

Alma Sola, « opéra numérique » d'Alain

Bonardi

Olivier Baudouin, Université de Rouen,

Institut de musicologie, Master II

1^{er} janvier 2006

Ci-annexé :

- le livret, écrit par Christine Zeppenfeld¹
- un disque compact audio²
- des extraits de partition (« Univers du plaisir » - bloc 3, « Univers de l'amour » - bloc 4 , « Univers de l'opulence » - bloc 2)

¹ Metteur en scène du « spectacle de théâtre multimédia » *La traversée de la nuit*, de Geneviève de Gaulle Anthonioz, créé en novembre 2003 au Centre des Arts d'Enghien. Christine Zeppenfeld mène parallèlement une carrière artistique et des travaux de recherche, avec comme dénominateur commun une réflexion sur l'utilisation des nouvelles technologies au théâtre.
<http://www.latraverseedelanuit.net>

² Une version filmée est en cours de réalisation.

Introduction

Cet opéra a été créé le 16 octobre 2005, après une première expérience en janvier 2004, au *Cube*³ d'Issy-les-Moulineaux. Après en avoir découvert une analyse animée sur le site *Musimediane*⁴, j'ai rencontré Alain Bonardi⁵ le 22 décembre 2005 à Paris. Cet entretien m'a permis d'aborder, à partir de cet exemple, la question de l'interactivité homme - machine au sein d'un genre bien défini, et de mieux en comprendre les rouages.

1 Opéra miniature à forme ouverte

1.1 « Opéra »

« Opéra numérique », « opéra interactif », « forme ouverte » : trois expressions pour qualifier *Alma Sola*. Cette œuvre nous est présentée avant tout comme un opéra. Cependant, malgré la présence d'un livret et d'un jeu scénique chanté et accompagné par des instruments, *Alma Sola* se distingue en plusieurs points du genre traditionnel. D'une part, le petit nombre d'interprètes (deux sopranos, cor, guitare, ordinateur) et la concision du livret évoquent plutôt un opéra « en miniature ». D'autre part, les « blocs » musicaux, textuels et scéniques évoluent au gré des propositions de l'ordinateur, suivies ou non par les deux voix, ce dernier prenant acte de toute initiative des interprètes et se renouvelant sans cesse.

La forme habituellement linéaire de l'opéra devient ici une forme ouverte, et même *a work in progress*. En effet, le compositeur considère son œuvre *Alma Sola* comme inachevée⁶ et changeante, puisqu'au fur et à mesure des répétitions ou

³ Centre de création numérique. <http://www.lesiteducube.com/>

⁴ <http://www.musimediane.com/>. Voir aussi <http://www.almasola.net/>

⁵ Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris. Étudie la composition avec Michel Philippot. Obtient en 1995 le diplôme de musicologie de la *Schola Cantorum* (analyse musicale, histoire de la musique), puis en 1997 le DEA « Musique et Musicologies du XX^e siècle » à l'IRCAM. Lauréat du Concours International de Composition d'Oslo, reçoit en 1996 une bourse d'écriture de l'association Beaumarchais pour un opéra de chambre. Alain Bonardi est actuellement enseignant-chercheur à l'Université Paris VIII.

⁶ Il manque « l'univers » de la Connaissance et les intermèdes doivent être modifiés.

des représentations l'ordinateur affine sa « perception » des jeux scéniques et musicaux.

Pour approfondir cette déclinaison du genre « opéra », nous invitons le lecteur à consulter la thèse d'Alain Bonardi qui lui est entièrement consacrée [1]. À lire aussi, le mémoire de DEA de Murat Goksedef [3] qui a développé un assistant scénique pour *Alma Sola*⁷.

