

Journée d'étude



Patrimoine musical du xx^e siècle

Actes de la journée d'étude du 6 avril 2009

Musée de la musique



Ondes Martenot, Maurice Martenot, Neuilly-sur-Seine, vers 1930, E.982.9.1,
collection Musée de la musique, Paris, photo J.M. Anglès

Patrimoine musical du xx^e siècle

Journée d'étude organisée par le Musée de la musique,
sous la direction scientifique de **Thierry Maniguet**,
conservateur au Musée de la musique

Le XX^e siècle voit s'élargir considérablement la notion de source sonore : instruments à percussion, générateur électrique, bande enregistrée, objets sonores étrangers au champ musical. On assiste aujourd'hui à une forte érosion des sources permettant de documenter ces instruments ou d'en maintenir la fonctionnalité. De même, la restauration des matériaux ou des générateurs sonores pose des problèmes particuliers, qui ne trouvent jusqu'à maintenant que des réponses peu satisfaisantes.

Cette journée d'étude permet de confronter les différentes approches (musées, restaurateurs, collectionneurs, musiciens...) de ces problématiques qui concernent les instruments de musique mais également d'autres objets patrimoniaux liés au cinéma, à l'informatique, à la radio comme à l'art contemporain.

Cette journée est l'occasion également de débattre de l'opportunité de mettre en place des circuits de formations spécialisés pour les restaurateurs d'œuvre d'art.

Musée de la musique
Conservation
221, avenue Jean-Jaurès
F 75019 Paris
tmaniguet@cite-musique.fr

Sommaire

CONSERVATION DES ŒUVRES TECHNOLOGIQUES DU XX^e SIECLE

L'art contemporain confronté aux phénomènes d'obsolescence technologique 5
Cecile Dazord, conservatrice en art contemporain, Centre de recherche et de restauration des Musées de France (C2RMF), département recherche

La conservation des collections informatiques et vidéo-ludiques. Les possibilités techniques de maintien en fonction des matériels 15
Jean-Baptiste Clais, conservateur du patrimoine, musée du Louvre, responsable des collections de l'association MO5.com, Musée de l'Ère Numérique

CONSERVATION DES BIENS DE LA MUSIQUE ELECTRONIQUE

Conservation et restauration des biens culturels de la musique électronique. Exemple des archives Luigi Nono (Fondazione Archivio Luigi Nono) 31

Conservazione e restauro del patrimonio culturale della musica elettronica. L'esempio degli Archivi Luigi Nono 45
Alvise Vidolin, directeur artistique, Centro di Sonologia Computazionale, université de Padoue ; professeur, Conservatoire Benedetto Marcello de Venise

La mémoire de la musique enregistrée en danger 57
Jean-Marc Fontaine, ingénieur de recherche, université Pierre-et-Marie-Curie Paris 6, Ministère de la Culture– CNRS, Institut Jean Le Rond d'Alembert, Lutheries-Acoustique-Musique (IJLRA – LAM)

APPROCHES DE LA CONSERVATION–RESTAURATION

Conservation - restauration des matériaux constitutifs des instruments de musique du XX^e siècle 69
Marie-Anne Loeper-Attia, restauratrice, Inp/Musée de la musique
Sylvie Ramel, restauratrice, consultante en conservation préventive

Approche de la conservation - restauration du patrimoine horloger. Problème de la disparition des savoir-faire 81
Tobias Schenkel, professeur, Haute École d'Arts appliqués ARC, La Chaux-de-Fonds, Suisse

Table ronde : Faut-il une formation de conservation-restauration spécialisée ? 97
Animée par **Marie-Anne Loeper-Attia**
Avec **Thierry Lalot**, directeur du Master Conservation-Restauration des Biens culturels, université Paris 1
Jacques Maigret, conservateur en chef honoraire, musée du Cnam
Jean-Claude Montagné, ingénieur, historien de la TSF

L'art contemporain confronté aux phénomènes d'obsolescence technologique ou l'impact des évolutions technologiques sur la préservation des œuvres d'art contemporain

Cécile Dazord, conservatrice en art contemporain, Centre de recherche et de restauration des Musées de France (C2RMF), département recherche

Depuis mai 2006 au C2RMF se développe un programme d'étude des phénomènes d'obsolescence technologique dans le champ de l'art contemporain. L'objet de ce programme est d'étudier l'impact des évolutions technologiques sur les œuvres d'art contemporain (installations comportant des éléments audiovisuels, analogiques ou numériques) et plus précisément sur leur préservation. Le programme a pour ambition d'instaurer un cadre déontologique et une expertise dans la gestion des phénomènes d'obsolescence et notamment en ce qui concerne les numérisations. Concernant les numérisations, le C2RMF cherche à identifier un certain nombre de cas types, récurrents et problématiques, et à établir un comparatif entre l'analogique et le numérique. L'idée est d'opérer une caractérisation des images respectivement analogiques et numériques, notamment par le biais de mesures colorimétriques. Un projet est engagé sur les possibilités et modalités de gestion de la couleur lors de la numérisation des films argentiques ; il est partiellement présenté dans cette communication. Un autre projet de recherche (lauréat ISCC CNRS) est en cours sur la conservation problématique, au terme d'une numérisation, de l'effet de papillotement ou « flicker », inhérent à la technologie argentique, sur laquelle un certain nombre de films expérimentaux jouent spécifiquement.

Marcel Duchamp visitant en 1912 une exposition de technologie aéronautique aurait déclaré à Fernand Léger et Brancusi :

« La peinture est morte. Qui pourra faire mieux que cette hélice ? »

Depuis mai 2006, au Département recherche du C2RMF, se développe un programme d'études des phénomènes d'obsolescence technologique dans le champ de l'art contemporain, autrement dit, de l'impact des évolutions technologiques sur les œuvres contemporaines. La problématique est récente : les premiers travaux sur le sujet datent du début des années 2000. Pourtant, le problème est largement antérieur et les responsables de collections contemporaines sont quotidiennement, et de manière sans cesse accrue, confrontés à la question. Le problème de l'obsolescence apparaît, en effet, dès l'introduction des premiers moteurs ou ampoules électriques dans des œuvres d'art. Il a connu une accélération sans précédent avec le recours, au sein de l'art contemporain, aux technologies de l'image et du son (ou à l'audiovisuel).

La problématique de l'obsolescence technologique rend caduques les notions traditionnelles de conservation et de restauration, dans la mesure où il est souvent impossible de conserver l'œuvre sous sa forme matérielle initiale, la solution consistant alors à remplacer le matériel obsolète par un matériel plus récent. Il paraît difficile, dans ce contexte de recourir aux termes de « conservation » ou de « restauration ». Le terme de « sauvegarde », en vogue dans le domaine de l'archivistique audiovisuelle, semble néanmoins réducteur, dans la mesure où il dissocie radicalement le fond et la forme privilégiant le premier au détriment du second. La gestion des phénomènes d'obsolescence technologique dans le champ artistique, et notamment en art contemporain, consiste plutôt à

« préserver », au plus près, à l'occasion d'un changement de technologie, et malgré les modifications ainsi nécessairement introduites, les effets de sens et les effets esthétiques produits, qui demeurent problématiques et source de réflexion.

I - Introduction aux phénomènes d'obsolescence technologique

Depuis le début du XX^e siècle, le champ de l'art contemporain n'a cessé de s'étendre :

- à tous les niveaux de la chaîne qui le constitue : de la production à la diffusion en passant par la réception des œuvres,
- par l'investissement de champs connexes : théoriques, scientifiques, culturels, etc.
- par la diversification, non seulement des matériaux, mais aussi des techniques et des technologies mobilisées, au point de n'admettre, sur le principe, aucune forme ni espèce de limitation.

L'assimilation de la nouveauté, s'apparentant le plus souvent à l'ingestion d'un corps étranger, produit inmanquablement une mise en cause de la définition et des frontières de la discipline ainsi que des nomenclatures et des normes qu'elle produit. Ce processus dynamique fait de l'art contemporain et de l'histoire de l'art un champ et une discipline sans cesse en construction.

À cette instabilité chronique de la discipline s'ajoute l'admission, paradoxale au regard de l'ambition conservatoire des institutions patrimoniales, d'œuvres elles-mêmes instables et particulièrement en proie aux phénomènes :

- de dégradations (parfois même intégrée au processus de l'œuvre),
- et d'obsolescence.

La dégradation est un phénomène de vieillissement physique qui affecte les matériaux ; l'obsolescence se joue non pas au niveau des matériaux mais au niveau des matériels (des outils et des machines produits industriellement) et consiste en la mise hors circuit ou en l'éviction d'une technologie remplacée par une nouvelle jugée plus performante.

Le petit Robert donne de l'obsolescence la définition suivante :

Obsolescence n. f.

- 1958; mot angl. 1828, du lat. *obsolescere* « tomber en désuétude ».
- Didact. Le fait de devenir périmé. – Spécialt (Écon.) Pour un bien, fait d'être déprécié, périmé pour des raisons indépendantes de son usure physique mais liées au progrès technique, à l'évolution des comportements, à la mode, etc.; la dépréciation elle-même.

Ce phénomène de société, qui a connu avec l'avènement du numérique une accélération sans précédent, concerne au plus haut point l'art contemporain. Il fait peser sur les œuvres une lourde menace : face à la disparition de certaines technologies certaines œuvres ne sont tout simplement plus exposables ou montrables, ne peuvent plus être « réactivées ».

En termes de conservation et de restauration, les phénomènes d'obsolescence technologique affectent spécifiquement les œuvres contemporaines. La question de l'obsolescence technologique concerne toutes les œuvres qui font appel :

- à tout produit ou objet issu de l'industrie,
- à la mécanique,
- à l'électricité,
- à l'électronique,
- à l'informatique.

L'obsolescence technologique concerne ainsi toutes les œuvres contemporaines que l'on peut regrouper sous l'appellation « installations complexes » ; elle concerne plus précisément, à l'intérieur de ce champ, les installations mobilisant la mécanique, l'électricité ou l'électronique (« installations technologiques ») ; et plus encore à l'intérieur de ce champ les « installations médiatiques », installations mobilisant des technologies issues de l'audiovisuel. Les « installations médiatiques » se composent le plus souvent de données, enregistrées sur un support et restituées par le biais d'une machine de lecture.

Historiquement, au cours du XX^e siècle, on observe plusieurs temps forts dans le recours à des technologies nouvelles dans le secteur des arts plastiques :

- Les premières expériences pratiquées sur l'intégration du mouvement, du son ou de la lumière par les avant-gardes dès les années 1920. En témoignent le piano optophonique mis au point en 1919 par Baranoff-Rosiné (présenté dans l'exposition *Sons et lumières* au Musée national d'art moderne en 2005) ou encore la *Rotative plaques verre* réalisée par Marcel Duchamp en 1920, reconstituée en 1979 par les ateliers de la Régie Renault (reconstitution conservée au Musée national d'art moderne), pour ne citer que deux exemples fameux.
- L'art optique et cinétique des années 1950 consacre véritablement l'intégration du mouvement, de la lumière et du son dans les arts visuels. L'une des figures les plus prolifiques en est peut-être l'artiste d'origine hongroise résidant à Paris Nicolas Schöffer.
- À partir de la fin des années 1960, les enregistrements de performances, d'abord sur film argentique, puis en vidéo, se multiplient. Dans le contexte de la performance, une fois que la technologie s'est répandue, elle prend rapidement le pas sur le film argentique, moins facilement manipulable. Les artistes américains Bruce Nauman et Vito Acconci utilisent ainsi d'abord le film argentique pour enregistrer leurs actions, avant d'adopter définitivement la vidéo dès le milieu des années 1970. Parallèlement, dès l'apparition de la vidéo, un certain nombre d'artistes mènent un travail fondé sur les propriétés du médium – en l'occurrence du signal vidéo. C'est le cas notamment de l'artiste d'origine coréenne résidant aux États-Unis Nam June Paik ou du couple également résidant aux États-Unis Steina (d'origine islandaise) et Woody (d'origine tchèque) Vasulka.
- Dans les années 1980, l'image vidéo connaît une mini révolution épistémologique avec la généralisation de la vidéo projection – jusque-là, l'image vidéo ne pouvait être restituée que sur moniteur.
- Les années 1990 marquent l'apparition, dans le champ de l'art contemporain, du numérique (qui permet un traitement renouvelé des images et notamment des images en association avec le son). La vidéo analogique tend à disparaître.

- Plus généralement, les années 1990 consacrent l'apparition dans le champ de l'art contemporain de toutes les technologies de l'information (informatique et réseaux).

Alors qu'il existe, pour aborder le vieillissement des matériaux des œuvres du patrimoine, un code déontologique et une profession (restaurateur), il n'existe pas dans le champ des musées de code déontologique ni de profession susceptibles de gérer et traiter les phénomènes d'obsolescence technologique affectant les œuvres.

Issus des beaux-arts traditionnels, les cadres déontologiques de la conservation et de la restauration apparaissent ainsi décalés et inadaptés à la gestion des phénomènes d'obsolescence technologique. En pratique, il en résulte un défaut de gestion des œuvres à caractère technologique, qui se solde notamment, en l'absence de cadre déontologique et de compétences appropriées, par un défaut de documentation générale des œuvres (la documentation technique étant le plus souvent passablement approximative) et par un défaut de documentation des interventions, restaurations ou réparations, pratiquées sur les œuvres. La question de la pérennisation est en outre rarement envisagée.

Les cas les plus proches – ceux de la photographie, du cinéma, du patrimoine scientifique et technique ou de la gestion des fonds audiovisuels et multimédia par les bibliothèques et les centres d'archives – présentent tous autant de parentés que de différences substantielles avec les œuvres conservées dans les collections contemporaines. S'il est donc extrêmement utile de s'inspirer des méthodologies mises en œuvre dans ces différents secteurs, il est en revanche rigoureusement impossible d'imaginer importer telle quelle l'une ou l'autre d'entre elles dans le champ de l'art contemporain.

Les pièces présentées dans les collections scientifiques et techniques ne sont pas nécessairement en état de marche : un métier à tisser ou une automobile peuvent être exposés inertes. Il semble en revanche difficile (en tous cas à ce jour) de présenter une installation contemporaine hors d'état de fonctionnement. L'art contemporain supporte mal la ruine...

Quant aux politiques de numérisation mises en place pour des fonds d'archives audiovisuels comme la Bibliothèque nationale de France ou l'Institut national de l'Audiovisuel, elles concernent des volumes massifs, au regard desquels ceux de l'art contemporain semblent purement dérisoires. Ces traitements de masse ont ainsi pour objectif une réduction des coûts par le biais de l'automatisation et de la systématisation d'un maximum de tâches. Il convient en outre de rappeler que les documents traités dans des fonds d'archives ou des bibliothèques sont généralement, malgré la diversité des formats, des documents normés et standards, ce qui n'est pas le cas en art contemporain, les artistes se signalant souvent par une utilisation déviée ou détournée des technologies employées.

La conservation-restauration du cinéma (ou des films argentiques) n'est pas encore inscrite au programme de la formation des conservateurs et restaurateurs français. Elle vient tout juste de faire son apparition dans la formation continue de l'Institut national du patrimoine. Cependant, si toutes les formes de cinéma engagent la même technologie, les œuvres réalisées dans le contexte du cinéma d'avant-garde ou expérimental, conservées dans quelques rares collections muséales, dans des fondations ou archives d'artistes, et diffusées par des distributeurs indépendants, diffèrent sensiblement du cinéma commercial. Une part importante de cet « autre » cinéma se signale en effet par un jeu sur les

propriétés physiques du médium filmique, qui en termes de conservation et de restauration pose des problèmes spécifiques tout simplement inexistantes dans le domaine du cinéma commercial.

La restauration de photographies, en revanche, est reconnue sur le plan disciplinaire et existe déontologiquement parlant. La photographie pose parfaitement la question de l'original et du multiple. L'attachement à certains éléments considérés comme originaux, négatifs ou tirages, à la matérialité de l'œuvre donc, demeure très fort, comme c'est le cas, du reste, pour les films argentiques (la vidéo se distingue sensiblement sur ce point : la qualité globalement exécrationnelle des bandes magnétiques ruine toute velléité de conservation y compris à court terme). Pour autant, la question du transfert d'une technologie vers une autre, par le biais de la numérisation, est couramment envisagée. La photographie constitue, ainsi, un point de départ incontournable pour une réflexion sur les phénomènes d'obsolescence technologique dans le champ artistique.

II. Le projet du C2RMF

La gestion des phénomènes d'obsolescence affectant les œuvres d'art contemporain constitue un front pionnier. Le projet initié par le C2RMF en 2006 s'est toutefois appuyé sur un certain nombre d'initiatives récentes.

Le Réseau des Médias Variables¹, créé par la Fondation Langlois en collaboration avec le Guggenheim de New York, a le premier véritablement théorisé la question de l'obsolescence technologique dans le champ de l'art contemporain, de manière extrêmement utile et efficace. Le projet a été mené notamment par Alain Depocas pour la fondation Daniel Langlois et John G. Hanhardt et Jon Ippolito, pour le Guggenheim. De 2001 à 2006, à travers le projet *Médias variables*, le réseau a essentiellement travaillé à la définition de la notion et à un recensement des problématiques afférentes, produisant des typologies extrêmement claires et pertinentes répertoriant :

- Les modalités d'exposition (œuvres installées, performées, interactives) ;
- Les statuts en terme d'unicité ou de multiplicité, avec ou sans perte de génération ;
- Les modalités de conservation (œuvres encodées, en réseau, contenues) ;
- Les stratégies conservatoires possibles (entreposage, migration, émulation).

On se reportera pour plus de détails à l'ouvrage édité et publié en ligne par le réseau². Depuis 2006, le projet d'alliance DOCAM poursuit l'action du réseau des Médias variables. Il est encore trop tôt pour en faire le bilan.

Le consortium Media Matters³, composé des collectionneurs du New Art Trust, des MoMA de New York et San Francisco et de la Tate Modern à Londres, tente d'apporter des réponses pragmatiques aux responsables de collection dans la gestion courante notamment des acquisitions et des prêts d'œuvres relevant de ce que les anglo-saxons nomment les « time-based media » (les médias basés sur la durée). Media Matters a porté la question au niveau des instances muséales

¹ <http://variablemedia.net/>

² *L'approche des médias variables, The Variable Media Approach*, Musée Guggenheim – Fondation Daniel Langlois, 2001. Consultable en ligne : http://www.variablemedia.net/f/preserving/html/var_pub_index.html

³ <http://www.tate.org.uk/research/tateresearch/majorprojects/mediamatters>

internationales, dans un bulletin de l'ICOM d'avril 2006 intitulé « *L'avenir des collections* », par un texte signé Pip Laurenson, restauratrice responsable des « time-based media » à la Tate Modern :

- « Les directeurs des collections (« curators ») et conservateurs, les responsables des registres et des techniques des médias du New Art Trust, du MoMA, du SFMOMA, de la Tate, ont fondé un consortium (« Media Matters ») afin de définir des meilleures pratiques concernant l'entretien des installations médiatiques basées sur la durée (par exemple, vidéos, diapositives, films, documents audio et œuvres d'art numériques).

- Phase 1 : Prêts

En avril 2004, le groupe s'est réuni à la Tate Modern pour débattre des points critiques liés au processus de prêt des installations médiatiques basées sur la durée. La première phase a permis de développer des directives et des modèles que les institutions doivent respecter lorsqu'elles empruntent et prêtent des œuvres multimédia.

- Phase 2 : Acquisitions

La deuxième phase concerne les pratiques recommandées quant à l'acquisition des œuvres. « Étant donné que les œuvres médiatiques basées sur la durée exigent une approche proactive dans leur entretien et leur gestion, le moment de l'acquisition est critique, car il convient de rassembler les informations qui garantissent leur exposition et leur entretien à long terme. »⁴

Le ZKM (Zentrum für Kunst und Medien / Centre des arts et des médias) de Karlsruhe a créé en 2004 un « Laboratorium für antiquierte Videosysteme » (Laboratoire de restauration des systèmes vidéos anciens), dirigé par Christophe Blase. C'est le premier du genre dans une institution de type muséal. L'intérêt est qu'il peut travailler à prendre pleinement en compte les spécificités des objets qu'il traite et créer des outils sur mesure. Rien n'est automatisé, tout est contrôlé manuellement en temps réel. Pour les prestataires non spécialisés, la numérisation d'œuvres contemporaines demeure en effet un cas exceptionnel et, au demeurant, fort peu lucratif, du fait du temps d'ajustement qu'il requiert et du faible volume concerné.

Pour que soit réellement prise en compte l'obsolescence technologique, un renouvellement des pratiques et des stratégies en matière de conservation et de restauration, apparaît, à l'issue de ce tour d'horizon, comme une nécessité voire une urgence, avec la mise en place :

- d'une conservation dynamique qui pratique la veille technologique ;
- d'une restauration qui intègre, outre la notion de multiple, celle de décorrélation problématique mais possible entre données/support d'enregistrements/matériel de diffusion ;
- d'une documentation technique plus précise et affinée.

Le projet initié par le C2RMF en mai 2006 affiche une orientation générale résolument scientifique et technique, fondée sur une équipe pluridisciplinaire, associant technicien, scientifique et conservateur. L'équipe est actuellement constituée de Cécile Dazord (conservatrice), Clotilde Boust (enseignant chercheur) et Erwan Huon (technicien audiovisuel) ainsi que de collaborateurs extérieurs ponctuels.

⁴ Bulletin de l'ICOM n°4, *L'avenir des collections*, avril 2006 (citation partielle du texte).

Deux axes de travail distincts ont été identifiés :

1. Celui des œuvres utilisant des technologies obsolètes mais intrinsèquement liées aux œuvres, parce qu'elles ont été modifiées, voire créées par l'artiste, avec ou sans le concours d'un technicien ou d'un ingénieur ; ou parce que l'effet produit dépend entièrement de la technologie utilisée. Un exemple type est *TV Magnet* de Nam June Paik (1965) : un aimant placé sur un téléviseur à tubes cathodiques, retransmettant une émission en direct, déforme l'image et le son en temps réel. Comment présenter cette pièce en l'absence de téléviseur à tubes cathodiques ?

2. Celui des conversions de l'analogique vers le numérique qui suppose la prise en compte de la double spécificité de la numérisation dans ce secteur :

- Une part importante des films ou vidéos d'artistes joue sur les spécificités du médium. Cela suppose d'apporter, dans le passage de l'analogique au numérique, une attention accrue à la perte de certaines propriétés spécifiques au médium initial.

- Certaines numérisations sont effectuées à des fins documentaires, pour rendre une œuvre accessible et facilement consultable dans un format qui n'est pas le sien avec une qualité amoindrie (c'est le cas d'une vidéo projection présentée pour consultation sur un écran d'ordinateur de bureautique ordinaire). L'obsolescence technologique conduit cependant à procéder à des numérisations à des fins d'exposition et de présentation des œuvres. Si l'obsolescence technologique fait peser sur le film argentique la menace à terme de ne plus pouvoir être diffusé (ou du moins rarement et difficilement), la menace qui pèse sur la vidéo analogique est plus radicale : les bandes magnétiques sont dans l'ensemble d'une qualité médiocre et leur conservation, dans une terme même proche, est loin d'être assurée. Dans ce cas précis, la numérisation peut, ainsi, être amenée à se substituer à l'œuvre dans sa forme originale (ou initiale), autrement dit, avoir une vocation de type conservatoire...

Cette distinction entre reproduction à des fins documentaires ou reproduction à des fins d'exposition ou de reproduction est, du reste, explicitement formulée dans le code de la propriété intellectuelle français (article L.122-3) :

- Le droit de reproduction désigne la « fixation matérielle de l'œuvre par tous les procédés qui permettent de la communiquer au public d'une manière indirecte. Elle peut s'effectuer notamment par imprimerie, dessin, gravure, photographie, moulage et tout procédé des arts graphiques et plastiques, enregistrement mécanique, cinématographique ou magnétique. »

- Le droit de représentation désigne « par un procédé quelconque [...] Récitation publique, exécution lyrique, représentation la communication de l'œuvre au public dramatique, présentation publique, projection publique [et même] télédiffusion. »

La reproduction à des fins documentaires suppose ainsi une communication en quelque sorte amoindrie, réduite d'une œuvre ; *a contrario*, la reproduction à des fins de représentation ou d'exposition implique la communication d'une œuvre à l'échelle un.

1. Concernant les numérisations, le C2RMF cherche à identifier un certain nombre de cas types, récurrents et problématiques, et à établir un comparatif entre l'analogique et le numérique. L'idée est d'opérer une caractérisation des images respectivement analogiques et numériques, notamment par le biais de mesures

colorimétriques, et de proposer ainsi, selon les cas envisagés, des méthodes et des moyens pour réduire au maximum les écarts entre l'un et l'autre.

Un projet de recherche est engagé sur les possibilités et modalités d'amélioration de la gestion de la couleur lors de la numérisation des films argentiques abstraits. Un autre projet est en cours sur la conservation problématique, au terme d'une numérisation, de l'effet de papillotement ou « flicker », inhérent à la technologie argentique, sur laquelle un certain nombre de films expérimentaux joue spécifiquement.

2. Concernant l'étude d'œuvres utilisant des technologies obsolètes, mais intrinsèquement liées aux œuvres, le constat s'est progressivement imposé au C2RMF que la documentation de l'intention de l'artiste et de l'histoire matérielle des œuvres était absolument nécessaire mais néanmoins non suffisante. Les nombreuses initiatives menées depuis le début des années 2000 sur les problèmes conservatoires inhérents à l'art contemporain de manière générale, par l'International Network for the Conservation of Contemporary Art⁵ notamment, ou sur les phénomènes d'obsolescence technologique en particulier, dans le cadre des Médias variables ou de Media Matters évoqués précédemment, ont à juste titre, largement insisté sur ces deux points

La documentation de l'intention de l'artiste, parfaitement incontournable pour la compréhension de l'œuvre, n'épuise pas nécessairement toutes les ressources et informations nécessaires à la conservation, ou à l'étude préalable en cas de restauration, voire, pour envisager la pérennisation d'une œuvre. D'autres corps de métiers, techniciens ou ingénieurs notamment, ayant participé ou non à la conception ou à la réalisation d'une œuvre, constituent des sources complémentaires, également indispensables.

Il est impensable de faire l'économie de la documentation de l'histoire matérielle d'une œuvre est indispensable ; au contraire, celle-ci mérite le plus souvent d'être affinée et précisée. La diversité des techniques et technologies mobilisées rend la tâche des gestionnaires de collections particulièrement ardue. Le caractère souvent approximatif voire lacunaire de la documentation technique qui en résulte pèse néanmoins lourd sur les interventions requises par ces œuvres en cas de dégradation, d'obsolescence, ou encore, au titre de la veille technologique. La précision technique ne suffit pas, les questions liées à l'obsolescence doivent être envisagées dès la documentation. La référence précise à un appareil, comportant la marque, le modèle et le numéro de série, ne renseigne pas le technicien confronté à une panne sur la nécessité de retrouver exactement le même appareil, ou la possibilité de recourir à un appareil équivalent – en ce cas que signifie « équivalent », sur quelle propriété ou caractéristique de l'appareil en question cette équivalence porte-t-elle ?

Une première typologie a ainsi été établie au C2RMF qui distingue trois types de matériels :

- Le « matériel spécifique » : le modèle initialement employé par l'artiste est le modèle requis en cas de substitution ;
- Le « matériel interchangeable » : le modèle est interchangeable, reste à identifier les propriétés techniques qui sont à retrouver ;
- Le « matériel modifié » : le matériel utilisé par l'artiste a été modifié ; de ce fait il est unique et doit être restauré (ou éventuellement recréé à l'identique).

⁵ 5 INCCA, INternational Network for the Conservation of Contemporary Art

Progressivement, l'équipe travaillant au C2RMF sur les phénomènes d'obsolescence technologique est parvenue à la conclusion qu'il devenait indispensable de compléter la documentation sur l'intention de l'artiste et l'histoire matérielle de l'œuvre par une documentation des conditions de réception ou des effets produits. On obtiendrait ainsi une forme de modélisation, une identification des éléments significatifs et invariants d'une œuvre qui doivent être nécessairement reproduits (l'objectif est en tous cas d'y tendre asymptotiquement) en cas de changement de technologie.

La définition donnée par le Petit Robert pour « modélisation » est la suivante : modélisation n. f.

- 1975 ; de *modéliser*
- Didact. Mise en équation d'un phénomène complexe permettant d'en prévoir les évolutions (modéliser). *Modélisation mathématique, informatique. la difficulté de la modélisation de certaines évolutions météorologiques* (M. Blanc).

Le C2RMF, à partir d'études de cas confiés par des responsables de collection (qu'il remercie ici au passage pour leur confiance), travaille à actuellement à l'élaboration d'un modèle documentaire spécifiquement adapté aux œuvres technologiques et médiatiques, intégrant cette idée de modélisation.

Documentation de l'intention de l'artiste, histoire matérielle d'une œuvre et modélisation constituent *in fine* une documentation selon un triple point de vue : celui de l'artiste, celui de l'œuvre, celui du « regardeur » ; ou encore, celui de la création, celui de la conservation, celui de la pérennisation. La modélisation apparaît, en outre, la seule perspective viable pour envisager la pérennisation d'une œuvre : il est en effet impossible et impensable de prévoir ou prédire les évolutions technologiques. La modélisation constitue un outil entre les mains des gestionnaires de collection pour effectuer un choix en connaissance de cause en cas d'obsolescence technologique.

En connaissance de cause ne signifie pas pour autant qu'un seul choix est possible, juste et légitime. La gestion des phénomènes d'obsolescence est fortement tributaire de la perception et de la représentation, qu'à un instant donné, une communauté donnée se fait d'une œuvre. Le cas de l'œuvre de Nam June Paik, *Buddha's Catacomb* (1974), acquise par le musée des Sables-d'Olonne en 1986 et pour lequel, entre 1988 et 1992, trois options de « restauration » distinctes ont été proposées et également validées par l'artiste et son studio, est à cet égard éloquent⁶. *Buddha's Catacomb* est une installation vidéo composée d'une tête de Buddha disposée face à un moniteur et une caméra vidéo. L'image du Buddha captée par la caméra est donnée à voir en direct sur le moniteur. Cette œuvre témoigne notamment de la fascination pour la possibilité offerte par la vidéo, à la différence du film argentique, de donner à voir l'image instantanément, en direct, au moment même de sa captation. Le moniteur, de la marque JVC et de forme sphérique se signale par ce *design* particulier. En 1988, à l'occasion d'une première panne, le matériel est actualisé : le moniteur devient noir, rectangulaire (selon un *design* plus ordinaire) et diffuse une image couleur et non plus noir et blanc. L'apparence de la pièce est modifiée de manière substantielle mais

⁶ Cf. Didier Ottinger, « L'œuvre de Nam June Paik aux Sables-d'Olonne, le cas du *Buddha's Catacomb* », in *Conservation et restauration des œuvres d'art contemporain*, École nationale du Patrimoine / Documentation française, 1994.

l'intention « readymade » (consistant en l'occurrence à utiliser du matériel contemporain de la réalisation de la pièce) est préservée. En 1992, le moniteur sphérique JVC est réparé à l'occasion d'une exposition à la Fondation Cartier, la pièce est ainsi « restaurée » dans sa forme initiale. La même année, alors que la pièce est exposée à la Villette, le moniteur est dérobé. Il n'est plus disponible sur le marché. La Villette réalise un fac-similé du moniteur JVC initialement employé par l'artiste. Cette fois-ci, l'apparence de la pièce est préservée au détriment de l'intention « readymade » initiale. Cet exemple percutant montre bien qu'en matière de gestion des phénomènes d'obsolescence, il est souvent difficile de trouver une seule et unique bonne solution ; plusieurs solutions distinctes, selon les points de vue adoptés sur la pièce, coexistent souvent. Il faut procéder à un choix, qui reste, le plus souvent encore, un compromis.

