



**HAL**  
open science

## De la fragilité des artefacts au calcul de la fragilité

Alain Bonardi

► **To cite this version:**

Alain Bonardi. De la fragilité des artefacts au calcul de la fragilité. *Agôn : Revue des arts de la scène*, 2009, L'accident, 2. ⟨hal-01577129⟩

**HAL Id: hal-01577129**

**<https://hal.science/hal-01577129v1>**

Submitted on 24 Aug 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# De la fragilité des artefacts au calcul de la fragilité

Technologie et accident dans les arts de la scène

**Alain Bonardi**

Université Paris 8 et IRCAM-CNRS, UMR 9912 – STMS  
alain.bonardi@ircam.fr

## Résumé

Les formes multimédia semblent aujourd'hui supplanter les anciennes représentations liées à la « graphosphère ». Marquant un retour au réel en prétendant atteindre leurs spectateurs plus directement, elles n'en véhiculent pas moins des représentations, dont on attend beaucoup en termes de renouvellement artistique. Mais on sait moins que ces nouvelles technologies sont d'emblée associées à la notion d'accident : il existe d'une part le risque de disparition de l'œuvre à support numérique; d'autre part, nous pouvons envisager la simulation de l'accident comme éprouvé d'un événement sur scène, non pas en le modélisant, mais en le rendant possible dans un environnement homme-machine. Nous montrons un exemple de chacune de ces deux situations dans cet article : tout d'abord, lorsque la technologie devient condition de possibilité d'une œuvre et met en danger son existence, sa pérennité, comme l'illustre l'exemple de l'œuvre musicale *Diadèmes* de Marc-André Dalbavie ; ensuite, lorsque l'accident est envisagé comme événement, comme le propose l'opéra numérique *Alma Sola*, forme ouverte scénique assistée par ordinateur : il s'agit de susciter chez l'interprète une perte de repères devant mener à un certain renouvellement de l'œuvre et de son interprétation, et en même temps de donner un sens au parcours de fragments lyriques séparés.

## Puissance et fragilité des représentations multimédia

### « Graphosphère » versus représentations multimédia

Nous vivons une importante mutation de nos représentations, qui se manifeste par une crise de la représentation au sens large, le plus souvent relevée dans le domaine politique, mais évidemment présente dans l'art. Elle s'éprouve aussi bien au Centre Beaubourg qu'au Parlement. La forme actuelle de la crise de représentation « peut [...] s'interpréter comme un retour du réel, aux multiples manifestations. Le réel se rappelle quand l'urgence du présent vient supplanter la représentation. [...] Du côté des artistes [...], on assiste à une coupure grandissante entre les arts qui relèvent du récit, ou d'un pôle littéraire de référence, et ceux qui produisent des ambiances et des rythmes [...] Patience dans le récit, impatiences médiatiques... »<sup>1</sup>.

A l'opposé des arts liés au texte, qui perdent une partie de leur autorité, le multimédia interactif apparaît comme un terrain idéal pour cette quête de présentisme et de manifestations presque vitales, surtout le monde des jeux vidéo, qui propose l'immédiateté, les raccourcis de réflexion, les mises en présence instantanées qui répondront à ces désirs tout en les façonnant.

Ces oppositions de représentations se manifestent de bien des manières, mais retenons-en deux qui nous paraissent particulièrement symptomatiques :

- Le statut récemment accordé au geste dans la mise en scène et la création dramaturgique non dansée, appartenant pourtant à la sphère de l'écrit. De simple illustration d'une

---

<sup>1</sup> BOUGNOUX, Daniel, *La crise de la représentation*, Paris : La Découverte, 2006, page 9.

rhétorique dans l'approche classique, le geste devient chez certains metteurs en scène comme Bob Wilson le vecteur d'une expression cohérente, et presque autonome. Son importance nouvellement acquise, voire son indépendance, manifestent un approfondissement d'approches non exclusivement textuelles de l'opéra. Les incursions de chorégraphes dans la mise en scène d'opéra, comme Pina Bausch pour *Le Château de Barbe-Bleue* de Bartok (Festival d'Aix-en-Provence, 1998) introduisent une autonomie et une liberté du geste par rapport à une partition et un livret.

- L'irruption des écrans sur scène, qui se manifestent dans toute la sphère du spectacle scénique et dans toutes les cultures<sup>2,3</sup>.

Le multimédia interactif envahit les ordinateurs, et par ce truchement s'invite avec ses représentations au cœur de notre intimité, au milieu même de notre travail coopératif, dans une banque comme dans un théâtre, et de nos loisirs, solitaires ou en groupe. La représentation est une condition de possibilité fondamentale du multimédia interactif : la clé cognitive principale même, les ordinateurs ne pouvant s'inscrire pleinement dans le fil d'activités humaines interprétatives que s'ils partagent avec leurs partenaires humains des lieux de médiation, qui ne sont autres que les représentations échangées ou construites dans l'interaction. La question est identifiée depuis l'origine des ordinateurs et le développement de l'intelligence artificielle. Quiconque utilise un ordinateur en mode interactif ravive inmanquablement la crise de la représentation, en ouvrant, parfois sans le savoir, sa porte à ces représentations « computationnelles ».

### ***L'exigence de présence conduit à la fragilité des dispositifs***

L'utilisation de nouvelles technologies électroniques et informatiques temps réel dans les arts de la scène au sens large est souvent célébrée comme l'un des remèdes possibles à l'épuisement des systèmes traditionnels de représentation, notamment par les qualités de présence qu'on leur prête. Ainsi, au centre interuniversitaire des arts médiatiques à Montréal<sup>4</sup>, un certain nombre de chercheurs, dont Louise Poissant, explorent les « effets de présence et effets de réel dans les arts de la scène et les arts médiatiques ». Notons que cette aspiration est dans la lignée du projet fondateur de l'informatique, au sens d'Alan Turing, qui dès 1950 exigeait de ces artefacts une forme d'altérité, avec le fameux test de Turing<sup>5,6</sup>.

Mais ces effets de présence, cette altérité sont liées de manière duale et inséparable à la puissance de calcul des machines, dites « machines de Turing ». Et l'exigence d'accroissement de la manifestation sensorielle des machines, de leur crédibilité, de leur capacité d'échange avec l'utilisateur, sans passer par une expression langagière, sollicite des forces de calcul toujours plus importantes, des systèmes matériels et logiciels de plus en plus puissants et sophistiqués. Ce qui ne manque pas d'entraîner une dépendance toujours plus grande à la sphère des technologies, des logiciels propriétaires, des standards et des normes techniques.

---

<sup>2</sup> PEYRET Jean-François, « Texte, scène et vidéo », *Les écrans sur la scène*, Béatrice Picon-Vallin éd., Paris : L'âge d'homme, 1998, p. 279-294.

<sup>3</sup> ZEPPEFELD-ROSAZ, Christine, LE BRIAN-PRADA, Nicole, « De l'installation à la performance : la tradition au cœur de la technologie », *Les écrans sur la scène*, Béatrice Picon-Vallin éd., Paris : L'âge d'homme, 1998, p. 257-278.

