Mémoire de recherche / Septembre 2017

Diplôme national de master

Domaine - sciences humaines et sociales

Mention – sciences de l'information et des bibliothèques

Spécialité – archives numériques

Numérisation d'un fonds sonore à vocation de préservation

Yamila Miatti

Sous la direction de Laurent Duplouy
Chef du Service Numérisation – Bibliothèque Nationale de France

Maître de Conférence associé – Enssib

Remerciements

Je souhaite remercier Luc Verrier de la BnF et Roseline Drapeau de l'Ircam pour leur disponibilité à répondre à mes questions

Merci à mon directeur de mémoire, Laurent Duplouy, pour le suivi et la relecture de mon travail

(cc) BY-NC-ND

Résumé :

Le patrimoine sonore est riche par sa diversité culturelle et linguistique. Les institutions répondent différemment face aux problèmes liés aux supports analogiques en fonction des ressources humaines et financières à leur disposition. La préservation numérique apparaît comme une solution idéale à long terme pour lutter contre l'obsolescence et la dégradation des supports analogiques grâce à tous les outils assurant le processus de numérisation et de conservation. Ce travail traite de la problématique de la préservation numérique des fonds sonores et présente les préconisations et les initiatives prises à cet égard.

Descripteurs :

conservation numérique à long terme, archives sonores, phonographe, phonothèques, obsolescence technologique, métadonnées, support de stockage, pérennité

Abstract :

The sound heritage is rich in its cultural and linguistic diversity. Institutions respond differently to the problems associated with analogue media, depending on the human and financial resources available to them. Digital preservation is an ideal long-term solution to relieve the obsolescence and degradation of analog media thanks to all the tools that ensure the digitization and conservation process. This work deals with the issue of digital preservation of sound archives and presents the recommendations and initiatives taken therein.

Keywords :

long-term digital preservation, sound archives, phonograph, sound recording libraries, technological obsolescence, metadata, storage media, sustainability

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat : « **Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France** » disponible en ligne http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr ou par courrier postal à Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

BY-NC-ND

Sommaire

SIGLES ET ABRÉVIATIONS 7

INTRODUCTION..... 9

1. AUX ORIGINES DES FONDS SONORES 13

1.1. L'archive phonographique..... 13

1.1.1. Le phonogramme : définition 13

1.1.2. Le patrimoine sonore édité et inédit 13

1.1.3. Fonds sonores et collections 14

1.2. Le document sonore : valorisation du patrimoine culturel 15

1.2.1. Organismes dépositaires du dépôt légal 15

1.2.2. Valeur du document sonore face à l'écrit..... 16

1.2.3. La constitution des fonds et des collections 18

1.3. Les instituts et centres détenteurs..... 20

1.3.1. Les institutions nationales..... 20

1.3.2. Les associations régionales..... 23

2. L'ENJEU DU NUMERIQUE DANS LA PERENNITE DU PATRIMOINE SONORE..... 27

2.1. Evolution des supports d'enregistrement 27

2.1.1. Qu'est-ce que l'enregistrement sonore ? 27

2.1.2. Supports analogiques : mécaniques et magnétiques 29

2.1.3. Éléments déclencheurs des actions de sauvegarde 31

2.2. De l'analogique à l'information numérique..... 34

2.2.1. Objectifs de la numérisation..... 34

2.2.2. Procédures de numérisation de l'information sonore 36

2.3. Conservation des documents numérisés..... 38

2.3.1. Quels supports numériques : magnétiques, optiques ? 38

2.3.2. Préconisations de formats 47

2.3.3. Métadonnées de conservation..... 48

2.3.4. Migration des supports numériques..... 52

3. PROCESSUS TECHNIQUES ET PRESERVATION DE L'INFORMATION SONORE 54

3.1. Démarche et stratégie de numérisation..... 54

3.1.1. Plan de sauvegarde du patrimoine sonore 54

(cc) BY-NC-ND

3.1.2. Critères et périmètre de numérisation 55
3.1.3. Supports et formats de conservation pour le son numérisé 57
3.2. Gestion des documents sonores numérisés 58
3.2.1. Quelle politique de traitement documentaire ? 58
3.2.2. Quel traitement après numérisation ?..... 60
3.2.3. Une solution longue et coûteuse 61
3.3. Numérisation de préservation et numérisation de diffusion..... 63
3.3.1. Cycle de vie et préservation du son numérisé..... 63
3.3.2. Valorisation et restitution 63
3.3.3. Exploitation et consultation des fonds numérisés 65
3.4. Accessibilité et droits 68
3.4.1. La notion de copie : de l'original à la reproduction..... 68
3.4.2. Une question de droits 68
4. CONCLUSION 71
5. SOURCES..... 73
6. BIBLIOGRAPHIE..... 77
7. ANNEXES 81
8. TABLE DES ILLUSTRATIONS..... 91
9. TABLE DES MATIÈRES..... 93

(cc) BY-NC-ND

Sigles et abréviations

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFAS : Association Française des Archives Sonores orales

BnF : Bibliothèque nationale de France

BWF : Broadcast Wave

BD-R : Blu-ray Disc Recordable

CD-R : Compact Disc Recordable

CODEC : Codeur DECodeur

DAT : Digital Audio Tape

DVD-R/DVD+R : Digital Versatile Disc

FAMDT : Fédération des Associations de Musiques et Danses Traditionnelles

GIS-SPADON : Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Supports Pérennes d'Archivage des Données Numériques

IASA : International Association of Sound and Audiovisual Archives

INA : Institut National de l'Audiovisuel

kHz : KiloHertz

LNE : Laboratoire National de métrologie et d'Essais

LPCM : Linear Pulse Code Modulation

LTO : Linear Type Open

MBWF : Multichannel Broadcast Wave

METS : Metadata Encoding and Transmission Standard

ORTF : Office de Radiodiffusion Télévision Française

PREMIS : PREservation Metadata Implementation Strategies

RAID : Redundant Array of Independant Disks

RTF : Radiodiffusion-Télévision Française

WAVE : WAVEform audio format

WAV : Waveform Audio

WORM : Write Once Read Many

(cc) BY-NC-ND

INTRODUCTION

L'histoire phonographique naît grâce aux nombreuses innovations scientifiques et techniques qui ont cours au XIXe siècle, dès la deuxième révolution industrielle et voit passer nombre de précurseurs.

En effet, l'enregistrement sonore est le fruit de plusieurs inventions du début du XIXème siècle débutant avec le désir de transcription de la parole humaine.

Pensé par Charles Cros, principe de ce qu'il nomme « Paléophone » (voix du passé), le concept du procédé d'enregistrement se poursuit avec l'invention pionnière d'Edouard-Leon Scott de Martinville : le phonautographe. L'appareil retranscrit des ondes sonores sur une feuille de papier enregistrant ainsi le premier son de l'histoire « Au clair de la lune » mais sans la capacité de le réécouter.

Le procédé est développé quelques années plus tard par Thomas Edison avec l'invention du phonographe en 1877, appareil de reproduction sonore par procédés mécaniques. A celui-ci, s'est suivi progressivement le développement et le perfectionnement de plusieurs appareils d'enregistrement, parmi lesquels le gramophone, le magnétophone, l'électrophone jusqu'aux techniques de reproduction sonore numérique.

La prise de conscience et l'importance de ces nouveaux mécanismes d'enregistrement, bien que s'installant progressivement dans les pratiques, prennent une place considérable avec d'un côté le développement de l'industrie du disque et de l'autre un engouement pour les témoignages et récits de vie qui viennent parfois compléter les écrits biographiques plaçant le document oral comme une source pour l'histoire.

Ainsi, il s'en suit un phénomène de développement d'archives phonographiques dans le monde, avec en France la fondation des Archives de la Parole en 1911. On se souviendra de l'injonction « Historiens à vos micros ! » lancée à la fin des années 1970 par l'historien Philippe Joutard.

Nombreuses sont les institutions qui s'empressent de recueillir des témoignages et enregistrer la mémoire des hommes se constituant en fonds spécifiques.

(cc) BY-NC-ND

Toutes ces institutions s'intéressent à la fixation de la parole des hommes et plus particulièrement à la collecte des récits de vie, folklores, chants et rituels, des musiques traditionnelles, contes et légendes, des langues ou bien encore des dialectes en voie de disparition.

Ces traditions et expressions orales sont d'intérêt patrimonial irréfutable et intemporel. Cette richesse culturelle, linguistique et artistique, regroupant aussi bien la parole, le geste, le chant, le conte, la musique, la danse, l'art du spectacle, que les connaissances et savoir-faire, constitue un patrimoine culturel immatériel de valeur inestimable aussi important que l'archive écrite. Il s'agit, d'ailleurs, d'un héritage vivant, transmis de génération en génération qui permet de contribuer à la création de l'identité d'une société et plus largement à la mémoire de l'humanité.

C'est dans cette dynamique que se place le patrimoine oral, dont les sources orales et sonores appellent un traitement particulier pour leur préservation.

Conservées par diverses structures institutionnelles et centres d'archives sonores, ces archives sonores, témoignages historiques, culturels, sociologiques, constituent une force de transmission générationnelle, d'autant plus qu'elles sont collectées, conservées, restaurées, restituées et diffusées.

Leur mise à disposition favorisant leur réutilisation pour les besoins de la recherche est capitale. Les chercheurs, les étudiants, les musiciens et les chanteurs, principal public de ces sources sonores, sont face à une multitude de choix, d'autant que des réseaux de partage et de mutualisation des ressources se sont développés entre certains instituts pour une meilleure préservation et une meilleure diffusion de leur fonds. Malheureusement celles-ci sont encore peu exploitées voire méconnues alors qu'elles constituent des sources intéressantes pour la recherche, une source d'information historique au même titre que les autres types de documents davantage prisés par les chercheurs.

La préservation de l'information sonore sur le long terme est intemporelle et va au-delà du processus d'archivage qui implique un cycle de vie.

La sauvegarde de ce patrimoine culturel et immatériel passe alors autant par un acte de conservation et de préservation et exige des moyens de conservation pérenne et de traitement complexes nécessitant des moyens humains et matériels souvent insuffisants dans les petites structures.

Comment assurer la pérennité des fonds et dans quelles conditions ?

(cc) BY-NC-ND

Il est nécessaire de prendre en compte l'évolution technologique car les documents sonores sont des documents fragiles. Tout détenteur d'archives sonores sur support analogique est confronté au risque de dégradation de son patrimoine sonore avec le temps.

En effet, l'obsolescence des appareils de lecture, la dégradation et l'évolution des supports, l'arrêt de la fabrication ou d'approvisionnement des matériels sont autant de facteurs à prendre en compte. Longtemps stockés sur des supports analogiques, les documents sonores sont de plus en plus numérisés. Quels sont alors les mécanismes et les outils mis en place pour assurer la pérennité de cette information sonore ?

Aujourd'hui, l'émergence des nouvelles pratiques technologique fait que la migration des documents sonores anciens vers des supports numériques est une nécessité. Plusieurs initiatives de dématérialisation du patrimoine sonore se développent dans les instituts pour pallier à ces risques et maintenir la préservation des documents sonores.

Mais est-ce une réponse pour le long terme ? L'évolution technologique est telle que ces nouveaux supports ont une durée de vie limitée, alors comment en assurer la pérennité des contenus ?

Il est nécessaire de rappeler l'importance de la préservation des documents numérisés et des enjeux stratégiques, culturels et technologiques que cela engendre et d'en maintenir l'accès dans le temps. Ceci est d'autant plus vrai pour les archives sonores inédites qui existent le plus souvent en un exemplaire unique.

L'objet de ce mémoire est donc d'interroger les bénéfices de la numérisation. La numérisation est-elle la solution idéale à la préservation de l'information des fonds sonores, et sous quelles conditions les supports numériques peuvent-ils se substituer aux solutions analogiques existantes ?

Car, avec le numérique les principes de préservation changent, il ne suffit plus de conserver le support d'enregistrement et l'appareil de lecture. Il faut non seulement s'assurer de préserver le contenu mais aussi tout son environnement de lecture, de la numérisation au stockage jusqu'à la migration.

Nous dresserons, dans un premier temps, un bref état des lieux de l'évolution de l'enregistrement sonore en France. Nous tenterons d'identifier les acteurs de la conservation des archives sonores et la typologie de leur fonds.

(cc) BY-NC-ND

Nous aborderons ensuite les différentes caractéristiques des supports d'enregistrement sonore avec les atouts et les faiblesses des supports analogiques et numériques ainsi que les objectifs et les caractéristiques techniques de la numérisation de l'information sonore pour une conservation à long terme et ses limites.

Enfin, nous nous focaliserons sur les stratégies et les solutions adoptées, en termes de démarche de numérisation et de conservation, par certaines institutions nationales et les choix réalisés par des centres régionaux de plus petite taille et détenteurs d'archives sonores tels que les phonothèques.

.