D'une manière générale l'approche historique et critique de l'art contemporain, telle qu'elle se développe depuis les années 1960, et, de manière quantitativement exponentielle, depuis les années 1980, est globalement exempte de toute considération d'ordre technique. La défiance vis-à-vis d'une évaluation de la qualité d'une démarche artistique fondée sur le savoir faire ou la virtuosité qui s'est peu à peu affirmée au cours du XX^e siècle, a fini par jeter un discrédit implicite sur toute considération d'ordre technique. Pour autant, la même critique cite à l'envi Mac Luhan, *The medium is the message...* Il est, en effet, incontestable que l'outil conditionne la production de formes et de sens. La mise en cause de la virtuosité n'est en réalité nullement incompatible avec la prise en considération des techniques mobilisées.

Au rejet de la virtuosité, s'est ajoutée, à partir des années 1960, la valorisation de la dématérialisation de l'œuvre, revendiquée par l'art conceptuel⁷, ou du peu d'importance de la matérialité de l'œuvre, liée à l'*Arte povera*, à l'art éphémère ou encore à la performance. Depuis les années 1990, un discours s'est développé sur l'immatérialité, parfaitement illusoire celle-là, des nouvelles technologies. Pourtant, alors que la production d'images issues des technologies de l'information et des médias occupe un espace sans cesse croissant dans le champ de l'art contemporain et que l'incorporation des nouvelles technologies apparaît comme une préoccupation centrale, il semble plus que jamais nécessaire de réconcilier et, surtout, d'articuler, l'histoire de l'art et l'esthétique avec l'histoire des techniques et des technologies.

Restauration et non restauration en art contemporain 1, Actes des Journées d'étude organisées par le Cursus conservation-restauration des œuvres sculptées de l'Esba Tours : *Du refus ou de l'impossibilité de la restauration*, 14 février 2007, École supérieure des beaux-arts de Tours, et *Répliques et restitutions ... autour de Marcel Duchamp*, 6 avril 2007, Musée des Beaux-Arts de Rouen, édités par ARSET, Tours, 2008.

www.arset.net

<http://conservation-restauration.tours.over-blog.org>

L'ouvrage peut être commandé auprès de : secretariat@arset.net

⁷ Cf. Lucy Lippard, *Six Years, the Dematerialization of the Art Object from 1966 to 1972*, 1973, ré-ed. Berkeley, 1997.

La sauvegarde du patrimoine de l'ère numérique

Jean-Baptiste Clais, conservateur du patrimoine, responsable bénévole des collections de l'association Mo5.com

L'invention des technologies numériques a eu un impact considérable pour notre société. Les objets qui en ont été le produit font l'objet depuis une dizaine d'année d'une démarche de sauvegarde et plus récemment de patrimonialisation à proprement parler. L'association Mo5, dans le cadre de son projet de « Musée des Cultures Numériques » mène une réflexion sur la conservation de ces objets. Différentes possibilités techniques existent à cet effet, cet article en propose une synthèse critique.

The invention of digital technologies had a great impact on our societies. For ten years, people try to preserve objects related to these technologies and some begin to treat them as cultural heritage. Mo5.com a non profit organisation whose purpose is to open in France a "digital cultures museum" is working on the preservation of them. Various possibilities exist to preserve digital technology. This article develops a synthesis on what can be done.

I Introduction

Lorsqu'il nous a été proposé d'intervenir dans cette journée d'étude, c'était au titre de l'intérêt des démarches de sauvegarde du patrimoine informatique et vidéo-ludique pour la sauvegarde du patrimoine musical qui lui est contemporain. Suivant un vieux tropisme personnel, nous avons alors proposé comme titre *La sauvegarde du patrimoine informatique et vidéo-ludique*. La prise en compte de l'objet même de cette journée d'étude nous incite cependant avec retard à parler de *Sauvegarde du patrimoine de l'ère numérique*.

Depuis quelques temps déjà l'association Mo5.com, à l'origine Musée de l'informatique et des jeux vidéo, au nom de laquelle nous intervenons aujourd'hui, a changé son intitulé pour devenir « Mo5.com – Musée des cultures numériques ». Ce changement n'est pas une pure forme mais entend rendre compte d'une révolution technique et culturelle globale dans laquelle plusieurs technologies nées du développement des microprocesseurs ont provoqué communément de grandes évolutions au sein de nos sociétés, apportant de nouveaux usages sociaux, en rendant d'autres obsolètes et surtout, ouvrant de nouvelles voies et de nouveaux supports à la création artistique.

Grâce ou à cause de cette révolution, de profonds changements anthropologiques sont à l'œuvre à l'échelle planétaire. L'informatique et Internet, par le raccourcissement des distances et les possibilités de communication qu'ils induisent, sont en train de changer progressivement notre rapport à l'Autre, sans doute notre conception même de l'humanité. S'il est trop tôt pour en mesurer toutes les implications à long terme, il est certain en tout cas que l'histoire de l'évolution des sociétés humaines se confond désormais avec celle des techniques numériques nées de l'informatique.

Du fait de la rapidité de ses progrès, depuis son apparition, l'informatique est frappée par un processus d'obsolescence accéléré qui condamne les ordinateurs anciens et leurs programmes à la mise au rebus. Sauf dans

quelques cas spécifiques, aussitôt que de nouvelles possibilités sont développées, les machines utilisant les technologies précédentes sont vouées à la destruction ou, dans le meilleur des cas au recyclage¹. Si la destruction de milliers d'ordinateurs ou de machines de jeu vidéo eux-mêmes produits à des milliers d'exemplaires et donc facilement retrouvables n'est pas grave d'un point de vue patrimonial et culturel, à nos yeux, un oubli de l'histoire de la révolution numérique et de son impact à long terme serait dommageable pour l'Histoire. Il nous semble fondamental d'en garder une trace pour permettre aux générations futures de comprendre la genèse des grandes évolutions anthropologiques du début du XXI^e siècle.

Tout d'abord, il convient de resituer historiquement notre objet. Dans les années 1950, le développement de technologies militaires requérant des calculs très complexes suscite d'intenses recherches dans le domaine des machines de calcul. De ces recherches vont naître durant les deux décennies suivantes plusieurs technologies au premier rang desquelles le circuit intégré à l'origine du microprocesseur. La taille des ordinateurs qui, jusqu'alors occupaient des pièces entières, commence à se réduire au volume d'une grosse armoire grâce à la miniaturisation des composants informatiques. Cette réduction de taille se poursuivra sans cesse, préparant un changement radical : le passage de la consultation partagée d'un ordinateur central par des utilisateurs multiples via des terminaux au « micro-ordinateur personnel », machine de petit volume dédiée à un seul utilisateur. Ce n'est toutefois pas par ceux-ci que les technologies numériques vont en premier toucher le grand public.

En 1973 sort Pong, le premier jeu vidéo de l'histoire. Machine extrêmement simple utilisant un seul processeur pour des interactions ludiques minimales, il sera si facile à produire que tous les fabricants d'électroménager en produiront des clones². Il faudra attendre par contre 1977 pour que le premier micro-ordinateur personnel grand public soit commercialisé : l'Apple II.

À partir de ce moment la puissance des machines et leurs capacités vont croître considérablement suivant la capacité des producteurs de puce à affiner la gravure du silicium qui compose les microprocesseurs. Pour résumer un peu abusivement, chaque nouvelle génération de processeur sera si puissante par rapport à la précédente qu'un seul nouveau processeur suffit à mener les actions pour lesquelles plusieurs processeurs avaient été affectés dans les machines de la génération précédente. En résumé, à taille égale les machines deviennent de plus en plus puissantes ou, à puissance égale, les machines deviennent de plus en plus petites, ce qui ouvrira la voie à la portabilité.

Il serait toutefois erroné de croire que ces technologies ont suivi une histoire « logique » inscrite de manière innée dans la technique. En fonction de circonstances diverses comme le coût de production des composants, le revenu disponible des consommateurs, les circonstances politico-économiques globales ou même parfois les trajectoires individuelles d'individus portant une

¹ On peut citer en contre-exemple des systèmes informatiques anciens commandant encore des usines ou des instruments scientifiques complexes qui ont été créés pour ne fonctionner qu'avec eux et qu'il est à la fois inutile, complexe et coûteux de faire évoluer vers les nouvelles technologies informatiques, ces dernières n'ayant pas d'impact positif sur l'activité d'une chaîne de montage ou d'un instrument de mesure pour la chimie.

² Un de nos informateurs se basant sur ses souvenirs de l'époque nous a suggéré que le même phénomène avait dû se produire de manière à peu près contemporaine avec l'apparition des premiers claviers électroniques.

vision, des pistes techniques vont être explorées puis abandonnées. Ce sont les branches mortes de l'histoire technique. Loin d'avoir toujours été des échecs, ces branches ont répondu à des périodes données à des besoins ou des envies jusqu'à ce qu'une évolution sociale ou technique les rendent obsolètes.

Nous reviendrons plus loin sur les questions que pose la patrimonialisation des productions de l'ère numérique. Nous allons auparavant dresser un rapide portrait des branches qui nous semblent essentielles. Pour ce faire nous suivrons le parti pris de l'association Mo5.com qui se veut être un musée des applications des technologies numériques dans la vie quotidienne des gens et un conservatoire des productions artistiques développées dans ce cadre. Nous en excluons donc volontairement les domaines techniques où l'électronique et les technologies numériques ont permis d'améliorer un usage sans le modifier radicalement (cocotte minute, lave-linge etc.), ainsi que les technologies dédiées à des usages scientifiques avancés, la conservation de ces derniers étant déjà largement assurée par le musée des Arts et Métiers, l'association ACONIT et les nombreux centres de cultures scientifique et technique français. Suivant le prisme du projet scientifique et culturel de l'association Mo5.com, plusieurs types de support et de contenu nous semblent devoir être sauvés :

- Les micro-ordinateurs personnels portables et de bureau qui constituent le support premier de la pratique quotidienne.
- Les serveurs et stations de travail professionnels : ils sont ou ont été les outils de travail des créateurs de programmes, jeux vidéo, animations et musiques numériques.
- Les ordinateurs embarqués de type GPS (transports, voitures)
- Les ordinateurs de poches et autres PDA : cette branche de l'informatique qui a connu ses grandes heures avec des marques comme Psion et Palm semble aujourd'hui destinée à s'éteindre au profit des téléphones portables qui ont beaucoup progressé et en incorporent désormais la plupart des capacités.
- Les calculateurs scientifiques proches parents des précédents ont introduit des changements très significatifs dans la pratique quotidienne des mathématiques.
- Les consoles de jeu vidéo « de salon », les consoles de jeu portables et les jeux électroniques de poche
- Les « bornes d'arcade » : jeux vidéo présents dans les cafés et les « salles d'arcade », ils étaient à l'origine plus puissants et avancés que les jeux de salon ce qui leur conférait un attrait spécifique qui a aujourd'hui pratiquement disparu avec l'augmentation de la puissance de ces derniers.
- Les claviers musicaux numériques, les amplis numériques, les baladeurs numériques, les différents outils numériques de travail du son.
- Les téléphones portables et autres matériels numériques de mise en relation.

À cela il convient d'ajouter bien sûr les contenus. Au-delà des inévitables productions industrielles contenant programmes, jeux vidéo et musique sur divers supports (disquette, CD, USB) nous insisterons sur les créations individuelles ou collectives n'ayant pas fait l'objet d'une commercialisation sur support mais qui ont toujours joué un rôle important dans l'innovation technique

et l'exploitation artistique des nouvelles possibilités induites par les technologies numériques. Au nombre de ces dernières, nous pouvons citer toute la production de la « scène démo » sur micro-ordinateur (notamment Atari et Commodore-Amiga) apparue dans les années 80 et qui a survécu à l'extinction commerciale desdites marques pour continuer à produire aujourd'hui. Nous citerons aussi la considérable production d'animation et de jeux en flash disponible sur Internet, jamais éditée sur support mais pourtant vecteur essentiel de création aujourd'hui. Un nombre considérable de « bricolages » hardware produits par des passionnés souvent pour pouvoir utiliser des jeux vidéo issus d'autres pays méritent aussi notre intérêt. Nous poserons aussi la question de la sauvegarde du design de certains sites Web qui, notamment dans la mise en ambiance et la création d'une « expérience » spécifique, semblent relever plus d'une démarche artistique que de la simple esthétisation d'un outil.

II Pourquoi et sous quelle forme le sauvegarder ?

En introduction nous insistions sur l'importance pour l'Histoire de la sauvegarde de certains objets issus de la révolution numérique. La variété et la quantité de sources témoignant du développement de ce phénomène rend peu probable un oubli. Le simple dépouillement de la presse magazine à la fois spécialisée dans les technologies et généraliste, collectée par dépôt légal depuis le début des années 80 suffirait à alimenter des années de travail pour les historiens. Ces sources ne sauraient cependant suffire selon nous. En effet l'entrée dans l'ère numérique a apporté des changements sociaux importants en modifiant le cadre « physique » de notre vie quotidienne. L'arrivée du numérique modifie radicalement notre rapport physique à au moins trois éléments : le temps, la distance et la mémoire³.

Prenons pour exemple le processus d'écriture. Qui dans les jeunes générations actuelles peut s'imaginer qu'il y a à peine trente ans, nos prédécesseurs écrivaient leurs textes à la main ou sur une machine à écrire, toutes techniques qui ne permettent aucun retour en arrière, aucune correction ? Qui peut s'imaginer taper une page entière et devoir la jeter à la première faute de frappe ? Nous ne réfléchissons pas de la même manière quand il faut préparer intégralement une page avant de la taper. Il convient soit de développer une mémoire précise du raisonnement que l'on souhaite développer ou le coucher sur papier au préalable après l'avoir travaillé. Autrement dit, l'informatique a permis la fusion des étapes de conception et de production du texte.

Autre exemple, le téléphone portable. Quitte à formuler encore des évidences, rappelons qu'il y a encore dix ans, la plupart des gens connaissaient par cœur des dizaines de numéros de téléphone. Il était compliqué d'organiser un rendez-vous et l'annuler encore plus. À l'époque, communiquer avec une personne nécessitait de connaître précisément sa localisation à chaque heure pourvu que le lieu concerné soit équipé d'un téléphone. La perception du temps et de l'espace n'était donc pas la même.

De fait, pour un enfant des années 2000, une grande partie des usages des années 1970 relève déjà d'une profonde étrangeté. À ce constat établi de

³ Le lecteur nous pardonnera ici de ne pas citer in-extenso la très abondante littérature dans laquelle ont déjà été posés ces constats. Nous renverrons plus simplement à la lecture du magazine *Wired* qui a souvent publié des analyses, précurseurs de ces phénomènes ainsi qu'aux travaux de Patrice Flichy.

longue date par les spécialistes des nouvelles technologies, nous souhaitons donc ajouter un élément d'interprétation plus ethnologique : la problématique du corps. L'intuition de Marcel Mauss dans son article sur les techniques du corps⁴ nous sert de guide sur ce point. C'est dans leur impact sur le corps agissant que les nouvelles technologies influencent notre culture. Les technologies numériques nous demandent un apprentissage spécifique, une « incorporation » au sens « maussien » et en viennent à constituer des sortes de « prothèses ». Si quelques îlots de résistance se sont constitués, on peut globalement considérer que dans les sociétés développées, il serait aujourd'hui matériellement très complexe pour la plus grande partie de la population de vivre sans Internet, sans mp3, sans téléphone portable.

Pour revenir à des évidences, avec les technologies numériques, un baladeur peut contenir autant de musique que plusieurs mètres cubes de cassettes audio ou de disques vinyles. Les technologies portables ou domestiques (téléphone, GPS ou micro-ordinateur vous donnent accès immédiatement à un nombre d'informations considérables qu'il aurait été impossible d'obtenir auparavant sans se déplacer, à la bibliothèque, au cadastre, dans une administration. Nous ne cherchons pas ici à faire l'apologie des nouvelles technologies comme vecteur d'une vie plus simple et heureuse, mais plutôt à mettre l'accent sur ces aspects physiques : un baladeur gros comme un mini carnet au lieu de plusieurs mètres cube, une minute sur Internet au lieu d'une après-midi au cadastre... La révolution numérique nous a permis d'incorporer physiquement la capacité à effectuer un nombre considérable d'actions d'un point de vue matériel et aussi en terme de temps.

Si nous avons ouvert cette parenthèse, c'est qu'il nous semble que l'expérience physique du matériel et du temps nécessaire pour mettre en œuvre telle ou telle activité pratique ou ludique est un élément fondamental d'explication au public des évolutions socio-techniques induites par la révolution numérique.

C'est ce qui rend à notre sens nécessaire la conservation non seulement des traces documentaires de la révolution numérique, mais aussi et surtout des objets qui en ont été les outils et ce autant que possible sous une forme fonctionnelle.

À cela s'ajoute une spécificité des contenus numériques interactifs : ils sont conçus avec une interface spécifique, les créateurs développent le contenu en fonction des possibilités du contenant⁵. Cette relation contenant / contenu est appelée en matière de jeu vidéo le « gameplay » que d'aucun parmi les spécialistes de ce domaine considère comme essentiel dans l'expérience vidéo-ludique. Nous l'appellerons ici l'« ergonomie spécifique » pour un matériel numérique. La conservation de cette ergonomie est, à nos yeux, essentielle.

4 Sur les applications des théories de Mauss en ethnologie contemporaine voir Warnier, Jean-Pierre. 1999. *Construire la Culture Matérielle*. Paris: PUF.

5 Le cas inverse est plus rare mais existe.

III Quelle est l'ampleur du travail ?

Construire un patrimoine informatique et vidéo ludique voire plus globalement numérique est une tâche tout à fait réalisable pourvu qu'on lui pose des limites claires très rapidement. En effet ce qui caractérise toutes les productions appartenant à ce champ, c'est une profusion considérable, presque décourageante, qui en fait se réduit à peu de choses une fois que l'on a sélectionné ce qui est vraiment signifiant historiquement parlant. Ce principe est valable autant pour le hardware (matériel), le software (logiciel) que les productions informelles.

Pour le hardware (matériel), deux chiffres l'illustrent bien : ce sont plus de 3000 modèles de micro-ordinateurs différents qui ont été produits sur la période 1975-1995⁶ sans compter les sous-modèles (ce qui nous amènerait à 7000). À cela il faut ajouter la multitude d'accessoires produits pour accompagner ces ordinateurs et les centaines de milliers de programmes édités. Comment choisir au sein d'une telle masse ?

En fait, si l'on se limite aux ordinateurs qui ont connu une carrière commerciale significative, ont apporté une innovation technique ou ont marqué l'imaginaire de leur temps, le champ est bien plus réduit. Sur cette même période 1975-1995 on peut évaluer à environ 200 le nombre de micro-ordinateurs qu'il serait absolument indispensable de collecter.

En ce qui concerne le jeu vidéo, bien que très riche en terme de software, ce domaine est infiniment plus restreint que l'informatique en terme de machines. Une collecte cette fois-ci très large des consoles de jeu intéressantes depuis l'apparition du jeu vidéo ne dépasserait guère une centaine de machines. Par ailleurs, un très bon fonds de logiciel vidéo-ludiques existe déjà, la BNF conservant par dépôt légal la plupart des jeux commercialisés depuis 1994 et ayant procédé à des collectes rétrospectives.

Le domaine des programmes recouvre lui une production considérable, mais la part vraiment significative historiquement est elle aussi très restreinte et la BNF opère aussi dans ce domaine. En ce qui concerne les productions informelles (usage, détournement, « bricolage »), elles constituent le domaine le plus difficile à cerner de l'extérieur. Nous verrons cependant que le « monde » qui les a produits, celui des passionnés en assure déjà lui-même la conservation.

Le domaine des téléphones portables, des GPS et des matériels musicaux nous est moins connu, mais de rapides recherches par contacts interposés nous ont montré que des collections privées s'étaient déjà constituées et que des collectes à visées patrimoniales dans ces domaines étaient encore possibles.

IV Quels sont les moyens de conservation ?

Nous venons de poser un idéal en matière de conservation et d'insister sur le caractère réalisable de la constitution d'un patrimoine de l'ère numérique, il est temps d'entrer dans le corps de notre sujet à savoir les moyens de conservation de ce patrimoine. Nous poserons un premier constat : la déontologie de conservation « classique » en œuvre dans les musées est ici inopérante. Le nouveau patrimoine que nous entendons protéger ne fait sens que par

⁶ Cette période représente le premier âge de la micro-informatique, avant que le standard PC-Windows ne supplante tous les autres.

l'utilisation. Nous nous trouvons donc face au problème récurrent des musées de sciences et techniques où l'impératif de présentation et d'explication au public entre en conflit avec celui de conservation des œuvres.

La première réponse à ce problème se trouve donc résolument dans la constitution de collections d'étude. Un établissement patrimonial dédié à ces technologies doit conserver un ou deux exemplaires intacts des machines concernées et de leurs supports et prévoir des supports de diffusion périssables. Quels peuvent être ces supports ? Il peut s'agir soit de matériels originaux maintenus en fonctionnement, soit de simulacres logiciels/software, soit de simulacres matériels/hardware.

IV.1 Les matériels originaux

Pourvu que l'on souhaite présenter au public les machines essentielles de l'histoire micro-informatique ou vidéo-ludique, il n'est pas très difficile aujourd'hui de s'en procurer de multiples exemplaires fonctionnels. En effet, en la matière les machines importantes s'identifient principalement par leur succès commercial. L'acquisition de telles machines à titre onéreux ou gratuit via des dons de particuliers est donc aisée. Cela permet de mener une politique d'exposition « généraliste » et convient à la présentation chronologique de l'histoire de ces technologies. Il en va de même pour les différentes technologies portables (téléphones, calculatrices programmables) en matière de matériels dédiés à la musique, faute d'avoir mené une étude spécifique du sujet, nous ne pouvons nous avancer avec certitude, mais le fait que les mêmes firmes aient produit et diffusé ordinateurs et instruments musicaux, nous permet de suggérer que la situation doit être identique.

En résumé, la très grande quantité de matériel produit garantit statistiquement aux institutions patrimoniales la possibilité de retrouver aujourd'hui des quantités suffisantes de matériels originaux fonctionnels. Cette solution constitue un idéal. Elle permet à nos institutions de proposer au public l'expérience la plus « authentique » de ces matériels.

Cette solution montre toutefois très rapidement ses limites : dès lors qu'une institution cherche à produire une exposition poussée, sur par exemple un type de machines rares ou sur des voies techniques inabouties ou restées confidentielles, la probabilité de trouver des machines fonctionnelles présentables au public se réduit considérablement. En outre, la rareté de telles pièces aurait dans ce cas tendance à inciter les responsables scientifiques à alimenter avec elles les collections patrimoniales plutôt que les collections d'étude et d'exposition. L'emploi de matériels originaux est donc une solution insuffisante et dans bien des cas éthiquement problématique.

À cela s'ajoute le fait que les matériels informatiques anciens ne sont pas immortels. Lorsque nous évoquions dans les lignes précédentes la question de trouver des machines « fonctionnelles », ce n'était pas pour les distinguer de celles qui auraient été dégradées par l'incurie ou l'action destructrice de l'homme, mais en référence à l'autodestruction relativement inexorable de certaines parties de ces machines.

Nombre de composants informatiques sont sujets à un vieillissement destructeur et inexorable. Certains des matériaux qui les constituent sont en effet particulièrement instables chimiquement et ont une durée de vie inférieure à trente ans sous leur état fonctionnel quel que soit l'environnement auquel ils

sont soumis et l'intensité de l'usage qui est faite du matériel. Il sera donc presque impossible de restaurer dans quarante ans un matériel informatique actuel. Cela impliquerait en fait de remplacer des composants. Or, le matériel de productions de ces composants se perd aussi avec l'obsolescence. Il serait économiquement intenable pour une institution patrimoniale de relancer alors des chaînes de production de composants obsolètes. Vouloir conserver ou restaurer à long terme les matériels numériques anciens dans un état fonctionnel nous semble donc illusoire.

Il reste toutefois encore possible de les réparer aujourd'hui en utilisant des stocks de composants d'époque inutilisés ou de composants récents compatibles avec les composants originaux. Avec l'évolution des technologies qui amènera la fin de la production de certains types de composants et l'autodestruction probable des stocks anciens, on peut projeter que cela ne sera encore possible que pendant une quinzaine d'année pour les ordinateurs des années 1980.

Cela condamne à moyen terme la pratique de diffusion au public du patrimoine numérique sur des supports originaux. Cela s'avère d'autant plus vrai que les supports de données numériques sont tout autant soumis au vieillissement que les matériels qui permettent de les lire. La dégradation des disquettes et CD est un processus aujourd'hui bien décrit.

Notons toutefois que seuls les composants et les supports de données sont touchés par cette forte dégradation. La plupart des plastiques et métaux qui constituent les ordinateurs sont stables et se conservent bien, même si esthétiquement, les plastiques peuvent se dégrader légèrement. En outre les parties des matériels dédiées à l'interaction (claviers, souris, écrans, câbles etc.) sont suffisamment simples techniquement pour qu'on puisse les reproduire à l'identique. En gros on peut reproduire ou conserver facilement le corps de la machine, mais pas son cerveau.

IV.2 Les simulacres

La situation est donc la suivante : les institutions peuvent aujourd'hui constituer à faible prix des collections de machines et de supports de données fonctionnels en sachant que ceux-ci vont se détruire à moyen ou long terme. Il leur faut donc préparer dès maintenant la migration de ces données sur des supports durables sous des formes non périssables ou à minima dotées d'une très longue durée de conservation et produire des machines permettant une consultation la plus fidèle possible à l'expérience sur les matériels originaux. À terme, les établissements patrimoniaux conserveront des matériels « morts » sous vitrine et mettront des simulacres à disposition du public.

Ceci posé, il reste à étudier les différents types de simulacres et la qualité de la réponse qu'ils apportent au besoin d'une reproduction la plus proche possible de l'expérience authentique⁷.

IV.2.1 L'émulation logicielle

Le premier type de simulacre à avoir vu le jour est l'émulation logicielle. Elle consiste à produire un programme dans un ordinateur actuel, une « machine virtuelle » qui puisse lire les données du jeu d'époque et le faire tourner. Cette

⁷ Pour une analyse globale et particulièrement documentée de ces questions (en langue anglaise), se référer au travail de James Conley (Conley : 2004).

solution présente l'intérêt de pouvoir faire tourner sur un ordinateur actuel la quasi-totalité des programmes anciens dès lors qu'un émulateur a été produit. Cette solution présente de nombreux inconvénients. Tout d'abord, l'« ergonomie spécifique » des matériels est perdue. La consultation de la machine, l'expérience, se fait via l'interface de l'ordinateur, de la console, du téléphone ou du matériel musical actuel. Cet argument, le premier en jeu est important mais nous devons de le relativiser. Visionner aujourd'hui un film de Chaplin sur DVD ne nous choque pas outre mesure et ne nous donne pas l'impression d'une perte excessive par rapport à l'expérience de l'époque. Cela tient à ce que le rapport contenu/contenant n'est pas essentiel. Et de fait, pour certains types de produits « software », la relation au contenant n'est pas forcément essentielle. On pense notamment à des jeux produits pour des supports ou machines multiples, ou à des jeux à visées purement esthétiques et à très faible degré d'interaction. Cette nuance ne s'applique toutefois qu'à une petite quantité de produits. D'une manière générale, le changement de support de jeu altère considérablement l'expérience d'utilisation.

Un exemple intéressant se trouve dans la question des graphismes. Lorsque dans les années 1980, un programmeur créait un jeu ou une démo sur une machine, il le faisait via un écran cathodique dont la définition n'était pas celle des écrans actuels. Ces écrans avaient un « flou » spécifique. Aussi quand un graphisme était créé, il intégrait cette contrainte, même plus, il en tirait partie. Ce flou était notamment mis à profit pour lisser les dessins ou tricher sur la quantité de couleurs disponibles sur la machine. Lorsqu'aujourd'hui un émulateur logiciel est produit, il reproduit « bêtement » le signal vidéo (pourvu qu'il le reproduise à l'identique), mais il n'anticipe pas la finesse de résolution des écrans actuels qui rend visible chaque pixel individuellement. Ainsi un émulateur peut faire perdre à un jeu ancien une grande part de son aspect esthétique.

Plus encore, l'émulateur logiciel pose un problème en terme de temps de réponse⁸. Lorsqu'un jeu ou un programme est programmé, il l'est en fonction du matériel et de son temps de réponse. Les composants d'une machine communiquent entre eux. Chacun a son comportement propre et réagit à une vitesse donnée à une instruction. L'ergonomie spécifique d'une machine tient en grande partie à cela. Prenons le cas d'un jeu vidéo. Le programmeur va optimiser son jeu de manière à tirer parti des éventuelles lenteurs d'un composant, le rythme du jeu et de la musique qui l'accompagne pourront avoir été choisis pour « camoufler » certaines lenteurs de l'affichage ou d'éventuels cycles. Si maintenant ce jeu est porté sur un émulateur logiciel, c'est le hardware de l'ordinateur actuel qui exécute les instructions à son rythme sachant qu'il est lui-même constitué de composants plus rapides que ceux d'époque mais qui ont eux aussi leur propre temps de réponse. En conséquence, le calibrage d'un émulateur logiciel est d'une complexité terrible car il implique de coordonner un hardware et un hardware virtuel. En pratique : un très bon joueur habitué à jouer au premier jeu Mario sur sa console Nintendo sera incapable de gagner une partie sur un émulateur avant d'avoir incorporé (au sens maussien) l'interface de l'émulateur. Bref ce n'est plus le même jeu.

⁸ N'étant pas informaticien, nous nous appuyons ici sur les explications techniques que Philippe Dubois, président de Mo5.com, a eu la gentillesse de nous fournir et que nous espérons avoir retranscrites sans les trahir.

À cela pour conclure sur une note humoristique, il faut ajouter que l'émulateur est programmé pour s'adapter à un système d'exploitation donné comme Windows. Sa rétrocompatibilité à long terme n'est absolument pas garantie. Il est donc probable qu'une institution qui ferait réaliser des émulateurs doive très régulièrement les faire migrer sur d'autres supports...

Le lecteur aura compris, l'émulation logicielle ne nous semble pas être une bonne solution en terme de diffusion au public et de conservation à long terme.

IV.2.2 L'émulation hardware

Heureusement, une autre solution existe qui permet de régler ces problèmes : l'émulation hardware. Cette méthode repose sur l'utilisation de puces « FPGA ». Ces puces contiennent des millions de transistors neutres, c'est-à-dire dont la fonction n'est pas prédéterminée. On va programmer ces puces à l'aide d'un kit de développement. Ce kit de développement est peu coûteux car ces puces sont très utilisées dans l'industrie. Par ailleurs, ce kit permet de programmer les puces dans un langage dit « évolué », ce qui pour résumer fait gagner beaucoup de temps au programmeur. Le programmeur va créer dans le kit de développement un composant virtuel qui reproduira un composant ancien et le kit va l'inscrire dans la puce. Il ne s'agira plus de programme, mais bien de matériel. À l'intérieur de la puce, on va programmer des secteurs qui vont correspondre à ces composants d'origine et fonctionner comme eux. Il suffira ensuite de programmer en quelque sorte le « plan » de la machine d'origine, c'est-à-dire les relations entre les différents composants. Pourvu que le programmeur introduise sur toutes les liaisons entre composants virtuels des buffers de temps qui assumeront le rôle de créer les lenteurs du hardware d'origine, ceux-ci réagiront de manière identique aux composants d'origine notamment en terme de temps de latence.