<sup>4</sup> <http://www.ciam-arts.org/>

<sup>5</sup> TURING, Alan, *Computing Machinery and Intelligence*, Mind LIX, n°236, 1950 ; réédité dans les *Collected Works of A-M. Turing*, vol 3. "Mechanical Intelligence"; traduction française dans A-M. Turing, J.-Y. Girard, *La machine de Turing*, Seuil, Paris, 1995.

<sup>6</sup> Le test de Turing stipule des conditions pratiques permettant de valider expérimentalement les « altérités artificielles » produites grâce à l'ordinateur, au moyen d'un dispositif convoquant les catégories de dialogue et de connaissance : au jeu du menteur auquel se prêtent habituellement trois personnes (deux d'entre elles, cachées derrière une paroi, dialoguent par des messages écrits avec la troisième – le joueur –, qui tente d'établir laquelle des deux ment, sachant qu'il est convenu qu'une et une seule des deux premières ment), un des dialoguants est remplacé subrepticement par un artefact intelligent – la notion d'intelligence recevra là, au passage, une nouvelle définition – le test étant positif si le joueur ne parvient pas à se rendre compte de la manipulation.

Ainsi, l'introduction des techniques numériques dans la production artistique contemporaine a-t-elle eu des conséquences majeures, notamment sur les pratiques créatrices, en permettant de nouvelles formes d'interactivité et de nouvelles formes d'expressions ; mais elle a également fait naître de nouveaux problèmes, liés à la dépendance complète des œuvres créées par ce biais vis-à-vis des technologies nécessaires à leur représentation. Cette dépendance, largement passée sous silence pendant des années, est désormais sous les feux des projecteurs. La constitution d'un répertoire d'œuvres utilisant ces artefacts est devenue une nécessité dans toutes les institutions de création, qui pendant plusieurs années ont enchaîné les premières exécutions sans trop se préoccuper du destin des œuvres. L'IRCAM a ainsi établi une liste d'environ soixante œuvres dont la pérennité doit être assurée<sup>7</sup>.

Ainsi, les nouvelles technologies dans la création artistique sont désormais associées à une forme d'accident, à la possibilité de disparition de l'œuvre en raison de l'absence de pérennité des artefacts déployés. L'accident serait alors non seulement technologique mais aussi culturel, car posant la question de l'inscription de pratiques techniques dans notre culture. Ces accidents ne sont pas nouveaux : prenons le cas de l'arpeggione, instrument à six cordes, comportant des frettes, accordé comme une guitare, mais joué avec un archet comme un violoncelle. Inventé en 1823, il est rapidement tombé en désuétude. Sa disparition n'a pas entraîné celle des œuvres qui l'utilisaient, notamment la *Sonate en la mineur D. 821* de Schubert, pour arpeggione et piano. Cette dernière est désormais jouée soit au violoncelle, soit à l'alto. De puissants paradigmes rendent cette adaptation possible : d'une part, l'organisation tempérée de l'espace des hauteurs, attribuant des équivalences à des sons aux timbres pourtant différents ; d'autre part, celui des familles instrumentales de l'organologie classique. Les supports technologiques n'offrent pas ce type d'équivalence, car ils ne sont pas innervés par des paradigmes culturels. En effet, ils s'appuient comme nous l'avons dit sur des machines de Turing, qui envisagent le monde comme « calculable », ce qui ouvre à des abstractions mobiles difficiles à ancrer dans des traditions culturelles. Ainsi la disparition de l'œuvre de notre culture est liée à l'impossibilité de ses artefacts à s'imposer culturellement : on pourrait dire des moyens numériques de la musique qu'ils constituent une nouvelle lutherie sans organologie. Le cas de la recréation d'une œuvre musicale avec électronique temps réel, *Diadèmes* de Marc-André Dalbavie, vingt-trois ans après sa première exécution, témoigne de ce type d'accident.

Par ailleurs, nos machines de Turing excellent à simuler des phénomènes, en impliquant de plus en plus leurs utilisateurs selon diverses modalités de dialogue homme-machine. À côté de l'accident culturel subi pouvons-nous aller jusqu'à simuler l'accident – ce serait un accident calculé, envisagé dans son sens d'événement, et perçu comme tel ? C'est l'enjeu de la proposition faite dans l'opéra *Alma Sola*, Faust en forme ouverte totalement dépendant de son support informatique, cherchant à susciter une fragilité d'interprétation, à frôler l'accident scénique.

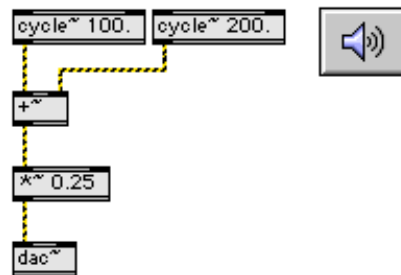
## **Intermède technologique : les patchs Max/MSP en danger**

Les patchs sont des modules logiciels de commande (par exemple de déclenchement et de synchronisation de dispositifs numériques) et de traitement numérique du signal, utilisés dans les arts de la performance au sens large, comme la musique, la danse, le théâtre, la vidéo, ou encore les œuvres associant plusieurs arts. Ils reprennent pour la plupart les paradigmes des dispositifs électroniques matériels utilisés sur scène depuis une cinquantaine d'années (par exemple les processeurs d'effets tels que les réverbérations). Ces patchs tirent leur efficacité et leur importante diffusion de leur fonctionnement temps réel (à l'instar des appareils électroniques qu'ils remplacent) et de leur facilité de mise en œuvre grâce à un langage graphique.

---

<sup>7</sup> La base de données Mustica les référence et donne en théorie aux organisateurs de concerts toutes les informations techniques nécessaires à leur exécution : <http://mustica.ircam.fr>

À titre d'exemple, nous présentons ci-dessous un module créé avec le logiciel *Max/MSP*<sup>8</sup>, produisant deux sinusoïdes, à 100 et 200 Hz, et les additionnant, l'amplitude du résultat étant atténuée (multipliée par 0.25). L'aspect du patch fait penser à un montage électrique, comme ceux élaborés sur la paillasse d'un laboratoire de physique, avec des appareils qui sont les modules rectangulaires (exemple de l'objet *cycle~* qui produit une sinusoïde, à l'instar d'un générateur) et des câbles, qui sont ici les connections entre objets. Il est extrêmement facile de réaliser ces patchs, sans programmation, simplement en incorporant en quelques clics de souris des objets prédéfinis, et en les reliant par des connections. Il est également possible de créer ses propres objets.