(cc) BY-NC-ND

1. AUX ORIGINES DES FONDS SONORES

1.1. L'ARCHIVE PHONOGRAPHIQUE

1.1.1. Le phonogramme : définition

Le phonographe, étymologiquement dérivé du grec *graphein* (écrire) et *phônê* (voix), est un « appareil qui enregistre et reproduit les sons et les voix par un procédé purement mécanique »[1]. Le phonogramme est donc le résultat de l'enregistrement d'une séquence de son fixé sur un support. Cette technique nécessite systématiquement un appareil de lecture.

Un document est un ensemble constitué d'un support et de l'information qu'il porte. Il en va de même pour le document audio.

Bruno Bachimont parle de plusieurs « dimensions documentaires[2] » permettant de décrire un type de document. Parmi celle-ci, on trouve la « dimension de préservation » qui caractérise le support d'inscription du contenu consistant à lui en donner la pérennité. Ainsi, le phonogramme aura pour support une bande magnétique, par exemple, quand sa « dimension de restitution » correspondant au support d'appropriation ou de consultation sera un haut parleur.

Juridiquement[3], le phonogramme est indépendant de l'existence ou non d'un support tangible, il peut être fixé sur tous supports matériels ou dématérialisés.

1.1.2. Le patrimoine sonore édité et inédit

Qu'il soit source de procédés mécaniques, magnétiques, acoustiques, optiques ou numériques, le phonogramme permet donc la fixation de toute œuvre

[1] Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales http://www.cnrtl.fr/definition/phonographe

[2] BACHIMONT BRUNO, « Archivage audiovisuel et numérique : les enjeux de la longue durée », cours à l'Ebsi, Université de Montréal, 2013 [en ligne] https://plone.unige.ch/ArchiSavoirs/le-seminaire/lectures-pour-la-seance-du-3-juin-2013/bruno-bachimont-archivage-audiovisuel-et-numerique-les-enjeux-de-la-longue-duree/view (consulté le 30 avril 2017)

[3] Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle, « Article 2 du Traité de Beijing sur les interprétations et exécutions audiovisuelles » [en ligne] http://www.wipo.int/treaties/fr/text.jsp?file_id=295837#art2 (consulté le 3 mai 2017)

(cc) BY-NC-ND

musicale ou parlée. Il conserve une information, une mémoire, une voix et acquiert un statut d'archive au fil des années.

Marie-France Calas distingue trois types de phonogrammes : ceux issus de l'édition phonographique, de la radio et les phonogrammes collectés.[4]

On parle alors d'archives inédites et éditées. Les archives éditées, issus majoritairement du dépôt légal et par acquisition se sont développées grâce à l'essor de l'industrie du disque et bénéficient d'un accroissement considérable.

Les archives inédites sont surtout l'œuvre de chercheurs de collectionneurs, de compositeurs ou d'institutions mais peuvent aussi émaner d'archives personnelles.

Les archives sonores inédites consistent donc en un véritable enjeu patrimonial enrichi par les collectes successives des centres d'archives nationaux mais aussi régionaux.

Les dons et les acquisitions ont permis l'accroissement des supports sonores favorisant la constitution des fonds et des collections.

1.1.3. Fonds sonores et collections

Selon le Dictionnaire de terminologie archivistique[5], un fonds est un « *ensemble de documents de toute nature constitué de façon organique par un producteur dans l'exercice de ses activités et en fonction de ses attributions* » Conservé en vue d'une utilisation éventuelle, le fonds d'archives est définit par le PIAF[6] comme un « *ensemble des documents de toute nature qu'une personne, physique ou morale, a automatiquement produits ou reçus dans l'exercice de ses activités, rassemblés de façon organique* ».

Le fonds sonore regroupe donc, autour de thématiques fortes et cohérentes, tout type de phonogrammes de toutes natures. Il peut s'agir de documents sonores inédits ou édités, musicaux ou de langue parlée. Les fonds sont orientés en fonction de thèmes ou associés à des collecteurs.

---

[4] CALAS Marie-France, « Les collections de phonogrammes ». Culture et Recherche, juillet-octobre 2002, n°91-92, p.12-14 [en ligne] http://www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 19 décembre 2016)

[5] Direction des Archives de France, *Dictionnaire de terminologie archivistique*, 2007 [en ligne] https://francearchives.fr/file/4f717e37a1befe4b17f58633cbc6bcf54f8199b4/dictionnaire-de-terminologie-archivistique.pdf

[6] Portail International Archivistique Francophone : http://www.piaf-archives.org

(cc) BY-NC-ND

Par opposition au fonds d'archives, une collection est définie comme étant une « *réunion artificielle de documents en fonction de critères communs liés à leur contenu ou à leur support et dont la juxtaposition est le fruit de la volonté ou du hasard* ». Elle peut donc être constituée selon la langue, le support, le type des documents recueillis. Une collection peut regrouper des documents issus d'une même mission de recherche, d'un pays, d'un type d'instrument.

Même si ces deux catégories peuvent se distinguer dans les catalogues et les bases de données, la pratique et les méthodologies de traitement les confondent. Ici, elles seront donc traitées d'un même trait.

1.2. LE DOCUMENT SONORE : VALORISATION DU PATRIMOINE CULTUREL

1.2.1. Organismes dépositaires du dépôt légal

Le dépôt légal est l'obligation légale pour tous producteurs ou diffuseurs de documents de les déposer auprès des organismes dépositaires, lesquels sont tenus de les conserver et de les signaler. L'article L. 131-1[7] du code du patrimoine définit le dépôt légal comme étant organisé en vue de permettre la collecte, la conservation et la consultation de ces documents, la constitution et la diffusion de bibliographies nationales. En France, le dépôt légal réservé à l'imprimé depuis le 16ème siècle s'est progressivement étendu aux documents iconographiques, sonores, multimédias, musique imprimée, vidéogrammes, logiciels et aux sites web. Ainsi, les deux organismes responsables du dépôt légal des documents sonores sont la Bnf[8] et l'Ina[9] fonctionnant en parfaite autonomie.

Le dépôt légal des phonogrammes est institué par la Loi du 19 mai 1925 mais est mis en application qu'à partir du décret du 8 avril 1938. L'institution alors responsable de la collecte du dépôt légal des phonogrammes est la Phonothèque Nationale.

---

[7] Article L131-1, Chapitre I « Objectifs et champs d'application du dépôt légal. » https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074236&idArticle=LEGIARTI000006845515 (consulté le 28 février 2017)

[8] Bibliothèque nationale de France

[9] Institut National de l'Audiovisuel

(cc) BY-NC-ND

Aujourd'hui et depuis 1994 devenu le Département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque Nationale de France, l'institut est en charge de collecter en double exemplaire tout dépôt légal issu de l'édition phonographique français ou international, commercialisé ou non, dès lors que la production est diffusée sur le territoire. De ce fait, le dépôt légal ne constitue en aucun cas de restriction de genre ou de provenance et pour Pascal Cordereix, il est « le reflet de la société française, de ses évolutions.[10] »

L'Ina, issu de l'éclatement de l'ORTF[11], anciennement RTF[12], en 1974 est l'établissement responsable du dépôt légal des documents radiodiffusés et des documents audiovisuels télédiffusés d'origine française.

Depuis la loi de juin 1992 et le décret d'application du 31 décembre 1993, l'Ina est donc responsable de la collecte et de la conservation du flux des émissions radiophoniques de tous les programmes de stations nationales publiques en France soit, France-Inter, France-Info, France-Culture, France-Musique et Radio-Bleue.

Depuis janvier 2002, ce dépôt légal s'est, par ailleurs, élargi aux stations radiophoniques nationales privées.

1.2.2. Valeur du document sonore face à l'écrit

La source orale comme outil de recherche est longtemps restée méconnue des chercheurs, historiens et plus encore du grand public. Cela se traduit par une faible fréquentation des centres d'archives sonores.

Pourtant ces documents sont riches d'informations. C'est le cas particulier des témoignages oraux permettant de retransmettre les émotions du témoin, ses souffles et ses hésitations, même rétrospectivement, ce qui est difficilement possible à l'écrit.

Le recueil de témoignages, de récits de vie nous place face au regard direct d'un témoin d'un événement. L'oralité vient alors renforcer et parfois même éclairer l'écrit ou documents d'autres natures. C'est une complémentarité, cet apport

---

[10] CORDEREIX Pascal, « *Les fonds sonores du département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque nationale de France.* », *Bulletin de l'Institut Pierre Renouvin* 2/2014 (N° 40), p. 141-151 [en ligne] http://www.cairn.info/revue-bulletin-de-l-institut-pierre-renouvin1-2014-2-page-141.htm (consulté le 15 décembre 2016)

[11] Office de Radiodiffusion Télévision Française

[12] Radiodiffusion-Télévision Française

(cc) BY-NC-ND

mutuel qui est nécessaire sans forcément opposer l'écrit et l'oral. Comme l'appuient Chambat-Houillon Marie-France et Cohen Évelyne dans leur article :

> « *[…] la diversité des fonds et des supports ne doit pas aboutir à ce que la seule consultation des archives écrites se substitue aux archives sonores, visuelles ou audiovisuelles – ou réciproquement*[13] *[…]* ».

Les témoignages oraux sont d'autant plus intéressants quand il s'agit de combler le vide de documents écrits comme c'est le cas pour les anciennes sociétés dites « orales ».

La source première pour la recherche est la source écrite. L'objectif est de rendre autant attractive l'archive sonore que l'archive écrite pour la recherche et l'intégrer dans un corpus de recherche. Ce sont d'ailleurs l'une des missions plurielles des centres d'archives en France, tant nationaux que régionaux. C'est un fait incontestable aujourd'hui, la source orale a sa place dans le milieu de la recherche autant que la source écrite :

> « *Concernant l'oral comme source pour la recherche aujourd'hui, je note que les réserves qui sont faites à son propos ne sont que d'ordre méthodologique. En toute rigueur, il faut les prendre en considération, et offrir à l'oral la place ainsi pondérée qui lui revient : il n'en aura que plus de force.* »[14]

Pourtant, la communication autour des documents sonores et le signalement des sources gagneraient à être perfectionnés. Ce qui est d'autant plus vrai pour les fonds anciens qui manquent de visibilité. Aussi les obstacles à la consultation se heurtent parfois à des problématiques juridiques. Sujets que nous développerons en troisième partie.

---

[13] CHAMBAT-HOUILLON Marie-France, COHEN Évelyne, « *Archives et patrimoines visuels et sonores* », Sociétés & Représentations, 2013/1 n° 35, p. 7- 14, [en ligne] http://www.cairn.info/revue-societes-et-representations-2013-1-page-7.htm (consulté le 5 décembre 2016)

[14] PELEN Jean-Noël, « Les phonothèques de l'oral au carrefour de la recherche et de la culture », Bulletin de liaison des adhérents de l'AFAS, 2011 [en ligne] http://afas.revues.org/2702 (consulté le 10 janvier 2017)

(cc) BY-NC-ND

1.2.3. La constitution des fonds et des collections

La fondation en 1911 des Archives de la Parole par le grammairien et historien Ferdinand Brunot fait partie des débuts de l'histoire de la constitution des fonds sonores en France.

La fondation s'organise principalement autour de l'enregistrement et l'étude de la langue parlée. Il s'agira pour l'historien de mettre en perspective l'histoire de la langue française à travers la langue parlée face à la langue écrite.

Véritable « atlas phonographique », ces fonds regroupent divers enregistrements sonores de la Parole. Ainsi différents dialectes et patois de France, des discours et des œuvres, comme par exemple, les enregistrements de voix célèbres telles que celles de Guillaume Apollinaire, de Maurice Barrès ou du commandant Dreyfus[15] sont réunis. Jean Poirot, successeur de Ferdinand Brunot à la direction de l'institut, y enregistre notamment les voix de Rudyard Kipling et Anna de Noailles.

Devenu le Musée de la Parole et du Geste en 1928, l'institut intègre les Archives de la Parole et se consacre également à la collecte du folklore musical de certains pays de l'Europe de l'est, de Grèce et de France réalisé en parti par Hubert Pernot et Roger Dévigne[16]. Ce sont près de plusieurs milliers d'enregistrements qui viendront enrichir l'institut, témoignages de la richesse des traditions orales, des langues, dialectes et patois, et de la parole des hommes célèbres.

La collecte des phonogrammes issus de l'édition phonographique s'intensifie en 1938 avec l'instauration du dépôt légal.

Ainsi, le dépôt légal devient la principale source de constitution des collections, représentant aujourd'hui la majeure partie des collections.