Les seuls éléments de l'« ergonomie spécifique » qui ne sont pas reproduits immédiatement sont les pannes ou les ralentissements dus à la surchauffe des composants ou aux champs électromagnétiques que peuvent subir les machines. Néanmoins, une simple campagne de mesure de ces effets autrefois indésirables permet de les programmer dans la puce. De la sorte le rendu final du fonctionnement du logiciel prévu pour le matériel d'origine est presque parfaitement identique. Une fois l'émulateur programmé, il suffit alors de le brancher sur une carte électronique très simple avec les ports d'entrées/sorties des données ad-hoc et il reproduira quasiment à l'identique le fonctionnement de la machine originale.

À titre d'exemple, les images qui accompagnent cet article présentent un Commodore 64, son émulateur hardware, le commodore 64 direct to TV, et leurs hardware respectifs.



III. 1 - Vue d'un Commodore 64



III. 2 - Vue de son hardware

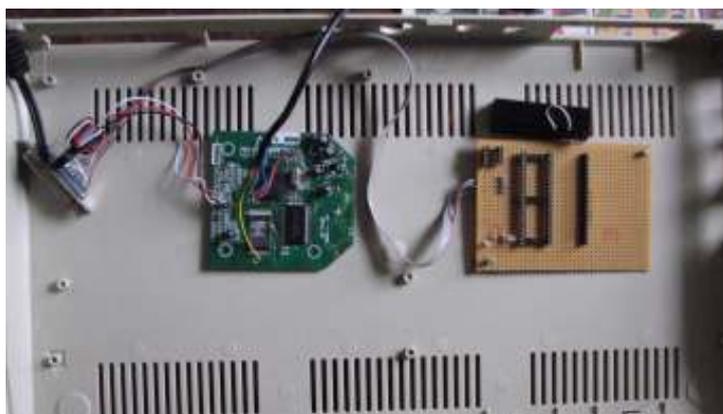


III. 3 - Vue d'un C64 DTV



III. 4 - Vue de son hardware

Reste à gérer l'interface proprement dite. Quid de l'écran, du clavier, de la manette d'origine ? En fait, la puce gérant les mêmes signaux d'entrée/sortie que la machine d'origine, on peut brancher les périphériques anciens dessus (écran, manette, lecteur de disquette etc.). Rappelons que c'est d'une complexité dissuasive pour un émulateur logiciel mais rappelons aussi que la conservation et la reproduction de ces périphériques sont matériellement possibles. L'idéal est d'ailleurs de placer à l'intérieur d'une machine originale cette carte avec la puce FPGA et de la raccorder aux entrées/sorties originales. Le simulacre est alors proche de la perfection. En outre, vu la stabilité chimique de ces puces, les problématiques de conservation sont particulièrement limitées.



III. 5 – Hardware C64 DTV dans une coque de C64.

Précisons en outre que le concept même de la puce reprogrammable est un concept quasi universel et intemporel : l'industrie, qui a permis la création de ces puces, aura toujours besoin d'avoir à sa disposition des circuits programmables dans lesquels elle pourra injecter son propre code, souvent confidentiel (gestion des gazoducs, pipelines, automates, etc.) Ainsi même si

nous changeons un jour de technologie de puce (l'opto électronique par exemple), ces puces continueront d'exister, et donc nos simulacres aussi.

Voilà pour le fonctionnement de base. Nous allons maintenant nous attarder sur les possibilités de mise en œuvre de cette technologie à des fins de conservation patrimoniale. Pour cela il faut revenir à la technique. Comme nous le disions précédemment, le kit permet de programmer des composants virtuels qu'on inscrit dans la puce. Si le hardware de la machine originale est composé de quatre puces différentes, il faut programmer une « librairie » pour chaque. Ensuite on les assemble comme des briques.

Revenons maintenant aux matériels numériques anciens. Derrière la grande diversité de machines que nous avons connue par le passé se cachent des hardwares tout aussi différents, mais par contre composés des mêmes puces. Le processeur Zilog Z80, se retrouve à l'intérieur de centaines de modèles d'ordinateurs des années 80 et dans de nombreux matériels informatiques portables ou embarqués produits par la suite.

Revenons à la programmation de puces FPGA à fin de conservation. Imaginons qu'une ou plusieurs institutions patrimoniales décident de faire programmer des émulateurs FPGA pour une sélection de machines historiquement importantes, il faut savoir que le travail de programmation sera considérablement réduit à mesure qu'il avancera car les bibliothèques correspondantes à une puce produites pour un émulateur pourront être utilisées telles quelles pour programmer les émulateurs des machines partageant la même puce. En bref l'expérience est cumulative. C'est ainsi qu'à l'heure actuelle, entre trente et quarante consoles de jeu vidéo ou micro-ordinateurs des années 1975-1995 sont déjà programmés sur une puce FPGA, soit par des passionnés, soit par des entreprises.

En effet dans le domaine commercial, la vague d'intérêt pour les jeux vidéo anciens a amené des sociétés à racheter le catalogue d'éditeurs de jeux défunts et ressortir des machines « tout en un ». Le meilleur exemple est le Commodore C64. Une firme a produit une manette identique à la manette de l'époque, mais à l'intérieur de laquelle a été placée une puce FPGA qui reproduit le fonctionnement de tout l'ordinateur et une mémoire contenant plusieurs dizaines de jeux et même le langage Basic original.

Cette solution fonctionne donc et le travail à mener est déjà bien engagé. Il n'est cependant pas inutile à ce niveau de la présentation d'en préciser les conditions techniques de réalisation. En pratique, l'idéal pour programmer une puce FPGA est de disposer de la documentation du constructeur de la machine, celle qu'il diffusait aux sociétés programmant des jeux. De la sorte la programmation est presque une transcription immédiate des schémas techniques de la machine d'origine dans la puce. Si cette documentation est manquante il est possible de procéder par rétro-ingénierie pour reconstituer le schéma interne de la puce. Cela consiste à analyser les signaux émis par la puce en fonction de différentes sortes de tests auxquels on la soumet. C'est évidemment plus long, mais cela a déjà été fait par des amateurs pour une puce spécifique d'un micro-ordinateur anglais des années 1980, l'Oric Atmos.

Notons toutefois que la rétro-ingénierie est facile sur des circuits simples comme ceux des processeurs « 8 bits », mais que la complexité de ce travail s'étoffe en même temps que celle des puces, qui suit en parallèle l'évolution des microprocesseurs. Ainsi plus la machine est récente, plus il est difficile de pratiquer la rétro-ingénierie. Fort heureusement, plus la machine est récente,

plus il est facile de collecter de l'information, cette contrainte est donc pratiquement nulle pourvu qu'un travail un tant soit peu prospectif soit mené en concertation avec les producteurs de puces.

En pratique, d'après les estimations de Philippe Dubois président de Mo5.com, programmer une machine sur une puce FPGA prendrait environs trois mois de travail/homme en comptant qu'un travail en parallèle sur plusieurs machines par une équipe composée de spécialistes de chaque partie du travail ferait gagner un temps très significatif.

Pour en revenir à ce qui peut intéresser plus directement le thème de cette journée, le principe que nous venons de décrire peut être appliqué au matériel musical numérique. Pour prendre l'exemple d'un clavier numérique, il suffira d'en « dumper » les « rom », c'est-à-dire d'extraire de sa mémoire ses banques de sons et le processus est le même.

La production de simulacres à longue durée de vie a déjà été mise en œuvre avec succès et peut être à un coût raisonnable mise en œuvre par des institutions patrimoniales, d'autant plus si elles mettent leurs moyens en commun. Dès lors qu'une puce a été programmée, on peut en effet en produire des dizaines de copies en quelques clics... Le travail d'une institution bénéficie donc à toutes les autres.

Reste alors la question de la sauvegarde des logiciels. Nous avons déjà précisé que la BnF assurait la conservation des supports physiques. Elle réfléchit aussi à une politique de migration des données sur des supports durables. C'est toutefois plus dans le milieu des passionnés qu'il faut chercher pour trouver les initiatives de conservation les plus avancées.

Il existe pour la plupart des machines informatiques et vidéo-ludiques des micro-communautés de passionnés « puristes » qui consacrent leur temps libre à la préservation des programmes originaux de leurs machines préférées. Ces personnes dont l'éthique ne déparerait pas dans un milieu de conservateurs du patrimoine constituent des collections de programmes originaux non-piratés pour les « dumper » et les mettre en ligne sous forme de fichiers binaires (bin), c'est-à-dire les plus simples qui soient, le seul type qui ne deviendra jamais obsolète. À l'heure actuelle on considère qu'environ 90% de la logithèque des machines dites « cultes », a été ainsi dumpée et se trouve accessible sur le Web.

C'est aussi l'intérêt que l'on peut voir dans la constitution de grandes collections associatives en matière informatique et vidéo ludique en France depuis vingt ans. Elles sont des sources et des outils disponibles pour le travail des passionnés, ce que ne permet pas le statut patrimonial des collections publiques. L'association Mo5.com met par exemple son fonds logiciel à disposition des spécialistes du « dump » qui en font la demande et « dume » elle-même une partie de son fonds selon les besoins, par exemple lorsqu'elle doit présenter de multiples exemplaires d'un jeu dont elle ne possède qu'un seul original. La pratique même de la diffusion pousse donc les associations à traiter progressivement leur fonds.

V Conclusion :

La préservation à long terme du patrimoine numérique du fait de l'apparition de la technologie FPGA est aujourd'hui en bonne voie. Les initiatives les plus avancées relèvent toutefois de l'action de passionnés ou de sociétés commerciales. Leurs travaux répondent à leurs impératifs spécifiques. Ils traitent certes une grande part des matériels importants des domaines vidéo-ludiques et micro-informatique. Toutefois, ils laissent de côté certains matériels et logiciels qui intéresseraient le patrimoine numérique tel que pourrait le constituer une institution patrimoniale suivant les critères « scientifiques » de représentativité en vigueur. Il pourrait donc être utile qu'à moyen terme, les différentes institutions concernées par ces problématiques créent un fonds commun en vue de collecter les travaux déjà menés et surtout de mener les actions propres à les compléter.

Remerciements

Tous nos remerciements à Philippe Dubois, président de l'association Mo5.com qui nous a longuement expliqué le fonctionnement des puces FPGA et a eu la gentillesse de relire cet article.

Notre propos a été largement nourri par des informations reçues lors de discussions avec des passionnés / spécialistes de micro-informatique et de jeu vidéo ancien français que nous avons rencontrés depuis des années. Nous nous devons donc de remercier Olivier Boisseau, René Spéranza, Thierry Mazzoleni, Douglas Alvez, Yves Fontanes, Philippe Striolo et Nicolas Gilles pour les entretiens que nous avons menés avec eux.

Bibliographie

- [1] Conley, James, et al., « Use of a Game Over: Emulation and the Video Game Industry, A White Paper », *Northwestern Journal of Technology and Intellectual Property*, vol. 2 number 2, 2004, p. 261-290.
- [2] Flichy, Patrice, *L'imaginaire d'Internet*, La découverte, Sciences et société, 2001
- [3] Dubois, Philippe. (sous la dir. de), *Association MO5.COM pour la préservation du patrimoine informatique et vidéoludique*, www.Mo5.com (2009), association Mo5.com.
- [4] Spéranza, René. (sous la dir. de), *Le musée de l'informatique Silicium*, www.Silicium.org (2009), association Silicium.
- [5] Bizzoire, Sylvain, (sous la dir. de), *Old-computers*, Online museum since 1995, www.old-computers.com (2009), association olcomputers.
- [6] Warnier, Jean-Pierre. *Construire la Culture Matérielle*, PUF, 1999.

Conservation et restauration du patrimoine culturel de la musique électronique. Exemple des Archives Luigi Nono

Alvise Vidolin, Centro di Sonologia Computazionale, Université de Padoue – Conservatoire Benedetto Marcello de Venise, Italie

Conserver le patrimoine de la musique électronique est un travail complexe qui requiert des compétences spécifiques et un soutien institutionnel. Le travail effectué sur les œuvres de musique électronique de Luigi Nono a commencé dans les années 90, peu de temps après la mort du compositeur. Cette première sauvegarde – transferts et restaurations partielles – s'est appliquée aux documents sonores du legs du compositeur conservés dans le Fonds d'archives Luigi Nono (Archivio Luigi Nono). Plus récemment, une collaboration s'est mise en place entre l'Archivio Luigi Nono, les éditions Ricordi, la Rai de Milan et le Laboratoire Mirage qui a permis un travail étendu sur la conservation et la restauration de ces documents sonores. Un protocole a été mis au point afin de réaliser des copies numériques du contenu initial (métadonnées : schémas, photographies, vidéo, textes) de façon à obtenir un document parfaitement identique au document original analogique. La restauration ne s'applique qu'aux œuvres destinées à l'exécution publique et il a été choisi de procéder à un minimum d'interventions, suivant en cela une approche documentaire. Ce travail est complété par la conservation des pratiques d'exécution et du patrimoine technologique et culturel avec lesquels les œuvres de musique électronique ont été réalisées. Dans ce but, l'Archivio Luigi Nono organise depuis plusieurs années des cours d'interprétation des œuvres du compositeur, au sein desquels une attention toute particulière est portée aux œuvres de musique électronique. Récemment, le musée des Instruments de musique du Castello Sforzesco de Milan a consacré une salle d'exposition au Studio de phonologie musicale de la Rai de Milan, le laboratoire dans lequel Nono a réalisé la majeure partie de ses œuvres électroniques.

I. La conservation du patrimoine culturel de la musique électronique

La musique électronique est un secteur relativement jeune de l'histoire de la musique dont la conservation [1] pose de nombreux problèmes depuis déjà plusieurs décennies. Certains de ces problèmes sont communs à toutes les formes d'expression culturelle qui ont recours aux technologies et aux mémoires électroniques [2], d'autres, en revanche, sont plus spécifiques aux techniques de composition et d'exécution développées dans ce secteur musical. En outre, dans sa brève existence, la musique électronique a connu différentes phases – la musique pour bande des années 1950 (concrète et électronique), la musique électronique mixte, qui associe des interprètes instrumentaux et/ou vocaux à des sons enregistrés sur bande, les premières expériences de musique électronique vivante (ou *live electronic music*) des années 1960, la technique du contrôle de voltage, la musique informatique, etc. – chacune de ces tendances posant des problèmes différents de conservation.

Les premières décennies de vie de la musique électronique ont une caractéristique commune : la plupart des œuvres de cette époque, et des parties électroniques qu'elles contiennent, ont été fixées dans leur forme définitive sur bande magnétique et la conservation de ces enregistrements est devenue aujourd'hui d'une importance capitale. Pour sauvegarder la musique électronique, il ne suffit pas de transférer le contenu sonore des bandes analogiques sur support numérique, il faut aussi préserver la pratique d'exécution de ces bandes (surtout en ce qui concerne les œuvres pour voix et/ou instruments et bande) [3]. Il s'agit donc de sauvegarder tous les éléments qui permettent de comprendre et de reconstituer l'ensemble du processus de production de l'œuvre, depuis les détails spécifiques de la composition, jusqu'au système électroacoustique et aux pratiques opératoires utilisés [4].

Les choix qui président à la sauvegarde de ces œuvres doivent être effectués selon des critères rigoureux, afin d'éviter que des éléments, qui aujourd'hui nous paraissent insignifiants, mais qui pourraient être considérés importants dans l'avenir, ne tombent dans l'oubli. Par exemple, le processus de « re-médiation » [5] auquel est soumise l'œuvre de musique électronique, lors de la conversion des bandes analogiques en fichier son, peut entraîner des pertes d'informations précieuses s'il n'est pas réalisé avec des technologies précises, et s'il n'est pas accompagné d'une étude préliminaire du support, d'une documentation photographique, et d'une vidéo du processus de transfert, afin de numériser non seulement le simple contenu de la bande magnétique, mais toutes les métadonnées que contient le support (y compris les informations figurant sur la bande, sur le support plastique, sur le boîtier et sur les éventuelles pièces jointes).

Tout aussi importante est la connaissance des équipements techniques et des pratiques opérationnelles utilisées par le compositeur dans sa phase de réalisation de l'œuvre. Les bandes de préparation et d'élaboration de la musique électronique correspondent aux esquisses et aux versions intermédiaires de la partition traditionnelle : la conservation du contenu de ces bandes est donc d'une importance capitale pour la recherche musicologique. En ce qui concerne les équipements, il est difficile de garantir dans le temps le bon fonctionnement de machines devenues obsolètes, dont les composantes sont souvent aujourd'hui introuvables, quand elles n'ont pas été tout simplement cannibalisées, et dont la maintenance ne peut plus être assurée faute de compétences. Quoi qu'il en soit, leur conservation est essentielle comme témoignage d'un élément opérationnel spécifique et comme instrument de production, parfois de première importance dans la conception de l'œuvre. Quand l'équipement est encore en état de marche, il convient d'effectuer des mesures particulières à ajouter à la documentation, comme par exemple pour un filtre déterminer la réponse à l'impulsion. Il est donc important de retrouver et de conserver aussi la documentation technique (schémas, techniques spécifiques, mesures, etc.) et fonctionnelle (les manuels) des divers dispositifs et de l'ensemble du système de production de l'œuvre.

II. Conservation et restauration des musiques électroniques de Luigi Nono

II.1. Le fonds d'archives Luigi Nono

Le catalogue des œuvres de Luigi Nono est riche en compositions où l'électronique joue un rôle de premier plan et est utilisée tantôt d'une façon autonome, encore que, le plus souvent, elle soit intégrée à des parties vocales ou instrumentales, tantôt dans un vaste ensemble instrumental. Dans ce catalogue, donc, nous trouvons des compositions pour bande seule, pour voix et/ou instruments et bande et pour « live electronics ». Après la disparition du compositeur (1990), la sauvegarde des pièces électroniques de ce répertoire fut une des principales préoccupations de ses héritiers et des éditions Ricordi, qui détiennent les droits des œuvres avec son électronique. En 1993, à l'initiative de Nuria Schoenberg, furent créés à Venise les Archives Luigi Nono dans le souci de réunir, conserver et promouvoir le précieux legs du compositeur. Ce legs contient des manuscrits (23 000 feuillets constitués d'esquisses, d'ébauches et de travaux préparatoires pour ses compositions musicales, et 12 000 feuillets de notes et de textes à caractère musical, théorique et politique) ; des lettres (6 400 adressées à des représentants éminents de l'art, de la

politique et de la culture en Italie et dans le reste du monde) ; des livres et des partitions (12 400 livres - dont un grand nombre sont annotés - rares, anciens, et des exemplaires uniques) ; disques vinyle (1 370, avec des enregistrements de musique populaire de toute provenance géographique, des discours et des chants politiques nationaux et internationaux) ; des photographies (6 500) ; des notes de programme (300) ; des affiches (170) ; des recensions et des essais critiques (4 000) sur les exécutions des œuvres du compositeur. En outre, ce legs contient 230 bandes magnétiques avec des enregistrements de matériaux préparatoires aux œuvres électroniques et des premières mondiales de ses compositions, ainsi que des enregistrements de répétitions et de certaines interviews.



Fig. 1 - Archives Luigi Nono :
Salle des colonnes de l'ancien couvent Saint-Cosme et Saint-Damien

Le travail accompli ces dernières années par les Archives Luigi Nono et par les éditions Ricordi sur les œuvres électroniques du compositeur vénitien constitue une étude de cas bien utile pour la conservation de la musique électronique, et donc applicable à d'autres répertoires.

Dans cet article, je limiterai mon exposé sur la conservation de la musique électronique de Luigi Nono aux œuvres pour bande seule ou pour voix et/ou instruments et bande des années 1960 et 1970, réalisées par le compositeur dans le Studio de phonologie musicale de la RAI, à Milan, avec le concours de Marino Zuccheri [6].

Ce travail est encore en cours et ne se borne pas au seul transfert sur support numérique des bandes magnétiques de ses œuvres, mais comprend aussi la conservation des bandes de travail et leur intégration avec les esquisses, les travaux préparatoires et les manuscrits conservés dans les Archives Luigi Nono.

II. 2. Les œuvres électroniques de Luigi Nono

Le catalogue des œuvres électroniques pour bande seule comprend les titres suivants : *Omaggio a Emilio Vedova* (1960) ; *Musiche di scena* per « Die Ermittlung » (1965) ; *Ricorda cosa ti hanno fatto in Auschwitz* (1966) ; *Contrappunto dialettico alla mente* (1968) ; *Musiche per Manzù* (1969) ; *Per Paul Dessau* (1974)¹. Les œuvres

¹ Luigi Nono, *Complete Works for Solo Tape*, 2 CD Stradivarius / Ricordi, 2006, n° STR 57001.

pour voix et/ou instruments et bande magnétique sont² : *Intolleranza 1960* (1961), action en deux parties, pour solistes, chœur, orchestre et bande magnétique ; *La fabbrica illuminata* (1964), pour soprano et bande ; *A floresta è jovem e cheia de vida* (1966), pour trois récitants, soprano, clarinette, plaque de cuivre et bande magnétique ; *Per Bastiana - Tai-Yang Cheng (L'Oriente è rosso)* (1967), pour bande magnétique et trois groupes instrumentaux ; *Musica manifesto n° 1* (1969), pour deux voix de femmes et bande magnétique ; *Y entonces comprendì* (1970), pour bande magnétique, six voix de femmes et chœur ; *Como una ola de fuerza y luz* (1972), pour soprano, piano, orchestre et bande magnétique ; *Al gran sole carico d'amore* (1974), action scénique en deux parties, pour solistes, petit chœur, grand chœur, orchestre et bande magnétique ; ... *sofferte onde serene* ... (1977), pour piano et bande magnétique.

La majeure partie de ces œuvres électroniques sont fixées sur bande magnétique quatre pistes un pouce, mais le format de la bande magnétique ne correspond pas toujours à la diffusion spatiale voulue par l'auteur qui, de fait, requiert une pratique d'exécution spécifique. A titre d'exemple, les quatre pistes de la bande magnétique de *La fabbrica illuminata* contiennent les sons et les mouvements spatiaux respectifs pour une écoute en quadriphonie (quatre haut-parleurs répartis aux quatre coins de la salle), tandis que les quatre pistes de la bande magnétique de *Ricorda cosa ti hanno fatto in Auschwitz* sont parfaitement identiques, dans la mesure où Nono, à la régie son, spatialisait lui-même l'émission du signal monophonique sur les différents haut-parleurs. Ce furent uniquement des raisons d'ordre technique - augmenter le rapport signal/bruit dans le signal sonore - qui amenèrent le compositeur à utiliser une bande quatre pistes un pouce pour reproduire un signal monophonique.

II.3. Premiers travaux de restauration

Après la mort du compositeur, les éditions Ricordi décidèrent de transférer les œuvres électroniques de Nono sur bande numérique DAT, afin de faciliter leur exécution en concert, dans la mesure où la localisation et le transport des enregistreurs analogiques, ainsi que le coût onéreux de leur location, commençaient à poser de réels problèmes. En outre, la gestion des bandes magnétiques analogiques aussi commençait à devenir onéreuse en termes de maintenance, d'expédition et de stockage. L'éditeur fit des choix précis également en ce qui concerne le format : il imposa la réduction stéréophonique des nombreuses bandes quadriphoniques, en alléguant que l'utilisation de bandes analogiques stéréo, y compris pour des œuvres conçues en quadriphonie³, était une pratique d'exécution à laquelle, de son vivant, le compositeur avait déjà donné son accord.

Ce travail n'était donc pas destiné à la sauvegarde des bandes originales, mais au transfert numérique des seules bandes dont les éditions Ricordi détenaient les droits, afin de constituer un matériel pouvant être loué lors de leur exécution en concert. En outre, ces documents sonores ont été soumis à un travail de restauration, visant à

² Nous n'avons pas inclus dans cette liste *La lontananza nostalgica-utopica-futura, a più «Caminantes» con Gidon Kremer* (1988), pour violon solo et huit bandes magnétiques, dans la mesure où la partie électronique de cette œuvre fut réalisée dans les locaux du Studio expérimental de la Fondation Heinrich Strobel de Fribourg-en-Brisgau.

³ En 1989, j'ai assisté à l'exécution de *La fabbrica illuminata* dans la salle du Conclave du Palais des papes d'Avignon, avec Nono à la régie son qui spatialisait une bande analogique stéréo provenant de la bande quadriphonique originale.

réduire le bruit de fond et les principaux défauts dus au vieillissement, à l'aide de la station de travail numérique Sonic Studio et du logiciel NoNoise.

En 1997, les éditions Ricordi ont voulu reconstituer la partition de *A floresta é jovem e cheja de vida*, dont l'auteur n'avait jamais donné une version définitive. La restauration des deux bandes magnétiques quadriphoniques fit partie intégrante du travail de reconstitution, en raison du lien étroit qui unit le plan temporel de l'œuvre au contenu des bandes magnétiques. Cette restauration fut réalisée dans les locaux de la RAI à Milan, à l'aide de la station de travail numérique Sonic Studio, du logiciel de restauration audio NoNoise et d'un lecteur analogique quadriphonique un pouce, calibré sur les bandes échantillonnages de référence, et relié directement à quatre convertisseurs A/D de la station de travail Sonic Studio. Ce travail fut organisé en quatre phases :

- 1 Création d'un *master* numérique pour la conservation, au format audionumérique multipistes DTRS, 16 bit, 48 KHz ;
- 2 Synchronisation des deux bandes, dont le défilement était déclenché simultanément pour une exécution synchrone, en obtenant ainsi un seul document sonore huit pistes ;
- 3 Restauration de chacune des pistes du document sonore, en réduisant le bruit de fond et en atténuant les principaux parasites.
- 4 Création d'un *master* numérique, pour l'exécution musicale au format audionumérique multipistes, 16 bit, 48 KHz et, par précaution, furent gravés également 4 CD incluant un fichier audio numérique au format AIFF.

Ces travaux sont documentés in [7].

II.4. Le Studio de phonologie musicale de la RAI, à Milan

Bien que la RAI ait fermé le Studio de phonologie musicale en 1983, toutes les bandes originales⁴ ont été soigneusement conservées, et avec elles le bagage de compétences techniques du laboratoire audio⁵, ainsi que la connaissance historique des équipements et des processus de production. En 2008, les appareils électroniques du Studio ont été transférés au musée des Instruments de musique du Castello Sforzesco à Milan, qui a consacré une salle entière au Studio de phonologie musical de la RAI (fig.2).

Dans cette salle sont exposés les équipements d'origine, tels qu'ils étaient disposés en 1968, et il est possible de visionner l'histoire du Studio sur un écran géant et trois écrans tactiles, qui permettent la consultation d'une riche base de données contenant des illustrations, des films, presque mille photographies, des extraits sonores et des partitions. Au cours des prochaines années, le musée accueillera également la totalité des archives du Studio de phonologie, dont le fonds est constitué de lettres, de photographies, de partitions, de manuscrits, et d'environ 400 bandes sonores, contenant plus de 200 heures de musique [8]. Ces bandes ont déjà été transférées sur support numérique (16 bit/48 kHz) au cours des années 1990 et, depuis 2005, a commencé une seconde phase de numérisation (en 24bit/96 kHz).

⁴ La responsable des Archives du Studio de phonologie de la RAI, à Milan, est Maddalena Novati.

⁵ Le responsable du Laboratoire audio de la Rai est Giovanni Belletti.



Fig. 2. - Vue de détail de la salle 35 du Musée des Instruments de musique dans le Castello Sforzesco de Milan, dédiée au Studio de phonologie musicale de la RAI.

II. 5. Copies numériques des œuvres électroniques

Au début des années 2000, les éditions Ricordi ont mis en place un programme de classement, de conversion et de standardisation de l'ensemble du matériel sonore dont ils détiennent les droits, afin de permettre l'exécution d'un vaste répertoire d'œuvres avec des pièces de musique électroniques [9]. En 2005, a débuté un projet pilote destiné à la conservation des bandes du compositeur vénitien qui, tout en répondant à la demande des Archives Luigi Nono, désireuses de sauvegarder d'une façon définitive les bandes magnétiques des œuvres électroniques du compositeur, profitait de ce que la RAI était également en train de procéder au transfert des bandes du Studio de phonologie. La responsabilité scientifique de ce travail fut confiée à l'équipe du Laboratoire Mirage de l'université d'Udine dont le siège est à Gorizia⁶. Créé en 1995, ce laboratoire de recherche appliquée – qui s'appuie sur une équipe aux compétences musicologiques et techniques de niveau universitaire – [1] a pour mission la conservation, la restauration et l'édition de documents sonores. La copie de sauvegarde fut réalisée selon un protocole de travail précis, afin d'obtenir un document numérique complet (données audio et métadonnées documentant d'une façon exhaustive le document et le transfert de la bande analogique sur support numérique), et parfaitement identique à l'original. Ce protocole porte sur les points suivants :

Recension des sources sonores,

- Comparaison systématique des sources sonores,
- Identification du document original et relevé des éventuelles variantes,
- Reconnaissance du format,
- Étude de l'état de conservation chimique et physique,
- Éventuelles actions de restauration (dûment documentées) pour en permettre la lecture,
- Choix des appareils de reproduction, d'enregistrement et d'écoute,
- Transfert numérique de la bande synchronisé avec la vidéo,
- Compensation des altérations intentionnelles (par ex. égalisation),

⁶ Le laboratoire universitaire Mirage est dirigé par le professeur Angelo Orcalli, qui enseigne l'Histoire de la musique contemporaine et la théorie de la restauration sonore.

- Documentation photographique du document original (support plastique, boîtier, étiquettes, etc.) et des éventuelles pièces jointes,
- Documentation sur l'état de conservation des supports d'origine,
- Rédaction de fiches descriptives.

En l'état actuel, le transfert des bandes sur support numérique a été achevé dans les locaux de la RAI, et les chercheurs du Laboratoire Mirage sont en train de compléter le relevé des métadonnées et leur intégration dans la copie du contenu initial. La copie de sauvegarde est reproduite en trois exemplaires : un exemplaire est déposé aux Archives Luigi Nono, et les autres sont transmis respectivement aux éditions Ricordi et au Laboratoire Mirage. Pour éviter que les données qui constituent le cœur du document sonore (le fichier audio numérique) soient séparées des métadonnées qui en complètent la documentation, sont intégrées une fiche où figure la liste de tous les documents qui font partie de la copie numérique de sauvegarde, certaines métadonnées du signal sonore et une description du document analogique original, ce qui garantit la conservation dans le temps de l'unité documentaire de la copie de sauvegarde.

La fiche descriptive réalisée par le Laboratoire Mirage comporte les champs suivants : Titre ; Description de la copie numérique ; Liste des documents enregistrés dans la copie numérique de sauvegarde ; Description du document original ; Description de l'enregistrement vidéo.

