

Alessandro Ratoci

Vers l'hybridation stylistique assistée par ordinateur
Composer à partir des sources sonores connotées.

Projet de Thèse pour le
Doctorat de musique : recherche en composition (2017-2020)
Université Paris-Sorbonne / Université Pierre et Marie Curie (UPMC) / IRCAM

Alessandro Ratoci

Vers l'hybridation stylistique assistée par ordinateur

Composer à partir des sources sonores connotées.

« En génétique, un hybride est un organisme issu du croisement de deux individus, de deux variétés »¹

La recherche que je propose dans le cadre de ce projet de thèse découle en grande partie de ma pratique de musicien et plus particulièrement des changements radicaux apportés par la composition assistée par ordinateur (CAO) à mon artisanat technique et à mon esthétique depuis l'expérience du cursus de composition à IRCAM (pendant l'année 2014-2015). La possibilité de manipuler selon une conception unifiée les données symboliques (relevant de la notation) et l'audio numérique m'a poussé à intégrer dans mon processus de composition la référence aux sources musicales préexistantes comme élément susceptible d'enrichir la syntaxe musicale et les enjeux poétiques à travers la notion de *mémoire et identité musicale collective*². Le changement de perspective le plus radical produit par cette expérience est, à mon avis, la possibilité de concevoir la référence à des éléments stylistiquement hétérogènes et possiblement la notion de *connotation stylistique* elle-même comme deux paramètres structurants pour le processus de composition en liant certains aspects de nature perceptive à des considérations d'ordre non seulement musicologique, mais aussi phénoménologique, sémiotique et potentiellement d'ordre sociologique.

Ce que j'entends poursuivre c'est donc une recherche finalisée à produire une série d'outils (*tools*) et établir des modèles de flux de travaux (*workflows*) susceptibles d'assister le compositeur intéressé à un travail profond autour de la notion d'*hybridation de style*, en fournissant des aides spécifiques dans les champs de la composition assistée par ordinateur. Le résultat souhaité par cette recherche est aussi de contribuer à une réflexion plus large autour des synergies entre *musiques savantes* et *musiques populaires* à travers l'évaluation empirique de certaines relations spécifiques entre rigueur d'écriture des premières et ampleur de la portée émotionnelle des secondes.

À la base de ce choix se situe la perception que la thématique des relations entre les genres de *musique contemporaine* et *musique actuelle* peut être cruciale pour définir une possible identité dans le monde désormais amplement globalisé de la création musicale. Il ne s'agit pas seulement des visions isolées de différentes personnalités, mais d'un phénomène culturel qui investit désormais deux ou trois générations de compositeurs et qui est train de s'explicitier de plus en plus au fur et à mesure que la *médiatisation* de la société expose les créateurs et le public à une dose de stimuli de plus en plus hétérogènes³. En observant certaines tendances des 30 dernières années et sans forcément mentionner les expériences historiques de contamination stylistique (comme le *cake-walk* pour Debussy ou un certain Jazz très « européen » pour Chostakovitch, ou encore le *rag-time* pour Stravinski, jusqu'au mélange de rock et musique hongroise de Ligeti), qui témoignent du potentiel structurant et pas seulement anecdotique de cette pratique, on peut définir un axe *franco-italien* concernant des musiques ayant des références stylistiques hétérogènes. Cet axe, qui se contrapose à une autre tendance dont l'origine est plus récente autour du caractère *postmoderne* (citationniste) et *conceptuel* de certaines pratiques compositionnelles (en particulier en Autriche, en Allemagne et dans les Etats Unis)^{4 5 6}, privilégie une approche phénoménologique au son et en travaillant sur les fonctions structurelles « profondes » de

l'écriture se situe en plus directe continuité avec l'expérience de la musique spectrale et ses enjeux philosophiques.

Cette vision est désormais explicitée de façon claire par les compositeurs nés dans les années 1980 et qui se sont formés grâce aux initiatives pédagogiques de l'IRCAM, comme le témoigne le compositeur Christopher Trapani dans les notes de sa pièce *Waterline* :

« *[This piece resulted in] a cycle influenced in equal measure by the Southern music I was discovering through my research and the spectral music I was regularly hearing in Paris. Before long I started seeing parallels: An oscillation between consonance and noise in spectral music started to seem like the sway between the tonic and dominant in the blues. I was struck by the use of microtonal inflections in both traditions, and more importantly by the emphasis on local detail in gesture and sonority. Grisey's chiseled orchestrations seemed as imbued with meaning as the intricately timed scoops of Son House's slide guitar* ».