Mais de nombreuses sources d'acquisitions viennent s'ajouter à la production interne de la BnF parmi lesquelles des dons de musiciens, collectionneurs, de chercheurs issus de divers domaines en ethnomusicologie et ethnologie entre autres, d'institutions tels que les dons de Pathé comprenant les traditions orales de

---

[15] CALLU Agnès, LEMOINE Hervé, « *Le patrimoine sonore et audiovisuel français, entre archives et témoignages : guide de recherche en sciences sociales* » dans L'audiovisuel et les sciences sociales, Paris, Belin, 2005, Tome 2, p. 6

[16] Voir à ce sujet CORDEREIX Pascal, « *Les fonds sonores du département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque nationale de France.* », *Bulletin de l'Institut Pierre Renouvin* 2/2014 (N° 40), p. 141-151 [en ligne] http://www.cairn.info/revue-bulletin-de-l-institut-pierre-renouvin1-2014-2-page-141.htm (consulté le 15 décembre 2016)

(cc) BY-NC-ND

l'Asie centrale et du Caucase ou les dons du Musée des Civilisations de l'Europe et de la Méditerranée comptant un peu plus de 77100 de documents sonores conservés à la BnF.

La BnF a également participé activement à la collecte de sources sonores inédites. Comme nous l'indique Pascal Cordereix dans son article[17], ces sources regroupent aussi bien les domaines de l'ethnomusicologie, la dialectologie, l'ethnolinguistique et la sociolinguistique.

Concernant les collections de l'Ina, la majeure partie des fonds sont issus des archives radiophoniques provenant du dépôt légal. Ces archives sont conservés depuis 1933 jusqu'à aujourd'hui.

Le peu de documents sonores subsistant de l'avant-guerre a été rassemblé par Raymond Charpentier mais sont très peu documentés. On retrouve parmi ceux-ci des émissions culturelles ou politiques telles que les discours de Léon Blum ou Pierre Brossolette.

Après guerre, l'évolution des supports d'enregistrement a permit de faciliter l'enregistrement. On retrouve donc dans les collections des journaux parlés, des discours tels que le discours du général de Gaulle, des entretiens, des documentaires, mais aussi des émissions spécialisées telles que « l'analyse spectrale de l'Occident » ou « la joie de vivre ».

A ces fonds, sont ajoutées, les collections issues des secteurs professionnels de l'Ina, les fonds de l'Office de coopération radiophonique ou encore de la Société de radiodiffusion de la France d'Outre-mer. Plusieurs institutions ont également déposé leurs documents sonores. Il s'agit des dépôts de l'AFP, des Archives départementales du Puy-de-Dôme et de la Bibliothèque de Documentation internationale et contemporaine entre autres.

Ainsi, les instituts nationaux donnent le ton, mais nombreux centres ou projets de collectes sont créés au fil des années par des chercheurs ou collectionneurs indépendants.

[17] *Ibid.*

(cc) BY-NC-ND

1.3. LES INSTITUTS ET CENTRES DÉTENTEURS

Plusieurs rapports dessinent la distribution géographique des instituts et centres détenteurs d'archives sonores.

Nous avons fait le choix suivant d'un éventail, non exhaustif, des centres et institutions détenteurs d'archives sonores, permettant d'avoir une vue sur la nature diverse des fonds existants. Celui-ci s'appuie d'une part sur le rapport d'étude de Robert Bouthillier et Daniel Loddo[18] qui concentre une analyse de 19 centres répondant à l'étude et de l'enquête d'Agnès Callu et Hervé Lemoine[19] qui recense en 7 volumes 848 institutions audiovisuelles.

Les archives sonores sont détenues aujourd'hui par des structures institutionnelles publiques, privées ou associatives. Bien que ces centres soient différents dans leur fonctionnement, leur mission, leur motivation de collecte d'animation ou d'ordre militant, tant pour la recherche scientifique ou universitaire, on soutient une convergence dans leurs objectifs. Leur but étant de représenter l'édition phonographique et la mémoire collective tout en la restituant au public. De la disparité des sources en résulte alors une force que l'on pourrait juger complémentaire. Car il est rare qu'une institution puisse restituer totalement la diversité des fonds.

1.3.1. Les institutions nationales

La Bnf

Les institutions nationales sont les premières à s'être intéressées aux archives sonores. Avec son million de phonogrammes en sa possession, le département de l'Audiovisuel de la BnF est aujourd'hui considéré comme la troisième collection sonore institutionnelle derrière la Library of Congress aux Etats-Unis et la British Library au Royaume-Uni.

Ses collections produites ou rassemblées sont des documents sonores inédits et édités essentiellement issus du dépôt légal, celui-ci permettant un accroissement

[18] LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, Les archives sonores en France, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, 124 p

[19] CALLU Agnès, LEMOINE Hervé, « Le patrimoine sonore et audiovisuel français, entre archives et témoignages, Paris, Belin, 2005, 7 Vol.

(cc) BY-NC-ND

annuel d'environ 15 000 phonogrammes. Aussi, Pascal Cordereix affirme particulièrement à propos du dépôt légal : « *le dépôt légal constitue en soi une mémoire et un observatoire irremplaçable de l'édition phonographique dans ses évolutions techniques, éditoriales ou économiques* ».[20]

Un large panel de documents décriant de manière générale les fonds détenus par le Département de l'Audiovisuel est accessibles en ligne via la plateforme Gallica. On retrouve parmi les fonds disponibles en ligne les « chansons et musiques de la Première Guerre Mondiale », « musique et parole du Japon », ou les « fonds de Gilles Deleuze ».

L'Ina

L'Ina est un établissement public dont la mission est la gestion et l'exploitation commerciale des archives de la radio et de la télévision.

Ainsi, Ina est dépositaire et responsable de tous les documents sonores de la radio publique depuis 1933.

Ce sont environ 17500[21] heures de radio enregistrées par an autour des thèmes de fictions, musiques, documentaires, entretiens, magazines et journaux parlés.

Institut privé des archives sonores

On compte aussi des instituts privés mais non régionaux qui s'intéressent à la préservation d'archives sonores. L'Institut des Archives Sonores est une institution privée qui se pose en tant que défenseur du patrimoine sonore et de la mémoire historique. Crée par Franklin Picard et Daniel Valon, l'institut a pour vocation de recueillir et conserver tous types d'enregistrements sonores mais aussi de faciliter la consultation et la diffusion de ses archives. Les collections concernent une large palette de domaines, dont le sport, la littérature, la mode, le cinéma, la chanson, les sciences, les religions, etc., enrichis par des dons, des achats, des productions, des témoignages, et concerne environ 30 pays.

---

[20] CORDEREIX Pascal, « Les fonds sonores du département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque nationale de France. », Bulletin de l'Institut Pierre Renouvin 2/2014 (N° 40), p. 141-151 [en ligne] http://www.cairn.info/revue-bulletin-de-l-institut-pierre-renouvin1-2014-2-page-141.htm (consulté le 15 décembre 2016)

[21] Inathèque : http://www.inatheque.fr/fonds-audiovisuels/fonds-radio.html

(cc) BY-NC-ND

Institut d'un ministère de l'Etat

Les institutions partenaires principales témoignent également par leur patrimoine de la volonté de préserver l'histoire et l'évolution de l'institution en question mais aussi de ses membres.[22]

Le Centre Historique des Archives Nationales rend compte des activités plurielles de l'Etat. Ses collections jalonnent l'histoire de l'administration depuis la Seconde Guerre Mondiale.

De même, le Centre des Archives Contemporaines est une institution conservant les fonds historiques des administrations centrales de l'Etat, des établissements publics nationaux et des associations à portée nationales. Ces fonds sont constitués de documents sonores et audiovisuels concernant, entre autres, des discours, des déclarations, des colloques, des campagnes d'information gouvernementale, des communiqués et conférences de presse, etc.

Le Centre des Archives du Monde du Travail possède également des fonds audiovisuels, dont des interviews, des émissions radiodiffusées, des discours. L'institution compte par exemple, parmi ces fonds sonores, le fonds de la Fédération de l'Education Nationale, le fonds du Conservatoire national de l'histoire de l'éducation spécialisée ou le fonds de l'équipe des prêtres ouvriers du Nord-Pas-de-Calais.

Concernant les services historiques de la Défense on retrouve, le Service Historique de l'Armée de Terre qui conserve les archives des départements ministériels chargés des affaires militaires. La mission de ce service est de conserver et valoriser ces archives pour une meilleure vision de l'histoire de la Défense. Ce sont donc de nombreux témoignages oraux, de récits de vie concentrés en son sein depuis 1996.

Dans la même dynamique, le Service Historique de la Marine, le Service Historique de la Gendarmerie Nationale et le Service Historique de l'Armée de l'Air recueillent des témoignages et récits biographiques des ses anciens membres. Ainsi, concernant l'aéronautique militaire, on peut y retrouver des sources sonores

[22] Voir CALLU Agnès, LEMOINE Hervé, « *Le patrimoine sonore et audiovisuel français, entre archives et témoignages : guide de recherche en sciences sociales* » dans L'audiovisuel et les sciences sociales, Paris, Belin, 2005, Tome 2, p.20

(cc) BY-NC-ND

sur l'évolution de la situation de la femme dans l'armée de l'air, sur l'opération Kosovo ou encore des témoignages sur l'armée de l'Air d'avant guerre.

Musées nationaux

La médiathèque du Musée de l'homme[23] se positionne parmi les centres les plus importants d'Europe en termes de diversité, de qualité et de quantité. Elle possède plus de 42 000 documents sonores, dont les trois quarts sont numérisés, rassemblant les musiques traditionnelles, des enquêtes ethnographiques de France et du monde entier.

La phonothèque « département de la musique et de la parole » du Musée National des Arts et Traditions Populaires conserve également pas loin de 80 000 phonogrammes consacrés aux documents ethnographiques, musicaux ou linguistiques.

Centres d'archives départementales

Les institutions publiques détentrices d'archives sonores relèves aussi bien des Conseils régionaux ou des Archives départementales. Comme c'est le cas pour les phonothèques dépendantes des Archives départementales de la Mayenne, de la Manche et du Tarn.

1.3.2. Les associations régionales

Nombreux sont les musées publics ou privés, écomusées, bibliothèques, universités assumant un rôle de conservation d'archives sonores. La répartition de ces centres, généralement partenaires de la BnF, ne couvre pas la totalité du territoire, certaines régions étant mieux desservies que d'autres quand les fonds nationaux se concentrent essentiellement à Paris. Les domaines sont néanmoins vastes et la nature des fonds diverse.

On retrouvera, par exemple, des collections dédiées à l'étude de la langue et des dialectes, l'ethnolinguistique, l'anthropologie, des collections ethnologiques autour de la littérature et de la tradition orale, des enregistrements ethnomusicologiques ou encore des ambiances sonores.

[23]Archives sonores du Musée de l'Homme http://crem-cnrs.fr/archives-sonores

(cc) BY-NC-ND

Héritiers des musiques et traditions orales, des témoignages des générations passées, certains centres se consacrent essentiellement aux musiques traditionnelles dont le but est la recherche et la culture mais ont aussi pour mission : la collecte, la conservation, la valorisation, la diffusion et la mise en valeur du patrimoine culturel immatériel de chaque territoire.

Les phonothèques

Les phonothèques intègrent des musées, des écomusées, des services d'archives, des universités. Leurs missions ne consistent pas uniquement en la collecte et la conservation du son mais sont additionnées de missions de dynamisation de leurs fonds, de diffusion et d'animation des fonds régionaux. Ces collectes sont souvent effectuées par des chercheurs et des universitaires comme c'est le cas pour la Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme qui possède un peu plus de 6000 heures[24] d'enregistrement sonore dont la moitié a déjà été numérisé.

Les fonds et collections de la MMSH comme la plupart des phonothèques abordent les thèmes de :

- La littérature orale et l'ethnomusicologie
- La mémoire de vie et la mémoire historique
- Les techniques et savoir-faire
- L'identité linguistique et culturelle

La phonothèque du musée de la Corse[25] par exemple, concentre près de 1500 heures d'enregistrement, pour la plupart des musiques traditionnelles ainsi que des documents ethnomusicologiques.

Au même titre, Dastum qui signifie « recueillir » en breton, est une association dynamique spécialisée dans la diffusion du patrimoine culturel breton, ayant le soutien de nombreux bénévoles et une volonté forte de s'inscrire dans l'identité culturelle de la région. La phonothèque de Dastum possède près de 120 000 enregistrements sonores répartis sur plusieurs centres de consultation. Ces fonds

[24] Phonothèque de la MMSH : http://www.mmsh.univ-aix.fr/mediatheque/Pages/fonds-collections.aspx

[25] Phonothèque du musée de la Corse http://www.musee-corse.com/index.php/fre/Nos-collections/La-phonotheque

(cc) BY-NC-ND

sont constitués autour des chants, des instruments de musique, des langues, de la tradition orale et des danses, du terroir et des figures bretonnes.

Centres régionaux et médiathèques

Les centres régionaux jouent également un rôle important de la conservation du patrimoine sonore.