Autore: Luigi Nono	
Titolo: La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonico	
Copia conservativa	
Titolo della copia conservativa	La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonico
Fonte	Nastro magnetico Q6 dello Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano
Tipo e marca supporto	DVD recordable SONY 08D1
Formato dati	4 file BWF monofonici
Inizio della banda magnetica rispetto all'inizio del file	9' 32"
Nomi file	Q6_1.wav Q6_2.wav Q6_3.wav Q6_4.wav
Frequenza di campionamento	96 kHz
Risoluzione	24 bit
Inventario	CLN 0002
<p>Costituiscono parte integrante di questa copia conservativa: Schema sistema di riversamento Specifiche file BWF Foto documento originale Checksum MD5 dei file audio Specifiche file MD5 DVD contenente la registrazione video delle operazioni di riversamento.</p>	

Fig. 3. - Description. Détails de la copie conservée

Les figures 3, 4 et 5 illustrent la fiche descriptive enregistrée dans la copie numérique de la bande magnétique quadraphonique Q6 du Studio de phonologie musicale de la RAI, contenant la pièce de musique électronique de *La Fabbrica illuminata*. La fig. 6 illustre le schéma du système de transfert valable pour toutes les bandes quadraphoniques des œuvres électroniques de Nono.

Descrizione del documento originale	
Archivio di provenienza	RAI di Milano – Studio di Fonologia Musicale
Segnatura	Q 6
Inventario	
Supporto	Nastro magnetico – bobina
Testo e segni sulla custodia	COLONNA ORIGINALE [/] BANDA MAGNETICA [//] [timbro] 178643
Testo e segni sul dorso della custodia	L.NONO="LA FABBRICA ILLUMINATA" dur 14' 37" [//] Q6
Testo e segni sulla flangia	Q 6 [//] BUDDA : BASI [/] [?]
Testo e segni sul nastro	
Allegati	
Tipo custodia	Cartone
Marca custodia	BASF
Marca e modello supporto	BASF LGR
Modalità di archiviazione	Flangia in alluminio
Avvolgimento	Testa
Stato di conservazione	Buono
Note	Sono presenti numerose giunte in ottimo stato di conservazione osservabili nella registrazione video del nastro.
Tecnica di registrazione	Analogica
Durata della registrazione	
Sezioni:	
- Sezione 1	14' 21"
Velocità	38 cm/s
Tracce	4
Segnale	Quadrifonico
Curva di equalizzazione	IEC 1/CCIR
Sistemi di riduzione del rumore	
Note sul segnale	

Fig. 4. - Description. Détail des documents originaux.

Registrazione video delle operazioni di riversamento: La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonico	
Formato	
Tipo e marca supporto	DVD recordable SONY 08D1
Formato dati	Quicktime (MOV)
Nome file	Q6.mov
Frame per secondo	25 fps
Compressione	video: 720x576 compressione DV JPEG con qualità pari a 65%. audio: 48 kHz, 16 bit, stereofonico, non compresso.
Dispositivo di ripresa	Panasonic NV-GS50
Inventario	CLN 0002
NOTE	
- Il segnale della traccia audio è da considerarsi un ausilio alla lettura del video.	
- Il campo di ripresa è posizionato a 17 cm a sinistra della testina di lettura. La traccia audio è stata sincronizzata con la traccia video con una tolleranza di +/- 1 frame.	
- Timecode: a 1:00:00 corrisponde l'inizio della registrazione.	

Fig. 5. - Description. Détail de l'enregistrement vidéo

Tout comme les supports magnétiques se dégradent et deviennent obsolètes, les équipements et les codages numériques aussi deviennent rapidement obsolètes. Pour s'assurer qu'à l'avenir l'on puisse lire correctement des données sonores, il est indispensable d'intégrer dans le document les métadonnées nécessaires à leur décodage. De la même façon, pour s'assurer que les copies numériques successives sont intactes, on procède à un contrôle d'intégrité des données sonores, en calculant l'empreinte (*message digest*) des fichiers sonores, qui est incluse dans l'unité documentaire avec la description de l'algorithme utilisé pour le calcul (métadonnées de deuxième niveau). Dans le cas de *La fabbrica illuminata*, cette empreinte numérique a été calculée avec l'algorithme MD5.

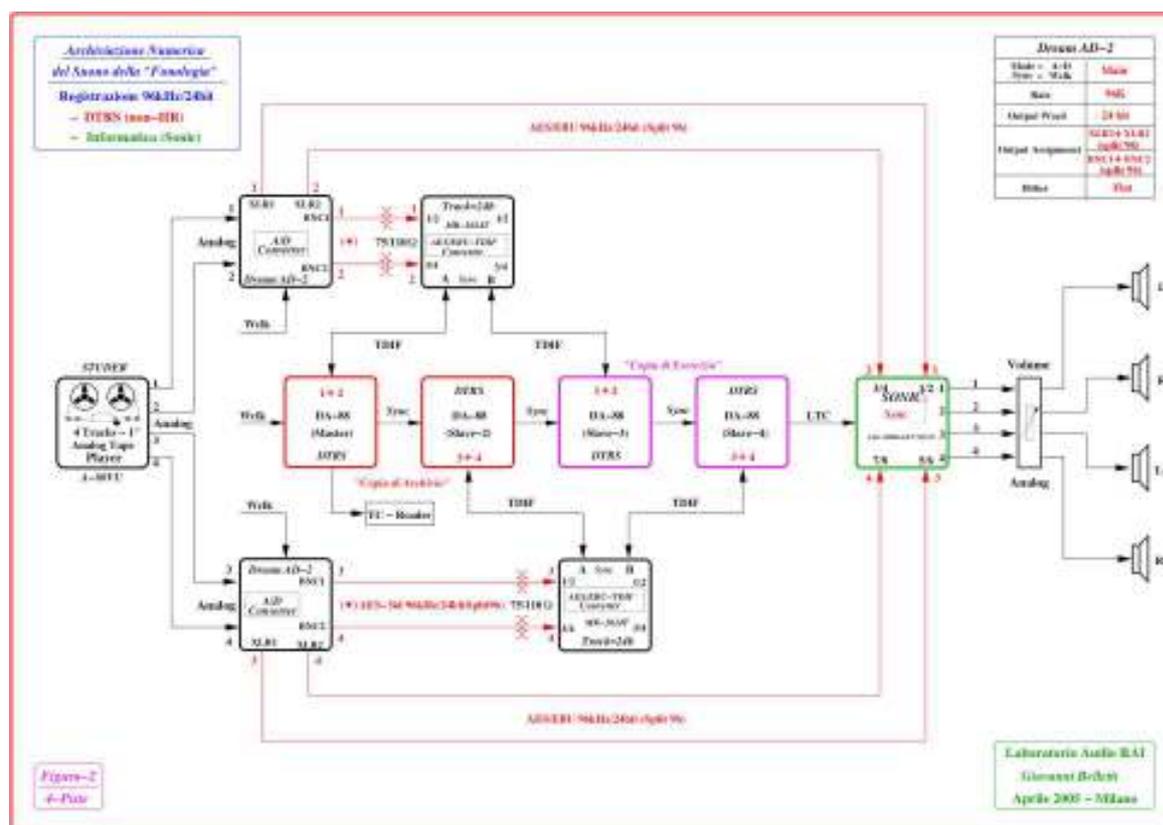


Fig. 6. - Schéma technique de l'appareil de reproduction, transformation et écoute

II.6. Restauration de la copie de sauvegarde des œuvres électroniques

La restauration de la copie numérique est destinée à l'exécution musicale et est donc tributaire des choix esthétiques du commanditaire (l'éditeur) et du restaurateur. En ce qui concerne les œuvres électroniques de Luigi Nono, il a été choisi de limiter le plus possible les interventions, selon une approche de type documentaire [5]. Les interventions de restauration n'ont lieu que dans des cas de dégradation sonore évidente, et que l'on est en mesure de corriger, ou bien pour réduire les altérations du signal dues aux vieillissements ou à des micro-imperfections des supports d'origine, sans toutefois dépasser le niveau technologique de l'époque. Lorsque l'enregistrement ne contient pas de matériaux sonores élaborés par le compositeur, il est permis d'utiliser des algorithmes pour synthétiser les signaux du système (bruit de fond stationnaire, bruits d'induction électromagnétique, sinusoïde, diaphonie, etc.). Enfin, le rapport signal/bruit est généralement amélioré par les techniques bien connues de soustraction spectrale. Les interventions de restauration sont documentées dans le « Rapport de restauration » qui fait partie intégrante de la copie restaurée avec les autres métadonnées, comme cela est illustré dans la fiche descriptive de la fig. 7, qui concerne la restauration de *La fabbrica illuminata*.

Dans le cas de cette composition, la réalisation de la copie numérique et de la copie restaurée a donné lieu à une enquête approfondie sur le texte musical d'origine et sur le rapport entre la partie vocale et la partie électronique sur bande magnétique. Ces divers travaux ont permis la publication d'une édition critique de la partition [12].

Autore: Luigi Nono
 Titolo: La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonico.

Copia restaurata

Titolo	Restauro documentario di: La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonico.
Fonte	Copia conservativa CLN 0002 dell'Archivio BMG-Ricordi di Milano
Tipo e marca supporto	DVD recordable Verbatim MCC 03RG2
Formato dati	4 file AIFF monofonici
Inizio della registrazione rispetto all'inizio del file	10"
Frequenza di campionamento	96 kHz
Risoluzione	24 bit
Inventario	RLN_0002

Costituiscono parte integrante di questa copia restaurata:

- Schema sistema di restauro (/Schemi/Schema_Restauro.pdf)
- Schema sistema di memorizzazione su supporto ottico (/Schemi/Schema_Memorizzazione.pdf)
- Specifiche file AIFF (contenute in /AIFF_File/)
- Checksum MD5 dei file audio (/Audio/RLN_0002.md5)
- Specifiche dell'algoritmo MD5 (/MD5_File/MD5_Algorithm.pdf)
- Rapporto di restauro (pagg. 2-3 di questo documento)

Fig. 7. – Schéma descriptif, détail

II.7. Copie d'archive numérique des bandes magnétiques du fonds d'Archives Luigi Nono

Les Archives Luigi Nono contiennent 230 bandes magnétiques avec des enregistrements de matériaux préparatoires des œuvres électroniques et des premières mondiales de ses compositions, ainsi que de répétitions et de certaines interviews. Après la mort du compositeur, ces bandes ont été transférées sur DAT [13] ; au cours des années suivantes, avec l'augmentation progressive des activités des Archives, il a fallu graver les DAT sur CD audio, afin de faciliter le travail des chercheurs qui fréquentent les Archives. Ultérieurement, une centaine de cassettes audio, provenant également du legs du compositeur, ont été transférées sur CD audio. Le contenu de ces bandes est catalogué et facilement consultable dans le système informatique des Archives à l'aide des fiches illustrées dans la fig. 8. Une partie de ce catalogue est déjà en ligne et sa publication complète sera bientôt disponible.

En 2007, les Archives ont signé une convention avec le Laboratoire Mirage, afin qu'il réalise des copies d'archives de ces bandes, en s'appuyant sur l'expérience acquise lors du travail de conservation et de restauration des bandes originales. Ce travail est toujours en cours.

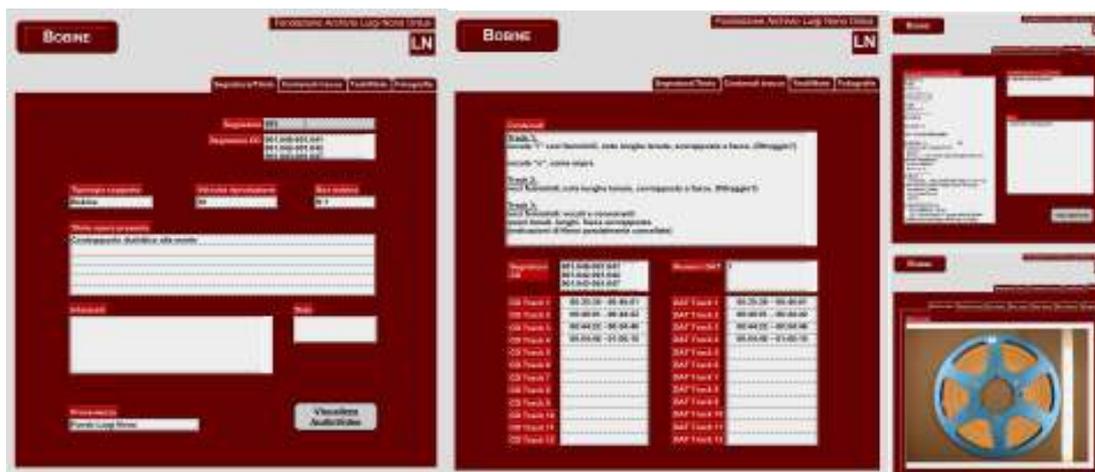


Fig. 8. – Exemple d'une fiche de catalogage des bobines des bandes magnétiques de travail de l'œuvre *Contrappunto dialettico alla mente*

II. 8. Cours d'interprétation des Archives Luigi Nono

Pour sauvegarder la musique électronique, il ne suffit pas de créer des copies numériques de l'œuvre électronique, il faut aussi transmettre la pratique d'exécution des bandes magnétiques surtout en ce qui concerne les œuvres pour voix et/ou instruments et bande. Le même problème se pose pour les œuvres avec « live electronics » ; dans ces compositions, en effet, le rôle de l'électronique est encore plus complexe et il n'est guère facile de transmettre des pratiques d'exécution qui se fondent principalement sur la tradition orale. À cette fin, depuis l'an 2000, les Archives Luigi Nono organisent des cours d'interprétation musicale des œuvres du compositeur, au sein desquels une attention particulière est accordée aux pièces électroniques. Ces cours sont souvent réalisés en collaboration avec d'autres institutions vénitienes comme la Fondation Giorgio Cini, le Conservatoire « B. Marcello », l'Université Ca'Foscari ou avec des institutions étrangères comme le studio expérimental de la Fondation Heinrich-Strobel, à Fribourg-en-Brigau. La plupart des professeurs sont des interprètes historiques assistés par les musicologues des Archives qui analysent les œuvres figurant au programme de leurs cours. Ces dernières années des cours ont été consacrés à des œuvres pour instruments et bande magnétique (... *sofferte onde serene...*, pour piano et bande magnétique ; *La fabbrica illuminata*, pour soprano et bande magnétique ; *La lontananza nostalgica-utopica-futura*, pour violon solo et huit bandes magnétiques), ainsi qu'à plusieurs compositions avec « live electronics » des années 1980 (dont *Quando stanno morendo. Diario polacco n.2*, pour quatre voix de femme, flûte, violoncelle et électronique ; *Post-prae ludium per Donau*, pour tuba et électronique « live » ; des extraits de *Prometeo*, de *Das atmende Klarsein*, pour flûte basse, bande magnétique, et électronique ad libitum). Concernant ce dernier travail, les Archives ont réalisé un DVD sur la pratique d'exécution de la flûte et de la « live electronics », qui est joint à la partition publiée par les éditions Ricordi.

III. Conclusion

La conservation et la restauration des œuvres électroniques de Luigi Nono constituent un exemple intéressant de conservation du patrimoine musical électronique. Comme nous l'avons vu, ce travail a porté sur les bandes originales des œuvres, les bandes de travail, les formats et les données techniques des équipements utilisés. Réaliser une copie de sauvegarde résultant du transfert de la bande analogique sur support numérique et de l'intégration des métadonnées, qui complètent l'information du document original, permet de transmettre aux générations futures un document numérique parfaitement identique au document analogique original. La restauration constitue une phase ultérieure, exclusivement destinée à la jouissance de l'œuvre et qui, de ce fait même, peut être tributaire des choix esthétiques du commanditaire et du restaurateur. Dans le cas de la musique électronique, la restauration peut être soumise aux choix interprétatifs du « régisseur du son » qui exécute l'œuvre. Le « régisseur du son », en effet, assure la diffusion et la spatialisation éventuelle des sons, en intervenant dans la dynamique ainsi que dans l'égalisation du document sonore. Les choix esthétiques qui président à la restauration du document sonore, donc, peuvent faire partie intégrante de l'interprétation de l'œuvre ; aussi chaque exécutant pourrait commencer son travail d'interprète en partant précisément de la restauration de l'œuvre pour le développer sur la base de la pratique d'exécution et de ses choix subjectifs.

Traduit de l'italien par Marilène Raiola

Bibliographie

- [1] Vidolin A., « Conservazione e restauro dei beni musicali elettronici », in *Le fonti musicali in Italia - Studi e Ricerche*, CIDIM, anno 6, Roma, 1992, pp. 151-168.
- [2] Gregory, T., Morelli M., (sous la dir. de), *L'eclissi delle memorie*, Laterza, Bari, 1994.
- [3] Vidolin A. « Per conservare la musica elettronica dal vivo » In *Atti del 5 Incontro Biennale Internazionale sul Restauro Audio « Metamorfosi delle Memorie : per conservare la musica contemporanea. »* Treviso, 2006. In corso di stampa
- [4] Canazza S., A. Vidolin. « Preserving Electroacoustic Music. » *Journal of New Music Research. Special Issue*, 30(4), 2001, pp. 289-293.
- [5] Orcalli A., « Orientamenti ai documenti sonori. » In Canazza S., Casadei Turronei Monti M. (sous la dir. de). *Ri-mediazione dei documenti sonori. FORUM*, Udine, 2006, pp. 15-94.
- [6] Nono L., « Per Marino Zuccheri » In Doati R., Vidolin A., (sous la dir. de) *Nuova Atlantide, il continente della musica elettronica 1900-1986*, Ed. La Biennale di Venezia - ERI, 1986, pp. 174-176.
- [7] Vidolin A. « I documenti sonori della musica elettronica » In *Musica/Tecnologia*, Ed. Firenze University Press e Fondazione Ezio Franceschini, Firenze, 2008, n.2, pp 51-67. In corso di stampa.
- [8] Novati M. « La ricostruzione dello Studio di Fonologia della Rai di Milano » In *XVII CIM proceedings*, La Biennale di Venezia, 2008, pp. 85-88.
- [9] Mazzolini M., « Conservazione e restauro. La prospettiva di un autore storico » In Canazza S., Casadei Turronei Monti M. (sous la dir. de). *Ri-mediazione dei documenti sonori. FORUM*, Udine, 2006, pp. 499-507.
- [10] Orcalli A., « On the methodologies of audio restoration » In *Journal of New Music Research*, vol. 30, N°4, 2001, pp. 307-322.
- [11] Canazza S., Orcalli A., « Preserving Musical Cultural Heritage at MIRAGE. » In *Journal of New Music Research*, vol. 30, N°4, 2001, pp. 365-374.
- [12] Cossettini L., (sous la dir. de) *Luigi Nono La fabbrica illuminata*, Casa Ricordi, 2006.
- [13] Vidolin A. « Copiando i nastri. » In Anna Maria Morazzoni (sous la dir. de) *Schönberg e Nono - A Birthday Offering to Nuria on May 7, 2002*. Firenze, 2002 Olschki, pp. 216-219.

Conservazione e restauro del patrimonio culturale della musica elettronica. L'esempio degli Archivi Luigi Nono

Alvise Vidolin, Centro di Sonologia Computazionale, Università de Padoue - Conservatoire Benedetto Marcello de Venise, Italie

Preservare i beni culturali della musica elettronica è un lavoro molto complesso che richiede specifiche competenze e un preciso supporto istituzionale. Il lavoro svolto sulle opere di musica elettronica di Luigi Nono e sui documenti sonori del lascito del compositore, conservati dall'Archivio Luigi Nono, è iniziato negli anni '90 subito dopo la morte del compositore, con riversamenti e restauri parziali. Negli anni più recenti si è instaurata una collaborazione fra le istituzioni Archivio Luigi Nono, Casa Ricordi, Rai di Milano, Laboratorio Mirage, che ha avviato un lavoro molto accurato per la conservazione e il restauro di tali documenti sonori. Si è sviluppato un preciso protocollo di lavoro per la realizzazione della copia conservativa, fissando la procedura di riversamento digitale del contenuto analogico del nastro e dei metadati (schemi, foto, video, testi), in modo da ottenere un documento digitale copia conforme dell'originale analogico. Il restauro è riservato alle opere destinate all'esecuzione pubblica e si è scelto di contenere al minimo gli interventi, seguendo le linee di un approccio documentario. Il lavoro di preservazione si completa con la conservazione delle prassi esecutive e del patrimonio tecnico-culturale con cui le opere di musica elettronica sono state realizzate. A tale scopo, l'Archivio Luigi Nono promuove ed organizza da diversi anni corsi di interpretazione musicale delle opere di Nono, con particolare attenzione alle opere di musica elettronica. Recentemente il Museo degli Strumenti Musicali presso il Castello Sforzesco di Milano, ha dedicato una sala espositiva allo Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano: il laboratorio dove Nono ha realizzato la maggior parte delle opere elettroniche su nastro magnetico.

I. Preservare i beni culturali della musica elettronica

La musica elettronica è un settore musicale relativamente giovane nella storia della musica che già da qualche decennio pone difficili problemi alla sua conservazione [1]. Alcuni problemi sono comuni a tutte le forme culturali che si avvalgono delle tecnologie e delle memorie elettroniche [2], ma altri sono specifici delle tecniche compositive ed esecutive sviluppate in questo settore musicale. Inoltre, nella sua breve esistenza, la musica elettronica ha vissuto diverse fasi – la *tape music* degli anni '50 (concreta ed elettronica), la musica elettronica mista per voci e/o strumenti e nastro, le prime esperienze di elettronica dal vivo degli anni '60, la tecnologia del *voltage control*, la *computer music*, ecc. – ognuna delle quali pone problematiche diverse sul piano della conservazione.

Un elemento accomuna i primi decenni di vita della musica elettronica: la maggior parte delle opere o delle parti elettroniche di esse, sono state fissate nella loro forma definitiva su nastro magnetico e la conservazione di tali registrazioni diventa di primaria importanza. Per preservare la musica elettronica non è sufficiente riversare il contenuto sonoro dei nastri analogici su supporto digitale, è necessario conservare anche la prassi esecutiva di tali nastri (soprattutto nelle opere per voci e/o strumenti e nastro) [3]. Ciò significa conservare tutti gli elementi che consentono di comprendere e ricostruire l'intero processo produttivo dell'opera: dai dettagli specifici della composizione, al sistema elettroacustico utilizzato e alle prassi operative impiegate [4].

Le scelte conservative devono essere molto accurate per evitare di consegnare all'oblio elementi che oggi possono non sembrare importanti, ma che in futuro potrebbero esserlo. Ad esempio, il processo di *ri-mediazione* [5] a cui è sottoposta

l'opera di musica elettronica nel passaggio da nastro magnetico analogico a file sonoro digitale può portare a perdite di informazioni preziose se non viene realizzato con specifiche tecnologie, se non è accompagnato da studi preliminari sul supporto, documentazioni fotografiche e video del processo di riversamento, in modo da trasferire nel dominio del digitale non solo il semplice contenuto del nastro magnetico, ma tutti i *metadati* che il supporto (comprese le scritte sul nastro, sulla flangia, sulla scatola e gli eventuali allegati) contiene.

Altrettanto importante è la conoscenza delle apparecchiature tecniche e delle prassi operative utilizzate dal compositore nella fase di realizzazione dell'opera. I nastri preparatori e di lavorazione della musica elettronica equivalgono agli schizzi e alle stesure intermedie delle partiture tradizionali; pertanto conservare anche il contenuto di tali nastri diventa di vitale importanza per la ricerca musicologica. Per quanto riguarda le apparecchiature è difficile ottenere e poter sostenere nel tempo la funzionalità operativa di macchine diventate obsolete, i cui componenti sono spesso introvabili, a volte soggette perfino ad azioni di cannibalismo e di cui si sono perse le competenze per un normale lavoro di manutenzione. La loro conservazione è comunque importante come testimonianza di uno specifico elemento operativo e come strumento di produzione, talvolta di primaria importanza nella concezione dell'opera. Qualora l'apparecchiatura fosse ancora funzionante, si potrebbero effettuare misure specifiche da allegare alla documentazione, come ad esempio per un filtro determinare la risposta all'impulso. È pertanto importante rintracciare e conservare anche la documentazione tecnica (schemi, specifiche tecniche, misure, ecc.) e funzionale (manuali) dei vari dispositivi e di tutto il sistema produttivo.

II. Conservazione e restauro delle musiche elettroniche di Luigi Nono

II.1 L'Archivio Luigi Nono

Il catalogo delle opere di Luigi Nono è ricco di composizioni in cui l'elettronica ha un ruolo di primaria importanza, impiegata talvolta in modo autonomo, ma molto più spesso integrata con parti vocali o strumentali dal vivo, talvolta in organici anche molto ampi. In esso, quindi, troviamo lavori per nastro solo, per voci e/o strumenti e nastro e per *live electronics*. Dopo la scomparsa del compositore (1990), preservare le parti elettroniche di questo repertorio fu una delle prime preoccupazioni degli eredi e dell'Editore Casa Ricordi di Milano, che detiene la proprietà intellettuale delle opere con elettronica. Nel 1993 fu fondato a Venezia, su iniziativa di Nuria Schönberg Nono, l'Archivio Luigi Nono con lo scopo di raccogliere, conservare e promuovere il prezioso lascito del compositore. Tale lascito consiste di manoscritti (23.000 fogli di schizzi, abbozzi e studi preparatori per le sue composizioni musicali e 12.000 di appunti e di scritti di natura musicale, teorica e politica); lettere (6.400 con esponenti di spicco della storia, dell'arte, della politica e della cultura italiana e internazionale); libri e partiture (12.400 volumi, molti dei quali glossati, rari, antichi, unici); dischi in vinile (1.370, con registrazioni di musica popolare di ogni provenienza geografica, di discorsi e di canti politici nazionali e internazionali); fotografie (6.500); programmi di sala (300), manifesti (170), recensioni e saggi critici (4000) sulle esecuzioni delle opere di Luigi Nono. Oltre a ciò il lascito contiene 230 nastri magnetici – di cui un centinaio su bobine di buona qualità – con registrazioni dei materiali preparatori delle

opere elettroniche, delle prime assolute delle sue composizioni, di prove musicali e di alcune interviste.



Fig. 1 - Archivio Luigi Nono: Sala delle Colonne nell'ex « Convento dei SS. Cosma e Damiano ».

Il lavoro svolto in questi anni dall'Archivio Luigi Nono e da Casa Ricordi sulle opere elettroniche di Nono diventa un utile *case study* per la preservazione della musica elettronica, espandibile pertanto anche ad altri repertori.

In questo articolo limiterò la mia presentazione alla preservazione della musica elettronica di Nono relativamente alle opere per nastro solo o per voci e/o strumenti e nastro degli anni '60 e '70 realizzate da Nono presso lo Studio di Fonologia Musicale della Rai di Milano con l'assistenza tecnica di Marino Zuccheri [6].

Tale lavoro è tuttora in corso e non si limita al solo riversamento dei nastri delle opere, ma comprende anche la preservazione dei nastri di lavoro e la loro integrazione con gli schizzi, gli studi preparatori e i manoscritti conservati presso l'Archivio.

II.2 Le opere di musica elettronica di Luigi Nono

Il catalogo delle opere elettroniche di Nono per nastro solo comprende i seguenti titoli: *Omaggio a Emilio Vedova* (1960); *Musiche di scena per « Die Ermittlung »* (1965); *Ricorda cosa ti hanno fatto in Auschwitz* (1966); *Contrappunto dialettico alla mente* (1968); *Musiche per Manzù* (1969); *Per Paul Dessau* (1974)¹.

Le opere per voci e/o strumenti e nastro sono²: *Intolleranza 1960* (1961), azione scenica in 2 parti, per soli, coro, nastro magnetico e orchestra; *La fabbrica illuminata* (1964) per voce e nastro; *A floresta è jovem e cheja de vida* (1966) per 3 voci di attori, soprano, clarinetto, lastre di rame e nastro magnetico; *Per Bastiana - Tai-Yang Cheng (L'Oriente è rosso)* (1967), per nastro e 3 gruppi di strumenti; *Musica manifesto n. 1* (1969), per voci (soprano e voce di attrice) e nastro magnetico; *Y*

¹ Opere incise nel 2006 nel doppio CD Ricordi *Luigi Nono – Complete Works for Solo Tape*, STR 57001

² In questo elenco manca *La lontananza nostalgica-utopica-futura, a più "Caminantes" con Gidon Kremer*(1988), per violino solo e 8 nastri magnetici in quanto la parte elettronica fu realizzata presso l'Experimental Studio der Heinrich-Strobel-Stiftung des Südwestfunks E.V. in Freiburg-BRSG.

entonces comprendió (1970), per nastro magnetico, 6 voci femminili (3 soprani, 3 voci di attrici); *Como una ola de fuerza y luz* (1972), per soprano, pianoforte, orchestra e nastro magnetico ; *Al gran sole carico d'amore* (1974), azione scenica in 2 parti, per soli, doppio coro, nastro magnetico e orchestra ; ... *sofferte onde serene ...* (1977), per pianoforte e nastro magnetico.

Le maggior parte di queste musiche elettroniche sono memorizzate su nastro magnetico a quattro tracce da un pollice, ma non sempre il formato del nastro magnetico corrisponde alla diffusione spaziale voluta dall'autore, che invece dipende da una prassi esecutiva specifica. A titolo d'esempio le quattro tracce del nastro magnetico de *La fabbrica illuminata* contengono i suoni e i rispettivi movimenti spaziali per l'ascolto in quadrifonia (quattro diffusori collocati ai quattro angoli della sala), mentre le quattro tracce del nastro magnetico di *Ricorda cosa ti hanno fatto in Auschwitz* sono completamente identiche, in quanto era Nono stesso alla regia del suono a spazializzare il segnale monofonico sui vari diffusori acustici. La scelta di utilizzare un nastro da un pollice a quattro tracce per riprodurre un segnale monofonico fu unicamente dettata da motivi tecnici, per aumentare il rapporto segnale/disturbo nel segnale audio.

II.3 Primi lavori di restauro

Dopo la morte del compositore, Casa Ricordi decise di riversare le opere elettroniche di Nono su nastro digitale DAT per rendere più agevole l'esecuzione in concerto che spesso era ostacolata dalla reperibilità e dalla trasportabilità dei registratori analogici e dall'elevato costo del noleggio. Inoltre anche i costi di gestione dei nastri magnetici analogici cominciavano ad essere elevati in termini di manutenzione, di spedizione e di spazio. La scelta dell'Editore fu alquanto netta anche nei confronti del formato, imponendo la riduzione stereofonica di molti nastri quadrifonici con la giustificazione che era già prassi esecutiva accettata dal compositore avvalersi di nastri analogici stereo anche per opere nate in quadrifonia³.

Il lavoro, quindi, non ebbe come scopo la conservazione dei nastri originali, bensì il riversamento digitale dei soli nastri in possesso di Casa Ricordi, finalizzato all'esecuzione in concerto come materiale a noleggio. Oltre al riversamento digitale, tali documenti sonori furono sottoposti ad un lavoro di restauro per ridurre il rumore di fondo del nastro ed i principali difetti dovuti all'invecchiamento, utilizzando la *workstation* Sonic Studio con il *software* NoNoise.