1.2 Sujet

Faust – femme – est représentée par deux sopranos, Faust et son Ombre. Le rapport entre Faust et Méphistophélès cède la place à un conflit introspectif entre désir, puissance et amour, renvoyant le spectateur à ses propres contradictions. Le titre de l'œuvre illustre astucieusement le métissage entre psychologie et technologie :

« (...) "Alma Sola" renvoie à deux choses : au logiciel Alma que j'avais créé pendant ma thèse, qui permettait de créer des environnements 3D "déduits" de propriétés musicales [;] à l'expression italienne "âme seule", car c'est bien un exercice de solitude que de chercher à sortir de sa condition ordinaire. »⁸

Bien que cette thématique ait connu une fortune musicale certaine depuis le *Faust* de Goethe jusqu'à nos jours, elle n'a influencé Bonardi qu'indirectement. En effet, le compositeur d'*Alma Sola*, passionné par les formes ouvertes des années 1960, se situe dans la lignée de la « fantaisie variable genre opéra »⁹ *Votre Faust* d'Henri Pousseur, de « l'opéra panique » *Dieu tenté par les mathématiques* de Jean-Yves Bosseur ou, pour la musique purement instrumentale à forme ouverte, des différents *Archipel* d'André Boucourechliev.

Contrairement à ces quelques exemples, la forme d'*Alma Sola* ne dépend pas de la seule subjectivité des interprètes ou du public, avec le risque que la forme ouverte tourne en *happening* chaotique. L'interaction homme - machine place ici

⁷ Cf. § 3

⁸ Alain Bonardi, courriel.

⁹ Cette expression provient de l'article « Pousseur » du *Dictionnaire de la musique*, Paris, Larousse, 1987, p. 644

sous contrôle la liberté des interprètes, en leur proposant un parcours possible mais non contraignant.

1.3 Vue d'ensemble

À chaque « état d'âme » de Faust correspond un emplacement de la scène appelé Univers¹⁰. La consultation synoptique de la FIG. 1¹¹, du livret et de la partition (ci-annexés) donne une vue d'ensemble assez claire du dispositif général.