On notera par exemple :

- le Centre des Musiques Traditionnelles en Rhône-Alpes[26] regroupant des fonds sur le patrimoine culturel, musical et linguistique de la région. Ses fonds sont également constitués de nombreux dons et initiatives de collecte : fonds sur les mémoires de l'immigration, le fonds Ducaroy, fonds Montbel, fonds Jacques Bardot, fonds Charles Joisten
- le Centre Régional des Musiques Traditionnelles en Limousin
- la Maison du Patrimoine Oral à Anost - Bourgogne
- l'Agence des musiques des territoires d'Auvergne qui recueille les musiques et les danses, les arts de la parole et les dialectes, mais aussi le savoir-faire culinaire, artisanal, les médecines populaires
- la Loure, association qui collecte et met en valeur les musiques et traditions orales normandes
- Centre de Recherche sur l'Espace Sonore et l'environnement urbain qui collecte les sons, les bruits et ambiances sonores de l'environnement urbain
- La Médiathèque municipale de Flers qui s'est initiée à une campagne de témoignages afin de restituer la vie quotidienne de la vie locale

Cette liste, bien que partielle, illustre autant de centres détenteurs d'archives sonores que de domaines : juridique, défense, culture, artistique, religieux, etc.

Il est difficile d'estimer le contenu exact des archives sonores disponibles dans certains centres. Ceux-ci comptent parfois de nombreux documents sonores qui ne sont pas référencés correctement voire pas du tout, souvent à cause du manque de moyens ou de personnel pour le traitement mais aussi de part la collecte

[26] Centre des musiques traditionnelles en Rhône-Alpes https://www.cmtra.org/

(cc) BY-NC-ND

d'enregistrement anciens auprès de collectionneurs ne les ayant pas documentés. La conséquence est la méconnaissance de ces fonds et parfois l'incapacité de pouvoir les exploiter : « *La constitution d'archives sonores entraîne une importante accumulation de supports dont la description requiert des protocoles documentaire lourds* »[27]

En effet, le contenu des fonds est relativement peu connu intégralement dans les centres régionaux dont la masse documentaire est importante, certains documents ayant été récoltés par dons sans informations complémentaires.

Mais, indéniablement, la démarche de collecte, la conservation, l'enrichissement des fonds et des collections constitue un témoignage important qui permet un regard sur l'Histoire avec une valeur ajoutée.

[27] LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, *Les archives sonores en France*, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, p.25

(cc) BY-NC-ND

2. L'ENJEU DU NUMERIQUE DANS LA PERENNITE DU PATRIMOINE SONORE

2.1. EVOLUTION DES SUPPORTS D'ENREGISTREMENT

2.1.1. Qu'est-ce que l'enregistrement sonore ?

L'enregistrement sonore est l'opération qui consiste à transformer un signal acoustique en un signal électrique afin de pouvoir le diffuser ou en garder une trace de façon durable sur un support en vue de pouvoir le réécouter.

Par conséquent, le support d'enregistrement est la « *surface sensible d'un support de stockage sur laquelle est fixé un signal représentant une information et permettant sa conservation et sa réutilisation* ».[28]

Caractéristiques de l'enregistrement

- procédé de prise de son ou captation : un ou plusieurs transducteurs (cornet, microphone) transforment les ondes sonores en signal
- traitement : phase de traitement du signal
- enregistrement : les transducteurs transforment le signal en une forme matérielle.

Le signal peut être enregistré sous forme mécanique, magnétique, optique ou électronique.

Jean-Michel Tarrier[29] distingue deux techniques d'enregistrement : l'enregistrement analogique qui peut être mécanique, magnétique et optique et l'enregistrement numérique qui peut être magnétique, optique et électronique.

L'enregistrement analogique capte les variations de pression de l'air pour les transformer en tension électrique tandis que l'enregistrement numérique suit le même procédé, ajoutant une opération de transformation du signal en une valeur numérique qui sera alors exploitable informatiquement.

[28] Association des professionnels de l'information et de la documentation, définition d'un support d'enregistrement : http://www.adbs.fr/support-d-enregistrement-18692.htm?RH=OUTILS_VOC

[29] Voir TARRIER Jean-Michel, « L'enregistrement et la prise de son » dans DELAIS-ROUSSARIE Elisabeth et DURAND Jacques Eds, « Corpus et variation en phonologie du français : méthodes et analyses », Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2003, p. 187-212.

(cc) BY-NC-ND

Appareils d'enregistrement analogique

- Les premiers appareils d'enregistrement utilisaient une feuille de papier fumée qui recueillait les vibrations acoustiques à l'aide d'un stylet pour les reproduire sur la feuille : le phonotaugraphe d'Edouard-Léon Scott Martinville
- Les appareils d'enregistrement sur support à corps tubulaire utilisaient un enregistrement dit vertical. Un diaphragme transmettait les vibrations à un stylet, lequel gravait directement sur un cylindre en tournant une manivelle. Inversement, ce système permettait la lecture du cylindre. Le stylet par contact avec le sillon faisait vibrer le diaphragme qui retransmettait le son : le phonographe et le graphophone développé par Charles Sumner Tainter, était une version améliorée du phonographe.
- Les appareils d'enregistrement sur disque utilisaient une méthode d'enregistrement latérale, une tête en saphir gravant le disque : le pathéphone et le gramophone inventé par Emile Berliner en sont des exemples. Les gramophones ont évolué plus tard en électrophones (tourne-disque, platine électronique) et se sont développés, grâce au numérique, en lecteurs laser de disque compact.
- Les appareils d'enregistrement magnétique, d'abord par magnétisation d'un fil d'acier remplacé par la bande magnétique, puis par la cassette audio et la cassette DAT[30]. Un microphone captait le son produit par les vibrations du courant développé par la voix. Le son pouvait être lu par transformation du champ magnétique de la bande en signal électrique : le télégraphone inventé par Valdemar Pousen en 1898, le magnétophone et le dictaphone.

Appareils de reproduction du son

L'enregistrement analogique a été le premier à être utilisé mais depuis plusieurs décennies, c'est l'enregistrement numérique qui est privilégié propulsé par l'apparition des premiers microphones.

Tous ces appareils étaient capables de reproduire les sons enregistrés et certains ont été restaurés pour les besoins de la numérisation. Aussi, quelques supports anciens sont relus à l'aide d'appareils modernes. On compte quelques appareils de

[30] Digital Audio Tape

(cc) BY-NC-ND

reproduction du son spécifiques. Parmi lesquels, l'électrophone (tourne-disque, pick-up ou platine) successeur électronique du gramophone restitue l'enregistrement sonore gravé sur les disques microsillons. La platine vinyle laser permet de lire le disque sans contact des supports mécaniques. L'archéophone, appareil moderne inventé par Henri Chamoux en 1998 est capable de lire tous types de cylindres phonographiques lesquels s'ils sont lus sur les appareils d'époque peuvent s'user rapidement.

L'une des premières phases du processus de la numérisation repose sur une lecture optimale des supports analogiques. Celle-ci ne doit donc pas être compromise afin d'en extraire le meilleur signal et transite parfois par le nettoyage et la restauration nécessaire des supports et des équipements de lecture[31]. Nous le verrons un peu plus loin.

2.1.2. Supports analogiques : mécaniques et magnétiques

Le support d'enregistrement est le véhicule de la fixation sonore. Il permet d'inscrire le contenu d'un document dans une certaine forme. Pour un document sonore il s'agira du signal électrique porté par le support.

Jalonnant l'histoire des techniques de l'enregistrement sonore et de reproduction du son, les supports n'ont cessé d'évoluer devenant de plus en plus performants et pour certains fragiles. Les premiers supports d'enregistrement permettant la conservation du son ont été les supports physiques dits mécaniques, puis les supports magnétiques et enfin les supports optiques et électroniques développés dans les parties suivantes.

Ainsi, on distingue les supports audio rainurés - cylindre et disques musicaux - et les supports audio magnétiques - fils, bandes et disques.

Comment le son était-il fixé sur les supports anciens, quelle était leur capacité, leur avantage et leur limite ?

[31] IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/5-extraction-du-signal-des-supports-originaux (consulté le 17 mai 2017)

BY-NC-ND

Supports d'enregistrement mécanique

- Cylindre phonographique ou cylindre Edison

Le cylindre originellement constitué d'étain naît avec l'apparition du phonographe. Il est remplacé progressivement par un cylindre de cire d'abeille puis en celluloïd. Ils sont impossibles à dupliquer. L'arrêt de production des cylindres se situe au début du 20ème siècle, lesquels sont concurrencés par l'apparition des disques.

- Disque plat

Les premiers disques plats sont les disques à gravure latérale de Berliner dont le disque 78 tours[32] utilisés entre 1887 et 1950. C'est un disque à sillons standard en gomme laque (shellac en anglais) dont la gravure sur deux faces est possible. Ils ont un diamètre de 25 ou 30 cm pour un enregistrement de 3 à 5 minutes. Leur capacité reproductible procurait un avantage économique dans les débuts de l'industrie phonographique pouvant se dupliquer par galvanoplastie contrairement aux cylindres mais possèdent une faible intensité sonore d'environ 5000 Hz bien que certains atteignaient 11 kHz.

Le disque à gravure directe ou Pyral apparut entre 1930 et 1960 sont en acétate et sont sensibles à la moisissure.

Les plus résistants, les disques vinyle ou disque noir à microsillons lancés à partir de 1949 remplacent les disques 78 tours. L'apparition du disque vinyle apparait comme un progrès en termes de capacité de stockage par rapport au cylindre, car il augmente la qualité sonore et la durée d'enregistrement. Composé de polychlorure de vinyle, il prend moins de place et a l'avantage de mieux résister aux chocs et à l'usure mais il est sensible à la poussière et aux rayures. Il comporte deux sillons par face gravée en spiral dont la longueur détermine la durée de l'enregistrement.

Les disques microsillons à longue durée (LP long play) de 33 tours et 45 tours sont apparus vers les années 1960. Ils avaient un avantage économique pour l'industrie du disque, permettant d'enregistrer davantage jusqu'à 4 titres pour certains. Les

[32] Institut International de conservation des œuvres historiques et artistiques, section française, « *Préserver les objets de son patrimoine : précis de conservation préventive* », Sprimont, Editions Mardaga, 2001, p. 210.

(cc) BY-NC-ND

disques 45 tours enregistraient jusqu'à 20 minutes et les 33 tours jusqu'à 60 minutes.

Enfin, le *transcription disc* utilisé essentiellement pour les émissions radio entre 1930 et 1960[33].

Supports d'enregistrement magnétique

Les supports magnétiques apparaissent vers la 2ème moitié du 20ème siècle.

Les débuts de l'enregistrement magnétique sont marqués par l'invention du fil magnétique par Poulsen qui est rapidement propulsé vers la bande magnétique. L'enregistrement sur bande magnétique a introduit de nombreux formats d'enregistrement. Elle a la capacité d'enregistrer des informations analogiques sur des formats de cassette audio, microcassette – version compacte de la cassette audio dont le prix élevé enclenche rapidement sa disparition –, les cartouches 8 pistes. Avec l'avènement du numérique, elle est introduite dans des cassettes de type DAT[34]. Ces formats de supports ont été très prisés pour leur caractère amovible pour les enregistrements de terrain.

Les plans de numérisation doivent être bien évidemment adaptés aux ressources et aux besoins de chaque structure. Cependant, certains supports analogiques doivent faire l'objet d'une priorité tant les risques de pertes sont grandes. C'est particulièrement le cas pour les supports instables ou montrant des signes de dégradation mais l'arrêt de la commercialisation d'un type de support est aussi une menace à prendre en compte.

2.1.3. Éléments déclencheurs des actions de sauvegarde

Comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, les supports analogiques sont fragiles et précieux, d'autant plus quand ils existent en un seul exemplaire. Francine Gauthier[35] souligne que « les documents sur supports traditionnels sont intrinsèquement liés à l'information qu'ils transportent ».

---

[33] Cité de mémoire, « *Le document sonore. Histoire des supports* » : http://www.citedememoire.com/notre-expertise/les-documents-sonores/histoire-des-supports-28/ (consulté le 12 juin 2017)

[34] Digital Audio Tape

[35] GAUTHIER Francine « *Impact du numérique sur les normes et les supports traditionnels de préservation* », Revue Archives, Association des archivistes du Québec, 2002 [en ligne] http://archivistes.qc.ca/revuearchive/vol37_2/37-2-gauthier.pdf (consulté le 20 avril 2017)

(cc) BY-NC-ND

En effet, les supports analogiques stockent directement l'information. Si le support est altéré – rayure, casse, poussière – le signal audio peut se dégrader et avoir des conséquences sur la lisibilité, engendrer des coupures pendant la lecture ou des pertes définitives du signal. De plus, contrairement à l'imprimé dont la simple conservation du support permet l'accès au contenu, les supports d'enregistrement sonores nécessitent un appareil de lecture.

On distingue plusieurs facteurs de dégradation liés :

- à la qualité du support et à sa matérialité :
  - altération des supports due au matériel de fabrication. La qualité de fabrication et le choix des matériaux influent sur la durabilité et la résistance du support. C'est le cas des cylindres de cire dont la matière s'altère à l'écoute au contacte de l'appareil. En revanche, l'enregistrement optique qui repose sur une méthode de gravure au laser offre une lecture optique qui supprime le contact mécanique, le frottement. L'altération due à la lecture des disques compacts est moindre.
  - obstacle à la manipulation pour les supports abimés et limite de durée de vie pour certains. La durée de vie d'une disquette est estimée entre 5 et 15 ans contre 20 à 30 ans pour une bande magnétique.