Nel 1997 Casa Ricordi volle ricostruire la partitura di *A floresta é jovem e cheja de vida*, che non aveva mai avuto una stesura definitiva da parte dell'autore. Il restauro dei due nastri magnetici quadrifonici, divenne parte integrante del lavoro di ricostruzione, dato lo stretto legame che unisce il piano temporale dell'opera al contenuto dei nastri magnetici. Tale restauro fu fatto presso la sede Rai di Milano utilizzando la *workstation* digitale Sonic Studio con il software di restauro audio NoNoise ed utilizzando un lettore analogico quadrifonico ad un pollice, tarato con i corretti nastri campione, e collegato direttamente a quattro convertitori A/D della Sonic Studio. Il lavoro fu organizzato in quattro fasi:

³ Nel luglio 1989 ero presente all'esecuzione de *La fabbrica illuminata* ad Avignone, nella Sala del conclave, con Nono alla regia che spazializzava dal vivo un nastro analogico stereo derivato dall'originale quadrifonico.

creazione del master digitale per la conservazione, in formato audio digitale multitraccia DTRS, 16 bit, 48 kHz ;
sincronizzazione dei due nastri, che in fase esecutiva erano avviati simultaneamente per un'esecuzione sincrona, ottenendo così un unico documento sonoro a 8 tracce ;
restauro delle singole tracce del documento sonoro riducendo il rumore di fondo e attenuando i principali disturbi ;
creazione del master digitale restaurato, per l'esecuzione musicale in formato audio digitale multitraccia DTRS , 16 bit, 48 kHz e, per sicurezza, furono realizzati anche 4 CD dati con file audio digitale stereo formato AIFF.
Questi lavori sono documentati in [7].

II.4 Lo Studio di Fonologia Musicale della Rai di Milano

Nonostante la Rai di Milano abbia chiuso nel 1983 lo Studio di Fonologia Musicale, sono stati conservati con cura tutti i nastri originali⁴ e con essi il bagaglio tecnico di competenza del laboratorio audio⁵ con la conoscenza storica delle apparecchiature e dei processi di produzione. Nel 2008 le apparecchiature originali dello Studio sono diventate parte del Museo degli Strumenti Musicali presso il Castello Sforzesco di Milano, il quale ha dedicato una sala allo Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano (fig. 2).

In essa sono esposti gli apparati originali nell'assetto del 1968 ed è possibile visionare la storia dello Studio attraverso un maxischermo e tre *monitor touchscreen*, che consentono la consultazione di un ricco *database* contenente illustrazioni, filmati, quasi mille fotografie, esempi audio e partiture. Nei prossimi anni il progetto prevede di trasportare presso il Museo anche l'intero archivio dello Studio comprendente corrispondenza, foto, partiture, manoscritti, circa 400 nastri audio che contengono oltre 200 ore di musica [8]. Tali nastri sono già stati riversati su supporto digitale (16 bit/48 kHz) negli anni '90 e dal 2005 è iniziata una seconda fase di riversamento audio in digitale (24 bit/96 kHz).



Fig. 2. - Particolare della sala XXXVI del Museo degli Strumenti Musicali presso il Castello Sforzesco di Milano dedicata allo Studio di Fonologia Musicale della RAI.

⁴ Maddalena Novati è il responsabile dell'Archivio dello Studio di Fonologia della Rai di Milano

⁵ Giovanni Belletti è il responsabile del Laboratorio Audio della Rai di Milano

II.5 Copia conservativa delle opere elettroniche

Nei primi anni del decennio in corso, Casa Ricordi avviò un programma di riordino, conversione e standardizzazione dell'intero materiale audio in suo possesso, per garantire l'eseguitività di un vasto repertorio di opere con parti elettroniche [9]. Nel 2005 iniziò un progetto pilota per preservare i nastri del compositore veneziano, accogliendo da un lato le sollecitazioni dell'Archivio Nono che auspicava di riversare in maniera definitiva i nastri magnetici delle opere elettroniche di Nono e cogliendo dall'altro l'opportunità che anche la Rai di Milano stava lavorando al riversamento dei nastri dello Studio di Fonologia. La responsabilità scientifica del lavoro fu affidata allo staff del Laboratorio MIRAGE dell'Università di Udine con sede a Gorizia⁶ (Orcalli, 2001). Quest'ultimo Laboratorio, attivo dal 1995, opera nel campo della ricerca applicata alla conservazione, al restauro e all'edizione di documenti sonori, avvalendosi di competenze musicologiche e tecniche di livello universitario [10].

Per realizzare la copia conservativa fu steso un protocollo di lavoro molto preciso, in modo da ottenere un documento digitale completo, composto da dati audio e da metadati che documentano in modo esaustivo il documento e il suo passaggio dallo stato originario analogico a quello di copia digitale, conforme all'originale. Tale protocollo è basato sui seguenti punti.

- Censimento delle fonti sonore
- Confronto sistematico delle fonti sonore
- Identificazione del documento originale e individuazioni delle eventuali varianti d'autore
- Riconoscimento del formato
- Studio dello stato di conservazione chimico-fisico
- Eventuali azioni di restauro (debitamente documentate) per consentirne la lettura
- Scelta dell'apparato di riproduzione, memorizzazione e ascolto
- Riversamento digitale del nastro con ripresa video sincrona
- Compensazione delle alterazioni intenzionali (Es. equalizzazione)
- Documentazione fotografica del documento originale (flangia, custodia, etichette, ecc.) e degli eventuali allegati
- Documentazione dello stato di conservazione dei supporti originali
- Realizzazione della scheda descrittiva

Allo stato attuale è stato completato il riversamento analogico-digitale dei nastri presso la Rai di Milano e i ricercatori del Laboratorio MIRAGE stanno completando il perfezionamento dei metadati e il loro inserimento nella copia di conservazione finale. La copia di conservazione viene prodotta in tre esemplari per essere conservata dall'editore Casa Ricordi, dal Laboratorio MIRAGE e dall'Archivio Luigi Nono. Per evitare che i dati che costituiscono il nucleo centrale del documento sonoro (l'audio digitale riversato) siano separati dai metadati che ne completano la documentazione, è inserita una scheda in cui è riportato un elenco di tutti i documenti che fanno parte integrante della copia conservativa stessa, alcuni metadati del segnale audio e una descrizione del documento analogico originale, garantendo in questo modo la possibilità di mantenere nel tempo l'unità documentale della copia conservativa.

⁶ La direzione del Laboratorio universitario MIRAGE è affidata ad Angelo Orcalli, professore ordinario di Storia della musica contemporanea e Teoria del restauro audio.

La scheda descrittiva progettata dal Laboratorio MIRAGE si compone di cinque parti: Intestazione; Descrizione della copia conservativa; Elenco dei documenti memorizzati nella copia conservativa; Descrizione del documento originale; Descrizione della registrazione video.

Autore: Luigi Nono	
Titolo: La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonica	
Copia conservativa	
Titolo della copia conservativa	La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonica
Fonte	Nastro magnetico Q6 dello Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano
Tipo e marca supporto	DVD recordable SONY 08D1
Formato dati	4 file BWF monofonici
Inizio della banda magnetica rispetto all'inizio del file	9' 32"
Nomi file	Q6_1.wav Q6_2.wav Q6_3.wav Q6_4.wav
Frequenza di campionamento	96 kHz
Risoluzione	24 bit
Inventario	CLN 0002
<p>Costituiscono parte integrante di questa copia conservativa:</p> <p>Schema sistema di riversamento</p> <p>Specifiche file BWF</p> <p>Foto documento originale</p> <p>Checksum MD5 dei file audio</p> <p>Specifiche file MD5</p> <p>DVD contenente la registrazione video delle operazioni di riversamento.</p>	

Fig. 3. - Scheda descrittiva. Dettaglio della copia conservativa.

Le fig. 3, 4 e 5 illustrano la scheda descrittiva memorizzata nella copia conservativa del nastro magnetico quadrifonico Q6 dello Studio di Fonologia Musicale della RAI di Milano contenente la parte elettronica de *La fabbrica illuminata*. La Fig. 6. illustra lo schema del sistema di riversamento che vale per tutti i nastri quadrifonici delle opere elettroniche di Nono.

Descrizione del documento originale	
Archivio di provenienza	RAI di Milano – Studio di Fonologia Musicale
Segnatura	Q 6
Inventario	
Supporto	Nastro magnetico – bobina
Testo e segni sulla custodia	COLONNA ORIGINALE [/] BANDA MAGNETICA [//] [timbro] 178643
Testo e segni sul dorso della custodia	L.NONO="LA FABBRICA ILLUMINATA" dur 14' 37" [//] Q6
Testo e segni sulla flangia	Q 6 [//] BUDDA : BASI [/] [?]
Testo e segni sul nastro	
Allegati	
Tipo custodia	Cartone
Marca custodia	BASF
Marca e modello supporto	BASF LGR
Modalità di archiviazione	Flangia in alluminio
Avvolgimento	Testa
Stato di conservazione	Buono
Note	Sono presenti numerose giunte in ottimo stato di conservazione osservabili nella registrazione video del nastro.
Tecnica di registrazione	Analogica
Durata della registrazione	
Sezioni:	
- Sezione 1	14' 21"
Velocità	38 cm/s
Tracce	4
Segnale	Quadrifonico
Curva di equalizzazione	IEC 1/CCIR
Sistemi di riduzione del rumore	
Note sul segnale	

Fig. 4. - Scheda descrittiva. Dettaglio della descrizione del documento originale.

Registrazione video delle operazioni di riversamento: La fabbrica illuminata, 1964, registrazione magnetica, quadrifonico	
Formato	
Tipo e marca supporto	DVD recordable SONY 08D1
Formato dati	Quicktime (MOV)
Nome file	Q6.mov
Frame per secondo	25 fps
Compressione	video: 720x576 compressione DV JPEG con qualità pari a 65%. audio: 48 kHz, 16 bit, stereofonico, non compresso.
Dispositivo di ripresa	Panasonic NV-GS50
Inventario	CLN 0002
NOTE	
- Il segnale della traccia audio è da considerarsi un ausilio alla lettura del video.	
- Il campo di ripresa è posizionato a 17 cm a sinistra della testina di lettura. La traccia audio è stata sincronizzata con la traccia video con una tolleranza di +/- 1 frame.	
- Timecode: a 1:00:00 corrisponde l'inizio della registrazione.	

Fig. 5. - Scheda descrittiva. Dettaglio della registrazione video

Come degradano i supporti magnetici e diventano obsolete le apparecchiature, anche le codifiche digitali subiscono una rapida obsolescenza. Per garantire in futuro la possibilità di leggere correttamente i dati audio è indispensabile includere nel documento i metadati necessari alla decodifica. Analogamente, per garantire che le copie digitali successive siano integre, si attua un controllo di integrità dei dati audio calcolando l'impronta (*message digest*) dei file sonori che viene inclusa nell'unità documentale assieme alla descrizione dell'algoritmo utilizzato per il computo (metadati di secondo livello). Nel caso de *La fabbrica illuminata*, tale impronta è stata calcolata mediante l'algoritmo MD5.

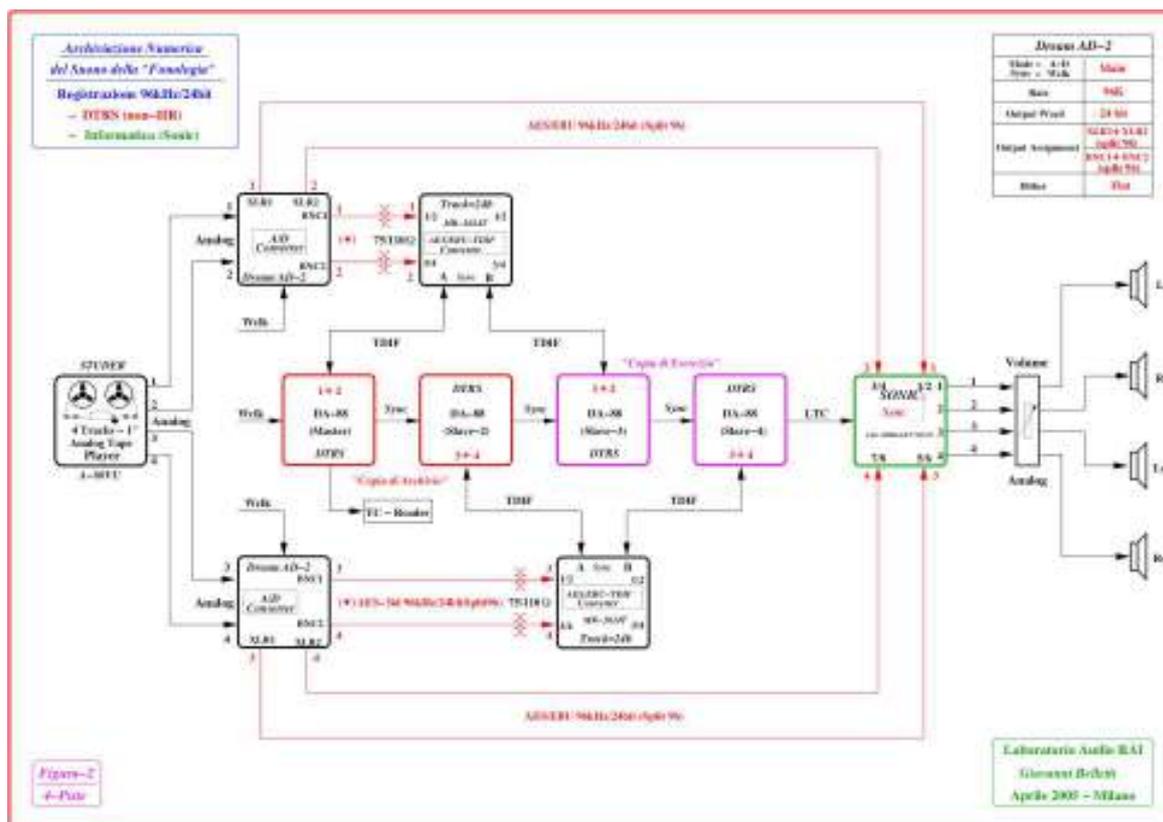


Fig. 6. - Schema tecnico dell'apparato di riproduzione, riversamento ed ascolto

II.6 Copia restaurata delle opere elettroniche

Il restauro della copia conservativa è finalizzato all'esecuzione musicale e pertanto è soggetto alle scelte estetiche del committente del lavoro (l'editore) e del restauratore. Nel caso specifico si è scelto di contenere al minimo gli interventi seguendo le linee di un approccio documentario [5]. Pertanto si attuano interventi restaurativi solo nei casi di evidente degrado sonoro e per i quali si è in grado di effettuare correzioni oppure per ridurre le alterazioni al segnale prodotte dal tempo o da microimperfezioni dei supporti originali, senza però trascendere il livello tecnologico dell'epoca. Nei casi in cui la registrazione non contenga materiali sonori elaborati dal compositore, è permesso sintetizzare per via algoritmica i segnali di sistema, come ad esempio il rumore di fondo stazionario, i rumori di induzione elettromagnetica, sinusoidi, diafonie, ecc. Infine, il rapporto segnale/rumore viene generalmente migliorato con le

note tecniche di sottrazione spettrale. Gli interventi di restauro sono documentati nel “Rapporto di restauro” che è parte integrante della copia restaurata assieme agli altri metadati, come illustrato nella scheda descrittiva di fig. 7, relativa al restauro de *La fabbrica illuminata*.

Nel caso specifico di questa composizione, la realizzazione della copia conservativa e della copia restaurata è stata seguita da un ampio lavoro di ricerca sul testo musicale originale e sul rapporto fra la parte vocale e la parte elettronica su nastro. Tutto ciò ha portato alla stampa di una edizione critica della partitura [11].

Autore: Luigi Nono	
Titolo: <i>La fabbrica illuminata</i> , 1964, registrazione magnetica, quadrifonico.	
Copia restaurata	
Titolo	Restauro documentario di: <i>La fabbrica illuminata</i> , 1964, registrazione magnetica, quadrifonico.
Fonte	Copia conservativa CLN 0002 dell'Archivio BMG-Ricordi di Milano
Tipo e marca supporto	DVD recordable Verbatim MCC 03RG2
Formato dati	4 file AIFF monofonici
Inizio della registrazione rispetto all'inizio del file	10"
Frequenza di campionamento	96 kHz
Risoluzione	24 bit
Inventario	RLN_0002
Costituiscono parte integrante di questa copia restaurata:	
<ul style="list-style-type: none"> - Schema sistema di restauro (/Schemi/Schema_Restauro.pdf) - Schema sistema di memorizzazione su supporto ottico (/Schemi/Schema_Memorizzazione.pdf) - Specifiche file AIFF (contenute in /AIFF_File/) - Checksum MD5 dei file audio (/Audio/RLN_0002.md5) - Specifiche dell'algoritmo MD5 (/MD5_File/MD5_Algorithm.pdf) - Rapporto di restauro (pagg. 2-3 di questo documento) 	

Fig. 7. - Scheda descrittiva, particolare

II.7 Copia d'archivio dei nastri dell'Archivio Nono

L'Archivio Luigi Nono possiede un centinaio di nastri magnetici analogici con registrazioni dei materiali preparatori delle opere elettroniche, delle prime assolute delle sue composizioni, di prove musicali e di alcune interviste. Subito dopo la morte del compositore questi nastri sono stati riversati su DAT [12] e negli anni successivi, con il progressivo aumento di attività dell'Archivio, è stato necessario copiare i DAT su CD audio per favorire il lavoro degli studiosi che frequentano l'Archivio. Negli anni successivi si sono riversate su CD audio più di un centinaio di audio cassette anch'esse provenienti dal lascito del compositore. Il contenuto di questi nastri è catalogato e facilmente rintracciabile nel sistema informatico dell'Archivio tramite le schede illustrate in fig. 8. Parte di questo catalogo è già in rete e la pubblicazione completa sarà disponibile in tempi brevi.

Nel 2007 si è attivata una convenzione fra l'Archivio e il Laboratorio MIRAGE per realizzare le copie d'archivio di tali nastri basandosi sull'esperienza maturata nel lavoro di conservazione e restauro dei nastri delle opere originali. Il lavoro è tutt'ora in corso.



Fig. 8. - Esempio di scheda catalografica delle bobine relativa ad un nastro magnetico di lavoro dell'opera *Contrappunto dialettico alla mente*

II.8 Corsi di interpretazione dell'Archivio Nono

Per preservare la musica elettronica non è sufficiente creare la copia conservativa dell'opera elettronica, è necessario tramandare anche la prassi esecutiva dei nastri magnetici soprattutto nelle opere per voci e/o strumenti e nastro. Lo stesso problema si pone anche per le opere con *live electronics* nelle quali il ruolo dell'elettronica è ancora più complesso e non è facile tramandare prassi esecutive che si basano principalmente sulla tradizione orale. A tale scopo dal 2000 l'Archivio Luigi Nono promuove ed organizza corsi di interpretazione musicale delle opere di Nono, con particolare attenzione ai lavori con parti elettroniche. Spesso questi corsi sono realizzati in collaborazione con altre istituzioni veneziane come la Fondazione Giorgio Cini, il Conservatorio "B. Marcello", l'Università Cà Foscari o straniere come l'Experimental Studio der Heinrich-Strobel-Stiftung des Südwestfunks E.V. in Freiburg-BRSG. Gli insegnanti sono prevalentemente gli interpreti storici coadiuvati da musicologi dell'Archivio che analizzano le opere in programma nel corso. In questi anni si sono tenuti corsi su opere per strumento e nastro magnetico (...*sofferte onde serene...*, pianoforte e nastro; *La fabbrica illuminata*, voce e nastro; *La lontananza nostalgica-utopica-futura*, violino e nastro) e corsi su diversi lavori con *live electronics* degli anni '80 (fra cui *Quando stanno morendo. Diario polacco n. 2*, voci, flauto basso, violoncello e l.e.; *Post-prae ludium per Donau*, tuba e l.e.; estratti da *Prometeo*; *Das atmende Klarsein*, parti per flauto e l.e.). Di quest'ultimo lavoro l'Archivio ha realizzato un DVD sulle prassi esecutive del flauto e del live electronics che è allegato alla partitura edita da Casa Ricordi.

III. Conclusioni

La conservazione e il restauro delle opere elettroniche di Luigi Nono è un interessante esempio di preservazione di beni musicali elettronici. Come abbiamo visto, tale lavoro coinvolge i nastri originali delle opere, i nastri di lavoro, i formati e i dati tecnici delle apparecchiature utilizzate. Realizzare la copia conservativa composta dal riversamento digitale del nastro analogico e dai metadati che completano l'informazione del documento originario, consente di consegnare al

futuro un documento digitale copia conforme dell'originale analogico. Il restauro è una fase successiva esclusivamente dedicata alla fruizione dell'opera e pertanto può subire le scelte estetiche del committente e del restauratore. Nel caso specifico della musica elettronica il restauro può rientrare nelle scelte interpretative del regista del suono che esegue l'opera. Il regista del suono, infatti, cura la diffusione e la eventuale spazializzazione dei suoni, intervenendo nella dinamica ed anche nella equalizzazione del documento sonoro. Le scelte estetiche di restauro, quindi, possono essere parte dell'interpretazione dell'opera e ciascun esecutore potrebbe iniziare il lavoro di interprete partendo proprio dal restauro dell'opera per svilupparlo in base alla prassi esecutiva e alle scelte personali.

Bibliografia

- [1] Vidolin A., « Conservazione e restauro dei beni musicali elettronici », in *Le fonti musicali in Italia - Studi e Ricerche*, CIDIM, anno 6, Roma, 1992, pp. 151-168.
- [2] Gregory T., Morelli M. (sous la dir. de), *L'eclissi delle memorie*, Laterza, Bari, 1994.
- [3] Vidolin A. « Per conservare la musica elettronica dal vivo. » In *Atti del 5 Incontro Biennale Internazionale sul Restauro Audio « Metamorfosi delle Memorie: per conservare la musica contemporanea. »* Treviso, 2006. In corso di stampa
- [4] Canazza S., A. Vidolin. « Preserving Electroacoustic Music. » *Journal of New Music Research*. Special Issue, 30(4), 2001, pp. 289-293.
- [5] Orcalli A., « Orientamenti ai documenti sonori. » In Canazza S., Casadei Turronei Monti M. (sous la dir. de). *Ri-mediazione dei documenti sonori*. FORUM, Udine, 2006, pp. 15-94.
- [6] Nono L., « Per Marino Zuccheri. » In Doati R., Vidolin A., (sous la dir. de) *Nuova Atlantide, il continente della musica elettronica 1900-1986*, Ed. La Biennale di Venezia - ERI, 1986, pp. 174-176.
- [7] Vidolin A. « I documenti sonori della musica elettronica. » In *Musica/Tecnologia*, Ed. Firenze University Press e Fondazione Ezio Franceschini, Firenze, 2008, n.2, pp 51-67. In corso di stampa.
- [8] Novati M. « La ricostruzione dello Studio di Fonologia della Rai di Milano. » In *XVII CIM proceedings*, La Biennale di Venezia, 2008, pp. 85-88.
- [9] Mazzolini M., « Conservazione e restauro. La prospettiva di un autore storico » In Canazza S., Casadei Turronei Monti M. (sous la dir. de). *Ri-mediazione dei documenti sonori*. FORUM, Udine, 2006, pp. 499-507.
- [10] Orcalli A., « On the methodologies of audio restoration » In *Journal of New Music Research*, vol. 30, N°4, 2001, pp. 307-322.
- [11] Canazza S., Orcalli A., « Preserving Musical Cultural Heritage at MIRAGE. » In *Journal of New Music Research*, vol. 30, N°4, 2001, pp. 365-374.
- [12] Cossettini L. (sous la dir. de) *Luigi Nono La fabbrica illuminata*, Casa Ricordi, 2006.
- [13] Vidolin A. « Copiando i nastri. » Anna Maria Morazzoni (sous la dir. de) In *Schönberg e Nono - A Birthday Offering to Nuria on May 7, 2002*. Firenze, 2002 Olschki, pp. 216-219.

La mémoire de la musique enregistrée en danger, pourquoi ?

Jean-Marc Fontaine, Ministère de la Culture, Univ. Paris 06 UPMC/IJLRA/LAM - CNRS

L'évolution des techniques de l'enregistrement du son depuis son invention il y a 132 ans nous permet d'apprécier les paliers d'amélioration en terme de qualité acoustique et de fonctionnalités. On regrette l'absence d'objectif concernant la pérennité des documents, en contradiction avec une logique industrielle qui vise le court terme. Sur les critères de conservation des programmes musicaux enregistrés, nous relevons les principales difficultés rencontrées pour chacune des technologies disponibles, distinguant 2 époques :

- *L'époque de la production de supports dédiés à la diffusion de la musique qui évoluent vers des améliorations de la qualité.*
- *L'époque du programme musical transformé en fichier de données numériques qui évolue vers le développement des fonctionnalités.*

Why is recorded Music Memory endangered?

We have appreciated the different levels of audio recording techniques since it was invented 132 years ago, especially in terms of sound quality and functionalities. We can only regret the lack of goal about document durability, in contradiction with a certain industrial process implying short-term production.

We will take note of the main difficulties encountered for each one of available technologies based on preservation criteria of recorded musical programmes. We can distinguish 2 different periods:

- *The era of carriers' production for musical diffusion, corresponding here to sound quality improvement.*
- *The era of musical programmes transformed into digital data files, corresponding to the development of functionalities.*

I. Époque de la médiation du support physique : une amélioration de la qualité de restitution du son

Pendant 111 ans (de 1888 à 1999), l'industrie a proposé des produits de diffusion de la musique de qualité croissante. Bien que toute la chaîne d'enregistrement et de diffusion soit concernée par les évolutions, nous limitons cette brève présentation au support et à l'information inscrite sur celui-ci, éléments de transmission directe de la mémoire des sons, de la musique fixée. Nous suivrons les évolutions de qualité et des principales difficultés rencontrées quant à la conservation des supports et la pérennité des moyens et procédures de lecture.

I.1 L'enregistrement mécanique

Les travaux de la deuxième moitié du XIX^e siècle s'inscrivent dans le grand courant de recherche sur les phénomènes sonores. Inventeurs, chercheurs vont élaborer en quelques décennies des dispositifs expérimentaux permettant la transcription automatique de la voix (Scott de Martinville), sa représentation (E.-J. Marey,...), son analyse (R. Koenig,...), son codage binaire pour la transmission (télégraphe de Morse), sa transmission en phonie par voie filaire (téléphone de

G. Bell), par ondes hertziennes (radiodiffusion Marconi), et enfin sa fixation par procédé mécanique d'une part (C. Cros, T.A. Edison) et magnétique d'autre part (V. Poulsen). Une période marquée par des développements industriels majeurs nés de la transmission du son à distance (maîtrise de l'espace) et de l'enregistrement de celui-ci (maîtrise du temps).

- Il revient au **Phonographe à feuille d'étain** (T.A. Edison, 1877) d'avoir réalisé le tout premier enregistrement. Le dispositif, d'une simplicité confondante, n'a suscité qu'un intérêt de curiosité. Un certain nombre d'appareils originaux subsistent, mais le fait qu'aucun document sonore original sur feuille d'étain ne soit parvenu jusqu'à nous, n'apporte-t-il pas la première illustration de la difficulté de conserver des enregistrements sonores ? Une reconstitution effectuée à l'aide d'une feuille authentique nous a permis de percevoir la médiocre qualité de l'enregistrement de la voix.

- **Le cylindre de cire.** Edison attendra 11 années pour mettre au point un cylindre entièrement constitué de cire (1888), stimulé il est vrai par une concurrence menaçante.

Il est important de rappeler les 2 types de cylindres :

- Les cylindres à gravure directe (réenregistrables), exclusivement en cire (abeille, carnauba) : l'utilisateur peut "effacer" à loisir par rabotage les cylindres afin de procéder à une nouvelle gravure. De tels cylindres portent des enregistrements uniques, le plus souvent réalisés à des fins de recherche dans les domaines de la phonétique, de l'ethnologie, de l'ethnomusicologie, de l'histoire. Ici, l'intention de conservation des enregistrements sonores est bien présente contrairement aux supports édités dédiés aux applications de loisir pour lesquelles cette notion n'existe pas.

- Les cylindres édités. Dès la mise au point du procédé de moulage par galvanoplastie, une production destinée au grand public s'est développée. Les cylindres préenregistrés, qui comportent une grande variété de programmes musicaux, ont bénéficié de quelques perfectionnements (augmentation de la durée par réduction de la taille du sillon : 2 à 4 mn, utilisation du celluloïd de meilleure qualité que la bakélite, diaphragme amélioré...). Mais en concurrence avec le disque, de nombreux facteurs devaient jouer en défaveur du cylindre (qualité sonore limitée, encombrement, fragilité...) aussi sa production allait-elle cesser progressivement au lendemain de la 1^{ère} guerre mondiale.

L'état de conservation des cylindres est extrêmement variable. Dans de nombreux cas, le cylindre présente des traces de contamination (oxydation, migration d'adjuvants, moisissures,...) qui témoignent d'une altération de la surface, donc des sillons provenant de problèmes dus à la confection mais aussi aux conditions de stockage des cylindres. La qualité sonore déjà limitée par le principe d'enregistrement vertical n'en est que plus affectée.

Pour lire les cylindres arrivés jusqu'à nous, un appareil spécifique est nécessaire (nous reviendrons sur les risques présentés par la lecture phonographique historique). Un seul système est proposé sur le marché actuellement à notre connaissance : « l'Archéophone » aisément repérable sur l'internet.

- **Le disque acoustique.** Lancé en 1888 par Berliner, le disque à gravure latérale allait devenir, grâce à des perfectionnements successifs majeurs que nous rappellerons brièvement, le support de référence de la musique enregistrée pendant près d'un siècle.

La première génération de disques se distingue par les conditions d'enregistrement purement mécaniques (disques acoustiques gravés et lus au moyen d'un dispositif comprenant diaphragme et pavillon). Pour sauvegarder le contenu de tels disques, la lecture ne devrait-elle pas être réalisée à l'aide d'un gramophone? Nous mettons l'accent sur une des origines de « perte » de l'information sonore originelle par modification des conditions de lecture. Le fait de lire un disque d'époque acoustique à l'aide d'un dispositif moderne ne constitue-t-il pas une aberration historique ? Nous conviendrons très vite que cette procédure est souhaitable, pour deux raisons essentielles :

- éviter absolument l'agression du disque engendrée par la moindre lecture pratiquée à l'aide d'un lecteur d'époque (l'aiguille devient « burin » à mesure qu'elle s'use),

- être en mesure d'extraire la plus grande quantité d'information que seuls les dispositifs de lecture actuels nous permettent d'atteindre (platine électroacoustique ou optique). Ces platines mettent en évidence le fait que le disque comporte des informations qu'il n'était pas possible d'extraire avec les appareillages d'époque qui proposaient un son certes historique mais chargé de distorsions, de tronçatures spectrales. L'objectif, conformément aux règles déontologiques élémentaires en matière de préservation de documents ayant un statut patrimonial, consiste à extraire et à conserver la plus grande quantité d'information possible, défauts compris ; à charge ensuite à l'aide d'outils de traitement de signal (dont les performances sont liées à une technologie très évolutive) de restituer une copie de la séquence de référence afin de répondre à l'usage souhaité.

- **Le disque 78t électrique**

Un changement important des conditions d'enregistrement et de lecture du disque de laque s'est généralisé à partir de 1925. Une véritable chaîne électroacoustique comprenant, très schématiquement : microphone et platine de gravure pour la phase d'enregistrement ; platine de lecture, amplificateur et haut parleur pour l'écoute.