**Figure 1.** Exemple de patch *Max/MSP* produisant la somme de deux sinusoïdes.

Historiquement, ce type d'approche est apparu à la fin des années 1980. À cette époque, des centres de recherche musicale comme l'IRCAM cherchaient des solutions pour enrichir les musiques mixtes, associant musiciens humains et sons électroniques. Jusqu'alors, une bande magnétique accompagnait les instrumentistes, imposant une temporalité figée. Le chercheur Miller Puckette développa alors une première version d'un logiciel intitulé *Patcher*, qui préfigurait les deux logiciels les plus utilisés aujourd'hui : *Max/MSP* et *PureData*. Le *patch* marque le début des approches interactives dans lesquelles la machine est « en attente » d'informations venant du musicien (ou du performer au sens large), informations acquises par des capteurs. L'une des premières pièces du répertoire IRCAM à exploiter ces possibilités est *Jupiter*, de Philippe Manoury (1987), associant une flûte (dotée de capteurs et d'un microphone pour obtenir un certain nombre de paramètres du jeu du flûtiste) à un dispositif d'informatique musicale temps réel. Plusieurs logiciels ont ensuite vu le jour, s'ouvrant au cours des dernières années à la vidéo et à l'image tri-dimensionnelle, comme *Isadora*, très utilisé dans le monde de la danse.

Pour les performers et les régisseurs, le patch apparaît d'abord comme une possibilité d'ouverture formidable, puisque toutes les situations et tous les éléments scéniques, désormais numérisés, peuvent être décrits et associés par des fonctions. Mais quiconque prononce le mot « patch » dans un théâtre sait également l'appréhension que suscitent ces technologies temps réel, réputées « dangereuses » et porteuses de problèmes techniques, notamment en termes de « plantage », redouté par tous les interprètes interagissant avec ces programmes.

Ce n'est pas là ce qui nous intéresse dans cet article, dans lequel nous nous aborderons d'autres types d'accidents liés à ces dispositifs. Dans un premier temps, nous examinerons les conditions de possibilité de ces patchs, leur dépendance à la technologie qui met en danger tout simplement leur pérennité comme support d'une œuvre.

Par rapport aux paradigmes traditionnels de la notation et de l'instrument de musique, le *patch* se positionne d'une manière nouvelle. On peut certes le considérer comme un instrument de musique « virtuel », mais chaque patch est un cas particulier de traitement et ne possède pas l'universalité pourtant indispensable au concept d'instrument.

<sup>8</sup> <http://www.cycling74.com>

D'autre part, le patch contient implicitement une sorte de « partition », qui est le « scénario » temporel de ses traitements. Mais les catégories musicales liées à la partition ne sont jamais exprimées explicitement, elles sont encodées, enfouies sous une description orientée traitement du signal temps réel. La preuve en est la difficulté à se positionner en un point précis de la « partition électronique » sous-jacente : le déroulement de l'œuvre ne cesse de mettre à jour des informations et variables, et il est très difficile d'essayer en cas de problème de reprendre en un endroit donné, la seule possibilité est souvent de repartir du début.

Plusieurs projets, au niveau européen et français, s'intéressent à la question de la préservation du patrimoine numérique que nous effleurons ici : nous pouvons citer CASPAR<sup>9</sup> et ASTREE. Toutes sortes de scénarios sont envisagés : disparition du logiciel Max/MSP ; incompatibilités insurmontables avec de nouvelles plateformes matérielles et logicielles, etc. Sans évoquer des hypothèses aussi drastiques, sans accident technologique majeur, les simples évolutions des supports informatiques nécessitent toujours une intervention pour pouvoir remonter l'œuvre. Ces interventions se répartissent en quatre types :

- la préservation au sens de la sauvegarde matérielle d'éléments liés aux œuvres,
- l'émulation de dispositifs techniques disparus,
- la migration d'une plateforme technique ancienne vers une autre, plus récente,
- la virtualisation des processus.

Il n'est en rien évident de continuer à faire vivre les œuvres utilisant des patches, pour qu'elles puissent être montées à tout instant. La complexité et l'imbrication des technologies, leur dépendance à des formats propriétaires imposés par des sociétés privées, laissent envisager l'hypothèse d'une perte de la partie électronique d'une œuvre, en tout cas d'une extrême difficulté, artistique comme technique, à la reconstituer. La plupart des compositeurs de ces œuvres sont encore vivants, mais qu'advient-il ensuite ?

## **Un exemple d'accident technologique lié à l'absence de pérennité des dispositifs : l'expérience de *Diadèmes* de Marc-André Dalbavie**

### ***Présentation de l'œuvre***

*Diadèmes* de Marc-André Dalbavie est une pièce en trois mouvements pour alto, ensemble instrumental et électronique temps réel créée il y a 23 ans, à l'IRCAM le 16 juin 1986 (Centre Georges Pompidou, Paris, Nathalie Baudoin (alto), Ensemble Itinéraire, direction: Arturo Tamayo). Cette oeuvre a été jouée pour la dernière fois en 1992 à l'occasion de l'enregistrement du CD (Adès 205 202 (1996, recorded 1992) Accord 465 313-2 (1996)). Elle a été distinguée par le jury du prix *Ars Electronica* en 1987 en raison de « *the integration of traditional instruments with digitally-generated sound.* »

*Diadèmes* a été créée lors du colloque « systèmes personnels » qui s'est tenu à l'IRCAM en octobre 1986. A l'époque, on entendait par « systèmes personnels » toutes les nouvelles machines permettant de mettre à la portée du grand public les dispositifs de synthèse et de traitement sonores jusqu'alors réservés aux institutions. C'était l'époque des premiers « ordinateurs personnels » (« IBM Personal Computer »), leur dissémination s'étant largement poursuivie jusqu'à aujourd'hui. Yamaha avec ses synthétiseurs DX7, ses modules de réverbération et ses processeurs d'effets était un des principaux fabricants de ces « systèmes personnels ». A cette époque, l'IRCAM disposait d'un studio équipé spécialement par Yamaha.