- aux conditions de conservation et d'utilisation[36] :
  - pertes d'informations, affaiblissement voire disparition du signal lors de la lecture
  - les empreintes de doigts laissés sur la surface des supports entrainent des dommages causés par des micro-organismes
  - effets néfastes de la poussière, du vinaigre, fluctuation de la chaleur, de l'humidité, des rayons ultraviolets. Les bandes magnétiques sont sensibles aux environnements climatiques et le chlorure de polyvinyle se dégrade exposé aux rayons ultraviolets ou à la chaleur. Les vinyles constituent un support stable mais sont également sensibles à la chaleur et aux rayons ultraviolets.
  - manipulation inadéquate, rayure, fissure pour les disques, déchirement, plissure pour les bandes

[36] BRYLAWSKI Sam, LERMAN Maya, PIKE Robin, et al. « ARSC Guide to Audio Preservation », Council on Library and Information Resources, 2015, p14-30 [en ligne] https://www.clir.org/pubs/reports/pub164/pub164.pdf

(cc) BY-NC-ND

Le manque de moyens peut influer les conditions de conservation. Les enregistrements dont la conservation comporte le moins de risques sont ceux détenus par des centres d'archives sonores dépendant de collectivités publiques. Les associations, plus petites en taille, ayant des moyens de conservation réduits conservent leurs documents dans des conditions moins optimales et contrôlées.[37]

- à l'obsolescence :

  - obsolescence des appareils de lecture et d'enregistrement : les derniers magnétophones professionnels sont fabriqués jusqu'en 1990 par exemple.
  - problème d'approvisionnement et arrêt de production des matériaux composant les supports, mais aussi évolution des marchés

- à l'évolution des pratiques d'écoute qui se fait de plus en plus sur des plateformes numériques.[38]

Les supports deviennent plus petits, stockent davantage d'informations mais leur durée de vie se limitent. Comment assurer la durabilité de ces supports, comment garantir que le contenu sera préservé et accessible à long terme ?

La dématérialisation offre des solutions évidentes pour les stratégies préventives dans sa capacité de gestion, de traitement et de migration.

Ainsi, il convient d'évaluer les risques de perte liés à la dégradation mais également les limites de durée de vie de ces nouveaux supports numériques afin de définir au mieux les plans et mesures préventives quant à leur conservation. Aussi, il convient de maintenir tous les équipements nécessaires à leur lecture afin que leur migration future soit faite dans des conditions optimales. Ce point sera développé dans les chapitres suivants.

[37] Voir LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, *Les archives sonores en France*, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, p.31

[38] Voir PIERRET Gilles, « *Valoriser le patrimoine sonore édité : un atout face à la dématérialisation des supports* ». Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2008, n° 6, p. 40-46. [en ligne] http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2008-06-0040-007 (consulté le 2 juin 2017)

(cc) BY-NC-ND

2.2. DE L'ANALOGIQUE À L'INFORMATION NUMÉRIQUE

2.2.1. Objectifs de la numérisation

Objectifs et définition

Nous venons de voir comment les archives sonores ont été conservées dans le temps au moyen de procédés analogiques et la raison de leur abandon. Comment le numérique répond-t-il aujourd'hui aux besoins de préservation de ces documents ? Quels mécanismes sont mis en place pour maintenir l'intégrité, l'exploitabilité du document dans le temps ?

La numérisation est « *un procédé électronique de production de signaux électriques numériques soit à partir d'un document ou d'un objet physique, soit à partir d'un signal électrique analogique*.[39] ».

La transformation du signal analogique en signal numérique[40] opère donc un changement d'état au moyen de processus techniques tout en y restant fidèle. Le fichier numérique ainsi obtenu permet des traitements informatiques et notamment la réplication illimitée et sans perte de qualité du document original.

On distingue ainsi un double objectif essentiel : sauvegarder le contenu d'un support menacé ou non pérenne et pouvoir disposer de son contenu sous forme numérique. Ainsi, la dématérialisation d'enregistrements sonores permet à la fois un gain d'espace de stockage tout en augmentant la capacité de stockage d'information, facilite le traitement informatique, l'accès au document, la gestion et la recherche mais aussi ces documents numérisés ont l'avantage de pouvoir être multipliés à l'identique et à l'infini sans perte d'information.

---

[39] CACALY Serge, « *Dictionnaire encyclopédique de l'information et de la documentation* », Paris : Nathan, 2001, p.187

[40] Voir schéma de convertisseur analogique/numérique en Annexe I

(cc) BY-NC-ND

Comment bien numériser un document sonore ?

La numérisation doit être effectuée avec soin et suit un schéma contrôlé, où chaque étape à son importance, afin d'obtenir une bonne qualité de signal et sans détériorer le support original[41] :

- Evaluation du support et de l'appareil de lecture pour ne pas les détériorer à la lecture
- Nettoyage et restauration si nécessaire
- Réglage des paramètres de transfert, câblage, logiciels et éventuelles cartes sons
- Lecture du support et conversion analogique-numérique
- Contrôle de la qualité du signal
- Génération des fichiers de préservation et de diffusion
- Traitement documentaire
- Stockage sur un ou plusieurs supports physiques

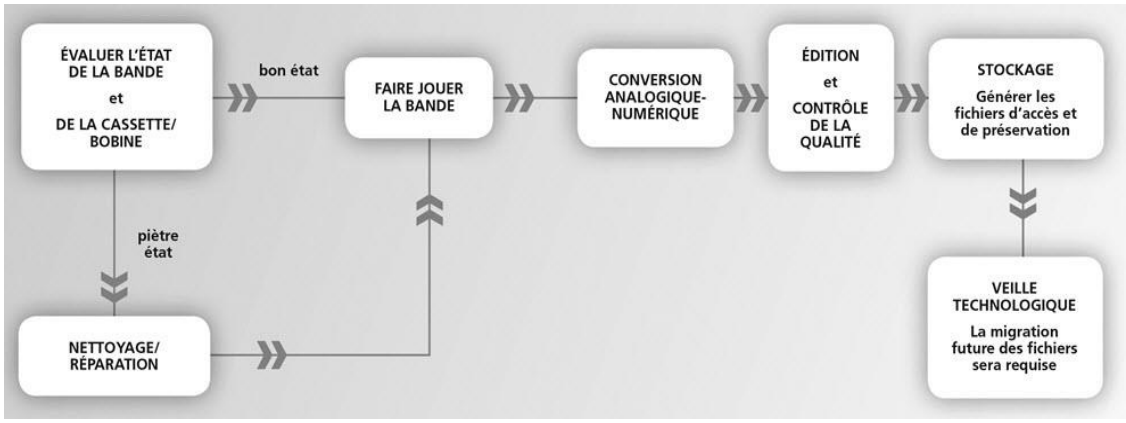


Figure 1 : Schéma d'exemple d'une procédure de numérisation de bande magnétique[42]

Il existe plusieurs techniques de numérisation qui utilisent différentes interfaces de numérisation mais en général, le matériel rudimentaire employé est le même : microphone, périphérique et câblage audio, appareil de reproduction du son, convertisseur analogique/numérique autonome. Ce dernier figure parmi les

[41] HESS Richard, IRACI Joe, FLAK Kimberley, *« Numérisation de fichiers audio, vidéo et de documents photographiques relevant du patrimoine culturel immatériel »*, Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2012 [en ligne] http://canada.pch.gc.ca/fra/1445531744547#2 (consulté le 29 mai 2017)

[42] HESS Richard, IRACI Joe, FLAK Kimberley, *« La numérisation des bandes magnétiques audio, bulletin technique 30 »*, Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2012 [en ligne] http://canada.pch.gc.ca/fra/1477601592384?=undefined&wbdisable=true (consulté le 29 mai 2017)

(cc) BY-NC-ND

équipements les plus exigeants dans le processus de numérisation car selon IASA[43] l'usage de convertisseur intégré et de carte son peut induire du bruit provenant de l'ordinateur et occasionner des perturbations du signal[44]. Le signal obtenu peut alors être d'une qualité inférieure à l'original.

Différents procédés de numérisation sont bien sûr adaptés pour chaque type de support à numériser. La taille de la pointe de lecture, la vitesse de lecture, rembobinage des bandes magnétiques sont autant de paramètres à prendre en compte[45].

2.2.2. Procédures de numérisation de l'information sonore

La numérisation consiste en deux opérations parallèles l'échantillonnage et la quantification. La qualité sonore finale dépend du processus de numérisation et des choix des procédés de numérisation.

Echantillonnage

L'échantillonnage correspond à la conversion du son en valeurs numériques. La qualité sonore dépend de la fréquence d'échantillonnage. La fréquence ou le taux d'échantillonnage est le nombre d'échantillons convertis à la seconde, exprimée en Hertz.

Ainsi, plus il y aura d'échantillons du signal analogique à la seconde, plus la qualité du signal obtenu sera meilleure car fidèle au signal d'origine.[46] Pour numériser correctement un signal, la théorie de Nyquist-Shannon préconise d'échantillonner doublement à la fréquence maximale du signal analogique afin de préserver la forme du signal d'origine et obtenir une qualité suffisante à l'écoute.

---

[43] International Association of Sound and Audiovisual Archives

[44] IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/la-production-et-la-conservation-des-objets-audionumeriques (consulté le 17 mai 2017)

[45] Cité de mémoire, « *Le document sonore. Numériser…oui mais comment* ? » : http://www.citedememoire.com/notre-expertise/les-documents-sonores/numeriser-oui-mais-comment/ (consulté le 12 juin 2017)

[46] IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/2-cl%C3%A9s-du-num%C3%A9rique-principes (consulté le 17 mai 2017)

(cc) BY-NC-ND

L'IASA[47] recommande, par exemple, un taux minimum d'échantillonnage de 48 kHz et pouvant s'étendre jusqu'à 96 kHz mais ne constitue pas une limite. Certaines fréquences s'étendent à 192 kHz, au-delà de l'ouïe humaine, mais parfois nécessaire pour les enregistrements originaux de haute qualité ou ceux nécessitant une restauration ultérieure.

Quantification

La quantification affecte une valeur numérique à chaque échantillon. La taille d'un échantillon définit sa résolution exprimée en bits.

Ainsi, plus la quantification est grande et plus on attribue de valeurs à un échantillon, plus l'amplitude du signal numérique sera proche de celle du signal analogique original.

IASA[48] recommande un taux d'encodage de 24 bits au minimum pour capturer tous les signaux analogiques.

Compression

Réduire la taille d'un fichier numérique par compression n'est pas recommandé pour la conservation des données numériques mais elle peut parfois être nécessaire pour un gain d'espace de stockage ou pour réduire le temps de transfert lors de sa diffusion. La compression, sans perte, possible grâce aux codecs est une opération réversible et idéale pour rendre compte de la fidélité de la restitution sonore. Selon l'IASA[49] il n'y a donc aucun obstacle à l'utiliser pour ces raisons. Il est d'ailleurs recommandé d'effectuer plusieurs copies d'un document ou au moins deux dont une copie droite qui n'aura donc subit aucune compression et aucune restauration[50]. Cette démarche est impérative pour conserver l'authenticité du document analogique original.

---

[47] IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/la-production-et-la-conservation-des-objets-audionumeriques (consulté le 17 mai 2017)

[48] *Ibid.*

[49] IASA Comité Technique, « *Sauvegarde du Patrimoine sonore : Ethique, Principes et Stratégies de conservation : Standards, Pratiques et Stratégies recommandées* », International Association of Sound and Audiovisual Archives, 2005 [en ligne] www.iasa-web.org/tc03/ethics-principles-preservation-strategy (consulté le 31 mai 2017)

[50] CAROU Alain, « *Numériser sans pertes* », Culture et Recherche, 2002, n°91-92, p. 17 [en ligne] http://www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 20 janvier 2017)

(cc) BY-NC-ND

La compression avec perte est en revanche à éviter pour la conservation car elle engendre l'altération du document et des pertes d'information irréversibles.

2.3. CONSERVATION DES DOCUMENTS NUMÉRISÉS

La préservation à long terme de l'information numérique passe par de nombreux outils et processus à respecter.

Comme nous venons de le voir, la qualité et la fiabilité du processus d'enregistrement, la préservation des équipements et outils permettant d'exploiter et d'accéder au document numérisé et la qualité de l'information sonore – c'est-à-dire la conformité avec l'original analogique, le maintien de son intégrité et de son authenticité – sont autant de critères à respecter[51]. Aussi, la préservation de ces documents dépend des précautions prises quant aux choix des supports et des formats servant à les conserver ainsi que toutes les informations les décrivant à l'aide de métadonnées. Les recommandations concernant les formats et les métadonnées seront développées dans les chapitres suivants.

2.3.1. Quels supports numériques : magnétiques, optiques ?

Que les archives sonores soient numérisées, l'évolution rapide des technologies, des appareils, outils et environnement de lecture et d'enregistrement, suppose une réflexion sur les formats de supports numériques utilisés.