Ainsi les influences des musiques *populaires* comme le *rock* où la *techno* sont très fréquentes, (toujours fortement filtrées et réélaborés par l'écriture et jamais sous forme directe) dans la génération précédent de compositeurs italiens qui se sont formés à Paris, comme Fausto Romitelli :

« *Au centre de mon acte compositionnel il y a l'idée de considérer le son comme une matière dans laquelle s'enfoncer, afin d'en cerner les caractéristiques physiques et perceptives, [une] transformation de la morphologie spectrale, dérive constante vers des densités insoutenables [...]. Et une importance de plus en plus centrale qui est donnée aux sonorités d'origine non académique, au son sale et violent dont l'origine métallique est à reconduire à une certaine musique rock et techno*». ⁷

De même, comme l'affirme le compositeur Jacopo Baboni Schilingi :

« *Dans mon quatuor à cordes « Il colore del blu » (1999), je me suis inspiré d'une pièce du groupe de musique techno Propeller Heads. Malgré une absence de pulsation régulière, il y a dans cette pièce des moments repères en écriture homorythmique, entre lesquels se produit une quantité impressionnante d'éléments variés, à la fois sur le plan rythmique et mélodique*⁸. »

On peut également citer certains compositeurs de la première génération spectrale, comme Philippe Hurel, en ce qui concerne les relations entre le spectralisme et une pratique compositionnelle qui passe par l'élargissement des matériaux possibles et de leurs connotations stylistiques :

« *Dans un article encore inédit de la Contemporary Music Review, Gérard Grisey dresse un tableau des conséquences notoires du spectralisme, [...] on peut lire cette phrase : L'Utilisation d'archétypes sonores neutres et souples facilitant la perception et la mémorisation des processus. Voici un point sur lequel les nouvelles générations héritières du spectre divergent, me semble-t-il. [...] Si cette démarche s'est révélée très riche, il n'en demeure pas moins que cette neutralité du matériau entraîne inévitablement une perception identique de la figuration mélodique et rythmique. On ne retient, en dehors des processus et de leurs avatars, que des mouvements scalaires qui, pour beaucoup de compositeurs plus jeunes, ne semblent pas suffisamment typés sur le plan morphologique. Car, loin d'être minimale, **la musique des jeunes compositeurs regorge de matériaux prégnants, variés et hétéroclites** [...] Tout se passe comme si les jeunes compositeurs étaient à l'affût de ces matériaux afin de les corrompre. Car **pour les nouvelles générations, la référence mélodique et rythmique n'est pas un problème.** Bien plus, elle fait partie du jeu. Il s'agit aujourd'hui de composer la cohérence à partir d'éléments hétérogènes, voire contradictoires. Le problème n'est plus tellement de passer de la microphonie à la macrophonie, du timbre à la mélodie par exemple, mais plutôt d'un **élément culturel reconnaissable à une structure plus globale, voire d'une citation du répertoire à un discours personnel... et surtout de contraindre l'élément "impur", de le neutraliser a***

posteriori par le biais de l'écriture et de le faire cohabiter avec les éléments qui l'entourent. Cette forme de dialectique excède l'esprit spectral. »⁹

L'exemple cité de Philippe Hurel me semble tout à fait essentiel pour définir un aspect important de *l'objet* de ma recherche, surtout en relations aux outils spécifiques de composition assisté. Si le cadre esthétique et poétique est désormais clair et pleinement reconnu dans le panorama actuel de la musique contemporaine, en revanche la palette des outils disponibles dans les environnements classiques de CAO est pour la plupart liée encore aux processus classiques de la *cuisine* de la musique spectrale : l'extraction des données symboliques (notes) à partir du spectre sonore et l'analyse de leurs relations structurelles sont le plus souvent appliquées plus à des événements sonores « simples » des *monades* musicales comme un multiphonique ou un son percussif (attaque-résonance) ou à des séquences brèves et homogènes qu'à des agrégats sonores complexes comme des fragments des musiques enregistrées extraites des disques ou de sources ethnomusicologiques.