---

<sup>9</sup> <http://www.casparpreserves.eu>

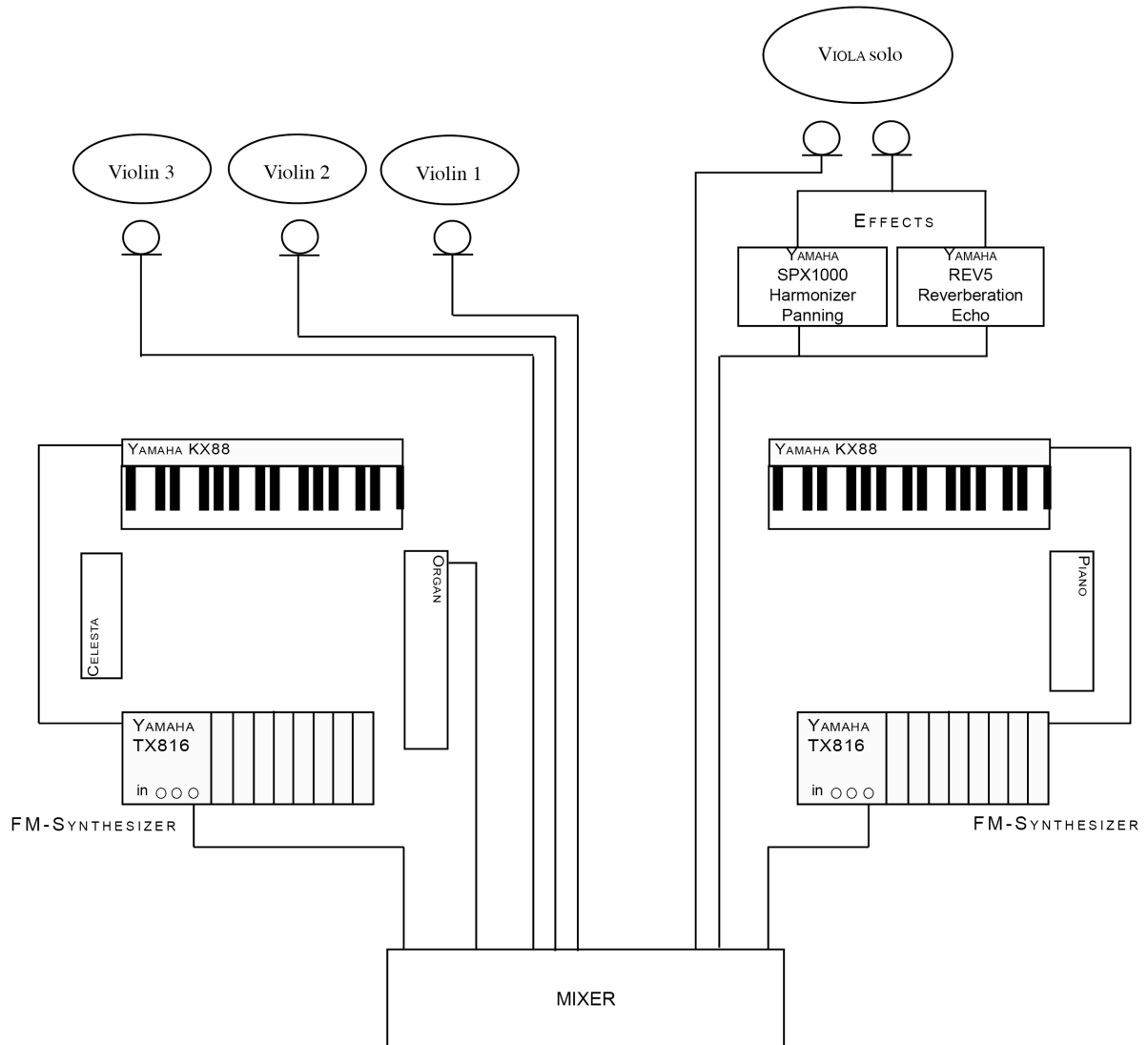
Suite à la demande d'un organisateur de concert et de l'éditeur (Lemoine) concernant la création de cette pièce aux Etats Unis en décembre 2008 ont été soulevés les problèmes posés par l'exécution en concert de la partie technologique de cette œuvre (« âgée » de 23 ans). Serge Lemouton, réalisateur en informatique musicale, a étudié avec un certain nombre de chercheurs de l'IRCAM participant au projet européen CASPAR les mesures à envisager pour la mise à jour de cette pièce, puis réalisé une nouvelle version. Ils ont également tenté de réaliser une sauvegarde des éléments constitutifs de cette pièce en vue d'en faciliter des réalisations ultérieures.

### ***Un exemple d'accident technologique : la disparition des synthétiseurs FM***

La partie électronique de *Diadèmes* de Dalbavie comporte deux types de dispositifs :

- des synthétiseurs générant des sons selon le principe de la synthèse FM, en l'occurrence un ou deux Yamaha TX 816 pilotés par claviers Yamaha KX 88,
- des modules de transformation temps réel du son de l'alto : harmonizer (module de transposition fréquentielle et temporelle d'un instrument en entrée), panning (module de distribution spatiale d'un son en entrée), réverbération et écho ; ici sous la forme de deux boîtiers : un Yamaha SPX 1000 et un Yamaha REV5.

## ORIGINAL SETUP OF ELECTRONICS



**Figure 2.** Configuration technique de la pièce *Diadèmes de Dalbarie*. Source : Karin Weissenbrunner, documentation interne IRCAM établie lors du portage de l'oeuvre.

Concernant les premiers, c'est-à-dire la synthèse par modulation de fréquence, la situation est pour le moins difficile : les synthétiseurs Yamaha TX 816 ne sont plus fabriqués, ceux que possède l'IRCAM sont dans un état proche de la rupture ; le compositeur a essayé plusieurs solutions d'émulation logicielle, sans qu'aucune ne lui donne satisfaction au niveau du résultat sonore. En avril 2008, le compositeur et son réalisateur en informatique musicale, Serge Lemouton, ont arrêté une nouvelle conception de cette partie de l'œuvre. Ils ont décidé de reconstituer ces synthétiseurs et les claviers qui les déclenchent en développant ce que l'on appelle un sampler. Il s'agit en quelque sorte une base de données de sons d'un instrument, correspondant à son enregistrement à différentes hauteurs jouées avec différentes intensités

sonores. En l'occurrence ont été enregistrées sur le « vieux » TX816 fonctionnant partiellement les notes demandées par le compositeur dans la partition, avec différents programmes (c'est-à-dire instruments ou sons générés) et différentes vélocités (correspondant à la force d'appui sur la touche du clavier).



**Figure 3.** Le synthétiseur d'origine Yamaha TX816 dont une grande partie des modules ne fonctionne plus. Source : Serge Lemouton.

L'exemple ci-dessous permet d'entendre quelques sons du synthétiseur d'origine.

**[fichier sonore exempleTX816.mp3 à inclure]**

Le principe du sampler est ensuite de permettre de jouer un instrument unifié dans les registres et les intensités à partir de cette base de son : lorsque l'on appuie sur une des touches du clavier commandant le sampler, deux cas sont possibles : soit la touche correspond à une note enregistrée, et cette dernière est jouée tout en étant « habillée » (attaque, décroissance, volume d'ensemble) ; soit la touche ne correspond à aucune note enregistrée, et le logiciel interpole une note à partir des notes enregistrées, supposée être proche de l'instrument d'origine.

Comme en musique baroque, nous sommes confrontés à la reconstitution d'un instrument ancien indisponible. Certes avec des limites, car comme nous venons de le dire, il est impossible de prendre en charge une numérisation complète de l'original. De plus, le phénomène de la « sympathie » (au sens des cordes sympathiques comme sur certains instruments baroques) n'est pas pris en compte : que se passe-t-il lorsqu'un accord de plusieurs sons doit être joué ? Est-ce que la somme de plusieurs sons, chacun plus ou moins fidèle à un original, produit un accord fidèle à l'original ?