Pérenniser le document numérique, assurer la préservation des sons dans le temps, l'interopérabilité, la sécurité et l'accès au contenu sur le long terme sont autant de paramètres déterminés selon les besoins et les possibilités de chaque structures.

Ainsi, les attentes et les besoins sont multiples alors différents critères détermineront les choix de supports :

- La stabilité du support
- La longévité ou non du support
- La capacité de stockage

[51] Selon International Organization for Standardization, « *ISO/TR 17797:2014, Electronic archiving -- Selection of digital storage media for long term preservation* », 2014.

(cc) BY-NC-ND

- La fréquence d'accès, d'utilisation
- La nécessité d'une gestion continue ou non
- Le coût

Quels supports de stockage physique sont donc préconisés pour la préservation des données audionumériques.

Il ne s'agit pas ici de lister tous les supports numériques qui ont permis le stockage du son mais de s'intéresser essentiellement à ceux couramment utilisés dans le domaine de l'archivage et de comparer ceux qui répondent le mieux aux critères de préservation à long terme de l'information numérique.

Quels avantages pour les supports numériques ?

Les supports numériques utilisés principalement dans la conservation de l'information sonore sont les supports d'enregistrement optiques et les supports à technologie magnétique autonome ou en réseau.

Maturité et intégrité

Les supports d'enregistrement optique ont longtemps été utilisés dans la conservation des données audio. Bien qu'ils soient susceptibles de fragilité – comme nous le verrons un peu plus loin – ces supports sont encore utilisés par de petites et moyennes structures. En effet, leur popularité, leur faible prix ont fait leur succès ainsi que leur simplicité d'utilisation et leur encombrement minime. Ce sont plus de 10 milliards encore produits chaque année[52].

La norme NF Z 42-013[53] recommande l'utilisation de supports WORM[54] garantissant ainsi l'intégrité des données stockées. En effet, ces supports sont non réinscriptibles et donc les données non effaçables. Il s'agit des disques optiques numériques enregistrables CD-R[55], DVD-R/DVD+R[56] et BD-R[57].

---

[52] LALOE Franck et HOURCADE Jean-Charles, « *Longévité de l'information numérique: Les données que nous voulons garder vont-elles s'effacer ?* », Edp Sciences, 2013, p. 31

[53] Association Francaise De Normalisation, « *NF Z42-013 : Archivage électronique - Spécifications relatives à la conception et à l'exploitation de systèmes informatiques en vue d'assurer la conservation et l'intégrité des documents stockés dans ces systèmes* », 2009.

[54] Write Once Read Many

[55] Compact Disc Recordable

[56] Digital Versatile Disc Recordable

(cc) BY-NC-ND

Les disques durs magnétiques ont également été largement adoptés par le grand public et les cartouches magnétiques a fait sa place parmi le milieu professionnel.

Leur succès vient surtout de leur accessibilité et simplicité d'utilisation mais de leur haute capacité de stockage d'information et de leur prix attractif. On peut ainsi les considérer comme support mature.

Les cartouches type LTO[58] disposent aussi de la technologie WORM ce qui peut en faire un atout face aux disques durs qui ne possèdent pas cette technologie WORM physique mais qui peuvent tout de même être sécurisés via une couche logicielle. De plus, ces cartouches sont issues d'un consortium de standard ouvert les inscrivant dans une démarche d'amélioration continue. Elles nécessitent tout de même un lecteur spécifique pour leur lecture ce qui rajoute un coût supplémentaire. Les cartouches sont également munies de puces RFID qui s'établissent par un système de surveillance de l'historique de la bande afin de rendre compte de leur état et de la survenue d'erreurs éventuelles.

Capacité de stockage et extensibilité

Parmi les candidats les plus intéressants en termes de stockage, on retiendra d'abord les disques magnétiques. En effet, les disques durs magnétiques autonomes sont peu coûteux en termes de stockage de masse avec une capacité pouvant atteindre les 10 To pour les plus robustes[59]. Les cartouches magnétiques ont une capacité comparable de 8,5 To à 15 To lorsque les données sont compressées. On peut cependant penser que ces capacités augmenteront rapidement[60] et les fabricants annoncent déjà 120 To pour les technologies des dernières générations à venir[61]: LTO-8, LTO-9 et LTO-10.

---

[57] Blu-ray Disc Recordable

[58] Linear Type Open

[59] Exemple d'un disque dur de 10 To : Seagate BarraCuda Pro, http://www.ldlc.com/fiche/PB00213954.html

[60] FILIPPONE Dominique, « Sony fait tenir 185 To de données sur une cartouche » : http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-sony-fait-tenir-185-to-de-donnees-sur-une-cartouche-57397.html,, 2014

[61] Voir http://www.quantum.com/fr/technologies/lto/index.aspx

(cc) BY-NC-ND

L'extensibilité des capacités de stockage grâce au système de réseau RAID[62] est aussi un excellent moyen de sécuriser ces données. La duplication des informations sur plusieurs disques limite les pertes en cas de panne de disques durs ou de coupure. Le réseau RAID est un système de redondance par recopie simultanée sur plusieurs disques durs autonomes fonctionnant 24 heures sur 24. Pouvant regrouper de 2 ou plusieurs disques durs, ce système multiplie les capacités de stockage d'un disque dur autonome et justifie sont intérêt pour les grandes collections.

Aussi, le réseau de cartouches magnétiques en mode RAID fonctionne de la même manière que le système RAID. Il est cependant plus cher que celui-ci et la vitesse d'accès est plus lente et les cartouches nécessitent d'être remplacées plus fréquemment[63].

En revanche, les disques optiques sont très limités en termes de stockage. Le CD-R offre une capacité de stockage réelle de 0,64 Go, soit environ 74 ou 80 minutes d'enregistrement sonore. Cependant, les DVD-R/DVD+R garantissent une capacité d'enregistrement plus élevée de 4,43 Go de stockage réel soit une capacité d'enregistrement audio pouvant atteindre 6 heures. Le BD-R offre une capacité de stockage réelle de 23,091 Go pour les disques simple couche, 46,182[64] Go pour les disques doubles couches et jusqu'à 128 Go pour le BD-RXL.

Un nouveau support tend à remplacer le BD-R pour concurrencer les disques et bandes magnétiques. Il s'agit de l' « archival disk[65] » qui dispose des mêmes caractéristiques que le BD-R mais essentiellement dédié à l'archivage avec une capacité de stockage allant de 300 Go à 1 To.

---

[62] Redundant Array of Independant Disks

[63] Voir MARCHAL Carole, « *La sauvegarde sur disque versus la sauvegarde sur bande* » http://www.journaldunet.com/solutions/expert/37269/la-sauvegarde-sur-disque-versus-la-sauvegarde-sur-bande.shtml (consulté le 17 mai 2017)

[64] FOUED Berahou, LAMBERT Jean-Michel, PERDEREAU Jacques, « *CD-R et DVD-R sont-ils des supports pérennes d'archivage* ? » INA, 2014, p.42

[65] CHAMPEAU Guillaume, « *Archival Disc : un nouveau format optique par Sony et Panasonic* » : http://www.numerama.com/magazine/28698-archival-disc-blu-ray-successeur-format-stockage-optique-sony-panasonic.html, 2014

(cc) BY-NC-ND

Quelle longévité estimée des supports numériques ?

	Capacité de stockage maximale (en Go)	Longévité estimée (en année)
Supports optiques		
CD-R	0,700	50 à plus de 100
DVD-R	4,700	50 à plus de 300
BD-R	25 à 50	100 à plus de 500
Archival Disk	1000	100 à plus de 500
Supports magnétiques		
Cartouche LTO	400 à 15 000	30
Disque dur	300 à 10 000	15

Tableau 1 : Récapitulatif des caractéristiques des supports numériques

Les disques optiques ont été les premiers supports numériques à être utilisés après la cassette DAT mais leur pérennité est mitigée.

La longévité des disques optiques estimée par les fabricants va au-delà des 50 ans :

- De 50 à plus de 100 ans pour les CD-R
- De 50 à plus de 300 voire 1000 ans pour les DVD-R/DVD+R
- De 100 à 500 ans pour les BD-R[66]

Des méthodes normalisées d'estimation de la durée de vie moyenne par vieillissement accéléré par effet de la température et de l'humidité relative existent. Il s'agit de normes ISO 18927[67] pour les CD-R et ISO/IEC 16963[68] pour les DVD-R/DVD+R.

Le groupe GIS-SPADON[69] du LNE[70] a réalisé une étude basée sur l'estimation de la durée de vie des disques optiques utilisant ces méthodes. Le LNE rend compte de la dégradation prématurée des disques optiques dans une étude de vieillissement

[66] FOUED Berahou, LAMBERT Jean-Michel, PERDEREAU Jacques, « *CD-R et DVD-R sont-ils des supports pérennes d'archivage ?* » INA, 2014, p.30

[67] ISO 18927:2013 « *Imaging materials - Recordable compact disc systems - Method for estimating the life expectancy based on the effects of temperature and relative humidity* », 2013

[68] ISO/IEC 16963:2015 « *Information technology - Digitally recorded media for information interchange and storage - Test method for the estimation of lifetime of optical disks for long-term data storage* », 2015

[69] Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Supports Pérennes d'Archivage des Données Numériques

[70] Laboratoire National de métrologie et d'Essais

(cc) BY-NC-ND

naturelle. Sur 113 disques optiques étudiés sur une collection du LNE, 11% présentaient des pertes de données après 3 à 7 ans[71] de conservation. On constate alors une grande disparité dans le comportement dans le temps.

En revanche, les études du LNE réalisée en 2005 sur un prélèvement de 1500 CD-R de l'Ina gravés entre 1994 et 2005 et celle réalisée en 2012 pour 2580 DVD-R gravés entre 2003 et 2011 démontre une très bonne conservation de la collection de l'Ina dont « 0,4% de CD-R et 2% des DVD-R présent[aient] des pertes de données.[72] »

Malgré leur plus grande capacité de stockage, les DVD sont plus difficiles à graver correctement ce qui traduit une différence de tenue dans le temps.

Les disques optiques sont des supports fragiles. Les CD-R inscriptibles recouverts d'une couche d'or métallique et les CD-R en alliage d'argent métallique témoignent d'un faible taux d'erreur mais ces derniers restent sensibles à la chaleur et à l'humidité.

Les disques optiques inscriptibles ne sont donc pas les plus fiables et leur longévité dépend aussi bien de leur comportement face à l'environnement qu'à la qualité du disque et de la gravure – dégradation plus rapide que d'autres pour un même lot –. On constate une diminution de la lisibilité après 15 ans pour les disques compacts audionumérique inscriptibles ce qui conclut à une durée de vie très différente de celle annoncée par les fabricants.

Les CD et DVD non inscriptibles, pressés en plusieurs exemplaires issus du commerce sont de bonne longévité mais ne sont pas adaptés à l'usage[73].

Les BD-R ont également été testés par le LNE[74] selon les mêmes normes que les DVD-R puisque qu'il n'existe pas encore de norme adaptée pour ces supports. Les résultats démontrent qu'avec une capacité de stockage élevée, les BD-R ont

---

[71] FOUED Berahou, LAMBERT Jean-Michel, PERDEREAU Jacques, « *CD-R et DVD-R sont-ils des supports pérennes d'archivage ?* » INA, 2014, p.24

[72] *Ibid.* p.107

[73] LALOE Franck et HOURCADE Jean-Charles, « *Longévité de l'information numérique: Les données que nous voulons garder vont-elles s'effacer ?* », Edp Sciences, 2013, p.20

[74] LAMBERT Jean-Michel et PERDEREAU Jacques, « *Qualité des disques Blu-Ray enregistrables pour l'archivage des données numériques* », Laboratoire National de Métrologie et d'Essais pour le Ministère de la Culture et de la Communication, 2012, [en ligne] https://www.lne.fr/sites/default/files/inline-files/etude-qualite-bd-r.pdf (consulté le 19 juin 2017)

(cc) BY-NC-ND

également une meilleure tenue face au vieillissement accéléré que les DVD-R/DVD+R.

En ce qui concerne les disques durs, ils sont estimés à une durée de vie de 15 ans mais du fait de leur système mécanique elle ne peut réellement excéder 15 ans quand les cartouches magnétiques ont une longévité estimée de 30 ans, supérieure aux disques durs.

Les disques optiques peuvent constituer un des meilleurs supports de stockage pérenne si la qualité de la gravure est respectée, que les choix de modèles de disques[75], le suivi de la qualité et de leur état conservation sont optimales. La technologie optique n'impliquant pas de contact entre le support et le dispositif d'enregistrement et de lecture, les disques optiques peuvent apparaître plus durables.

