaire et tonale) évolue grâce à ses auditeurs, ils sont eux-même soumis à d'autres forces culturelles. Les lois de l'imitation et de la mémétique associées à l'environnement intime et psychique de chacun placent les individus dans une sorte de musicalité inconsciente collective et historique dont ils ne peuvent se départir. Si les auditeurs ont une influence sur la musique, l'inverse se vérifie également²¹. La coévolution agit ici comme une relation dialectique dynamique et autoentretenu. Il s'agirait ainsi plus d'un miroir de cette musicalité inconsciente collective de notre époque ; les sonorités et l'évolution des boucles sonores produites dans le cadre d'une même expérience dans plusieurs siècles seraient probablement assez différents.

*« Rien en ce monde ne se fait en solitaire,
dans le domaine des gènes aussi bien que dans celui des mèmes. »²²*

21 Il paraît ici intéressant d'évoquer les travaux de Charles J. Lumsden et d'Edward O. Wilson, sociobiologistes, considérant que les phénomènes culturels devraient être intégrés à l'étude de l'évolution humaine. La transmission culturelle étant influencée par la nature et l'esprit humain (et réciproquement), un trait culturel pourrait favoriser une certaine évolution génétique par la stabilisation de gènes donnant un avantage sélectif au sein du groupe dans lequel ce comportement serait observé.

22 JOUXTEL Pascal, *op. cit.*, p. 252

Bibliographie

BARBAUD, Pierre, *La Musique algorithmique*, Paris, revue *Esprit « Musique nouvelle »*, janvier 1960, p. 92-97.

CLAIDIÈRE, Nicolas, *Théories darwiniennes de l'évolution culturelle : Modèles et mécanismes*, 380 pages, Thèse de doctorat : spécialité Cerveau Cognition Comportement : Université Pierre et Marie Curie (Paris) : 2009.

DAWKINS, Richard, *Le Gène égoïste*, Paris, Armand Colin, 1990.

DRÉO, Johann et al., *Métaheuristiques pour l'optimisation difficile*, Paris, Eyrolles, 2003.

GRIMBERT, Philippe, *Psychanalyse de la chanson*, Paris, Hachette, 2004.

GRIMBERT, Philippe, *Chantons sous la psy*, Paris, Hachette, 2002.

JOUXTEL, Pascal, *Comment les systèmes pondent : Une introduction à la mémétique*, Paris, Le Pommier, 2005.

LUMSDEN, Charles J., et WILSON, Edward O., *Genes, Mind And Culture: The Coevolutionary Process*, Singapour, World Scientific Publishing Company, 2005.

PAUL, Christiane, *L'Art numérique*, Paris, Thames & Hudson, 2004.

PONCET, Emmanuel, *Éloge des tubes : de Maurice Ravel à David Guetta*, Paris, Nil, 2012.

TARDE, Gabriel, *Les Lois de limitation*, Paris, Kimé, 1993.

Webographie commentée

<http://darwintunes.org/> (site de l'expérience darwintunes) [dernière consultation le 03/11/12]

<http://www.pnas.org/content/early/2012/06/12/1203182109> (Site du PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - Académie américaine des sciences) article compte-rendu de l'expérience darwintunes écrit par les chercheurs ayant effectué l'expérience) [dernière consultation le 29/10/12]

<http://repmus.ircam.fr/mamux/saisons/saison12-2012-2013/2012-10-12> (Compte-rendu et vidéo du séminaire MaMux (Mathématiques, musique et relation avec d'autres disciplines), *Modèles mathématiques et computationnels de la créativité*, Paris, 12 octobre 2012) [dernière consultation le 03/11/12]

http://interstices.info/jcms/i_58118/l-art-assiste-par-ordinateur (article sur l'art assisté par ordinateur) [dernière consultation le 28/10/12]

<http://www.realcomposer.com/Medal%20-%20Documentation.htm> (article de Jean-Charles Abermann, *Survol historique de la musique algorithmique*, décembre 2004) [dernière consultation le 29/10/12]

<http://www.ems-network.org/spip.php?article277> (article de Nicolas Viel (étudiant chercheur ayant soutenu une thèse intitulée *Musique et néo-positivisme : trajectoires de la création musicale d'Arnold Schoenberg à Pierre Barbaud* en 2007) *Pierre Barbaud et la naissance de la musique par ordinateur en France : de la cybernétique à l'algorithmique* datant de 2007, sur le site de l'ems (« electroacoustic music studies network », dépendant de l'université Paris-Sorbonne)) [dernière consultation le 03/11/12]

<http://articles.ircam.fr/textes/Andreatta11b/index.pdf> (article de Moreno Andreatta (Chercheur [CNRS](#) et vice-président de la [SMCM](#)) *Musique algorithmique*, 2009) [dernière consultation le 03/11/12]

<http://www.rtl.fr/emission/on-est-fait-pour-sentendre/ecouter/on-est-fait-pour-s-entendre-du-21-juin-2012-la-musique-dans-notre-vie-avec-emmanuel-poncet-journaliste-7749814424> (interview Emmanuel Poncet à propos de son livre *Éloge des tubes*, enregistré le 21 juin 2012) [dernière consultation le 04/11/12]

<http://www.evene.fr/livres/actualite/emmanuel-poncet-i-gotta-feeling-c-est-le-virus-des-annees-2-1000652.php> (autre interview d'Emmanuel Poncet) [dernière consultation le 04/11/12]

<http://www.larousse.fr/encyclopedie/article/M%C3%A9m%C3%A9tique/11014134> (tentative de définition d'un mème, par Pascal Jouxel (méméticien) ce terme étant pour l'instant absent des dictionnaires français) [dernière consultation le 28/10/12]

<http://oxforddictionaries.com/definition/english/meme?q=meme> (définition d'un mème dans l'Oxford Dictionary) [dernière consultation le 28/10/12]

<http://www.memetique.org/> (site de la Société francophone de mémétique) [dernière consultation le 03/11/12]