Il convient d'insister sur un point particulièrement délicat concernant les conditions de lecture des disques 78t électriques qui peuvent modifier de manière importante *le rendu* de l'enregistrement. Pour pallier les difficultés incontournables du processus de gravure, des traitements électriques sont pratiqués sur le spectre du signal audio. Ces opérations doivent naturellement être compensées à la lecture en regard du traitement antérieur effectué. Mais celui-ci n'ayant pas fait l'objet de normalisation, ce réglage (égalisation) est laissé à l'appréciation de l'opérateur pour chaque disque.

La lecture des disques anciens nécessite donc une platine de haute qualité associée à un boîtier (préampli) proposant différentes courbes d'égalisation. Se procurer des cellules équipées de pointes adaptées aux différentes tailles de sillon (et à leur état d'usure) constitue une autre difficulté. Les différents réglages (auxquels il faut ajouter la vitesse de rotation qui conditionne la hauteur de diapason) doivent être effectués par des opérateurs présentant toutes les qualités requises de maîtrise technique et d'un sens qui associe esthétique et respect de l'enregistrement original.

Dans la mesure où ils ont été soigneusement manipulés et placés dans de bonnes conditions de stockage, les disques de laque peu lus se sont conservés correctement dans bien des cas. En effet, cassure du disque et usure du sillon (la force d'application de l'aiguille exercée par la tête du « pick-up » est redoutable !) constituent les principaux facteurs de dégradation qui compromettent gravement l'intégrité et la qualité de l'enregistrement.

- Le disque microsillon

Le disque microsillon mis sur le marché en 1949 a constitué une nouvelle étape déterminante quant à la qualité d'écoute de la musique, ceci pendant une période de 30 ans jusqu'à l'avènement du disque compact ! Le disque microsillon ou vinyle offre une qualité appréciée de restitution de la musique. Le concept de « haute fidélité » (Hi-Fi) associant les différents éléments de la chaîne de diffusion (ampli et haut-parleurs) dont le disque microsillon, définit un niveau "élevé" de qualité. De nombreuses innovations participent à cette qualité : prise de son, gravure, matériau à grain très fin constituant le disque pressé, taille du sillon, caractéristiques de la platine, du bras et de la tête de lecture, diamant compris. La production du microsillon de taille réduite (45 t) vise un marché représenté par un public jeune, amateur de chansons et de variétés. Le disque est présenté dans une pochette (toujours) attractive. Ce type de disque réussit le compromis entre taille (17 cm), durée de programme (2 titres, 5 mn par face), et qualité maintenue grâce à l'augmentation de vitesse.

Le disque microsillon n'aurait pas atteint cette qualité sonore sans un autre facteur d'importance décisive : la bande magnétique, enfin disponible, qui autorise un enregistrement préalable de qualité, le montage des séquences du programme, les corrections d'imperfections de l'interprétation, le mixage de différents instruments pouvant intervenir successivement,...

- Le disque microsillon stéréophonique

Il faudra attendre 10 années pour bénéficier de l'ultime amélioration appliquée au disque microsillon : la stéréophonie. Pour la première fois, le grand public peut apprécier l'effet de relief, des plans sonores grâce aux disques portant une information indépendante sur chaque flanc du sillon. Des dispositions techniques judicieuses assurent la compatibilité ascendante avec les platines monophoniques.

Le disque vinyle ne présente pas de difficultés particulières de conservation si des précautions élémentaires ont été prises quant aux conditions climatiques de stockage, au cours des manipulations et enfin lors de la lecture. Si les disques sont incassables, ils restent particulièrement sensibles à la chaleur et craignent les rayures.

Grâce à une demande récurrente représentée par les amateurs du "son vinyle", par les collectionneurs, par les Disc jockeys ("DJs"), la fabrication de platines et de têtes de lecture se poursuit. Si le volume de la production est très faible, l'offre proposant une gamme de produits de haute qualité, (de prix élevé il est vrai), subsiste. Les difficultés mentionnées à propos des réglages d'égalisation pour les disques 78t ne concernent pas les microsillons, la courbe de désaccentuation ayant fait l'objet de normalisation. Une certaine prudence s'impose toutefois à cet égard pour les disques des premières années de production (années 1950).

1.2 L'enregistrement magnétique analogique : fil, bande et Minicassette

Durant une longue période, le fil ferromagnétique, premier support concernant la technologie d'enregistrement magnétique trouvera des applications dans le domaine de la voix (répondeur téléphonique, dictaphone,...). Mais il revient au "Magnétophone" à bande, élaboré dès 1935 en Allemagne, développé pour la réalisation de programmes radiophoniques, d'avoir modifié les conditions d'enregistrement et de préparation des programmes sonores de manière radicale. Après la guerre, la bande devait jouer un rôle essentiel dans l'essor des studios de radiodiffusion et de production discographique. Support réinscriptible, la bande magnétique offrait la possibilité de montage (ciseaux), et une qualité inégalée. Cette dernière étant obtenue également grâce aux perfectionnements apportés aux magnétophones : prémagnétisation, caractéristique des têtes,...

Des magnétophones autonomes (bande ¼"), produits au début des années 1950, seront à l'origine d'enregistrements non édités qui constituent aujourd'hui des collections remarquables (enregistrements de chercheurs relevant de nombreuses disciplines, reportages,...).

L'état de conservation des bandes magnétiques analogiques arrivées jusqu'à nous pourrait être qualifié de "très variable". Les évolutions ayant participé à l'amélioration de la qualité d'enregistrement (substrat, particules magnétiques, revêtement,...) ne se traduisent pas par une meilleure garantie de conservation. Outre les problèmes de déformation du ruban, la principale difficulté rencontrée provient de la dégradation du revêtement magnétique (liant) qui compromet les conditions de frottement avec la tête de lecture.

D'autre part, la fabrication de magnétophones ayant cessé depuis plusieurs années, les difficultés d'approvisionnement augmentent, sachant qu'il faut trouver des *machines* (terme consacré) correspondant aux caractéristiques d'enregistrement des bandes que l'on souhaite lire (vitesse de défilement, disposition des pistes,...), et dotées d'une tête de lecture en parfait état sous peine d'affecter gravement, encore, la qualité de restitution de l'enregistrement.

Nous avons été récemment confrontés à la difficulté de restaurer les fonctionnalités d'un appareil à lampes (enregistreur à fil) dépourvu de schémas électriques : les compétences en ce domaine deviennent rares... Afin d'être en mesure d'accéder au contenu sonore de supports de tous types, la question de formation de spécialistes pouvant restituer les fonctionnalités d'appareils électriques et électromécaniques anciens se pose.

Lancée en 1963, la **Minicassette** occupera une place de choix auprès du grand public pendant une quarantaine d'années.

Combinant plusieurs avancées technologiques (transistors, base polyester,...) les premiers modèles se présentent sous la forme d'enregistreurs / lecteurs portables : le grand public trouve, pour la première fois à sa portée, les moyens d'enregistrer les sons à volonté.

La production de cassettes préenregistrées (1965) constituera une alternative à l'édition sur disque microsillon, de moindre qualité il est vrai, mais appréciée pour sa grande facilité d'utilisation, son autonomie. Progressivement, des améliorations de la qualité sonore des cassettes ont été apportées grâce, notamment, à l'utilisation de nouveaux pigments magnétiques et à l'insertion, dans les lecteurs / enregistreurs, de systèmes électroacoustiques de réduction du bruit de fond (« bruit de bande »).

La Minicassette devait en outre ouvrir la voie à une nouvelle forme d'écoute de la musique lorsque Sony aura l'idée de lancer (1979) le « **Walkman** », simple lecteur autonome de cassette de taille réduite doté d'un casque à oreillettes. Pour la première fois, un dispositif d'écoute était conçu pour être porté à même le corps. Il est intéressant de relever ici combien cette simple association de 2 systèmes ne représentant aucune avancée technologique particulière pouvait constituer un mode d'écoute voué au plus grand succès avec les prolongements que l'on sait (DiscMan, MiniDisc, MP3,...)

L'état de conservation des Minicassettes est préoccupant : aux défauts déjà cités (déformation du ruban, altération des propriétés de glissement,...) peuvent s'ajouter des blocages du boîtier qui comporte de très nombreux éléments mécaniques.

Les appareils de lecture de Minicassettes de haute qualité (doté d'un double cabestan par exemple) ne sont plus produits. Seuls des appareils de modeste qualité combinant généralement lecteur de CD, radio et cassettes sont encore disponibles. Il convient de se procurer des lecteurs performants disponibles encore en état afin de numériser, de manière urgente, les programmes originaux sur minicassettes que l'on souhaite sauvegarder.

- L'enregistrement magnétique numérique : exemple d'un support audio (cassette R-DAT) qui ne fixe pas le format d'enregistrement.

Lancée en 1992, la cassette R-DAT (Rotary-Digital Audio Tape), lue avec un système de tambour rotatif inspiré du magnétoscope, n'a pas réussi à prendre la position d'un produit d'édition. Mais elle a été largement utilisée en tant que support d'enregistrement pour des applications essentiellement de type professionnel et institutionnel, mais aussi par des particuliers exigeants. Il est intéressant de mentionner le fait que le support ne définit pas un format particulier de fichier audio : l'opérateur dispose du choix entre plusieurs options de résolution dont dépendra la durée d'enregistrement pour une cassette donnée.

Pour ce support qui peut prétendre à une haute qualité, la densité d'enregistrement extrêmement élevée et une très mince épaisseur compromettent

le potentiel de conservation. De nombreux cas d'incompatibilités (d'ordre mécanique) entre cassettes et lecteurs n'ayant pas servi à l'enregistrement sont signalés. Enfin, l'arrêt de la production de magnétophones R-DAT depuis plusieurs années engage au transfert d'urgence des enregistrements réalisés sur de tels supports... S'il était nécessaire de démontrer l'absence de stabilité des technologies numériques,... nous illustrons ainsi (cf. graphique en fin de présentation) la diminution de la durée de vie industrielle et commerciale des systèmes d'enregistrements qui rejoignent la stratégie de renouvellement des produits informatiques.

Actuellement, les enregistreurs audio n'utilisent plus de bande magnétique. Le terme *magnétophone* (désignant un appareil à bande) tombe en désuétude. Deux types de supports sont principalement utilisés lors des prises de son : le disque dur (studio et extérieur) et la carte mémoire (enregistrements in situ). Les enregistreurs proposent généralement diverses options de format d'enregistrement, l'utilisateur porte son choix sur la qualité d'enregistrement vs. durée d'enregistrement, prenant en compte d'éventuels traitements (mixage, montage,...). A des fins d'archivage, les conditions d'enregistrements éviteront systématiquement tout recours à la moindre compression et tendront vers une qualité numérique optimale (cf. recommandations IASA - International Association of Sound and Audiovisual Archives "Guidelines on the Production and Preservation of Digital Audio Objects" TC04, 2009).

1.3 L'enregistrement sur disques optiques

- Le disque compact audionumérique :

Le disque compact constitue une étape essentielle de l'histoire de l'enregistrement. Il incarne la mutation, le basculement de l'édition discographique analogique sur disque vinyle vers le numérique (1981). On reconnaîtra au CD-A une conception remarquable qui lui aura assuré cette extraordinaire longévité. Depuis bientôt 3 décennies, le CD-A reste le support de référence de la musique éditée. Pour apprécier les qualités innovantes du CD, il convient de se placer dans le contexte du microsillon qu'il allait remplacer : qualité de restitution, durée, accès direct à une plage, simplicité de manipulation, robustesse du disque et du système de lecture.

L'état de conservation des disques préenregistrés, la généralisation mondiale du format du disque et des lecteurs laisse augurer un certain optimisme quant à la pérennité des collections de disques compacts édités qui se sont constituées.

A contrario, l'utilisation massive de la version enregistrable des disques compacts (CD-R,...) visant le stockage à long terme d'enregistrements (son et plus généralement données informatiques dans le cadre du format CD-ROM / ISO 9660) devait poser le problème de risques de perte d'information du fait des aléas de qualité de la production. Une telle situation d'incertitude a suscité des initiatives, notamment dans le cadre du Ministère de la Culture (MRT – BNF) / Université UPMC (Paris 06) pour entreprendre des études d'évaluation de la qualité et l'estimation de la durée de vie de tels supports (1989). Plus récemment (2005), un groupe d'intérêt scientifique (GIS-DON), pôle national de compétences

scientifiques, a été constitué. Il s'agit de répondre aux besoins d'expertise des institutions patrimoniales pour la conservation des disques optiques numériques (CD-R, DVD±R, BD-R et disques spécifiques). Le GIS-DON associe des équipes ayant des compétences complémentaires dans ces domaines, ainsi le LAM (Univ. UPMC-IJLRA/MCC/CNRS), le LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais) et le LPMM (Univ. Blaise Pascal). A ces 3 équipes formant le premier groupe, se sont joints plusieurs partenaires (CEA, INA, ...).

- Le Mini Disc, un exemple de format propriétaire redoutable

Sous la forme de support d'édition musicale, le Mini Disc lancé par Sony en 1992 a rencontré un succès limité. La popularité de ce disque de petite dimension revient surtout à sa forme enregistrable. Le lecteur-enregistreur de taille réduite, doté d'une mémoire tampon très efficace, présente les qualités requises pour une utilisation d'écoute nomade en conditions "sportives". Mais pas seulement. Ce système d'enregistrement a retenu l'attention d'utilisateurs souhaitant bénéficier d'un système d'enregistrement discret, de longue durée et d'assez bonne qualité. Après la Minicassette, le Mini Disc illustre une nouvelle exception dans le développement technologique de l'enregistrement du son considérant le critère d'amélioration de la qualité : afin de pouvoir enregistrer un programme de 80 mn sur un disque de 64 cm, le fabricant met en œuvre un procédé de compression qui réduit l'information, c'est-à-dire la qualité. Ces avantages ont été obtenus grâce à un système de compression avec perte (ATRAC), performant mais extrêmement fermé, ce qui présente de réelles difficultés lorsque l'on veut procéder à des transcodages vers un format standard : une difficulté non négligeable pour ce qui concerne les transferts à des fins d'archivage. La production des Mini Discs est arrêtée depuis 1 an, mais il est intéressant d'observer que le codage de compression spécifique à un support (logo stylisé « walkman ») perdure sous la forme du format maintenant virtuel visant le téléchargement de programmes audio sur récepteurs nomades répondant aux conditions des droits d'exploitation.

- Deux échecs de l'après-CD : le SACD et le DVD-Audio

Il convient de mentionner 2 tentatives de remplacement du CD par le lancement de supports d'édition de programmes sonores de haute qualité (haute définition numérique, 6 canaux de diffusion : 5.1). Le lancement pratiquement simultané (1999) des disques SACD et DVD-Audio se sont soldés par des échecs. Le rejet du public auquel on proposait 2 formats parfaitement incompatibles peut être interprété de plusieurs manières. Parmi celles-ci, outre la perplexité suscitée par la double proposition, nous évoquerons une certaine fidélité du public pour le format d'édition sur CD, des difficultés quant à l'installation à domicile d'un système multicanal de diffusion, mais aussi un intérêt croissant pour la réception de programmes musicaux par le vecteur internet devenu particulièrement efficace grâce à la compression MP3 qui se généralise rapidement.

II. La génération MP3 (1995)

Comme nous l'indiquions à propos de l'enregistrement sur bande magnétique (R-DAT) ou sur CD (CD-ROM), le format audio numérique n'est plus conditionné par le support physique : la notion de support matériel s'estompe pour faire place à la notion de format de fichier audio pouvant être capté, enregistré, transmis.

Aujourd'hui, la relation au programme sonore par la médiation du fichier s'est généralisée, elle résulte, pour l'utilisateur, de la conjonction de plusieurs avancées technologiques déterminantes, en résumé :

- la numérisation du son qui autorise tous les niveaux de qualité,
- le traitement du signal qui propose des formats de compression avec perte (réduction consentie de la qualité) adaptés aux contraintes de débit et aux circonstances d'écoute,
- la généralisation de l'internet dont le rôle de vecteur de programmes musicaux se trouve renforcé par les liaisons haut débit,
- un nouveau support : la carte mémoire à semi-conducteurs dont l'augmentation de capacité est telle que son statut passe de support relais à celui de « bibliothèque ».
- une généralisation (normalisation) de certains formats de compression et d'échanges.

Nous savons que la technologie de l'enregistrement numérique présente des risques de perte des informations lorsque la dégradation de l'état du support, quel qu'il soit, produit des taux d'erreurs dépassant un certain seuil (*Cliff effect*). Le contrôle de l'état de l'information doit être intégré dans tout processus de gestion des collections (de fichiers), que ce soit par des dispositifs d'analyse externe (disque optique) ou par des systèmes internes (disque dur, cartouche magnétique)

Les conditions d'accès au document sonore devenu fichier dans une base de données passent par l'établissement d'un système descriptif (métadonnées). Outre les indispensables informations propres au programme (intervention des spécialistes des contenus), il convient d'apporter tous les renseignements utiles à l'identification des différentes générations de formats, analogiques et numériques. Nous abordons ici la délicate question d'identification des spécifications du format audio. Le terme définissant un domaine de compatibilité logicielle (Wave, AIFF, BWF,...) n'apporte pas de précision sur la manière dont le son a été numérisé, c'est-à-dire sur sa qualité. Lorsqu'un traitement de compression a été appliqué, les difficultés concernant la documentation afférente à la séquence sonore deviennent considérables. S'il est bien précisé (guides de bonnes pratiques) que les documents destinés à l'archivage ne doivent jamais faire l'objet de compression (avec perte), il faudra bien prendre en compte les œuvres originales qui n'existent qu'en version compressée.

Prenons le cas du format MP3 (MPEG-2 layer 3), extrêmement répandu aujourd'hui. Ce terme définit en fait une famille de compressions dont le taux de réduction, en référence à une qualité CD-A peut varier de 1/4 à 1/44. De plus, indiquer le taux de réduction ne suffira pas à caractériser un niveau de qualité sonore, le traitement algorithmique du décodeur utilisé ayant des conséquences directes sur celle-ci. L'incertitude vis-à-vis de la qualité sonore effective reste donc importante.

III. Conclusion

Nous pouvons repérer les phases de développement de l'édition du son enregistré en examinant le déroulement des techniques liées aux supports, identifiant les perfectionnements réalisés pour chaque système sur des critères de qualité audio, ceci jusqu'au point culminant représenté par le disque compact CD-A (compte tenu de l'échec des épisodes SACD et DVD-Audio). Les potentialités de conservation de l'information, qui ne font jamais partie du cahier des charges de fabrication des supports, sont évaluées par l'utilisateur de manière empirique (analogique) ou de manière méthodique pour le domaine numérique qui offre toutes possibilités d'analyses des performances.

Le graphique récapitulatif ci-dessous met en évidence l'évolution de la durée de vie industrielle des différentes étapes dans le contexte des avancées technologiques. On notera l'accélération de l'offre commerciale dès lors que le système d'enregistrement opère une transformation numérique rejoignant dans cette logique le processus de développement des produits informatiques.

Désormais, la connaissance de l'évolution des techniques d'enregistrement audio et donc de la potentialité de conservation des œuvres enregistrées ne pourra plus être appréhendée par la médiation d'un support dédié.

On est en droit de se demander quelles insatisfactions d'ordre technique peuvent motiver le développement de futurs systèmes d'enregistrement du son destinés au grand public ? Nous pouvons avancer que la réponse ne viendra plus directement des attentes d'ordre acoustique (hors systèmes exceptionnels) mais des fonctionnalités que le spécialiste audio n'est guère en mesure de soupçonner. L'information audio, numérisée, s'insère dans un système global interactif associant tous types de données dans une synthèse dite de convergence (texte, images, tous services internet, géolocalisation,...disponibles sur un récepteur interactif qui n'a pas encore trouvé son nom générique). Nous avons vu combien il devenait difficile, dans le contexte des traitements des fichiers audio, de définir et de caractériser la qualité proposée à l'utilisateur - auditeur.

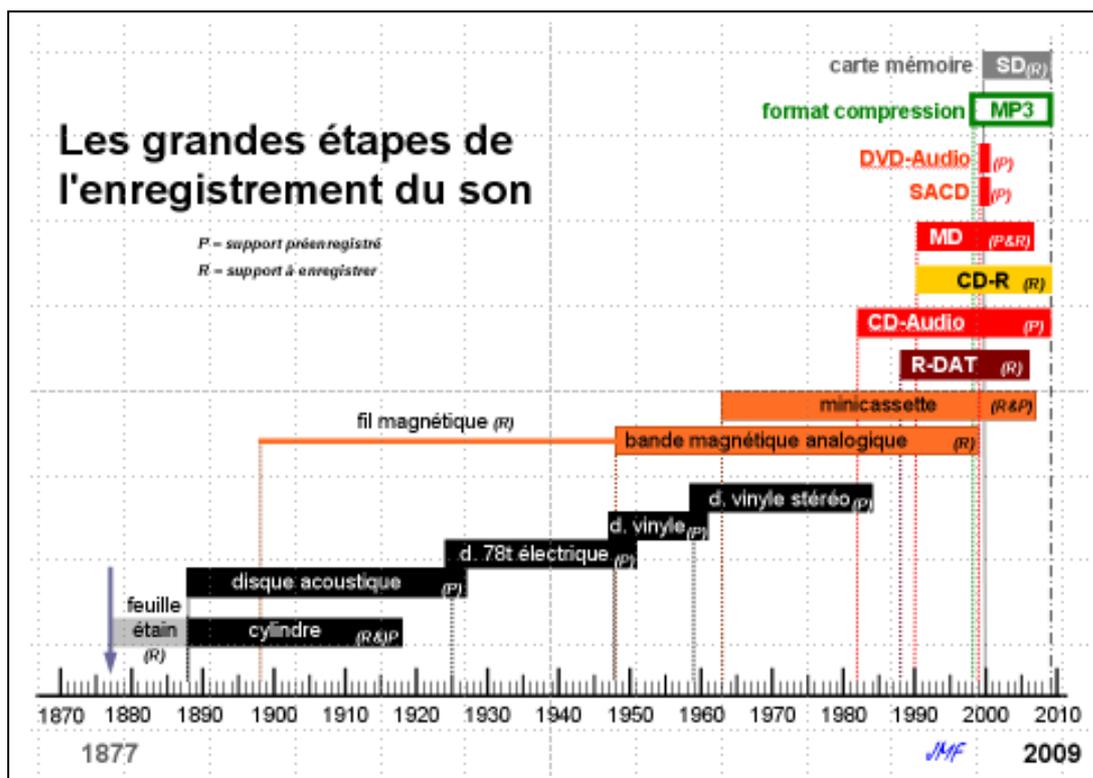
Parmi les très nombreuses questions posées par le risque de disparition d'un support dédié édité (conséquence des téléchargements illégaux participant à un déni de rémunération des créateurs, de la désaffection culturelle croissante pour le concept même de support du son,...), la menace d'une possible absence de trace de l'œuvre diffusée se précise.

Une situation qui n'est pas sans rappeler celle de la radiodiffusion qui implique de prendre en amont les dispositions d'archivage adaptées des enregistrements dans des systèmes qui devront offrir, tant sur le plan matériel (dont, bien évidemment des supports ...) que logiciel, toutes les garanties de préservation des données sonores et des données d'accompagnement (non traitées ici mais dont il convient de rappeler l'importance capitale pour l'exploitation des programmes).

Un support de masse sera donc toujours sollicité pour stocker l'information d'origine indéterminée (disque dur, bande magnétique, disque optique constituant les 3 grandes familles), mais il restera "implicite" dans des systèmes de serveurs informatiques souvent partagés. Cette situation de distanciation vis-à-vis d'un

«support invisible» peut conduire à un déficit de considération qui n'est pas sans risque pour la préservation de la musique, du son enregistré et plus généralement des données numériques. Une initiative telle que la constitution du GIS-DON mentionnée plus haut apporte sa contribution.

Ce rapide parcours au sein d'archives sonores constituées au grès des techniques d'enregistrement disponibles à un moment donné met en évidence certains antagonismes des méthodologies de conservation. Dans un premier temps, elles étaient fondées sur des pratiques de préservation statique des collections de supports et la maintenance des matériels correspondants. En deuxième partie, la conservation du contenu sonore passe par le transfert d'un support (analogique ou numérique) à un autre avec optimisation de la conversion (ou bien du transcodage), du format et du système cible. Dans un troisième temps, lorsque l'information n'est disponible qu'à partir de réseaux de transmission, des dispositions adaptées devront être mises en œuvre de manière réactive, notamment le transcodage ne générant aucune réduction de la qualité initiale, la transformation des fichiers en formats ouverts et l'enregistrement de ceux-ci sur des supports fiables, pérennes parfaitement identifiés et contrôlés.



Conservation-restauration des matériaux constitutifs des instruments de musique du XX^e siècle.

Marie-Anne Loeper-Attia, restauratrice, Inp/Musée de la musique

Sylvie Ramel, restauratrice, consultante en conservation préventive

Les biens culturels du XX^e siècle et particulièrement les instruments de musique ne peuvent être observés avec les mêmes critères d'évaluation employés pour les autres objets de notre patrimoine.

Ces différents points seront abordés à partir d'exemples concrets de la collection du Musée de la musique, notamment pour tout ce qui concerne les parties métalliques et plastiques de ces instruments. Quelles sont nos possibilités d'intervention et leurs limites sur de tels objets patrimoniaux ?

La conservation-restauration d'un instrument de musique du XX^e siècle nécessite de développer et d'adapter de nouvelles méthodologies d'approche et techniques d'intervention, tant par le caractère inédit des œuvres concernées que par leurs matériaux constitutifs. Les possibilités d'intervention et leurs limites sur de tels objets patrimoniaux seraient alors à définir en fonction de l'état des connaissances sur les matériaux et matériels constitutifs.

Le Musée de la musique possède un ensemble complet et cohérent pour la production instrumentale de l'époque. Plusieurs corpus sont identifiés :

Guitares électriques	Jacobacci, Gibson, Yamaha
Synthétiseurs et pièces associées	Mellotron, Gmebaphone E-MU, console GRM, PS20, DX7, EMS, Moog
Ordinateur et pièces associées	UPIK (I Xénakis)
Ondes et Ondiolines	Martenot
Orgues	Hammond
Violons	Mathews, Tarlé

De nombreux travaux ont déjà été faits sur ce corpus pour évaluer l'intégrité physique des instruments et des mises en état de conservation. Des constats d'état sur le Mellotron, le Moog, le corpus des ondes Martenot, le violon de Max Mathews, permettent de dresser un premier diagnostic général des biens et une évaluation des connaissances liées à leur constitution. De même des interventions de mise en conservation sur quelques instruments tels que la guitare Jacobacci, le violon de Max Mathews, l'UPIK et la console GRM ont permis d'échafauder les premières préconisations et de mettre en place une méthodologie d'intervention.

La production instrumentale au XX^e siècle

À l'instrumentation mécanique du passé, ont succédé au XX^e siècle les instruments électro-acoustiques avec toutes les nouvelles possibilités de production de sons qui y étaient associées. Au départ, les facteurs d'instruments tentèrent d'articuler les paramètres de ces nouveaux instruments de la même manière que pour les instruments mécaniques traditionnels. Il en résulta des difficultés de manipulations et une infériorité de variations de sons (attaque, modulation, atténuation...). Pour rendre totalement fructueuse la production électro-acoustique de sons, il fallait renoncer complètement à l'instrument de musique et orienter d'une nouvelle manière la volonté de s'exprimer par la musique tout en étant constamment à la recherche de nouveaux moyens techniques. La plupart de la production du XX^e siècle est concernée par les limites sans cesse augmentées de ce qui peut être appelé art avec l'emploi de matériaux non destinés à être permanents. Au XIX^e siècle, la plupart des artistes arrêtaient de fabriquer leurs propres matériaux ; les industriels ne sont pas motivés par le même désir de permanence. Beaucoup d'instruments sont conçus comme étant des concrétisations transitoires de l'idée de création. Tous montrent une grande richesse créative et technique, issue d'une profonde coopération entre musiciens et scientifiques.

Un instrument de musique constitue un ensemble mixte où le rétablissement ou la conservation de l'unité potentielle de l'œuvre ne peut s'exercer uniquement sur la matière de l'œuvre. Le côté esthétique se voit non seulement dans l'objet et son apparence mais aussi dans la perception du son. La nature éphémère de la production sonore fait que le choix de la conservation devrait se faire dès l'acquisition par l'instance patrimoniale.

Cinq critères sont donc à prendre en compte :

- l'état de l'instrument,
- son caractère d'unicité,
- la qualité sonore connue ou attendue,
- sa valeur décorative,
- la qualité générale de la facture.

À titre d'exemple, le violon de Max Mathews (cf. ill. 1) fait partie d'un ensemble d'une dizaine de violons conçus sur une quinzaine d'années. C'est à la fois un objet unique mais faisant partie intégrante de ce corpus. Il est en aluminium avec sur chaque corde un micro piézoélectrique qui capte le son et l'envoie dans 4 jeux de résonateurs électroniques. À la sortie des circuits résonnants, le signal est amplifié puis sonorisé par 2 haut-parleurs de qualité standard, à ce titre sa qualité sonore attendue n'est pas primordiale. Il présente de nombreuses rayures et de traces de cisaillement sur les parties métalliques, ce qui montre que Max Mathews ne tenait pas comme essentielle la valeur décorative de son instrument. Il lui confère ainsi sa légitimité plus en tant qu'œuvre technique qu'en tant qu'œuvre d'art.



III. 1 – Violon électronique Max Mathews, Bell Laboratory, États-Unis, 1985
collection Musée de la musique, E.992.14.1, photo J.M. Anglès

Les choix d'intervention

Intervenir sur les collections patrimoniales, implique une déontologie précise et définie. Elle aide le conservateur-restaurateur à effectuer les choix d'intervention dans le respect du bien et donc de l'instrument de musique.

Elle s'articule autour de différents points. Le conservateur-restaurateur doit chercher à n'utiliser que des produits, matériaux et procédés qui, correspondant au niveau actuel des connaissances, ne nuiront pas à court ou long terme aux biens culturels ni à l'environnement et aux personnes. L'intervention et les matériaux utilisés ne doivent pas compromettre, dans la mesure du possible, les examens, traitements et analyses futures. Ils doivent également être compatibles avec les matériaux constitutifs du bien culturel et être, si possible, facilement réversibles.

Ces principes mènent vers une intervention minimale permettant de respecter au maximum l'objet et son intégrité.

Actuellement avec le patrimoine contemporain, la nécessité est de développer, d'adapter de nouvelles méthodologies ou techniques de restauration. Les limites pour les arts anciens ont déjà été posées. Le principe de réversibilité et de respect de l'original se pose peut-être encore plus que pour le patrimoine dit « traditionnel ».

L'objectif du conservateur-restaurateur est alors de développer, d'adapter et d'étudier de nouvelles méthodes et techniques en distinguant les interventions esthétiques, les interventions de stabilisation, les interventions de conservation. Les critères de durée de vie des matériaux et matériels constitutifs et de leurs paramètres de vieillissement influent directement sur les choix élaborés.

La restauration d'un objet patrimonial est une action possible uniquement si les matériaux qui le constituent ne présentent pas de dégradations physico-chimiques à

caractère irréversible qui mettent en cause son intégrité structurelle ou qui en détruisent la lisibilité. On ajoutera également qu'elle n'est envisageable que s'il existe des solutions de traitement satisfaisantes.