### ***Une simple adaptation des transformations temps réel de l'alto***

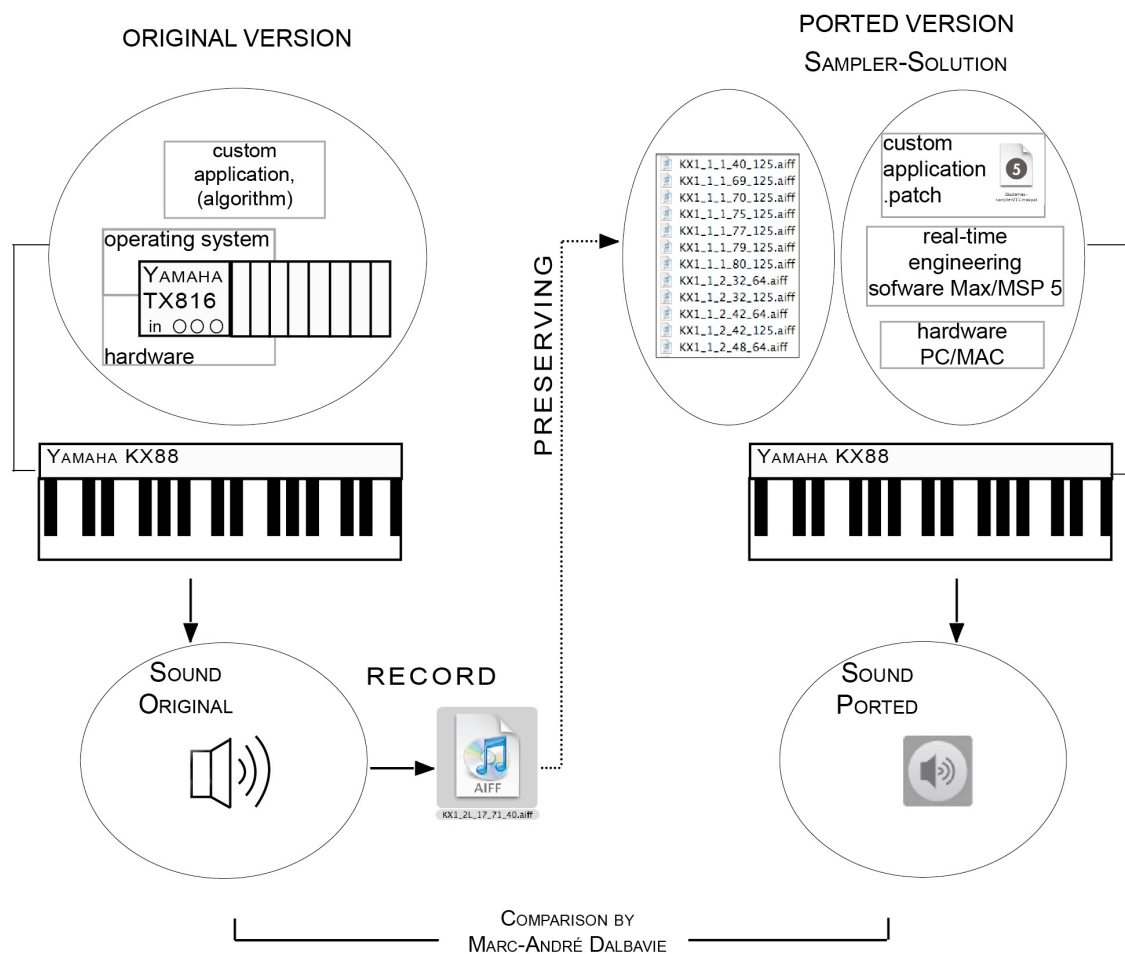
Concernant le deuxième ensemble de modules, ceux dédiés à la transformation temps réel de l'alto, la situation est bien plus simple : les effets existent encore ; ils sont désormais réalisés par logiciel en lieu et place de boîtiers électroniques ; de plus, leur qualité a progressé. Ici, le choix du compositeur se borne à une sélection parmi plusieurs éléments logiciels, de modules donnant à

son avis le meilleur résultat en termes de réverbération, d'écho, d'harmoniser ou de panning. La notion de fidélité à l'ancien résultat sonore n'intervient pas, car la qualité des modules précédemment utilisés était très moyenne.

### ***Bilan d'un accident technologique et culturel***

Marc-André Dalbavie a été dans l'ensemble satisfait de l'exécution de l'œuvre aux Etats-Unis en décembre 2008. Il est évidemment délicat d'évaluer ce que cela veut dire en termes d'authenticité, car le compositeur a changé au cours des ans. Vingt-trois ans après sa création, dix-sept ans après sa dernière exécution, *Diadèmes* existe donc dans une nouvelle version. Le schéma ci-dessous résume la principale action de préservation/portage, qui concerne la synthèse FM.

#### PORTING OF THE FM-SYNTHESIZER YAMAHA TX816



**Figure 4.** Résumé de la migration technique de *Diadèmes* de Dalbavie. Source : Karin Weissenbrunner, documentation interne IRCAM établie lors du portage de l'œuvre.

Si nous considérons un dispositif de musique numérique interactive selon les trois pôles du **contenu** *a priori* (grosso modo les fichiers pré-définis), de **l'algorithme** (ce qui se calcule) et de **l'interface** homme-machine servant à sa mise en œuvre, nous constatons les déplacements suivants :

<i>Diadèmes</i> / Marc-André Dalbavie	Version de la création (1986)	Nouvelle version (2008) avec sampler en Max/MSP
CONTENU A PRIORI	/	- TX 816 « samplé »
ALGORITHMES	- Synthèse FM - Transformation du son de l'alto solo	/ - Transformation du son de l'alto solo
INTERFACES HOMME-MACHINE	- 2 claviers déclenchant la synthèse FM - Acquisition du son de l'alto avec un microphone	- 2 claviers déclenchant la synthèse FM - Acquisition du son de l'alto avec un microphone

**Tableau 1.** Redéploiement de la partie interactive de *Diadèmes* selon les trois pôles du contenu, des algorithmes et des interfaces.

Cette réimplémentation a la particularité de conserver le mode de jeu : dans sa nouvelle version (« samplé ») comme dans son ancienne version, le module est déclenché par un clavier joué par un instrumentiste. Certes, le clavier n'est sans doute pas le même que le précédent, le rapport entre le geste d'enfoncement de la touche et le résultat sonore est sans doute également différent. Mais le type de geste est conservé et *Diadèmes* d'une certaine façon s'accroche à cette pratique culturelle. La seule altération est le basculement d'un des deux algorithmes du côté des contenus *a priori*, puisque désormais la synthèse FM est reconstituée par sampler figé à partir de données issues de l'original.

Nous pourrions nous demander ce qui différencie ontologiquement les deux algorithmes mis en œuvre, puisque l'un disparaît alors que l'autre est simplement adapté. Nous constatons que ce dernier, opérant des transformations sur le son de l'alto solo, est en fait fondé sur des catégories de l'écriture musicale ou de la production sonore « traditionnelles » : l'harmoniser peut être vu comme généralisant le principe d'imitation, la réverbération n'a pas été inventée par le traitement du signal mais sa modalité « naturelle » liée à l'architecture d'un lieu est utilisée depuis bien longtemps, par exemple dans un certain nombre d'édifices religieux.