L'un des problèmes les plus difficiles auquel un compositeur doit faire face lors qu'il se lance dans des opérations d'analyse symbolique d'une séquence musicale composite est celui de savoir quoi faire des données obtenues : comme organiser ce matériau ? Quelles caractéristiques faut-il privilégier ? quels modèles peut-on en tirer ? Quels types de relations sont susceptibles d'être établies ? La transcription automatique ou semi-automatique sera utilisée telle qu'elle ou pourrait-elle constituer la base pour des nouveaux processus ? Quel niveau de ressemblance avec les matériaux de départ doit-il maintenir le résultat final ? Quel est ainsi le rôle de l'erreur (est-il toujours fructueux de la minimiser ou est-il possible de concevoir une approche où le concept d'erreur peut être considéré comme un moyen de proto-élaboration ?)

Ces questions s'appliquent à tous les processus de transcription automatisée, mais si l'on considère la connotation stylistique du matériau de départ comme la caractéristique fondamentale sur laquelle travailler, une nouvelle question se pose : **pouvons-nous imaginer un flux de travail où les aspects aléatoires, les méthodes statistiques, algébriques et de formalisation logique interagissent avec les caractéristiques plus connotées d'un matériel de départ pour ouvrir à la notion d'un espace fluide dans lequel le concept de style lui-même représente non pas une identité fixe, mais une ou plusieurs dimensions d'élaboration que le compositeur peut parcourir librement ?**

Afin d'établir une notion d'hybridation de style qui soit à la fois opérationnelle, d'un point de vue compositionnel, et susceptible d'être analysé d'un point de vue théorique, je fais référence à une échelle de « profondeur » qui mesure empiriquement à la fois le degré de « fusion » des éléments connotés (et donc leur rôle structurel) ainsi que la conséquente homogénéité du résultat final. Cette échelle comporte les niveaux suivants que je décrirai brièvement en ordre de complexité croissante :

- 1) **Citation, anecdote, juxtaposition** : une optique *synchrétique* dite aussi *postmoderne*¹⁰ où les matériaux se présentent dans leur forme originale intacte, avec un faible niveau d'élaboration.
- 2) **Contamination du style** : une interaction étendue au plan fonctionnel où certains paramètres du discours musicaux sont tirés d'un contexte hétérogène et combiné différemment. Par exemple des rythmes connotés combinés avec un autre

matériel harmonique ou timbrique hétérogène (cf. Fausto Romitelli, *Amok Koma* ou Fernando Garneró, *Rag Time*).

- 3) **Hybridation du style** : celle-ci peut être considérée comme l'extension maximale de la contamination étendue à les paramètres musicaux qui sont porteurs de sens stylistique. Le processus d'hybridation est sensé générer des structures musicales qui préservent un certain degré de ressemblance perceptive avec les matériaux d'origine sans pourtant que les sources soient discernables individuellement. L'objectif d'une esthétique basée sur l'hybridation des différents styles est donc de récupérer une **homogénéité** stylistique enrichie par la relation de la musique contemporaine, dans mon cas, avec des modèles culturels hétérogènes.

Ce projet de recherche se propose de travailler le concept de **style** en tant que paramètre compositionnel et se focalisant sur la notion d'hybridation stylistique dans les processus de composition utilisant des sources musicales préexistantes. Ce choix dérive de la nécessité de réduire le champ d'étude à un cadre rigoureux ou la présence effective d'éléments connotés en sens stylistique est pleinement démontrée, ce qui oblige le compositeur à faire face à des contraintes concrètes et à travailler sur des données quantifiables, en dépassant ainsi une perception purement subjective de ses propres références.

Pour clarifier ce point, que je trouve substantiel, la simple affirmation d'un compositeur d'avoir conçu une œuvre en s'inspirant, par exemple, du *blues*, n'est pas suffisante en soi pour garantir l'évidence d'une pratique d'hybridation stylistique. En revanche, si le compositeur se sert de matériaux clairement tirés d'une œuvre spécifique (tels une mélodie de Robert Johnson, des rythmes des pygmées Aka ou un organum de Pérotin) nous sommes en présence d'éléments qui peuvent objectiver et, d'une certaine mesure quantifier, le travail de recherche sur des connotations stylistiques pleinement.