L'option de remplacement d'un élément irrémédiablement dégradé peut être considérée comme légitime si celui-ci ne peut être assimilé à un unicum. Sinon, cela suppose de trouver un objet de remplacement ou de réaliser un fac-similé. Les instruments de musique du XX^e intègrent des matériaux ou techniques de fabrication industrielle déléguées ou à l'inverse d'œuvres construites avec des objets « ready made ». Le trautonium (ill. 2) est à la base un simple bureau de travail transformé. De nombreux matériaux présentent des problèmes de conservation inédits car ils sont conçus pour une application fonctionnelle limitée dans le temps. Les enceintes de l'amplificateur du violon de Max Mathews (ill. 3) sont de simples enceintes de voiture de qualité moyenne avec une grande incertitude quant à la restitution sonore attendue.



III. 2 – Trautonium
collection Deutsches Museum - Munich



III. 3 – Enceintes de l'amplificateur du violon
de Max Mathews

Trois cas de figure sont possibles :

- les biens considérés de factures traditionnelles
- les biens présentant des problèmes techniques inédits et pour lesquels il faut des procédés nouveaux (œuvres avec moteurs, composants électriques et circuits intégrés...)
- les biens pour lesquelles la question de la restauration doit être examinée d'un point de vue éthique (œuvres transitoires ou périssables)
- les biens pour lesquelles la question de la restauration est examinée uniquement d'un point de vue esthétique.

Les matériaux constitutifs

L'usage et la fonctionnalité définissent la nature des matériaux présents.

Il existe trois types de matériel recensés :

- Le matériel spécifique : le modèle initialement employé par le concepteur est le modèle requis en cas de substitution.
- Le matériel interchangeable : le modèle est interchangeable ; les propriétés techniques sont à retrouver comme par exemple pour les résistances, les condensateurs ou bien encore le « toucher » de l'instrument.
- Le matériel modifié : le matériel utilisé par le concepteur a été modifié par ses soins ou un de ses collègues ; de ce fait il est unique et doit être restauré puis conservé. Les pédaaliers du traonium en sont un bon exemple.



III. 4 – Pédaaliers du traonium
collection Deutsches Museum - Munich

Cette division par destination des matériels nécessite l'identification des éléments significatifs et invariants d'un instrument dont la reproduction sera alors impérative en cas de changement de technologie.

Ces matériels sont à mettre en parallèle avec les paramètres « matériaux » définis ainsi :

- les matériaux traditionnels organiques ou inorganiques : bois, corde, silice, ivoire, céramique, etc.
- les métaux et alliages : aluminium, fer, monel, maillechort, laiton, cuivre, etc.
- les matériaux de récupération : élastiques en caoutchouc naturel de pantalon, gommes à mastiquer, etc.
- les matériaux plastiques industriels ou manufacturés : galalithe, acétate de cellulose, polyamides, polyuréthanes, etc.

Cette division par famille de matériaux nécessite l'identification des caractéristiques d'usage mais aussi de vieillissement des matières en présence. Ce travail passe le plus généralement par une analyse chimique en laboratoire. Elle permet notamment d'identifier les composés instables chimiquement et donc potentiellement nuisibles aux autres matériaux constitutifs.

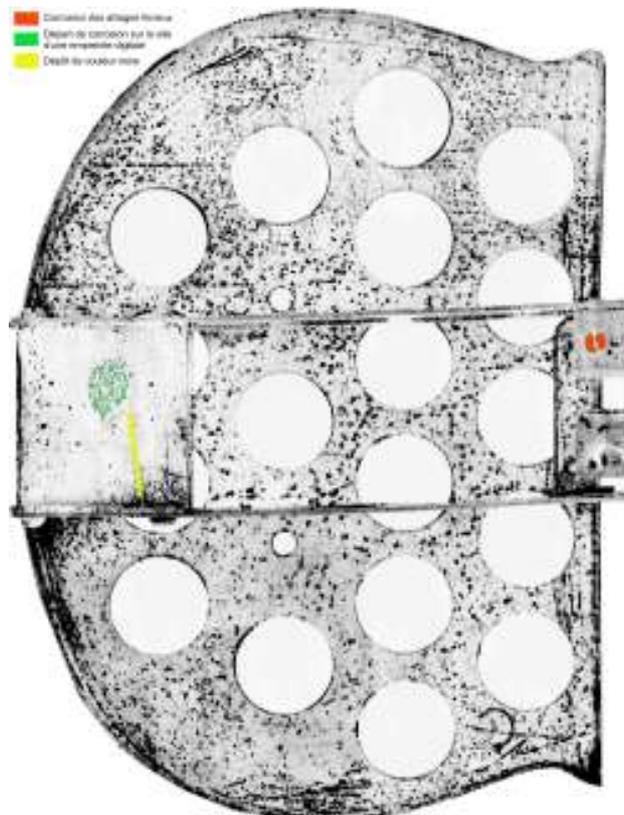
Organes et fonctionnements usuels	Nature des matériaux	Exemples
Claviers	Matériaux traditionnels / synthétiques.	Ivoire ou galalithe pour les touches.
Revêtement et emballage	Matériaux traditionnels / synthétiques	Caisse en bois pour les ondes Martenot Caisse en ABS (acrylobutylstyrène) pour le Yamaha
Commandes (boutons, pédaliers, raccords)	Métaux / matériaux synthétiques	Polyamides pour le Moog Métal ?
Moteur (système électrique et électronique)	Métaux / matériaux synthétiques	Elastomères rigides utilisés en produits isolants

Les métaux

En plus des alliages traditionnels ferreux et cuivreux, on rencontre une grande variété de métaux comme les alliages d'aluminium, plomb, argent... Ils sont identifiés essentiellement dans les dispositifs électroniques comme les lampes amplificatrices (ondes Martenot), les cellules photoélectriques, les condensateurs et résistances, les différents types de câblage, les accessoires mécaniques ainsi que tous les modes d'assemblages comme les vis, rivets, écrous et soudures.

Les altérations et la restauration des éléments métalliques

Les altérations majoritaires sont essentiellement des phénomènes de corrosion liés soit à de mauvaises conditions de conservation ou à un environnement corrosif. La photo du violon de Max Mathews sous fluorescence UV montre une altération de l'alliage au niveau de la mentonnière, due sans doute au contact direct du menton du musicien et à la présence de sueur (ill. 5) comme le montre l'empreinte digitale révélée par la corrosion. La présence fréquente de deux métaux différents en contact génère une corrosion de type galvanique. Les soudures ou flux qui sont soit à base de fluorure de sodium, de chlorure de zinc ou de borate de sodium s'oxydent toutes sur un laps de temps assez court et donc n'ont plus les mêmes propriétés électriques (ill. 6). Les composants électroniques et électriques ont leurs propriétés intrinsèques grandement modifiées au cours du temps :



III. 5 - Violon de Max Mathews sous fluorescence UV



III. 6 – Différents types d'assemblages (vis, écrous, soudures...)

Condensateur électrolytique (Aluminium, papier et oxyde d'alumine)	Tolérance : 20 à 30% Vieillessement mauvais
Condensateur céramique (céramique, Argent)	Tolérance : 2% Bonne tenue en température et humidité relative
Condensateur à film plastique polyester	Tolérance : 10% Bonne tenue en humidité relative
Résistance à couche de carbone Résistance à couche de film métallique	Peu précise et peu stable Fragile, bonne stabilité dans le temps

Les condensateurs électrolytiques subissent une usure importante même si on ne les met pas en fonctionnement. En aucun cas, le signal au bout d'une dizaine d'années ne peut être similaire au signal d'origine. Les piezos vieillissent aussi et leur facteur de qualité (capacité à résonner) est souvent plus faible au fur et à mesure.

Il est possible de définir trois types d'approches pour la restauration des ces éléments métalliques qui sont comme on l'a vu bien souvent support de la « fonctionnalité » de l'objet :

- Les phases de conservation permettent de modifier l'environnement et de l'adapter aux contraintes intrinsèques du matériau de l'instrument. L'établissement de procédures de surveillance comme la mesure de la résistance de composants avec un multimètre ou de mise sous tension progressive de moteurs est à ce jour en cours de formalisation. La surveillance de la mesure de la capacité des condensateurs est plus problématique car elle ne peut se faire directement sans démonter les circuits de l'instrument.
- Les phases de restauration permettent d'éliminer les produits de corrosion des métaux ou de créer des interfaces entre les matériaux dangereux, comme certains revêtements plastiques ou des bois acides, et des éléments métalliques sensibles aux produits de dégradation de ces matériaux.
- Les phases de réintégration permettent de rendre compréhensible l'instrument et sont fonction des objectifs muséographiques. Elles peuvent aller d'une simple remise en place d'éléments désolidarisés comme les panneaux des armoires de l'UPIK à des propositions de fac-similés comme pour l'amplificateur du violon de Max Mathews dans le cadre d'une éventuelle remise en état de jeu de l'instrument.

Les matériaux plastiques

Les matériaux plastiques représentent un immense ensemble de matériaux dans lequel on retrouve trois grandes familles : les thermoplastiques, les thermodurcissables, les élastomères. Elles se déclinent ensuite en plusieurs types : aliphatiques, acryliques, polyéthers, polyesters, etc.

Le plus souvent organiques et issues de la production de l'homme, les matières plastiques sont constituées d'un ou plusieurs polymères et d'additifs multiples (plastifiant, antioxydant, charge colorée, etc.). Dans notre domaine, on distingue les

plastiques dérivés de la pétrochimie (synthétique) des dérivés d'un produit naturel (artificiel).

Tous les plastiques sont ensuite industrialisés et commercialisés sous des noms multiples pour un même produit comme le polyméthyle méthacrylate (PMMA) existe sous le nom de Plexiglas® ou Altuglas® en fonction du fabricant.

En résumé, le premier travail du conservateur-restaurateur consiste à se repérer dans ces nombreuses dénominations et à identifier les familles en présence sur un même instrument.

La reconnaissance visuelle, tactile et olfactive est parfois suffisante mais dans la majorité des cas, une analyse chimique est nécessaire pour confirmer le diagnostic (ex. : pyrolyse, Infrarouge à Transformée de Fourier IRTF).

Ainsi, comme pour les matériaux traditionnels, on distingue :

- l'identification des matériaux,
- l'identification des dégradations et de leurs origines,
- la définition des objectifs d'intervention,
- le choix des protocoles en fonction du niveau des connaissances actuelles,
- la recherche des matériaux et procédés adaptés aux biens.

Les difficultés rencontrées sont essentiellement sur l'identification des dégradations et sur l'état des connaissances des interactions entre les produits d'intervention et les plastiques à moyen et long termes.

La description des signes de dégradation implique une dissociation des critères de dégradation mécanique, chimique et physique. En réalité, ces signes extérieurs sont étroitement liés et leur distinction est parfois complexe. Les connaissances dans ces domaines évoluent mais restent à ce jour à l'étude. Chaque restauration est un cas d'école nécessitant une grande prudence d'intervention.

Les professionnels diagnostiquent de plus en plus facilement la dégradation chimique des plastiques avant même d'avoir compris et décrit l'ensemble des mécanismes en cours. Une bonne appréhension de ces derniers permet pourtant de proposer des interventions palliatives. Irréversible, la dégradation chimique modifie le squelette macromoléculaire et ne permet aucune intervention curative. Elle induit des modifications du comportement mécanique et physique du matériau laissant apparaître des signes extérieurs de dégradations multiples : rupture, fêlé, fissure, changement colorimétrique, etc. Ces symptômes visibles peuvent dans de nombreux cas être atténués. La conservation-restauration des matériaux plastiques devient alors un acte essentiellement esthétique ou préventif afin de conserver la forme de l'élément ou sa structure. En cela, elle se rapproche d'une restauration dite « archéologique ».

Mais sommes-nous prêts à accepter une approche archéologique pour les matériaux qui nous entourent encore aujourd'hui ou les instruments joués encore hier ?

La recherche permet de fonder des espoirs d'intervention sur de nouvelles technologies d'intervention telles que la soudure au laser (Cf. Étude du CNAP) ou

bien encore la consolidation par application de couches protectrices (Cf. Article Thea Van Ousten).

Ces méthodes sont cependant encore à l'étude et ne peuvent être appliquées directement aux objets du Patrimoine. Dans l'attente de ces avancées scientifiques, la conservation préventive et la documentation des collections prennent une importance croissante.

À titre d'exemple, le Musée de la musique a commencé un travail de documentation il y a cinq ans autour des instruments du XX^e siècle en regroupant plusieurs métiers autour des ondes Martenot puis de quelques instruments choisis (Moog à percussion, ondioline, etc.). L'objectif était d'établir entre électricien, musicien, collectionneur, scientifique et restaurateur un constat d'état précis pour chaque instrument et pour les documents s'y référant selon les critères définis préalablement (Cf. les matériaux constitutifs).

Ce premier travail a permis de hiérarchiser les urgences d'intervention, les éléments à conserver et les éléments à risques. Il a notamment donné lieu à la dépose d'un *pickguard* et d'un filet de guitare « Royal » Jacobacci afin de préserver l'instrument menacé alors de modifications irréversibles. En Celluloïd®, la dégradation chimique de ces derniers génère le dégagement d'acide nitrique brunissant le bois de la table et corrodant les différents éléments métalliques. Aujourd'hui, les deux éléments sont conservés de manière dissociée et la guitare est stabilisée. Cette pratique, déjà usitée dans les ateliers du luthier, nécessite néanmoins pour l'exposition, une intervention esthétique de fac-similé partiel pour les éléments déposés. Cette intervention revêt un caractère tout à fait exceptionnel mais permet de conserver les différents éléments en attendant de nouveaux procédés de stabilisation. Elle met cependant en exergue l'importance de la prévention autour de ces matériaux.

Même si les produits industriels ont une durée de vie, celle-ci est dépendante des conditions environnementales du bien et d'éventuels facteurs aggravants. Nous savons aujourd'hui que les ultraviolets sont à proscrire, les taux d'hygrométrie et de température à revoir à la baisse et les fluctuations environnementales à proscrire. Ces paramètres sont eux aussi en cours de précision et de validation par des recherches scientifiques en France et dans plusieurs autres pays. En attendant, il est primordial de suivre et d'enregistrer l'évolution de ces matériaux et des biens ainsi constitués.

Conclusion

Ces premiers travaux ont montré la nécessité de se donner au préalable les moyens de conserver et de connaître l'instrument. Le conservateur-restaurateur sert alors d'accompagnateur et de coordinateur pour mettre en liaison l'ensemble des compétences et des connaissances requises : scientifiques, musiciens, électroniciens, chimistes, facteurs et conservateurs. Ces matériaux étant à durée de vie ou temps de fonctionnement limités, la conservation d'instruments les contenant ne se définit donc pas comme étant uniquement la préservation d'œuvres du passé mais d'œuvres en devenir.

Bibliographie

- Appelbaum B. 2005. *Conservation treatment methodology*. Butterworth.
- Barabant, G. 2008. « Restauration ou remplacement ? Une thématique propre à l'art contemporain, quelques exemples à partir d'objets en matériaux synthétiques ». Les rencontres de l'ARSET ; restauration ou non restauration en art contemporain. ARSET, p. 37-47
- Barclay, R. 2004. *The preservation and use of historic musical instruments, display case and concert hall*, Earthscan.
- Battier, M. 1995. « Entre l'idée et l'œuvre, parcours de l'informatique musicale », Ars Sonora, Paris, p. 20-35.
- Battier, M. 1995. « Une nouvelle géométrie du son, le paradoxe de la lutherie électronique ». Les cahiers de l'IRCAM, Recherche et musique n°7, Paris, p. 44-56.
- Clais, J.B. 2007. « Quel avenir pour notre patrimoine informatique ? ». In *Patrimoines* n°3, Somogy, p. 95-101.
- Dazard, C. 2008. « L'art contemporain confronté aux phénomènes d'obsolescence technologique, ou l'impact des évolutions technologiques sur la préservation des œuvres d'art contemporain », Les rencontres de l'ARSET ; restauration ou non restauration en art contemporain, ARSET, p. 57-73.
- Ippolito, J. 2003. « Accommodating the Unpredictable: The Variable Media Questionnaire ». *Permanence through Change : The Variable Media Approach*. Guggenheim Museum Publications, p. 47-55.
- Jaquier, 1996. « L'instrument de musique dans les musées : quelle restauration pour quelle esthétique ? », Lausanne Coll. AMS-ICOM.
- Schinzel, H. 2005. « Mixed media, mixed functions, mixed positions ». *Modern Art who cares ? 2005*, Archetype Publications, p. 313-319.
- Hummelen, U. 2005. « Conservation strategies for modern and contemporary art ». *Modern Art who cares? 2005*, Archetype Publications, p. 22-26.
- Van Wegen, D.H. 2005. « Between fetish and score: the position of the curator of contemporary art ». *Modern Art who cares? 2005*, Archetype Publications, p. 203-209.

Crédits photographiques

© Cité de la musique / Musée de la musique, photographies des auteurs, sauf si précisé.

Approche de la conservation-restauration du patrimoine horloger.

Le problème de la disparition des savoir-faire

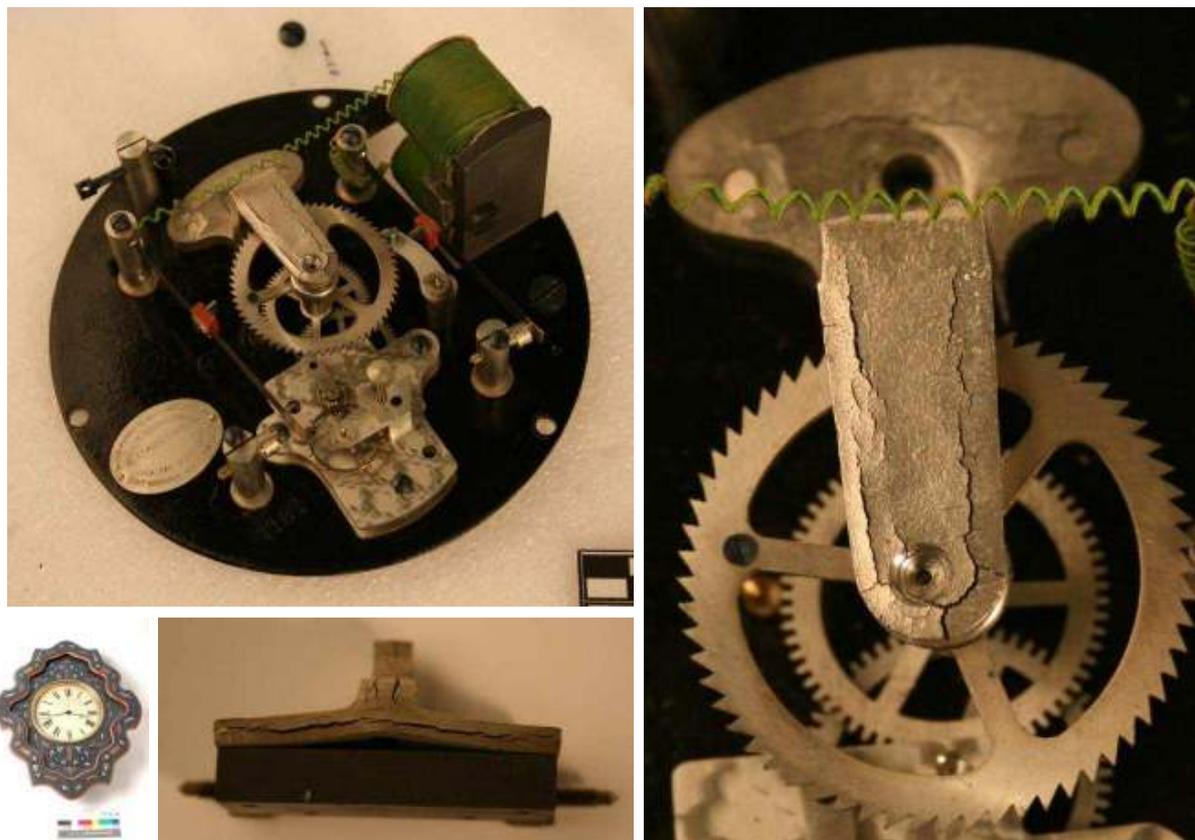
Tobias Schenkel, Haute école de Conservation-restauration Arc,
La Chaux-de-Fonds, Suisse

Une vingtaine d'années après la renaissance de la montre mécanique, dans les années 1990, une grande partie des savoir-faire en horlogerie est toujours en voie de disparition. La tendance continue, malgré une offre considérable de formations professionnelles en horlogerie et une industrie importante qui utilise les savoir-faire du passé comme instruments de marketing contemporain. La formation en conservation-restauration des objets scientifiques, techniques et horlogers existe depuis 2002 à La Chaux-de-Fonds (Suisse), à la Haute école de Conservation-restauration Arc (HECR Arc). La formation est centrée sur la conservation préventive et sur la conservation-restauration des matériaux constitutifs des objets. La conservation de la fonctionnalité des objets techniques pose des problèmes éthiques, notamment quant à l'authenticité, mais permet de sauvegarder d'autres patrimoines. Étape importante dans ce domaine, la formation actuelle de trois semestres en Master de Conservation-restauration constitue une introduction à la restauration fonctionnelle, qui demande beaucoup de pratique manuelle et une compréhension technique très solide.

La conservation du patrimoine horloger constitue un enjeu culturel important, notamment dans la région de l'arc jurassien, berceau de son industrie. Nous commencerons par caractériser le patrimoine horloger, les acteurs et les compétences requises avant de présenter les formations dans ce domaine. Nous aborderons notamment la question des savoir-faire effectivement transmis en lien avec les savoir-faire disparus et ceux à venir. Nous évoquerons aussi le contexte actuel de la conservation des objets horlogers et ses problématiques quotidiennes. En conclusion, nous ébaucherons des pistes pour l'avenir, en ayant à l'esprit que nous retrouvons les mêmes préoccupations pour la plupart des objets fonctionnels, y compris les instruments de musique. Mon intervention s'articule donc autour de trois grandes questions : Quoi ? Qui ? et Comment ?

Quoi... Caractérisation du patrimoine horloger

À titre d'illustration, voici quelques objets parmi ceux qui appartiennent au patrimoine horloger.



III. 1 - Mouvement horloger électrique de David Perret © HECR Arc, TSC

Les objets du patrimoine horloger sont multiples et extrêmement variés. Leur point commun est la recherche de la précision et le fait qu'ils peuvent indiquer à leur utilisateur le moment précis en fonction des critères correspondant à chaque époque, via l'utilisation d'un mécanisme fonctionnant de façon autonome même pour une courte période¹.

La Chronométrie, c'est-à-dire l'art de mesurer le temps, nécessite des instruments scientifiques précis, au fonctionnement ininterrompu et dont les variations de marche sont connues et peuvent donc être compensées et/ou corrigées. Elles peuvent toujours être vérifiées en relation avec l'heure de référence. Il va de soi que la valeur d'un garde-temps dépend aussi et surtout de sa précision. La base de l'horlogerie réside dans le soin extrême apporté à la fabrication et à l'assemblage des composants.

L'horloger doit constamment exercer et améliorer ses compétences, afin d'améliorer ses propres réalisations et au-delà contribuer aux progrès de l'horlogerie.

Il fait tout pour préparer les surfaces fonctionnelles (par polissage) et éviter les frottements trop importants en choisissant des matériaux et surfaces extrêmement durs (utilisation de l'acier trempé, rubis synthétiques et lubrification adaptée aux conditions de frottement).

¹ Nous voulons ici distinguer les objets horlogers d'autres instruments de mesure du temps tels que les cadrans solaires, sabliers et autres clepsydes...

Parallèlement, il cherche à réaliser des mécanismes les plus esthétiques possibles. Le lien entre technique et esthétique est particulièrement important en horlogerie et constitue la spécificité et la complexité de ces objets.



III. 2 - Pendulette de table « Secticon » © HECR Arc, TSC

Hormis les éléments métalliques, nous trouvons des matériaux plastiques dans les objets horlogers dès le début du XX^e siècle. À la question de leur fonctionnement s'ajoute alors celle de la conservation de matériaux souvent instables.

De ces considérations il apparaît qu'il existe deux domaines principaux de compétences en horlogerie : celui concernant les savoir-faire (habileté technique) et celui concernant le choix des matériaux.

Pour le conservateur-restaurateur, il s'agit de sauvegarder non seulement le patrimoine matériel, mais aussi le patrimoine immatériel, en particulier les savoir-faire liés à la fabrication et de la remise en état. Enfin, en analogie avec les instruments de musique, nous pouvons aussi penser au savoir-faire d'utilisation.

Qui participe à la conservation de ce patrimoine ?

Voici une liste non exhaustive des musées d'horlogerie en Suisse, cf. annexe 1. Parmi ces noms, nous trouvons toutes sortes d'acteurs, aussi bien publics que privés.

Les manufactures ou les commerces spécialisés ont aussi leurs espaces muséaux. Souvent conçus comme des vitrines promotionnelles, ils présentent également des éclairages historiques globaux et s'investissent dans la conservation du patrimoine. Les collectionneurs privés jouent aussi un rôle très important. Les ventes aux enchères de ces dernières années ont montré l'importance de ces collections.

Enfin, les établissements de formation, en particulier les écoles d'horlogerie et les écoles d'ingénieurs, de par les mandats qui leur sont confiés participent aussi à cette conservation.

Il est important de préciser qu'en Suisse il n'existe rien de comparable à la direction des Musées de France pour décerner l'habilitation de restaurateur. Il ne serait donc pas concevable que nous nous retrouvions dans la situation actuelle concernant les objets horlogers en France, qui fait que, suite au décès de Monsieur Paul Réal, il n'existe plus qu'une seule personne habilitée à intervenir sur ces pièces dans les Musées de France. Toutefois, nous sommes confrontés à de nombreux problèmes dans ce domaine également. Cf. annexe 2 : les compétences.

Comment conserver le patrimoine horloger ?

Les compétences professionnelles en rapport avec l'horlogerie s'acquièrent principalement lors de l'apprentissage en entreprise de taille industrielle ou artisanale, ainsi que dans les écoles publiques et privées de différents niveaux.

Nous considérons que les compétences se répartissent en trois domaines :

- Les compétences professionnelles nécessaires pour la conception et la fabrication à l'échelle artisanale et industrielle.
- Les compétences supplémentaires permettant la maintenance ou le rétablissement de la fonctionnalité.
- Les compétences en conservation-restauration de biens culturels techniques, avec à leur base les connaissances relatives à la conservation des matériaux constitutifs ainsi qu'à l'établissement d'une documentation sur le patrimoine matériel et immatériel.

À l'heure actuelle, l'objectif des écoles d'horlogerie se concentre sur les deux premiers domaines, dans une logique industrielle. Il a pour but de former des personnes capables de produire dans un cadre économique, en fonction d'objectifs de productivité, que ce soit pour les objets neufs ou les objets qui parviennent au service après-vente². Le but est donc de garantir un fonctionnement ou de le rétablir (Cf. annexe 3 : les formations).

Cette vision se retrouve dans l'ensemble des formations professionnelles existantes dont nous dressons rapidement une liste non exhaustive : le CFC (apprentissage en Suisse), les formations des Écoles techniques et des Hautes écoles supérieures. Il existe également des écoles privées comme le Wostep, des cours organisés par des associations d'amateurs et de professionnels comme le NAWCC aux États-Unis. Ce dernier type de formation peut être adapté aussi bien aux personnes ayant une formation de base en horlogerie qu'à ceux qui se reconvertissent professionnellement.

² Théoriquement, une montre mécanique doit être révisée tous les 5 ans. En admettant que seuls 10% des clients vont effectivement le faire (si les propriétaires de voiture appliquaient le même raisonnement, nous aurions des routes particulièrement peu sûres!!!), une entreprise produisant 100.000 pièces devrait en recevoir en « rhabillage » 10.000 par année au minimum. Cela montre l'importance croissante de ce département des entreprises (d'autant qu'en période de crise, on aura tendance à réparer plutôt qu'à acheter une nouvelle montre...)

On retrouve la même mixité dans les deux écoles de conservation-restauration en horlogerie en Europe, soit West Dean et la HECR Arc³. Cf. annexe 4 : les compétences 2.

Les compétences professionnelles nécessaires pour la conception et la fabrication à l'échelle artisanale et industrielle

La formation professionnelle pratique permet d'acquérir une base solide dans les différentes professions horlogères, dont voici une liste, cf. annexe 5 : les métiers.

Nous n'avons ici que les métiers liés directement au produit mais n'oublions pas les métiers liés à la gestion, au marketing, à la vente, qui sont aussi des vecteurs de transmission de l'horlogerie, en particulier de son patrimoine immatériel.

L'habileté manuelle est le dénominateur commun des compétences professionnelles en horlogerie. Il existe des gestes manuels de base à maîtriser avant de pouvoir aller plus loin. C'est essentiel pour permettre une utilisation sûre des outils et des machines, ainsi que le travail des différents métaux. La capacité d'observation est décisive pour la réalisation d'un travail de précision. De nombreux exercices répétitifs sont réalisés afin d'affûter le regard, et que l'œil puisse exercer son propre contrôle. L'entraînement quotidien à refaire les mêmes gestes jusqu'à les intégrer corporellement permet d'assurer un travail de qualité en toute sécurité. Ludwig Oechslin, maître horloger et conservateur du Musée international d'horlogerie à La Chaux-de-Fonds appelle cela « l'intelligence de la main » : elle permet d'arriver à une précision d'un demi-centième⁴.

Il va de soi que dans le cadre de ce travail de précision, la capacité de concentration est indispensable.

Les savoir-faire de base de l'horlogerie résident dans la capacité à travailler de façon concentrée sur un espace réduit avec un œil aiguisé et une main sûre. Parmi les savoir-faire typiques, citons : scier avec la scie à main, limer avec les différentes limes existantes, tourner à la main et au tour, percer les trous les plus fins, polir les surfaces parfaitement, réaliser des pièces selon un plan et les tolérances, adapter les pièces réalisées dans un mécanisme, courber correctement le spiral (ce ressort parfois de la finesse d'un cheveu), l'assemblage minutieux et le réglage correct des différentes fonctions (calendrier, phase de lune etc.) ainsi que leur contrôle.

Après la préférence donnée aux montres à quartz, beaucoup plus précises, la renaissance de la montre mécanique depuis une vingtaine d'années a remis en avant le travail manuel qui était presque tombé dans l'oubli. En effet, dans les années 1970, l'arrivée des montres à quartz à bas prix avait bouché les perspectives des horlogers qui ne voyaient plus leur avenir que comme changeur de piles. Ce profond sommeil de l'horlogerie mécanique entre les années 1970 et 1990 a entraîné un recul phénoménal du nombre d'apprenti. La conséquence directe de ce « trou démographique » est qu'actuellement la moitié des horlogers en activité a plus de 50 ans. D'autres professions sont d'ailleurs toujours menacées de disparition, en particulier l'émaillage. Les cadrans émaillés ne sont plus produits que pour des

³ West Dean indique explicitement que l'enseignement porte sur la restauration fonctionnelle. A La Chaux-de-Fonds, l'optique est peut-être plus nuancée.

⁴ Dans le cadre du pivotage avec un burin à main on arrive à une telle précision du travail manuel.

pièces uniques ou en très petites séries, témoins nostalgiques de l'époque révolue où ces « œuvres d'artisanat » faisaient partie de notre vie de tous les jours.

L'horlogerie, comme d'autres métiers manuels, a une forte tradition de transmission informelle des savoir-faire et le goût du secret. Certains gestes et « recettes » ont de toute façon disparu dans la tombe des plus grands maîtres.