Cet accident technologique n'est-il pas typique des mutations organologiques de la musique occidentale ? Nous n'avons en général plus les instruments des compositeurs du passé, mais nous jouons leurs œuvres sur d'autres instruments, soit anciens restaurés, soit copies d'anciens, soit modernes. Cela suppose toutefois que l'on accorde aux modules électroniques le statut d'instrument, ce qui n'est pas toujours évident : d'une part, ils ne constituent pas des systèmes stables, notamment dans leurs modes de jeux, et d'autre part, il n'existe pas de notation de la musique électronique. Il leur manque les paradigmes de la notation et de la stabilisation organologique en familles.

Nous constatons enfin que *Diadèmes* se sort de justesse de l'accident entraîné par la disparition des synthétiseurs FM. Au prix d'un compromis : le sampler n'est qu'une reconstitution approximative de l'instrument initial, au moins satisfaisante du point de vue du timbre, alors que les solutions de logiciels de synthèse FM ont été rejetées par le compositeur. La solution retenue a également pour mérite de permettre la préservation des sons de l'instrument FM initial, et leur étude ultérieure, puisqu'une base de données en a été constituée. L'accident technologique ou technique serait-il la condition nécessaire du basculement de l'œuvre dans un régime « historique » et « musicologique », après celui de la création ? Et le paradoxe serait que l'œuvre devient objet d'étude au moment où elle est en sursis d'accident technologique irrémédiable. Dans cette situation, l'accident lie d'une manière singulière et active des processus de ré-écriture, de basculement dans un régime musicologique, et de génétique homme-machine. Ré-écriture, car

la mise à niveau technologique d'une œuvre en constitue toujours une nouvelle version ; basculement dans un régime musicologique, car l'aiguillon de l'accident oblige le compositeur à formaliser son dispositif, à le mettre à distance de l'expérience de la création ; génétique homme-machine enfin, car l'expérience montre que la menace de l'accident conduit le concepteur de patches à gérer non pas une version d'une œuvre mais bien un ensemble d'instances de cette dernière, pour être capable à tout moment de produire des modules numériques adaptés à une nouvelle donne technologique. Le réalisateur en informatique musicale qui accompagne le compositeur devient sans le savoir généticien des œuvres avec électronique temps réel, les processus de production et d'adaptation des patches lui fournissant un cadre de compréhension en suivant la procession des transformations techniques.

## **L'accident scénique envisagé dans le cadre de la forme ouverte : l'expérience d'*Alma Sola*, Faust numérique**

Mais il existe d'autres fragilités « désirables », celles que la technologie approcherait par le calcul. Par exemple, celle de formes scéniques ouvertes, brisant la linéarité : l'opéra numérique en forme ouverte *Alma Sola* [lien à mettre vers le site <http://www.almasola.net>] propose ainsi un Faust organisé en une trentaine de fragments assemblables dans un ordre quelconque. Performer et ordinateur sont réunis pour construire de manière émergente une forme dramaturgique par le dialogue homme-machine.

### ***Présentation de l'oeuvre***

*Alma Sola*<sup>10</sup> est un opéra sur le thème de Faust, ici un Faust féminin. Après un prologue où le personnage constate son impuissance et sa faiblesse dans ce vaste monde, s'offre à lui la possibilité d'un jeu avec l'apparition d'une machine informatique surpuissante, outil de dialogue, de connaissance et de contrôle. L'entrée dans le jeu se fait lors d'une courte séquence appelée le Pacte, au cours de laquelle le personnage se dédouble : l'Ombre apparaît, comme se séparant de Faust, et le jeu commence. Faust peut alors enchaîner librement des blocs pré-composés : il en existe une trentaine, regroupés en univers thématiques : amour, plaisir, opulence, pouvoir, connaissance. L'opéra cesse lorsque Faust quitte le jeu. Il s'agit d'une forme ouverte dont le modèle dramaturgique est plutôt celui du jeu vidéo ou du CD-ROM que le modèle narratif linéaire de l'opéra traditionnel.

Ce Faust veut à la fois saisir le mystère de ce monde en intensification en le réduisant par la pensée à des ontologies *a priori* et en extension en embrassant toutes les expériences possibles, « ne rien désirer, tout posséder », tout numériser. Le personnage a été imaginé non comme un vieillard pactisant avec le diable, mais selon un schéma proche du test de Turing : un Faust entrant en dialogue avec l'Autre par des moyens technologiques, incapable désormais de distinguer qui s'adresse à lui, de l'ordinateur, ou d'une Ombre méphistophélique. L'œuvre est écrite pour deux sopranos, guitare, cor et électronique.

---

<sup>10</sup> Opéra numérique en forme ouverte (créé en octobre 2005 au Cube, à Issy-les-Moulineaux ; dernière reprise : avril 2008 à Vilnius lors d'une résidence conjointe Centre Culturel Français / Conservatoire de Vilnius / Académie des Beaux-Arts de Vilnius) ; composition et création logicielle : Alain Bonardi, livret et mise en scène : Christine Zeppenfeld, direction musicale : Ignazio Terrasi, création images : Julien Piedpremier et Nicolas Hoareau, sopranos : Caroline Chassany et Claire Maupetit, guitare : Gabriel Bianco, cor : Philippe Durand. Nous renvoyons le lecteur au site Internet consacré à cette œuvre : <http://www.almasola.net>

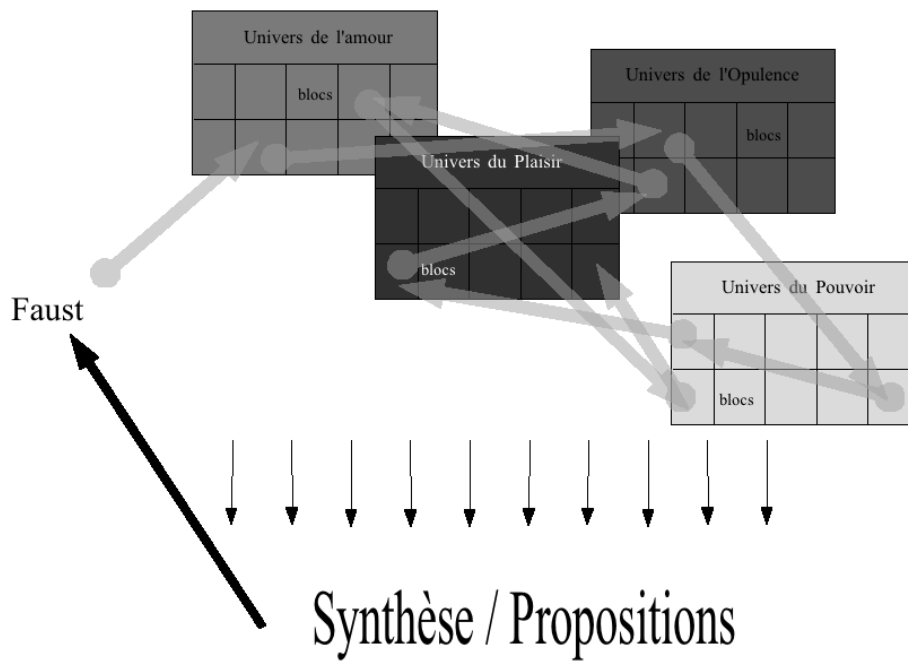


Figure 5. Schéma de principe de la forme ouverte de l'opéra *Alma Sola*. Source : Alain Bonardi.