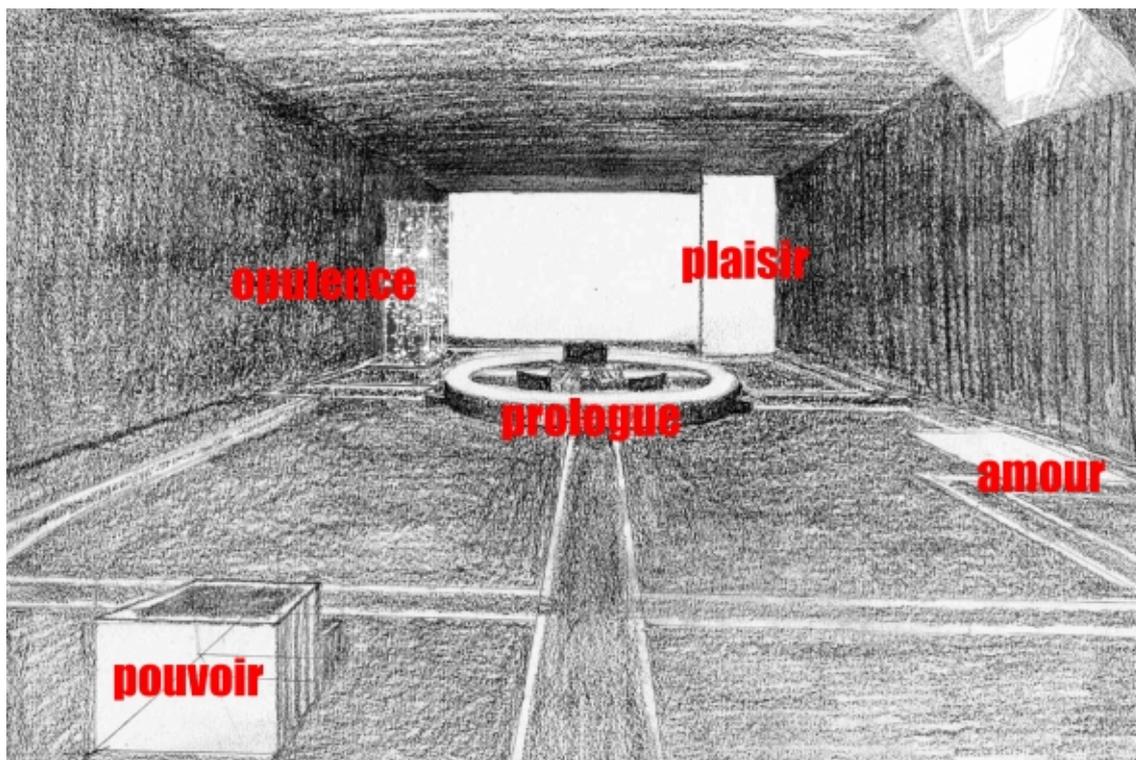


FIG. 1 – Les différentes « univers » de la scène

Le livret et la partition sont, comme la scène, divisés en cinq Univers (Prologue, Opulence, Plaisir, Amour, Pouvoir) subdivisés – dans la partition – en plusieurs *Blocs*. Les instrumentistes s'installent dans l'Univers du Prologue et ne se déplacent pas. Le public est disposé autour des cinq Univers. La représentation

¹⁰ Pour éviter toute confusion, nous désignons les emplacements en caractères normaux (Prologue) et les parties musicales en caractères penchés (*Prologue*).

¹¹ Image extraite de la page <http://www.musimediane.com/Bonardi-analyse/almaSolaInit.htm>

commence au Prologue (avec le *Prologue*). Les *performers*, en réponse aux animations lumineuses de l'ordinateur sur tel ou tel Univers, choisissent de suivre ou de ne pas suivre cette proposition en se déplaçant d'un Univers à un autre.

L'ordinateur joue pendant le déplacement un intermède puis un des *Blocs* de l'Univers choisi, d'après ce qui lui semble le mieux s'enchaîner. Faust, accompagnée par les instruments, adopte alors ce *Bloc* ou en exécute un autre parmi ceux de l'*Univers* où elle se tient.

2 Forme ouverte assistée par ordinateur

2.1 Environnement logiciel et algorithmique

Alma Sola est conçu pour fonctionner avec le logiciel Max/MSP de l'IRCAM. L'ordinateur peut ainsi produire des sons en temps réel. Nous ne présentons pas davantage Max/MSP, ce logiciel étant couramment utilisé en CAO. L'intérêt de l'assistance informatique vient ici du modèle qui gère l'évolution formelle de l'œuvre. Les propositions de l'ordinateur sont déterminées par des **modèles de Markov à états cachés** (*Hidden Markov Models*) :

« En mathématiques, une chaîne de Markov est un processus stochastique (...) [où] la prédiction du futur à partir du présent ne nécessite pas la connaissance du passé. (...) »

Une chaîne de Markov en temps discret [ou espace d'états discrets ?] est une séquence X_1, X_2, X_3, \dots de variables aléatoires. L'ensemble de leurs valeurs possibles est appelé l'espace d'états, la valeur X_n étant l'état du processus au moment n . »¹²

Entrer dans des considérations mathématiques dépasse nos capacités. D'après ce que nous avons compris, les modèles de Markov permettent, à partir d'une **matrice de transition**, de prédire un état futur probable à partir de l'état présent. Dans le cas d'*Alma Sola*, cette matrice est le fruit d'un apprentissage par l'ordinateur des choix de Faust à partir de tel ou tel *Univers* ou *Bloc*.

¹² Cf. l'article « Chaîne de Markov » sur le site <http://fr.wikipedia.org/>

Il s'agit donc, contrairement à ce que nous pensions avant de rencontrer Alain Bonardi, d'un apprentissage basé non pas sur un réseau de neurones formels¹³, mais sur des calculs statistiques moins complexes. Voici ce que M. Bonardi a voulu nous préciser par courriel :

« En fait, les variables X_i que vous mentionnez sont conditionnées (au sens des probabilités) par des états cachés e_1, e_2, \dots . Il y a donc deux systèmes de probabilités : celui de X_{i+1} en fonction de X_i , et celui de l'observable en fonction de l'état supposé e_i dans lequel on pensait être... Ce qui est intéressant, c'est le rétro-calcul des états cachés pour optimiser les probabilités des enchaînements proposés. Ce rétro-calcul ressemble quelque peu sur le principe à la mise à jour d'un réseau de neurones pour diminuer l'écart entre ce qui est observé et ce que répond le réseau en apprentissage supervisé. D'ailleurs, on arrive avec les HMM à des configurations d'apprentissage très intéressantes, spécialisées dans tout ce qui concerne les enchaînements d'observables. Dans *Alma Sola*, ce formalisme correspond bien à la forme ouverte. »¹⁴

2.2 Synchronisation

La qualité du spectacle dépend aussi d'une bonne synchronisation entre les machines et les interprètes humains, afin d'éviter les blancs ou les décalages. La solution trouvée par l'équipe d'*Alma Sola*, au fur et à mesure des répétitions, consiste à faire annoncer par Faust le nom de l'Univers vers lequel elle souhaite se diriger. Bien que le public n'apprécie pas toujours ce procédé, il semble pour l'instant difficile d'inventer un moyen plus discret et tout aussi efficace.