Peu importe l'origine culturelle, qu'il s'agisse d'une chanson jazz comme dans *Time Killer* de Lorenzo Romano ou du chant en sanskrit comme pour *Ma's Sequence 7* de Riccardo Nova, l'utilisation des sources musicales préexistantes pose le même cadre d'action d'un point de vue méthodologique et technologique (en termes d'outils de travail). C'est en fait pour cette raison que je privilégie dans ma recherche l'étude et le développement d'environnements de composition assistée par ordinateur (CAO) susceptibles de réaliser un filtrage rationnel dépassant la simple portée émotionnelle et subjective que certains matériaux peuvent exercer sur le compositeur (mais préservant la question d'une éventuelle composante émotionnelle exercée sur le public !).

D'un point de vue des axes de recherche, ma proposition de travail est structurée en trois parties : une première partie plus de nature musicologique, une deuxième de nature analytique et une troisième orientées explicitement vers la composition (donc de nature synthétique).

L'un des objectifs de cette recherche sera également de produire des outils de CAO et d'évaluer leur utilité réelle à travers la réalisation d'une série de créations musicales. Pour cela, une approche musicologique est à mon avis fondamentale pour mieux comprendre la nécessité de l'hybridation stylistique en tant que phénomène « générationnel » (donc observable à travers une perspective historique et sociologique) ainsi pour pouvoir produire des outils de CAO dépassant ma propre pratique compositionnelle, mais dont le caractère générique puisse en permettre une utilisation de la part du plus grand nombre de compositeurs intéressés par cette démarche.

Afin d'avoir quelques exemples concrets des attentes de la part de différents compositeurs, j'ai pu intégrer dans ce projet de recherche les résultats d'un questionnaire adressé à un échantillon très réduit de compositeurs nés entre 1960 et 1990 et dont je connaissais l'intérêt pour les relations entre musiques savantes et musiques populaires. Ce bref questionnaire est à la fois d'ordre poétique, esthétique et technique et centré sur les différentes références stylistiques dans leur propre musique. Il s'agit des compositeurs suivants :

- Andrea Agostini
- Daniele Ghisi
- Riccardo Nova
- Christopher Trapani
- Benjamin de La Fuentes
- Fernando Garnero
- Lorenzo Romano
- Massimiliano Viel

Les questions que j'ai posées peuvent être résumées dans les catégories suivantes :

- Quelle valeur d'ordre esthétique et poétique représente pour le compositeur la référence à des modèles stylistiques connotés ?
- Quelle valeur a la distance entre les modèles qui sont la source d'inspiration et le résultat stylistique obtenu ? Quelle est donc l'importance de la transformation à travers l'élaboration ?
- Quel est le rôle des sources musicales préexistantes (le fait de faire référence, par exemple, à des matériaux enregistrés et non seulement à une idée abstraite de style ou de genre) ?
- Quel est le rôle de la formalisation logique/mathématique, de la pensée algorithmique et des outils de CAO dans leurs œuvres, en particulier en relation avec l'emploi de sources musicales extra-stylistiques ?
- Quels sont les problèmes ou les difficultés rencontrés plus souvent lors de leur travail lorsque celui-ci s'inspire des sources musicales préexistantes et quel genre d'outils informatiques semblent nécessaires pour résoudre ces difficultés dans le cadre d'une démarche de composition assistée par ordinateur ?

Le deuxième axe de recherche est consacré aux processus et outils de nature analytiques susceptibles d'aider le compositeur à organiser les données obtenues à partir des sources audio et informer le choix des paramètres sur lesquels agir à travers l'estimation de leur poids dans la perception stylistique. Cela revient à répondre la question de la caractérisation de la notion de style et de son émergence. Du point de vue méthodologique, le travail consiste principalement dans l'évaluation à l'intérieur d'un flux de travaux de composition (avec donc des outils de CAO conçus *ad hoc*) de certains éléments couramment utilisés dans le domaine du *Music Information Retrieval* (MIR).¹¹ Il s'agit d'une discipline qui s'occupe d'extraire des informations de différent nature à partir des sources musicales soit en opérant directement sur le signal audio ou à travers sa notation symbolique (comme dans le cas du projet SMIR mentionné précédemment). Les applications pratiques de cette discipline sont nombreuses et principalement dans le domaine du catalogage, du commerce de musique *online* et dans la gestion des contenus multimédias sur le web, auxquelles peuvent s'ajouter les multiples

expériences compositionnelles basées sur (ou influencées par) les outils et les concepts gravitant autour de ce domaine de recherche. Dans le cas de mon travail de thèse, par exemple, l'étude d'une série de *case-study* tirés du répertoire de la musique contemporaine, du rock/pop, blues/jazz et de la musique électronique de genre *ludique* (EDM, *Electronic Dance Music*), offrira l'occasion pour vérifier l'utilité, dans la conception et production d'un cycle de compositions, de nombreuses opérations liées aux concepts de *feature extraction* et de *similarity measurement*. Parmi ces opérations on citera :