Cependant les choix ne s'orientent par forcément vers des solutions de supports pérennes mais s'adaptent selon les besoins en capacité de stockage et en fréquence d'utilisation également. Les disques et cartouches magnétiques sont intéressants compte tenu de leur capacité de stockage et la possibilité de les mettre en réseau renforce leur fiabilité. Le système RAID est efficace pour la redondance des données mais n'a pas pour but de préserver sur le long terme les données puisque cette technologie nécessite des transferts réguliers au bout de 3 à 5 ans.

Toutefois, ces solutions peuvent être complémentaires car les recommandations pour les archives sonores sont, comme nous l'avons vu, de posséder deux ou plusieurs exemplaires d'enregistrement dont un au moins ne subira aucune manipulation intempestive tandis que les autres copies seront destinés à la consultation.

Une piste de supports pérennes en développement

Avec l'accroissement considérable de données numériques, de nouveaux supports prétendent au stockage pérenne des données numériques en masse et pourraient profiter aux archives sonores.

[75] Voir annexe II

(cc) BY-NC-ND

L'ADN et le quartz

De la même manière que l'information sonore peut être encodée en bits, celle-ci pourraient être encodées grâce aux quatre nucléotides d'un ADN synthétique. C'est ce qu'affirment des biologistes qui se sont lancés le défis d'explorer cette possibilité et qui ont expérimenté un stockage de données allant jusqu'à 6 mégabits. De plus, la réplication naturelle de l'ADN permettrait de multiplier un document en plusieurs exemplaires et de par son extensibilité « 4 grammes d'ADN suffiraient à stocker la totalité de l'information numérique produite par l'humanité en une année[76] » soit 300 000 téraoctets de données. Cependant, ils restent formels, bien que cette capacité de stockage puissent être aussi fiable qu'un disque optique, elle reste quand même instable du fait des possibilités de mutation de l'ADN[77].

De même, le quartz se pose comme support pérenne du futur.

L'information est gravée sur un cristal, petit de la taille d'une pièce de monnaie, à l'aide d'un laser et peut se lire avec un microscope optique. Sa longévité est estimée à environ 13,8 milliards d'années et 360 To de données ont déjà pu être stockées sur un disque de quartz[78].

Bien que ces supports soient prometteurs, ils ne sont pas encore viables et n'ont pas encore atteint la maturité et le recul nécessaire pour être envisagés pour la préservation des documents sonores. De plus, le coût de leur mise en place reste inconnu.

Une pérennisation de contenus plutôt qu'une pérennisation de supports

Du fait de la matérialité des supports, les supports numériques restent fragiles. Ils sont tous amenés à se dégrader avec le temps même si certains résistent mieux que d'autres. Aussi, le support numérique sépare le stockage de la donnée de la donnée elle-même, comparé au papier qui stocke l'information directement. Le signal sera alors illisible si une altération a lieu.

---

[76] Voir VERDO Yann, « Le stockage sur ADN, disque dur du futur », Les Echos, 2014 https://www.lesechos.fr/13/01/2014/LesEchos/21603-047-ECH_le-stockage-sur-adn--disque-dur-du-futur--.htm

[77] *Ibid.*

[78] MARCHAND Leila, « Ce petit disque de quartz peut stocker des données pendant 13 milliards d'années », Les Echos, 2016 https://www.lesechos.fr/20/02/2016/lesechos.fr/021704027753_ce-petit-disque-de-quartz-peut-stocker-des-donnees-pendant-13-milliards-d-annees.htm

(cc) BY-NC-ND

Les supports numériques ont une durée de vie limitée, accélérée avec l'évolution des technologies. De plus, leur durée de vie reste difficile à déterminer et se conforme très rarement avec la durée de vie estimée. Les disques optiques sont fiables mais on ne sait pas vraiment combien de temps car la longévité des disques varie pour un même lot. Selon Franck Laloe et Jean-Charles Hourcade, « *aucun support actuel ne peut garantir une bonne conservation bien au-delà de 5 ou 10 ans environ*[79] ».

Actuellement aucun support ne peut prétendre répondre favorablement aux critères de pérennité du fait de l'évolution technologique perpétuelle. De plus, il n'existe aucune méthode fiable pour déterminer la durée de vie d'un support. Introduits récemment, les supports numériques ne disposent pas suffisamment de recul pour en évaluer la longévité. Comment assurer alors la préservation, l'accès et l'intégrité des documents sonores numérisés. Comment garantir qu'un contenu sera accessible après plusieurs années. Le manque de fiabilité et de pérennité des supports numériques appellent des mesures spécifiques.

Avec le numérique les normes de préservation changent. Avec la conservation analogique, la stratégie de préservation consistait à conserver le support dans de bonnes conditions, en sécurité d'accès et effectuer des copies dans le cas de dégradation. Avec la conservation numérique, la complexité de la préservation de l'information demeure. La préservation des documents sonores numériques est plus complexe car elle englobe non seulement les problèmes inhérents au support mais aussi à l'environnement informatique de production, allant des logiciels aux formats de fichiers et les outils nécessaires à leur lecture.

Il est donc moins question de préserver un support mais son contenu. Assurer l'exploitabilité et l'accessibilité des archives sonores dans le temps requiert un suivi impératif. Franck Laloe et Jean-Charles Hourcade parle de concevoir des procédures et des systèmes fiables,[80] tels que la migration dont le sujet est développé un peu plus loin.

---

[79] LALOE Franck et HOURCADE Jean-Charles, « *Longévité de l'information numérique: Les données que nous voulons garder vont-elles s'effacer ?* », Edp Sciences, 2013, p.4

[80] *Ibid. p.74*

(cc) BY-NC-ND

2.3.2. Préconisations de formats

La conservation numérique des documents doit pouvoir anticiper les risques de détérioration et le vieillissement des supports mais elle doit aussi prendre en compte l'obsolescence des formats.

Le format constitue un ensemble structuré de données représentées sous forme de bits et stockées dans un fichier. Si les caractéristiques d'un format définissent la qualité d'un enregistrement, elles assurent aussi son interopérabilité future. Les formats d'enregistrement du son numérisé préconisés sont les formats dits « ouverts » qui ne subiront aucune pression commerciale quand les formats « fermés » sont susceptibles d'incompatibilité limitant leur exploitabilité.

L'article 4 de la loi française n°2004-575 du 21 juin 2004[81] définit le format ouvert appelé aussi standard ouvert comme « *tout protocole de communication, d'interconnexion ou d'échange et tout format de données interopérable et dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre.* » Largement utilisés, ces formats ne disposent d'aucune restriction juridique et peuvent être donc reconnu par divers systèmes ce qui garantit leur interopérabilité et leur accessibilité dans le temps.

Pour conserver la qualité du signal, il est préférable de se tourner vers des formats qui codent l'information sans compression ou qui sont compressés sans perte à l'opposé des formats de compression avec perte bénéficiant d'un temps de transfert réduit et utilisés essentiellement pour la diffusion en ligne et non recommandés pour la conservation. Certains formats de compression sans perte peuvent être utilisés tels que le format FLAC[82].

Ainsi, IASA[83] recommande l'utilisation du format ouvert WAVE[84] dans lequel les échantillons sont codés de manière brute sans aucune compression.

Il s'agit d'un format évolutif qui peut se décliner en différentes formes :

---

[81] Legifrance, « Loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique » https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000801164 (consulté le 3 juin 2017)

[82] Free Lossless Audio Codec

[83] IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/2-cl%C3%A9s-du-num%C3%A9rique-principes (consulté le 6 juin 2017)

[84] WAVEform audio format

(cc) BY-NC-ND

- format BWF[85]
- format WAV
- format MBWF[86] ou RF64

Ces 3 formats intègrent le *codec*[87] LPCM[88] qui permet de coder l'information sans perte.

Le format BWF a l'avantage d'intégrer les métadonnées des fichiers ce qui facilite les échanges entre différents environnements. Cependant, on peut rencontrer des inconvénients de compatibilité. Certains logiciels ne sont pas en mesure actuellement de lire les métadonnées des formats BWF. Les formats BWF et WAV bénéficient d'une capacité de 4 Go[89], soit environ 2 heures d'enregistrement par fichier si la fréquence d'échantillonnage est de 96 kHz et jusqu'à 4 heures pour une fréquence d'échantillonnage moins élevée de 48 kHz.

2.3.3. Métadonnées de conservation

La pérennisation des documents sonores numérisés n'est pas qu'une question de choix de support ou de format, il convient également d'assurer l'intégrité et la traçabilité du contenu que l'on souhaite préserver avec des outils de description :

« Effectivement, il faut archiver, conserver sur les meilleurs supports pour que les documents soient les plus pérennes possible. Mais il faut aussi, en même temps, documenter le mieux possible. Parce qu'un document non documenté devient inutile, si on n'a pas la possibilité de l'interroger, de le questionner, de le repérer […] ».[90]

Les métadonnées sont un ensemble structuré d'informations décrivant la forme, le contenu ou la localisation d'une ressource[91]. Elles servent à décrire d'autres données et tiennent un rôle essentiel dans la pérennisation des documents

---

[85] Broadcast Wave

[86] Multichannel Broadcast Wave

[87] COdeur DECodeur

[88] Linear Pulse Code Modulation

[89] Voir annexe III

[90] LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, « *Les archives sonores en France* », Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, p20.

[91] CACALY Serge, « *Dictionnaire encyclopédique de l'information et de la documentation* », Paris : Nathan, 2001, p.168

(cc) BY-NC-ND

audio numérisés. Certaines informations sont intégrées automatiquement à la création d'un fichier mais la plupart nécessite d'être appliquées manuellement. Elles permettent ainsi de pouvoir identifier le document et le rechercher, connaître son contexte de production et l'historique de toutes les opérations effectuées. Ainsi, pour répondre à ces caractéristiques, on distingue trois types de métadonnées[92] :

- **Métadonnées descriptives** : contenu genre sujet auteur date titre enrichi par support original matériel de lecture du support original
- **Métadonnées administratives** : comprend les droits d'accès, les droits de propriété intellectuelle, l'emplacement physique de conservation, les caractéristiques techniques nécessaires pour la lecture (débit, les codecs, la fréquence d'échantillonnage, format du fichier), journalisation des opérations dès la création du fichier
- **Métadonnées structurelles** : utilisées pour effectuer le lien avec une collection, rattacher des fichiers entretenant une relation quelconque (une image de pochette de disque, une note de terrain, par exemple)

Toutes ces informations doivent être préservées car elles permettent de renseigner sur l'interprétation à faire du document. Les métadonnées sont générées manuellement et implique de mettre en place une logistique pour la saisie. Le fichier sonore peut aussi intégrer directement et automatiquement les métadonnées élémentaires comprenant toutes les informations techniques nécessaires, telles que : le format du fichier, sa taille, le niveau de compression, le taux d'échantillonnage.

C'est un des avantages du format BWF vu dans la partie précédente qui permet de renforcer le lien entre les métadonnées et le contenu.

Selon IASA[93] maintenir la séparation entre les métadonnées et le contenu avec des structures standard présente aussi des avantages de souplesse. Celles-ci permettent d'effectuer des mises à jour et la modification des métadonnées et de partager les informations plus facilement.

---

[92] IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/la-production-et-la-conservation-des-objets-audionumeriques (consulté le 17 mai 2017)

[93] *Ibid.* https://www.iasa-web.org/tc04-fr/31-introduction

(cc) BY-NC-ND

S'appuyant sur la norme OAIS, le guide pratique « *L'archivage numérique à long terme. Les débuts de la maturité ? Manuels et guides pratiques* »[94] propose un panorama de candidats normalisés potentiels à l'archivage à long terme.
Ces différents schémas reprennent généralement les mêmes critères de description nécessaires à la pérennisation avec une différence dans leurs structures et leur comportement lesquels seront relevés ci et peuvent parfaitement être adaptés à un contexte oral.

Métadonnées descriptives Dublin Core

Dublin Core est un schéma de métadonnées simple d'utilisation et largement populaire. Il est composé de 15 éléments de base qui relèvent du contenu – titre, sujet, relation, description, langue, source, couverture –, qui relèvent de la propriété intellectuelle – créateur, éditeur, contributeur, droits –, qui relèvent de la matérialisation technique – date, type, format, identifiant –.
Il est parfaitement adapté pour un corpus oral bien qu'il faille établir quelques correspondances dans les interprétations[95] – le critère « créateur » ne correspondra pas à l'auteur ou au compositeur, par exemple, mais au service qui archive – de plus, sa simplicité peut apparaître comme une faiblesse car n'intégrant pas toutes les possibilités de description[96]. Cependant, il peut être intégré dans d'autres schémas de métadonnées par encapsulation comme il est possible avec le schéma METS[97].

Métadonnées structurelles METS

Le schéma METS offre une possibilité de description plus large. En effet, c'est un conteneur de métadonnées modulable permettant de regrouper plusieurs paquets de métadonnées dans un fichier unique et peut être exprimé en XML.
Dans le cadre des enregistrements sonores, l'intérêt du schéma METS en plus de bénéficier de plusieurs sections aménageable par type de métadonnée est de pouvoir mettre en relation tous les autres éléments qui les accompagnent. Il peut

[94] BANAT-BERGER Françoise, DUPLOUY Laurent, HUC Claude, *« L'archivage numérique à long terme. Les débuts de la maturité ? Manuels et guides pratiques »*. Direction des Archives de France; 2009, 278 p.