*Alma Sola* rejoint les démarches des œuvres ouvertes<sup>11</sup> des années 1950-1960, abolissant la frontière entre l'inachevé et le fini, au sens où Pierre Boulez l'entend<sup>12</sup> : « ce que l'on a appelé œuvre ouverte n'est autre chose qu'un refus d'accepter que les solutions proposées soient définitives, soit dans leur constitution, soit dans leur enchaînement. La responsabilité revient à celui qui manipule les données de l'œuvre, à l'aide de codes plus ou moins précis – ce qui donne des champs d'action circonscrits – ou dans une totale liberté. L'apparent achevé ne peut être que provisoire. » Et d'ajouter : « dans le même sens, mais plus restrictivement virtuel, l'œuvre parfaitement définie peut être ressentie comme un fragment de temps ou d'espace, certes limité par un début et une fin, cependant que ces limites nous paraissent fortement arbitraires, ne dépendant aucunement d'une absolue nécessité. »



**Figure 6.** Photographie prise lors de répétitions d'*Alma Sola* au Cube en octobre 2005, montrant une partie du dispositif scénographique. *Faust* : Caroline Chassany ; direction musicale : Ignazio Terrasi. Photographie : Philippe Monges.

### ***Nécessité et « artefacture » de l'accident scénique ?***

L'idée générale est la sollicitation compulsive réciproque de l'ordinateur par Faust et de Faust par l'ordinateur. La forme ouverte s'inscrit dans cette volonté. Le personnage va parcourir l'espace numérique qui représente en fait son espace mental, utilisant la machine comme microscope de ses fantasmes et de ses aspirations, traquant la puissance « computationnelle » sans désir d'une part, *versus* l'éprouvé sans puissance (puisque l'éprouvé ne saurait être prescrit ni décrit), d'autre part.

Il existe certes une règle du jeu : nécessité de commencer et terminer par tel bloc, nécessité d'enchaîner un bloc à un autre, possibilité à tout moment de quitter un bloc, etc. Mais comment

<sup>11</sup> Le lecteur pourra consulter une analyse d'*Alma Sola* dans le numéro 1 de la revue online Musimédiane : [http://www.musimediane.com/article.php3?id\\_article=19](http://www.musimediane.com/article.php3?id_article=19)

<sup>12</sup> Ces lignes sont tirées du texte « Œuvre – fragment » de Pierre Boulez, rédigé en présentation du cycle de manifestations (concerts, conférences et colloque) que lui consacre le musée du Louvre en octobre-novembre 2008. [www.louvre.fr/media/repository/ressources/sources/pdf/src\\_document\\_54208\\_v2\\_m56577569831216426.pdf](http://www.louvre.fr/media/repository/ressources/sources/pdf/src_document_54208_v2_m56577569831216426.pdf)

donner un sens, une nécessité en situation à ces règles posées *a priori*? La problématique est exactement celle de la forme ouverte instrumentale : comment susciter un phénomène vivant, musical ou dramatique, à partir de ce qui n'est finalement qu'un algorithme? A cette présence du procédé qui pourrait être excessive s'ajoute le fait que toutes les combinaisons de fragments d'*Alma Sola* ne sont pas également intéressantes.

Comme dans les formes ouvertes des années 1950-1960, l'interprète a un rôle fondamental puisque lui revient la tâche de faire vivre cette matière musicale fragmentée. Notre idée est de le « conditionner » dans un état de « virtuosité formelle » maximale, au bord de la rupture. Pour que la forme ouverte ne soit pas une simple succession de morceaux, il est nécessaire de mettre l'interprète en situation de danger, d'accident, donnant une nécessité à ce parcours et évitant une mémorisation de combinaisons-types.

Une des réponses proposées pour éviter de figer l'œuvre ouverte *a priori* a été d'imaginer un ensemble d'artefacts fondés sur le dialogue homme-machine, lui donnant à la fois vie et sens. L'œuvre fonctionne ainsi : Faust choisit un bloc, qui est joué et chanté. Puis l'ordinateur, à partir d'un apprentissage<sup>13</sup>, propose une ou plusieurs continuations possibles, c'est-à-dire des blocs qui lui semblent pouvoir être enchaînés avec celui qui vient d'être donné. Enfin, Faust fait son choix et le signale aux autres intervenants (musiciens et régie). Mais ce que nous décrivons en de longues phrases peut se dérouler très rapidement : en effet, les blocs ne sont pas très longs (une minute trente à deux minutes) et Faust a de plus la possibilité de quitter un bloc à plusieurs endroits, correspondant à des points d'orgue musicaux ou pauses. Dans le tableau ci-dessous, nous montrons les différentes options retenues, dans la version de 2005 et celle de 2008.

	<b>Manifestation des propositions de l'ordinateur</b>	<b>Sélection d'un bloc par Faust</b>
<b>Version 2005</b>	Système sonore et lumineux d'appel vers les blocs	Faust annonce vocalement les premiers mots du bloc. Musiciens et régie se calent sur cette annonce.
<b>Version 2008</b>	Menu de choix à l'écran, avec une « roue du hasard » comme dans les jeux liés à des tirages au sort, avec l'énoncé sonore de l' <i>incipit</i> de chaque bloc.	Faust choisit un bloc à l'écran avec une télécommande WiiMote. La régie suit automatiquement, les musiciens se calent sur le démarrage visuel et sonore du bloc.

**Tableau 2.** Tableau des modalités d'interaction homme-machine liées à la forme ouverte dans *Alma Sola*.

En 2005, lors de la création, les propositions de l'ordinateur étaient matérialisées sous forme lumineuse : chaque bloc correspondait à une zone de l'espace scénique, qui était dotée de jeux de diodes lumineuses permettant d'appeler le personnage, comme le montre la photographie ci-dessus. En 2008, lors de la dernière reprise de l'œuvre à Vilnius, les propositions étaient faites à l'écran, ce qui permet de gagner en rapidité de basculement d'un fragment à l'autre. Dans les deux versions, le spectateur est d'une certaine manière associé aux choix de Faust : d'une part, la « carte » des choix est donnée, car les blocs correspondent à des zones du plateau, que le spectateur finit par identifier, ne serait-ce qu'au niveau des univers thématiques ; d'autre part, l'espace du choix est mis en scène : sous la forme d'esquisses de déplacements lors de la création, et sous la forme visuelle d'une roue comme dans un jeu de hasard, pour la version 2008.