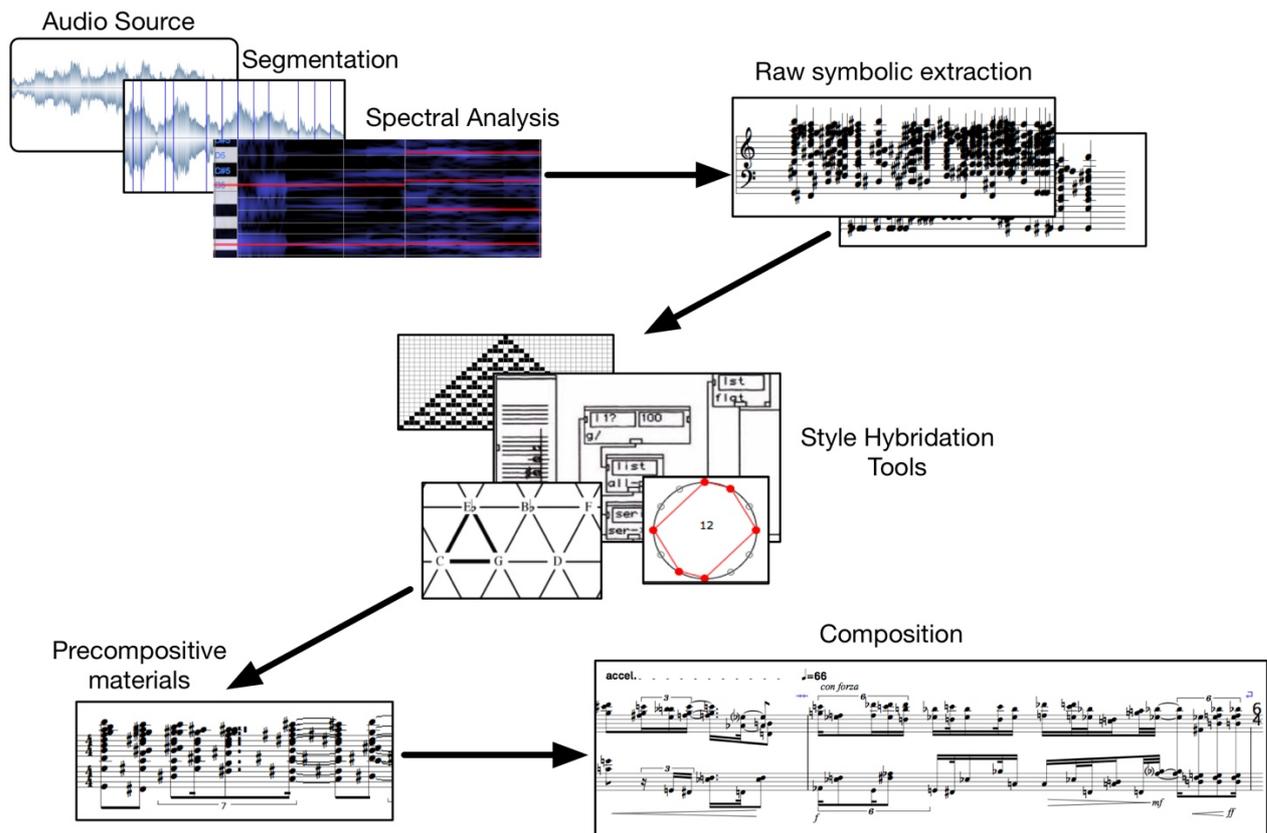
- Description et caractérisation bas-niveau (*Low-level*) du timbre
- Descripteurs du contenu fréquentiel (Pitch content descriptors), avec extraction du profil mélodique et estimation multi-fréquentielle (*Multi-pitch estimation*)
- Détection des attaques temporels (*Onset detection*), avec suivi de la pulsation (*Beat Tracking*), segmentation et analyse du rythme
- Estimation harmonique (*Harmony estimation*)
- Reconnaissance de patterns (*Pattern recognition*)