L'ordinateur ne reconnaît pas automatiquement ces annonces. En coulisse, un assistant muni d'un clavier MIDI lui indique quelle partie va être jouée : à certaines touches correspondent les *Univers* et les *Blocs* de la partition. De cette manière, la représentation offre des « fondus - enchaînés » relativement satisfaisants.

¹³ Bien que les chaînes de Markov puissent être utilisées avec ce type de réseau pour y introduire une part d'imprévisibilité appelée bruit. [2], p. 187-188

¹⁴ En ce qui concerne les HMM : Cf. <http://jedlik.phy.bme.hu/~gerjanos/HMM/node2.html>

3 Encore plus loin...

3.1 Assistant virtuel de mise en scène

Alain Bonardi a récemment supervisé les travaux de Murat Goksedef [3], étudiant en DEA, destinés à étendre le rôle de l'assistance informatique d'*Alma Sola* :

« Le projet qui m'a été proposé consiste en la réalisation d'un assistant virtuel de metteur en scène. Il doit aider le metteur en scène au niveau du jeu de l'acteur, c'est-à-dire lui permettre de détecter les émotions et/ou intentions que celui-ci exprime. Le travail a été réalisé à partir de représentations d'un opéra virtuel (*Alma Sola*) dans lequel la gestuelle de l'acteur est analysée automatiquement grâce, notamment, à un système à base de règles floues. »¹⁵

Le système – en cours de développement – analyse les **émotions et les intentions** des *performers* à partir de l'enregistrement audio et vidéo de leur gestuelle et de leur voix :

« (...) nous voulons étudier les états cachés obtenus pour chacune des performeuses [*sic*], et voir dans la matrice des états cachés ce qui est contingent à l'œuvre (une sorte de dramaturgie immanente à la forme ouverte d'*Alma Sola*) et ce qui appartient à la décision de l'interprète et pourrait peut-être caractériser son style de *performer*. »¹⁶

3.2 Conclusion

Les dispositifs mis en place par l'équipe d'*Alma Sola* démontrent la pertinence artistique de l'interaction homme-machine. Grâce aux progrès conjoints des mathématiques et des sciences cognitives, les ordinateurs quittent leur aspect calculateur et neutre et humanisent leurs « réactions » aux événements. Le projet décrit ci-dessus s'inscrit avec pertinence dans ce courant – à notre avis incontournable – d'humanisation de la technologie et de sa qualification pour un usage artistique.

¹⁵ [3], résumé.

¹⁶ Alain Bonardi, courriel.

REMERCIEMENTS

À M. Alain Bonardi, pour sa disponibilité à répondre à mes questions et pour avoir gracieusement laissé à ma disposition les documents écrits et sonores de ce dossier.

Bibliographie

- [1] BONARDI, ALAIN : *Contribution à l'établissement d'un genre : l'opéra virtuel interactif*. Thèse de doctorat, Université Paris IV, 2000.
- [2] DREYFUS, GÉRARD (DIR.) : *Réseaux de neurones : Méthodologie et applications*. Eyrolles, Paris, 2004.
- [3] GOKSEDEF, MURAT : *Conception et implémentation d'un assistant virtuel de mise en scène*. Mémoire de stage de DEA, Universités Paris 8 - Paris 13 - Maison des Sciences de l'Homme Paris Nord, 2005.

Internet

- <http://fr.wikipedia.org/> (article « Chaîne de Markov »)
- <http://jedlik.phy.bme.hu/~gerjanos/HMM/node2.html> (*Hidden Markov Models*)
- <http://www.almasola.net/>
- <http://www.latraverseedelanuit.net>
- <http://www.lesiteducube.com/>
- <http://www.musimediane.com/>