<sup>13</sup> Plus précisément, le modèle informatique utilisé s'appuie sur des modèles de Markov cachés ou HMM (Hidden Markov Models) : les enchaînements de fragments opérés par la chanteuse

Dans *Alma Sola*, l'accident, la rupture, sont souhaités, dans un mode finalement assez proche de l'improvisation. En termes de résultats, il y a de bonnes représentations où les ruptures provoquées par le tandem personnage/ordinateur fonctionnent, et d'autre où le rythme d'ensemble semble moins bon. Nous remarquons que ce rythme de l'œuvre n'est pas sans relations avec les phénomènes de mémorisation scénique. En effet, les moments qui paraissent creux sont assez souvent des phases où l'interprète essaye de « rejouer », de redonner des enchaînements qui ont fonctionné lors de répétitions ou représentations précédentes.

Pour comprendre à quel point le déroulement de l'œuvre se fait sous la menace permanente de l'accident, de la perte désirée de repères, de mémoire de la scène, arrêtons-nous sur ce qu'éprouvent les interprètes une fois lancés dans l'océan des possibles de la forme ouverte. Lorsque l'on interroge les chanteuses qui ont tenu le rôle, toutes insistent sur l'incroyable difficulté de mémorisation liée à la perte de linéarité. En effet, les partitions d'opéra sont souvent longues, plus longues et parfois plus difficiles que celle d'*Alma Sola* ; mais elles sont écrites dans un ordre précis qui soutient à la fois la mémoire du chanteur et le suivi du spectateur. Ici, rien de tel, la difficulté de mémoriser et restituer trente fragments musicaux est énorme : le chanteur se dit souvent perdu. Et souligne la présence nécessaire et inquiétante de l'ordinateur. Nécessaire, lorsque ce dernier énonce ses propositions sonores de continuation : le chanteur se raccroche à un incipit sonore, qui lui permet de se recalcr à peu près, commençant parfois un bloc de mémoire, sans être capable de le nommer explicitement et de l'isoler du reste de l'œuvre, avant de retrouver ses repères. Inquiétante, car ces moments de choix surexposés peuvent mettre le chanteur sous tension.

Ainsi, le cadre technologique est intimement associé au projet d'écriture pour mettre d'une certaine manière l'interprète en danger, condition qui semble nécessaire au renouvellement non seulement de l'interprétation d'*Alma Sola*, mais également de l'œuvre elle-même, puisque son « moteur » numérique s'enrichit en permanence de nouveaux enchaînements.

## **Conclusion**

Nous pensons de manière générale qu'il existe des relations profondes entre technologie et accident. Nous avons montré que la question était tout autant culturelle que technologique : certains artefacts s'imposent dans notre culture, et d'autres comme les instruments numériques qualifiés de « nouvelle lutherie » ont une pérennité incertaine après quelques années d'existence. D'où une première acception de l'accident, manifeste dans toute technologie, liée à l'accident de sa perte entraînant la disparition des œuvres s'en saisissant. Mais nous pouvons tenter de dépasser ce premier sens et essayer de modéliser l'accident comme événement. Nous avons montré deux situations illustrant chacun de ces sens.

D'une part, l'accident lié au projet technologique lui-même, qui porte en lui le désir permanent du renouvellement et du dépassement des capacités techniques, en ne s'embarrassant guère d'une mémoire des différents dispositifs. Une technologie en chasse une autre. Et les œuvres précisément fondées sur ces technologies ? Il faut déployer une grande énergie pour en assurer la pérennité, en les adaptant au marché toujours en mouvement des standards technologiques<sup>14</sup>. Nous en avons montré un exemple avec *Diadèmes* de Marc-André Dalbavie. Les créateurs sont-ils prêts à accepter les conditions de possibilité de ces nouvelles œuvres, leur caractère éphémère, voire leur disparition pour incompatibilité technique ?

D'autre part, l'accident « calculé », que nous montrons dans *Alma Sola*, visant une perte de repères pour l'interprète. Le dispositif pose la question de la modélisation de l'accident, qui comme l'événement, modifie notre perception des choses. L'ordinateur est mal adapté à sa prise en compte, car l'accident ne s'apprend pas, et le « hasard » ne se laisse pas plus enfermer dans un

---

<sup>14</sup> BONARDI, Alain, BARTHELEMY, Jérôme, BOUTARD, Guillaume, CIAVARELLA, Raffaele, Préservation de processus temps réel. Vers un document numérique. In *Document Numérique*, volume 11, n° 3-4/2008, pages 59-80, Hermès Lavoisier.

algorithme. La seule manière de donner le change est d'associer l'ordinateur et son utilisateur humain dans un dialogue homme-machine permettant aux accidents et autres événements de survenir. Ce n'est donc pas l'accident que nous modélisons informatiquement, mais nous posons un cadre d'expérience permettant de le susciter. A l'instar du miroir qui donne au danseur une image impossible et fautive de son corps<sup>15</sup>, l'ordinateur d'*Alma Sola* vient provoquer la chanteuse, la mettre en danger tout en lui donnant des éléments pour continuer, prolonger encore l'œuvre. Dans ce cadre conçu pour susciter l'accident d'enchaînement de la forme ouverte, la créativité de l'interprète, désormais contraint à s'exposer par une machinerie informatique, doit s'exprimer.

### **Remerciements**

à Serge Lemouton, Marc-André Dalbavie, Karin Weissenbrunner, Jérôme Barthélemy, Raffaele Ciavarella.

### **Références**

BONARDI, Alain, BARTHELEMY, Jérôme, BOUTARD, Guillaume, CIAVARELLA, Raffaele, Préservation de processus temps réel. Vers un document numérique. In *Document Numérique*, volume 11, n° 3-4/2008, pages 59-80, Hermès Lavoisier.

BOUGNOUX, Daniel, *La crise de la représentation*, Paris : La Découverte, 2006, 183 pages.

FOUCAULT, Michel, *Ceci n'est pas une pipe*, Paris : Fata Morgana, 1973.

PEYRET Jean-François, « Texte, scène et vidéo », *Les écrans sur la scène*, Béatrice Picon-Vallin éd., Paris : L'âge d'homme, 1998, p. 279-294.

TURING, Alan, *Computing Machinery and Intelligence*, Mind LIX, n°236, 1950 ; réédité dans les *Collected Works of A-M. Turing*, vol 3. "Mechanical Intelligence"; traduction française dans A-M. Turing, J.-Y. Girard, *La machine de Turing*, Seuil, Paris, 1995.

ZEPPENFELD-ROSAZ, Christine, LE BRIAN-PRADA, Nicole, « De l'installation à la performance : la tradition au cœur de la technologie », *Les écrans sur la scène*, Béatrice Picon-Vallin éd., Paris : L'âge d'homme, 1998, p. 257-278.

---

<sup>15</sup> Le miroir opère par symétrie une véritable transformation de notre corps, dont les mathématiciens ont montré qu'elle ne pouvait être reproduite par quelque contorsion que ce soit dans notre monde physique.