Le troisième axe concerne la recherche autour du développement d'outils « synthétiques » permettant donc de produire de façon plus ou moins supervisée des nouvelles structures musicales symboliques (notation) à travers des opérations sur les données précédemment acquises. Il s'agit de dispositifs dotés d'interfaces *user friendly* utilisables directement par les compositeurs et implémentées dans les plateformes de CAO plus diffusées, soit en temps différé (tels *OpenMusic* en LISP) ou bien en temps réel (MAX à travers *JavaScript* ou les bibliothèques BACH¹² e CAGE¹³). L'objectif de cet axe est celui de fournir au compositeur un système automatique ou semi-automatique qui puisse produire une série d'étapes intermédiaires entre deux « stylemes » (éléments morphologiques qui possèdent une connotation stylistiques) selon un modèle de *source-target*, c'est-à-dire la transformation progressive d'une identité stylistique dans une autre.

Les méthodes de transformations applicables peuvent suivre soit un paradigme dit *supervisé* soit *non-supervisé* (ou agnostique). Dans le premier cas, le compositeur est sensé connaître les paramètres qui génèrent la perception d'un style :

- Transformation aléatoire, chaotique, ou par « erreur induit »
- Transformations algébriques sur le rythme et sur les hauteurs (*pitch classes*)
- Modèles d'élaboration statistique (chaines de Markov, méthode Bayésien, etc.)
- Méthodes de transformation basée sur l'analyse transformationnelle¹⁴

Dans le cas du paradigme non-supervisé, des transformations sur l'espace des paramètres peuvent être opérées *sans* forcément que le compositeur sache identifier la cause de l'émergence d'un style. Cela peut concerner certains aspects de l'apprentissage machine (*machine learning*)¹⁵ ou de la programmation par contraintes.¹⁶



Workflow d'hybridation stylistique assistée par ordinateur dans un cadre de composition à partir des sources sonores préexistantes.

Le projet de thèse de doctorat s'insère dans un contexte de pièces musicales que j'entends composer dont certains sont déjà planifiés pour les années à venir. Dans ce cadre, à partir d'exigences musicales, s'injecteront les outils de recherche développés. Ces outils seront directement validés par la pratique artistique, afin de les corriger et perfectionner.

Les projets musicaux que j'aborderais dans les prochaines années incluent :

- Une pièce pour voix, ensemble et électronique inspirée aux premiers enregistrements commerciaux de *Blues* notamment ces de Robert Johnson^{17 18}.
- Une pièce pour guitare électrique et électronique en temps réel, commande de la SMC Lausanne, basée sur des élaborations des matériaux de Sonic Youth^{19 20}
- Une série de brèves pièces pour instrument solo et pour *consort* d'instruments qui font partie traditionnellement de la « *rhythmic section* » du répertoire Jazz, Rock et Popular (Batterie et Guitare/Basse électrique). Afin d'étudier les différentes possibilités d'écriture et d'organisation de l'improvisation selon les solutions typiques de la tradition *classique* et de la tradition des *musiques actuelles*.
- Une série de pièces concertantes avec différents organiques avec le trait commun de relationnel les formations instrumentales de tradition classique (ensemble, orchestre de chambre, orchestre symphonique) aux instruments de la « *rhythmic section* », en employant le moyen électronique soit en temps réel que sous forme de bande numérique.

Ces cycles de compositions sont conçus pour un cadre de collaboration entre le département *classique* et le département de *musiques actuelles* de la Haute École de Musique de Lausanne (HEMU) afin de porter bénéfique dans un cadre pédagogique, en cherchant de valoriser les différences profondes du point de vue des techniques instrumentales et de l'attitude des instrumentistes face à un texte écrit qui marquent ces deux traditions.

Ma plus ferme conviction est de pouvoir contribuer, avec cette modeste proposition de recherche à l'espoir que les arts en général et dans ce cas particulier la musique puisse invalider la vérité biologique que « *Les hybrides sont toujours stériles* »²¹

¹ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hybride>

² A. Ratoci, « Rima Flow : Oral Tradition and composition », in J. Bresson, C. Agon et G. Assayag (eds.), *The OM Composer's Book 3*, Collection « Musique/Sciences », IRCAM- Delatour, 2016,

³ C'est du moins l'opinion du compositeur Lorenzo Romano, interviewé par l'auteur.