En parallèle à la disparition des savoir-faire et la productivité croissante, l'horlogerie doit aussi son renouveau à l'utilisation des technologies les plus actuelles (conception par ordinateur, utilisation de machines à commande numérique...) tout comme à la mise au point de nouveaux matériaux⁵. Si les conservateurs-restaurateurs d'aujourd'hui ne s'y intéressent pas, ils se trouveront confrontés ainsi que leurs successeurs à des problèmes identiques à ceux que nous rencontrons actuellement avec les premières générations de plastiques, que ce soit en horlogerie, ainsi que l'a montré la recherche CROHP conduite par la HECR Arc, comme dans tous les autres domaines.



III. 3 - Montre de poche à répétition minutes © HECR Arc, TSC

Les compétences supplémentaires permettant la maintenance ou le rétablissement de la fonctionnalité : révision, réparation, restauration fonctionnelle

Cela concerne le maintien et le rétablissement de la fonctionnalité des horloges comme des montres, qui après la phase de production et celle d'utilisation retournent à l'établi de l'horloger, pour une révision, une réparation ou une restauration.

Par révision nous entendons le contrôle des fonctions du mécanisme qui est nettoyé, lubrifié et remonté. La réparation implique que certaines parties sont si

⁵ Au-delà des arguments marketing utilisés pour mettre les marques en avant sous le slogan « tradition et modernité », de nouveaux alliages ont été développés, pour l'habillage (boîte, cadran, aiguilles, bracelet), mais aussi pour les mouvements eux-mêmes (spiral en silicium, utilisation d'alliages pour la fabrication des ponts (ce qui « tient » les composants de la montre sur sa base, la platine). Si les conservateurs-restaurateurs d'aujourd'hui ne s'y intéressent pas, leurs successeurs connaîtront les mêmes problèmes que la génération actuelle avec les matières plastiques (voir CROHP)

endommagées que la montre ne fonctionne plus correctement et que les pièces doivent être remplacées par les pièces de rechange originales encore disponibles.

Pour l'horloger et ses clients le mot restauration signifie la restauration fonctionnelle, permettant la préservation de l'esthétique et de la fonctionnalité de l'objet. Les pièces manquantes ou détériorées sont reconstruites et ces nouvelles pièces ne peuvent pas être distinguées des pièces originales⁶.

Parler dans ce cas de réparation serait perçu comme insultant car lors d'une réparation il n'y a jamais une telle recherche esthétique. Pour l'horloger, la restauration illusionniste est en effet considérée comme un idéal à atteindre et témoigne de la compréhension technique et esthétique aussi bien que de l'habileté manuelle de son auteur.

La redécouverte de la valeur conceptuelle est très importante et son application aux biens culturels peut ainsi s'apparenter à une rénovation plus qu'à une réparation. Certains horlogers restaurateurs utilisent en effet des matériaux historiques de l'époque de fabrication de l'objet pour fabriquer les pièces manquantes. Ils le justifient par le fait que les propriétés mécaniques des métaux contemporains sont moins bonnes ainsi que par les différences de couleur (liées à la composition des alliages notamment).

En restauration fonctionnelle, la compréhension technique est indispensable. On peut rencontrer d'énormes difficultés afin de rendre son fonctionnement au mécanisme. Le défi est encore plus grand si on ne saisit pas facilement le fonctionnement initial du mécanisme. Il faut alors faire une interprétation, et procéder étape par étape pour vérifier d'où vient l'erreur. C'est d'ailleurs rarement une seule erreur qui empêche le fonctionnement mais plutôt la somme de petites erreurs qui fait que le mécanisme ne fonctionne pas. Il faut donc être capable de percevoir et de corriger ces différentes erreurs. Dans tous les cas, on essaie de les améliorer pour plus de sécurité fonctionnelle, qualité très appréciée en restauration fonctionnelle. La conséquence en est que chaque partie du mécanisme est tendanciellement améliorée comparativement à l'état antérieur à la restauration. Les surfaces fonctionnelles sont ainsi polies, voire remplacées comme dans le cas des paliers. Les matériaux qui vieillissent mal sont remplacés sauf s'ils ne sont pas indispensables pour le fonctionnement ou l'esthétique.

Ainsi, l'analyse systématique des erreurs est une compétence clef de la restauration fonctionnelle, qui n'est acquise qu'après des années d'expérience. Madame Françoise Collanges, attachée de conservation au Musée Paul-Dupuy à Toulouse, constate dans son article « La politique de conservation d'une collection horlogère. Organisation, limites et perspectives »⁷ qu'une durée de formation de 5 à 10 ans est indispensable afin de former un horloger-restaurateur compétent.

⁶ Idéalement tout restaurateur devrait indiquer les pièces remplacées. Lorsqu'elle existe, la lecture de la liste des différents intervenants au cours des ans sur une pendule est extrêmement instructive sur le parcours de l'objet.

⁷ In *Coré*, n°20, juin 2008



III. 4 - Ancienne horloge du conservatoire de La Chaux-de-Fonds © HECR Arc, TSC.

La conservation-restauration des biens culturels techniques

La formation en conservation-restauration offerte à la Haute École de Conservation-restauration Arc de La Chaux-de-Fonds (Suisse) se compose de 2 parties :

- 3 ans d'études de base en conservation préventive, aboutissant à l'obtention d'un Bachelor of Arts HES-SO en Conservation préventive,
- 2 ans d'études supplémentaires de spécialisation en conservation-restauration, aboutissant à l'obtention d'un Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration.

Une attention particulière est apportée au travail méthodologique concernant la documentation des objets et la conservation-restauration des matériaux constitutifs.

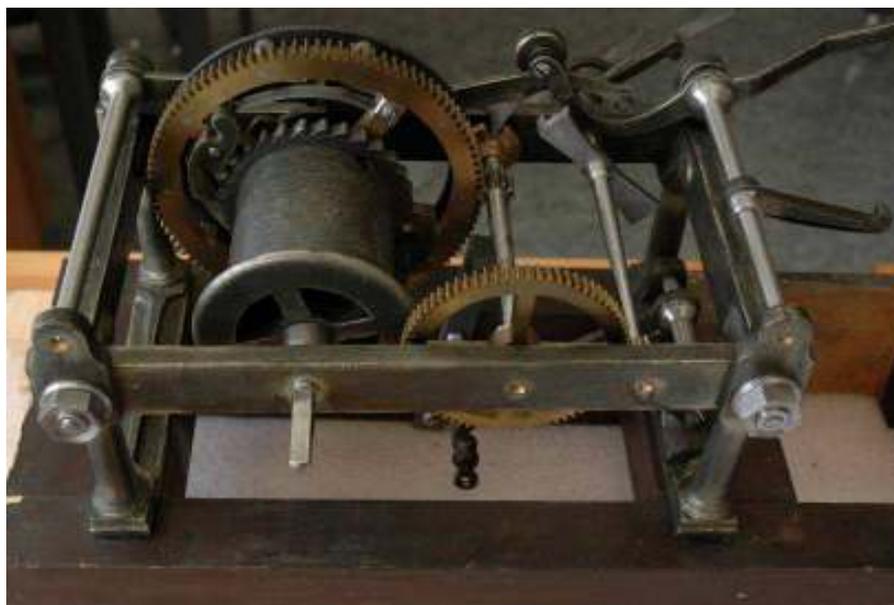
Trois niveaux d'objectifs peuvent être posés dans le domaine de la restauration des objets techniques en tenant compte de leur capacité à fonctionner : l'état d'abandon, l'état de la dernière utilisation et la « réactivation ». Ces définitions des buts de la restauration ont été fixées par Monsieur Kornelius Götz, spécialiste en conservation-restauration⁸. Les délimitations entre les trois états sont floues et nous allons les illustrer par des exemples, basés sur le projet de restauration mené en 2005 par Monsieur Antonin Tarchini dans le cadre de ses études en conservation-restauration, sur une horloge du Musée international d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds.

⁸ Monsieur Kornelius Götz est un spécialiste en restauration et l'ancien président de l'association des restaurateurs allemands (VDR).



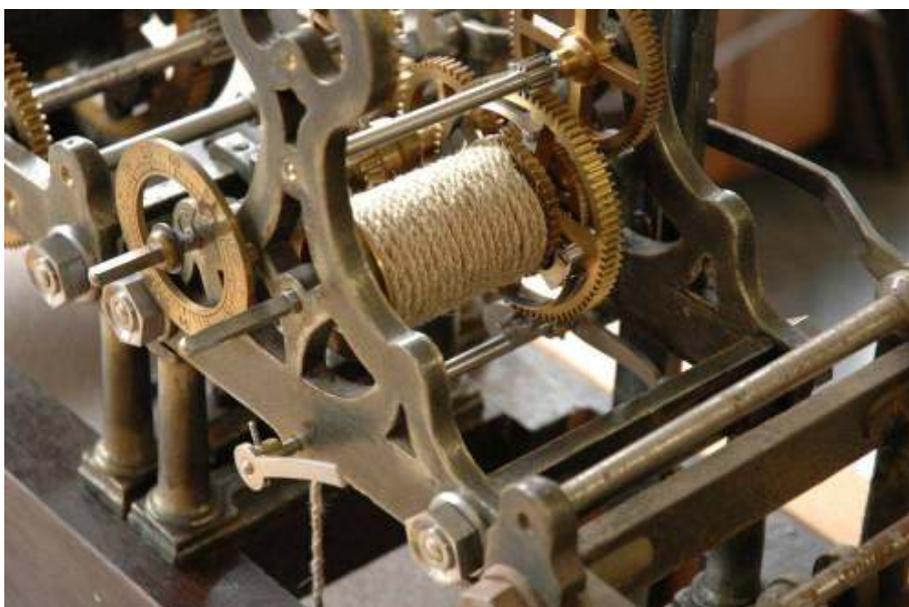
III. 5 - Ancienne horloge du conservatoire de La Chaux-de-Fonds © HECR Arc, TSC.
L'État d'abandon

- **L'état d'abandon** : toutes les traces de fabrication, d'utilisation et de mise à l'écart sont acceptées. Toutes les informations historiques qui pourraient être utiles pour constituer, plus tard, une documentation exhaustive de l'objet doivent être conservées. L'esthétique n'est pas jugée prépondérante et doit permettre une interprétation historique crédible. L'intervention du conservateur-restaurateur est donc minimale et se limite à la conservation préventive de l'objet dans un environnement muséal contrôlé.



III. 6 - Ancienne horloge du conservatoire de La Chaux-de-Fonds © HECR Arc, TSC.
L'état de dernière utilisation

- **L'état de la dernière utilisation** : l'objet semble en état de fonctionnement même s'il ne l'est pas car ses fonctions n'ont pas été rétablies. Toutes les traces de fabrication, utilisation, usage, entretien sont conservées. Cela inclut également les lacunes, les endroits endommagés, les réparations, ainsi que les traces de saletés typiques issues de l'utilisation de l'objet. Dans la conservation-restauration des objets techniques, c'est cette option qui est le plus fréquemment choisie. Cet état permet une apparence authentique de l'objet. Les informations historiques liées à l'état d'abandon (par exemple la poussière et les couches de corrosion hygroscopiques) sont enlevées, dans un souci esthétique, mais aussi pour faciliter la conservation de l'objet. L'intervention du conservateur restaurateur est plus importante que dans l'état d'abandon et peut être vue comme une préparation à la réactivation, tout en ayant des coûts financiers inférieurs.



III. 7 - Ancienne horloge du conservatoire de La Chaux-de-Fonds © HECR Arc, TSC
La « réactivation »

- **La réactivation** : l'objet est effectivement utilisé, dans un but de démonstration et dans l'objectif de rendre compréhensible à l'observateur le sens de l'objet. Le traitement des surfaces correspond à l'état de la dernière utilisation, la capacité fonctionnelle est rétablie, par exemple avec le changement des pièces défectueuses. L'utilisation de l'objet entraîne toujours une perte de la substance historique originelle. Cela peut être accepté quand le fonctionnement de l'objet est très important pour sa compréhension et que plusieurs objets similaires existent. Le remplacement des pièces défectueuses ne doit pas être trop systématique, il faut également prendre soin d'archiver les éléments changés et s'efforcer de conserver le plus longtemps possible les pièces de remplacement comme les compétences. L'intervention est encore plus importante dans ce domaine et suppose un travail technique et de reconstruction. La durée du travail et les ressources financières nécessaires en sont augmentées d'autant.

Chacun de ces trois états, ou niveau, de restauration des objets techniques implique des méthodes de travail différentes et par conséquent des compétences différentes. L'état d'abandon peut être considéré comme du domaine de la conservation préventive puisque en l'absence d'un traitement curatif de l'objet, la question du climat occupe une place centrale.

La présentation de l'objet dans un état de la dernière utilisation authentique exige des compétences à la fois en conservation et en restauration : documentation de l'objet, constat d'état, diagnostic, élaboration d'un concept et mise en œuvre. Dans le domaine des objets techniques, la connaissance et l'interprétation des traces de fabrication et d'utilisation est particulièrement importante. L'étude complète de l'objet implique dans la plupart des cas le démontage des pièces constitutives sans les endommager ni y laisser des traces d'outils. Cela implique donc essentiellement des compétences manuelles.

La réactivation exige des compétences similaires à celles de l'état de la dernière utilisation en conservation et en restauration. S'y ajoute la compréhension de l'objet et de son mécanisme ou circuit électrique, qui permet de proposer en connaissance de cause, en fonction des matériaux déjà usés, une fonctionnalité adaptée. Des compétences spécialisées supplémentaires sont indispensables pour la reconstruction et la mise en place d'éléments fonctionnels ainsi que leur adaptation à un objet existant.

Les formations offertes actuellement au niveau universitaire remplissent complètement les exigences du premier domaine que nous avons abordé, à savoir la conservation préventive (l'état d'abandon).

En ce qui concerne le 2^e domaine, l'état de la dernière utilisation, c'est aussi en grande partie le cas, tout au moins au niveau des exigences de la conservation-restauration des matériaux constitutifs les plus courants.

Le 3^e domaine, la réactivation, pose les exigences les plus grandes et la compréhension technique est en relation directe avec les formations initiales des étudiants.

À La Chaux-de-Fonds nous avons maintenant bientôt 7 ans de recul, la première volée ayant entamé le cursus à l'automne 2002. Les deux premières volées étaient exclusivement composées de personnes ayant déjà eu une expérience et/ou une formation technique. À partir de la « troisième génération », le profil de nos étudiants a changé et nous avons accueilli des personnes avec peu d'expérience pratique⁹. Nous ne portons pas de jugement de valeur mais constatons simplement que le contenu et la forme de l'enseignement ont dû s'adapter de façon parfois radicale. En ce sens, actuellement, il n'est pas possible de dire que nous formons des personnes pouvant remplir sans réserve les exigences posées par ce troisième domaine.

⁹ Le passage au système de Bologne a aussi eu une influence : en effet, dans le précédent système, la formation ne pouvait être suivie qu'après un stage pratique préalable d'une année en institution muséale.

Perspectives

Comme nous l'avons vu, il est parfois difficile de trouver le point de rencontre entre la conservation-restauration des matériaux et la restauration fonctionnelle, étant entendu que la particularité des objets techniques est d'avoir la capacité de fonctionner.

Actuellement la conservation-restauration en horlogerie n'en est qu'à ses débuts. En Suisse, il existe la restauration traditionnelle dont le but est la conservation de la fonctionnalité – ce qui est en voie de disparition en France.

Si nous voulons éviter les bricolages et autres formations sur le tas au profit d'une vision à long terme de la préservation du patrimoine technique nous devons continuer à réfléchir à ce que doit être une véritable formation en conservation-restauration d'objets techniques. Elle ne devrait pas se contenter de dire que le fonctionnement pose problème mais devrait fournir les compétences permettant d'évaluer le fonctionnement d'un objet historique, d'observer les dégâts potentiels et surtout de trouver une réponse scientifique pour faire un pronostic, sans se réfugier derrière l'éthique. L'équilibre doit être trouvé entre le savoir-faire et le savoir tout faire...

Annexe 1 : Liste des Musées

Musée de l'horlogerie et émaillerie, Genève
Espace horloger de la vallée de Joux, Le Sentier
Musée d'horlogerie et d'instruments de musique mécanique, St. Croix
Musée du fer et du chemin de fer, Vallorbe
Musée industriel de Val-de-Travers, Môtier
Musée International d'Horlogerie, La Chaux-de-Fonds
Musée d'horlogerie du Locle, Château des Monts, Le Locle
Musée Neuhaus, Bienne
Musée du tour automatique, Moutier
Musée Historique de Bâle – Sammlung Kirschgarten, Bâle
Collection Kellenberger, Winterthur
Fondation horlogère, Porrentruy
Château Pertuisier, Morteau
Musée de la montre, Villers-le-Lac
Musée du Temps, Besançon
Musée Paul-Dupuy, Toulouse
Musée National d'Arts et Métiers, Paris

Musée Patek Philippe, Genève
Cité du Temps (Swatch), Genève
Musée Girard-Perregaux – Villa Marguerite, La Chaux-de-Fonds
Musée TAG Heuer 360, La Chaux-de-Fonds
Villa Jean-Richard, La Chaux-de-Fonds
Musée Omega, Bienne
Musée Longines, St. Imier
Musée d'horlogerie Beyer, Zürich
Musée Audemars Piguet, Le Brassus
L.U.CEUM – Traces du Temps, Flerier

Annexe 2 : les compétences (1/2)

Les compétences professionnelles nécessaires pour la conception et la fabrication à l'échelle artisanale et industrielle

Les compétences supplémentaires permettant la maintenance ou le rétablissement de la fonctionnalité

Les compétences en conservation-restauration de biens culturels techniques, avec à leur base les connaissances relatives à la conservation des matériaux constitutifs ainsi qu'à l'établissement d'une documentation sur le patrimoine matériel et immatériel

Annexe 3 : les formations

Les écoles d'horlogerie (CFC) :

Bienne
Genève
Granges
Le Locle
Le Sentier
Morteau (F)
Porrentruy

Les écoles techniques (Technicien ET) :

Granges, technicien de production horlogère
La Chaux-de-Fonds, designer d'objets horlogers
Le Locle, technicien en complication/restauration horlogère

Les écoles privées (Certificat d'école) :

Neuchâtel, WOSTEP – Centre Suisse de Formation et de perfectionnement Horloger
Etats-Unis, NAWCC – National Association of Watch and Clock Collectors

Les hautes écoles supérieures (BA et MA) :

La Chaux-de-Fonds, conservation-restauration d'objets scientifiques, techniques et horlogers
Le Locle, microtechniques horlogères – conception et développement de nouveaux produits
Grande-Bretagne, West Dean College – Antic clock and watch restoration

Annexe 4 : les compétences (2/2)

Les compétences professionnelles nécessaires pour la conception et la fabrication à l'échelle artisanale et industrielle

Les compétences supplémentaires permettant la maintenance ou le rétablissement de la fonctionnalité

Les compétences en conservation-restauration de biens culturels techniques, avec à leur base les connaissances relatives à la conservation des matériaux constitutifs ainsi qu'à l'établissement d'une documentation sur le patrimoine matériel et immatériel

Annexe 5 : les métiers

Acheveur

Angleur

Cadranier

Concepteur de mouvement

Constructeur habillage

Décolleteur

Emailleur

Emboîteur

Fabricant d'aiguilles, de bracelets en cuir et en métal, de verre

Finisseur

Gemmologue

Graveur

Guillocheur

Horloger :

- après-vente,
- monteur,
- régleur,
- rhabilleur,
- de complication,
- industriel,
- micro mécanicien

Joillier

Mécanicien

Orfèvre

Polisseur

Sertisseur

Termineur

Table ronde : Faut-il une formation de conservation-restauration spécialisée ?

Animée par **Marie-Anne Loeper-Attia**, restauratrice, Institut national du patrimoine, Musée de la musique

Avec **Marie-France Calas**, conservateur général du patrimoine et inspecteur général des Musées, DMF

Thierry Lalot, directeur du Master Conservation-Restauration des Biens culturels, université Paris 1

Jacques Maigret, conservateur en chef honoraire, musée du CNAM

Jean-Claude Montagné, ingénieur, historien de la TSF

Les nouvelles sources sonores du XX^e siècle, comme d'autres objets du patrimoine liés au cinéma, à l'informatique, à la radio ou à l'art contemporain, nécessitent de nouveaux protocoles d'évaluation, de mise en conservation et de restauration et exigent de notre part de nouvelles compétences. Face à ces nouveaux enjeux, quelles réponses peuvent apporter les organismes de formation à la conservation-restauration ?

Synthèse de la table-ronde :

En préambule, **Marie-Anne Loeper-Attia** présente une liste des formations en conservation-restauration en Europe.

Liste de formations en conservation-restauration en Europe

Nom des institutions	Pays	Spécialités
Fachhochschule Berlin	Allemagne	Support numérique patrimoine industriel photo
Techn. Hochschule Munich	Allemagne	Matériaux modernes, peinture contemporaine
Akademie Stuttgart	Allemagne	Nouveaux médias, digitale info.
Fachhochschule Köln	Allemagne	Instruments de musique
Heaa La Chaux de Fonds	Suisse	Patrimoine technique et scientifique
Fachhochschule Bern	Suisse	Matériaux modernes
Limburg Cons Inst, Maastricht	Pays-Bas	Peinture contemporaine
Royal Academy Cons. Copenhagen	Danemark	Support audio et électronique, art contemporain
Ecole de La Cambre	Belgique	Peinture contemporaine
Inp Paris	France	Peinture contemporaine, objets composites techniques
Master CRBC Paris I	France	Matériaux modernes
École Beaux-Arts Avignon	France	Peinture contemporaine

Cette liste n'est pas exhaustive. Les formations présentées comportent des spécialisations susceptibles de concerner les instruments de musique. La plupart dispense un enseignement dans le domaine de la peinture contemporaine, domaine dont certaines problématiques sont peu éloignées des nôtres.

Ces formations basent leur enseignement sur les règles patrimoniales définies par ECCO (European Confederation of Conservator-Restorer's Organisation) :

- préservation des biens du patrimoine au bénéfice des générations futures,
- contribution à la connaissance et à la compréhension des biens du patrimoine dans le respect de leur signification esthétique et historique,
- respect de leur intégrité physique.

Pour cela, il existe une multiplicité de sources :

- les archives (instructions de montage...),
- les imprimés (publications techniques),
- la documentation iconographique,
- les témoignages oraux,
- les témoignages matériels (objets similaires).

Les différents acteurs sont représentés autour de cette table :

le conservateur de musée, le conservateur-restaurateur, le technicien et le formateur.

Marie-France Calas souligne l'importance et la difficulté de la pérennisation des savoirs dans la conservation du patrimoine du XX^e siècle, il est nécessaire de préserver le savoir-faire des ingénieurs pour les instruments dits « analogiques ». Il faut améliorer les formations pour les restaurateurs et les conservateurs pour une meilleure politique concertée de conservation et de restauration.

La « loi musée » définit l'accès par les restaurateurs à ces objets par les quatre filières de formation existant en France (Avignon, Tours, INP et Master du CRBC – Conservation-Restauration des Biens Culturels) :

- habilitation des personnes pouvant travailler sur ce type de patrimoine,
- nécessité de regrouper les savoirs et diversifier les compétences,
- meilleure connaissance économique et historique de ce type d'objets.

Jean-Claude Montagné

Nous sommes en présence de techniciens très compétents en matière d'électricité et d'électronique mais non formés en techniques analogiques, ni aux anciennes technologies employées dans tous ces appareils. Les connaissances nécessaires à la restauration de ce matériel risquent de disparaître à court terme et il n'existe pas de manuel les regroupant.

Il serait urgent de déterminer pour des exemples divers, instruments de musique et autres instruments scientifiques, notamment analogiques, ce qu'il conviendrait d'écrire afin que cette connaissance perdure. Plusieurs institutions sont concernées, le Musée de la musique, le Département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque nationale de France, la Cinémathèque...

Il faudrait déterminer quels sont les éléments à conserver, croiser les connaissances des techniciens et des musiciens par exemple.

Jacques Maigret

Dans les collections du CNAM, nous sommes amenés à traiter des objets très variés, des ordinateurs, des objets en plastique, en bois, en fonte, en pierre... Nos objets sont multiples mais ne sont pas patrimoniaux par essence, ils entrent au musée parce que nous avons décidé de les garder.

Une notion est importante à définir : pourquoi a-t-on décidé de garder cet objet ? Dans le cas du Musée des arts et métiers et par comparaison avec des objets d'art, nous faisons des restaurations fonctionnelles, nos objets n'ont d'intérêt que par rapport à leur fonctionnement, on les garde pour comprendre leurs principes physiques.

Certains objets rentrés il y a longtemps dans les collections ne fonctionneront jamais plus. Pour ce qui est des objets qui rentrent aujourd'hui dans les collections, ils sont en principe en état de fonctionner et c'est important de les garder dans cet état ou de les garder technologiquement compréhensibles. Certains appareils que l'on fait fonctionner pour démonstration sont considérés comme matériel d'étude et ne font pas partie des collections, c'est le cas par exemple d'un Scopitone acquis récemment. Lors de la remise en état de fonctionnement du matériel, on s'entoure de toutes les garanties habituelles aux objets patrimoniaux, consultation de la documentation, conservation des pièces changées, dossiers photographiques pour garantir la transmission de l'information.

Lors de ces constats, nous avons été amenés à penser que nous avons besoin d'ingénieurs, les restaurateurs sont très compétents sur les matériaux, mais insuffisamment sur les principes de fonctionnement.

La collection du CNAM a été créée par l'abbé Grégoire pour servir à la formation des ouvriers, des artisans... Nous avons gardé cette vocation de formation, et nous sommes spécialisés dans la formation par alternance, la validation des acquis.

On peut penser qu'une association CNAM / écoles de conservation-restauration permettrait de tisser des liens. Par exemple le fait qu'un restaurateur puisse venir au CNAM suivre des formations techniques (en mécanique, en électronique...) et qu'un ingénieur du CNAM puisse s'inscrire à l'INP par exemple pour valider des unités en déontologie, en connaissance des matériaux... Des rencontres entre les responsables des deux institutions ont eu lieu, malheureusement ces responsables ont changé et le dossier est toujours en cours d'étude.

Marie-Anne.Loeper-Attia

Nous avons en projet pour l'année prochaine de faire travailler nos élèves en conservation-restauration à l'Inp sur un ordinateur du CNAM, la nouvelle équipe enseignante a pris conscience de la nécessité de croiser les formations, de créer des correspondances.

Jacques Maigret

Compte tenu de la spécificité des formations et du relativement faible niveau des besoins, il n'est pas question de créer une filière. Si le marché s'ouvre à une nouvelle approche du patrimoine, il peut y avoir des demandes de collectionneurs privés, en particulier nous avons des demandes des musées de l'automobile qui sont presque tous des musées privés.

Plus globalement, il y a une demande au niveau des collectionneurs privés pour une restauration dans le respect d'une déontologie comme cela se pratique déjà à l'étranger.

Jean-Claude Montagné

Jean- Marc Fontaine nous a montré un kinétophone d'Edison. Cet appareil ne possède aucun élément électrique, il n'a que des éléments physiques et en particulier un amplificateur mécanique. Ce sont des données importantes.

Thierry Lalot s'exprime en tant que directeur du Master Conservation-Restauration des biens culturels de Paris 1. Une première remarque s'impose concernant la grande diversité des biens culturels. La réponse en terme de formation à cette grande diversité n'est simplement pas possible en terme budgétaire, il n'est pas possible d'envisager 7 ou 8 spécialités à l'université. Je souhaiterais développer au sein du master de conservation-restauration une réflexion sur ce que l'on doit enseigner pour essayer de vivre la transition qui s'opère dans nos sociétés modernes, du point de vue de la restauration des biens culturels.

Les travaux de Cesare Brandi, théoricien de la conservation-restauration sont difficilement complètement applicables à la conservation-restauration d'œuvres conceptuelles. Il y a donc une vraie réflexion à conduire. Il me semble que la conservation d'un savoir faire n'est pas forcément du domaine de la restauration. La transmission du savoir faire d'un patrimoine appartient aussi aux formations dispensées par les conservatoires de musique.

La conservation-restauration dans le domaine patrimonial nécessite de travailler en équipe et d'associer des compétences plutôt que de former des compétences très spécifiques qui posent des problèmes en termes de débouchés.

La réflexion autour d'un objet que l'on a choisi d'associer à un patrimoine pour être transmis à des générations futures, est fondamentale. Il est essentiel de définir pour quelles raisons on a choisi cet objet, et au-delà, on facilite le travail du restaurateur.

Quelles valeurs souhaite-t-on mettre en avant dans la matérialité de l'objet et comment respecte-t-on les valeurs à transmettre dans le processus de restauration?

Ces éléments servent de base au travail du conservateur-restaurateur et lui permettent de justifier le niveau de ses interventions.

Jean-Claude Montagné

Quant on parle d'ingénieur en électronique ou d'autres domaines, métiers qui demandent plusieurs années d'étude, il y a en plus du savoir-faire des connaissances techniques approfondies que l'on acquiert par exemple au CNAM.

Il y a un hiatus entre les formations dispensées par l'université et les écoles du type CNAM, Centrale. Il y a des tâches à remplir et c'est une question d'optique différente. Savoir faire et savoir utiliser des connaissances techniques approfondies.

Marie-Anne Loeper-Attia

La situation est en train d'évoluer en particulier grâce au patrimoine industriel. La difficulté vient aussi dans la constitution d'équipes pluridisciplinaires regroupant conservateurs-restaurateurs, ingénieurs... pour répondre aux besoins des cahiers des charges et des nouvelles problématiques posées par ce type de patrimoine.

Thierry Maniquet

Nous sommes très sensibles à votre définition d'objet personnel et sa valeur d'usage, car nous avons des objets matériels qui sont au service d'un art immatériel et quand la fonctionnalité disparaît, l'intérêt qui est dédié à la valeur d'usage est en danger.

Stéphane Vaiedelich

Le travail d'équipe est essentiel car toutes les compétences nécessaires à la conservation/restauration ne peuvent être détenues par une seule personne.

Hugues Genevoix

Les instruments de musique qui sont aussi des objets techniques, inventés par des ingénieurs et produits en grande série, ont leurs propres spécificités. Si l'on prend l'exemple des ondes Martenot produites à environ 300 exemplaires, il est essentiel d'avoir des restaurateurs pouvant restituer la fonctionnalité de ces instruments pour transmettre un répertoire. La fonctionnalité d'un instrument de musique permet la transmission d'un répertoire immatériel.

Thierry Maniguet

La fonctionnalité est effectivement au service d'un répertoire. Au Musée de la musique, on en tient compte dans notre analyse et nous sommes considérés comme un centre de ressources. Des musiciens, des musicologues, des techniciens, des facteurs d'instruments de musique et des restaurateurs viennent nous interroger. Pour en revenir au cas des ondes Martenot, il existe aussi une culture du secret dans la facture instrumentale et il est difficile de savoir quels matériaux ont été utilisés. Maurice Martenot, souvent qualifié de « récupérateur de génie » prenait tous les matériaux à sa disposition, les transformait et les utilisait ; notre tâche est maintenant de déchiffrer tout ce processus, ce qui est particulièrement complexe.

La question de revenir à l'état d'origine ne correspond à rien lorsque l'on sait que Martenot modifiait les instruments lorsqu'il les réparait. Chaque intervention crée un nouvel état.

Thierry Lalot

L'une des solutions aux problèmes de la restauration est de faire évoluer des formations, impliquant une mobilité des enseignants dans les domaines techniques et artistiques et en créant des modules de courte durée.