⁴ Joakim Tillman, « Postmodernism and Art Music in the German Debate » in J. Lochhead and J. Auner, *Postmodern Music/Postmodern Thought*, pp. 75-91, Routledge, New York.

⁵ Jonathan D. Kramer, « Postmodern Music, Postmodern Listening », Chapter 11 – Bloomsbury Publishing 2016.

⁶ Particulièrement intéressant c'est le cas du compositeur australien de formation américaine Mathieu Schlomowitz qui emploie souvent dans ses pièces un véritable catalogue d'anecdotes sonores et musicaux de façon presque « brutale ». Dans les notes de programme de sa pièce « Popular Context » pour piano et électronique ils affirme que « *Popular Contexts* combines pre-recorded sounds with live instrumental music. The recordings consist of familiar sounds from popular and everyday culture, such as a flight safety announcement, a rollercoaster ride, a photocopier, phone sex and a football crowd. The instrumental music is equally varied, made of abstract textures, mimetic sounds, banal melodies and saccharine musical styles. These prosaic elements are presented, combined and transformed in strange ways. I want to open up a listening experience that enhances perceptions of the familiar, and draws attention to sounds that we usually ignore or don't take seriously ».

⁷ Fausto Romitelli, interviewé par Vincenzo Santarcangelo in V. Santarcangelo, « Have Your Trip – La musica di Fausto Romitelli » p. 51.

⁸ Denut, Éric, « Musiques actuelles, musique savante – Quelles interactions ? » Paris, L'Harmattan, 2001.

⁹ Philippe Hurel, « Spectral music: long-term ... perspectives » *Booklet* du CD « Gerard Grisey – Klangforum Wein, Quatre chants pour franchir le seuil (1997–98) pp. 21-25 – Kairos Music.

¹⁰ Perry Anderson, *Les Origines de la postmodernité* (1998, 2010). Les Prairies ordinaires.

¹¹ Markus Schedl, Emilia Gomez, Julian Urbano, « Music Information Retrieval: Recent Developments and Applications » - Foundations and Trends® in Information Retrieval, Vol. 8, No. 2-3 (2014), p. 127–261. Dans ce domaine on mentionnera également le projet SMIR (Structural Music Information Retrieval) qui fait l'objet actuellement d'une fellowship de mon futur co-directeur de thèse, Moreno Andreatta, auprès de l'USIAS (Institut d'Etudes Avancées de l'université de Strasbourg). Ce projet, mené en collaboration étroite entre l'université de Strasbourg (département de mathématiques et département de musicologie) et l'IRCAM, intègre également une composante compositionnelle qui pourra tout à fait alimenter mon travail de thèse dans ce domaine en particulier.

¹² A. Agostini et D. Ghisi, "*bach*: an environment for computer-aided composition in Max," in *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2012)*, Ljubljana, Slovenia, 2012, p. 373–378.

¹³ Andrea AGOSTINI, Eric DAUBRESSE, Daniele GHISI, « CAGE: a high-level library for real-time computer-aided composition », ICMC 14-20 september 2014 Athens, *ICMC proceedings*.

¹⁴ Yun-Kang Ahn, L'analyse musicale computationnelle, thèse en informatique (sous la direction de Carlos Agon et Moreno Andreatta), IRCAM/Université de Paris 6, 2009.

¹⁵ Assayag, G. Dubnov, S., Lartillot, O. Bejerano, G., " Using Machine-Learning Methods for Musical Style Modeling", *IEEE Computer*, 38(10), p. 73-80, october 2003.

¹⁶ Assayag G. et A. Gerzso (eds), *New Computational Paradigms for Computer Music*, Collection "Musique/Sciences", IRCAM-Delatour, 2009.

¹⁷ Greil Marcus, *Mystery train : Images de l'Amérique à travers le rock'n'roll*, Allia, 2001.

¹⁸ Peter Guralnick, *À la recherche de Robert Johnson*, Éditions Le Castor Astral, Collection Castor Music, traduit par Nicolas Guichard, 2008.

¹⁹ Colin Barbier, *Sonic youth ou les singularités musicales : Deux essais sur l'improvisation sonore*, Théles, Paris, 2009.

²⁰ David Browne, "Goodbye 20th Century", biographie de Sonic Youth, Traduction Hervé Landecker, Éditions du Camion blanc, 2013.

²¹ Olivier Donnars, «Les hybrides sont toujours stériles», *La Recherche* n. 412, octobre 2007, p. 52.