[95] Voir annexe III

[96] Voir BANAT-BERGER Françoise, DUPLOUY Laurent, HUC Claude, « *L'archivage numérique à long terme. Les débuts de la maturité ? Manuels et guides pratiques »*. Direction des Archives de France; 2009, p.129

[97] Metadata Encoding and Transmission Standard

(cc) BY-NC-ND

s'agir d'image, de pochette, de note de terrain, d'un enregistrement sonore qui était à l'origine gravé sur une des deux faces d'un disque, d'images animés ou même de texte, qui se rattachent au document.

Bien que sa flexibilité offre de nombreuses possibilités de combinaison, cela représente une contrainte car elle requiert un certain nombre de choix de la part de l'utilisateur, dont les métadonnées qui restent à déterminer[98].

Ce schéma reste largement utilisé par les bibliothèques nationales : Bibliothèque nationale de France, *British Library*, *Koninklijke Bibliotheek*.

PREMIS, métadonnées pour la préservation

PREMIS[99] sert à identifier les métadonnées utiles pour assurer la préservation. Il constitue un « *dictionnaire définissant des éléments de métadonnées jugées indispensables à une fonction d'archivage pérenne*[100] ».

Il s'adapte à tous types de domaines et ne comporte donc aucune métadonnée technique spécifique concernant les enregistrements sonores.

L'avantage des ces trois schémas est leur capacité à s'adapter et pour PREMIS sa flexibilité. Dans le système SPAR de la Bnf par exemple ils sont complémentaires[101].

Interopérabilité des métadonnées

La notion d'interopérabilité est importante et figure parmi les caractères indispensables pour la pérennité des documents et la valorisation des fonds. L'interopérabilité « *permet à deux ou plus de deux réseaux de transmission d'interagir entre eux et d'échanger des signaux* […][102]».

L'identification et l'accès aux données ainsi que l'échange entre systèmes sont garantis par le bon renseignement des métadonnées, d'autant plus qu'elles sont à la base du développement du web sémantique.

---

[98] *Ibid.* p.139

[99] PREservation Metadata Implementation Strategies

[100] *Ibid.* p.144

[101] Voir annexe IV

[102] CACALY Serge, « *Dictionnaire encyclopédique de l'information et de la documentation* », Paris : Nathan, 2001, p.145

(cc) BY-NC-ND

Les métadonnées de ces schémas sont généralement exprimées dans un langage XML.

Celui-ci est un format de données simple et compatible avec la plupart des schémas de métadonnées. Son interopérabilité assure sa longévité et participe à faciliter les échanges entre systèmes et son utilisation se justifie aussi pour sa capacité à représenter les métadonnées de description sur le web.

2.3.4. Migration des supports numériques

Tous les supports de stockage ont une durée de vie limitée, entraînant un risque de perte d'information si aucune solution n'est prise à temps.

Considérant la longévité des supports analogiques et leur dégradation, la légitimité de la migration des supports analogiques vers des supports numériques prend sens.

Mais les supports numériques pâtissent également de leur durée de vie courte, de l'obsolescence et de l'évolution technologique constante. Or, l'objectif est la conservation dans le temps de l'information sonore tout en permettant son accès.

Malgré les pistes de développement de support pérenne, la problématique de conversation de tout l'environnement du contenu inscrit sur le support demeure. Selon Francine Gauthier « *les options actuelles de préservation à long terme par la technologie numérique manquent de maturité* »[103].

Ainsi, avec le numérique la surveillance permanente de l'état des supports d'enregistrement pour éviter les pertes et anticiper les besoins de migration est primordiale. La migration des supports consiste *« soit à recopier le contenu d'un support vers un support de même type (nous parlons parfois de refreshing ou rafraîchissement, soit à transférer les supports, c'est-à-dire à dupliquer le contenu d'un support vers un autre type de support.*[104] »

Dans les deux cas le transfert de contenu se réalise sans modification de l'information.

---

[103] GAUTHIER Francine « *Impact du numérique sur les normes et les supports traditionnels de préservation* », Revue Archives, Association des archivistes du Québec, 2002, p. 21 [en ligne] https://www.archivistes.qc.ca/revuearchives/vol37_2/37-2-gauthier.pdf (consulté le 20 avril 2017)

[104] BANAT-BERGER Françoise, DUPLOUY Laurent, HUC Claude, « *L'archivage numérique à long terme. Les débuts de la maturité ? Manuels et guides pratiques* ». Direction des Archives de France; 2009, p.120

(cc) BY-NC-ND

Afin de conserver l'information sonore au-delà du support, il convient donc d'effectuer des transferts de manière fréquente. Il s'agit alors d'un processus de migration continuelle où tous les risques de dégradation et de fin de vie des supports sont pris en compte. Les mesures préventives se concentrent sur la veille technologique et l'entretien des supports et des systèmes. Franck Laloe[105] parle de « stratégie active » où les transferts se feront régulièrement – tous les 5 ans environ pour des cartouches magnétiques – afin de ne pas risquer la perte de document. Généralement, les documents sont recopiés sur plusieurs supports ce qui réduit considérablement les risques. Les institutions ont donc tout intérêt à opter pour des systèmes à plusieurs copies de sauvegarde sans perte et non compressées conservées sur des sites différents tout en conservant les originaux analogiques.

La préservation du document numérisé implique le contrôle de l'intégrité de l'information lors du transfert, plus fragile que son homologue du fait de son immatérialité. Car, bien que les copies soient authentiques et identiques il s'agit de reproduction qui nécessite tout le contrôle adéquat. Pour Francine Gauthier, *« empiriquement, il n'est pas possible de préserver un document électronique : il est seulement possible de préserver l'habilité à le reproduire. En ce sens maintient ou rétention à long terme des objets numériques (long term retention) est plus juste et de plus en plus fréquemment utilisée.*[106] »

[105] LALOE Franck et HOURCADE Jean-Charles, *« Longévité de l'information numérique: Les données que nous voulons garder vont-elles s'effacer* ? », Edp Sciences, 2013, p. 25

[106] GAUTHIER Francine « *Impact du numérique sur les normes et les supports traditionnels de préservation* », Revue Archives, Association des archivistes du Québec, 2002 [en ligne] http://archivistes.qc.ca/revuearchive/vol37_2/37-2-gauthier.pdf (consulté le 20 avril 2017)

BY-NC-ND

3. PROCESSUS TECHNIQUES ET PRESERVATION DE L'INFORMATION SONORE

La préservation de l'information sonore, comme définie en introduction, consiste en la conservation sans limite de temps des documents indépendamment de leur support, de leur format et du système qui les englobe, tout en favorisant leur accès.

Quelles sont les démarches adoptées par les grandes, les moyennes et les petites institutions. En quoi les solutions divergent ou se ressemblent à travers les choix opérés par la MMSH, l'Ircam, la BnF et l'Ina.

3.1. DÉMARCHE ET STRATÉGIE DE NUMÉRISATION

3.1.1. Plan de sauvegarde du patrimoine sonore

Le plan de numérisation des documents sonores a été mis en place en 1999 par le Ministère de la Culture et de la Communication. Nombreuses sont les institutions qui ont répondu à l'appel.

Au niveau associatif l'AFAS[107] réunit à la fois des collecteurs, des chercheurs et des collectionneurs et toutes personnes désireuses de sauvegarder, faire reconnaître la valeur patrimoniale des documents sonores et audiovisuels, édités ou inédits. Ainsi, la sauvegarde du patrimoine s'établit avec la coopération entre les différents centres mais aussi les institutions nationales patrimoniales dont les missions intègrent cette dimension.

Menacés par l'usure du temps, l'Ina a lancé en 1999 un plan de sauvegarde et de numérisation des fonds d'archives radio et télévision dont les supports étaient menacés. Au total, 90 %[108] du fonds radiophonique était vulnérable en 2007 car enregistrés sur un support unique. Depuis, près de la totalité du fonds radio a été numérisé. Ainsi ce projet de migration de l'analogique vers le numérique visant à

[107] Association Française des Archives Sonores orales

[108] AMBLARD Marie-Claire. « *La numérisation des archives de l'Ina* ». Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2007, n° 2, p. 41-43. [en ligne] http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2007-02-0041-007 (consulté le 22 juin 2017)

(cc) BY-NC-ND

préserver les contenus permet de répondre aux missions de valorisation du patrimoine de l'Ina et de faciliter l'exploitation et l'accès à ceux-ci.

Le département de l'Audiovisuel de la BnF a également conduit un plan de sauvegarde des documents en péril compte tenu de la dégradation des supports et de la disparition des appareils de lecture.

Toutes les archives sonores n'ont pas été numérisées et font l'objet d'une numérisation sélective compte tenu de la conservation satisfaisante de certains supports, tels que les disques vinyles.

3.1.2. Critères et périmètre de numérisation

Toute structure se trouvant face à un projet de numérisation adopte une méthodologie dans la sélection des documents sonores à numériser. La connaissance des fonds est le point de départ pour toute planification de préservation.

Il s'agit de déterminer les critères de numérisation et d'identifier les types de supports à numériser en priorité. L'évaluation de l'état des supports est donc une étape primordiale pour constater la dégradation ou non du support.

Ainsi, la stratégie de numérisation à la BnF est de donner la priorité aux supports les plus dégradés et les plus fragiles[109].

Les disques à gravure directe sont les plus en péril car ils se dégradent à chaque écoute et à ce jour, 10 000 disques sur 14 000 ont été numérisés.

Comme nous l'avons vu en deuxième partie, les supports numériques plus récents sont également très fragiles. La BnF effectuait à l'origine une numérisation sur CD-R, or aujourd'hui ceux-ci sont à nouveau numérisés vers des cartouches magnétiques. Les CD-audio pressés issus de l'industrie du disque sont également numérisés en priorité.

Aussi, les supports pour lesquels il n'existe quasiment plus d'appareil de lecture professionnel sont numérisés en priorité. C'est le cas des cassettes audio analogiques et des cassettes audionumériques de type DAT.

[109] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

(cc) BY-NC-ND

La campagne de numérisation de la BnF est également orientée vers des critères de rareté. Il s'agit de documents originaux dont l'institution est seule à posséder une copie. Ce sont des documents sonores inédits stockés sur bandes magnétiques issus de dons de chercheurs, de musiciens ou d'autres institutions. En effet, la BnF effectue la numérisation des documents sonores inédits du Centre de Recherche en Ethnomusicologie (CREM), du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et de l'Institut international de Musique Electroacoustique de Bourges (IMEB) ou toute autre institution qui en fait la demande.

Si la numérisation peut également se faire à l'unité sur demande d'un usager, tous les documents anciens ne sont pas traités en priorité. Certains supports analogiques ne sont pas numérisés en priorité. Les disques 78 tours et les microsillons par exemple témoignant d'une bonne conservation ne font donc pas l'objet d'un traitement systématique[110].

La numérisation des fonds sonores fait aujourd'hui partie des priorités des phonothèques. En effet, rappelons que l'une des missions phares des phonothèques est la mise à disposition et la restitution des documents sonores. Or, ceux-ci ont généralement été enregistrés sur cassettes et bandes audio par les chercheurs et sont devenues obsolètes ou les appareils pour les lire disparaissent.

Avant l'année 2000, la MMSH recopiait tous les 15 ans les bandes originales sur des bandes de même type pour l'archivage et sur cassettes audio pour la consultation. Une opération qui devenait onéreuse, la numérisation était donc naturellement la voie à suivre.

Les critères de numérisation de la MMSH sont relativement les mêmes que pour la BnF. D'abord, les documents fragiles et anciens sont numérisés en priorité. Aussi, dans un souci de valorisation de corpus, les fonds pertinents et les documents documentés correctement et dont les droits ont été acquis font également partis de la campagne de numérisation ainsi que ceux qui font l'objet d'une forte demande de consultation[111]. La MMSH avait ainsi numérisé 1000 heures d'archives sonores inédites de l'année 2000 à 2007.

---

[110] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

[111] GINOUVES Véronique, « *Gérer une collection numérisée : l'exemple de la phonothèque de la MMSH [Préservation, signalisation, accès]* », Bulletin de l'AFAS 2007 [En ligne] http://afas.revues.org/814 (consulté le 22 mai 2017)

(cc) BY-NC-ND

Malgré une hiérarchisation dans les priorités de numérisation, à terme tous les enregistrements sonores sur supports analogiques sont tous amenés à être numérisés et toutes les institutions vont dans ce sens.

3.1.3. Supports et formats de conservation pour le son numérisé

On constate une orientation différente en termes de choix de support : système de stockage de masse pour les fonds conséquents et des supports de stockages autonomes pour les fonds les plus petits ou pour la consultation.

Au sein de l'Ircam, les documents sonores étaient stockés sur des CD-R, il y a 10 ans de cela, sur deux disques destinés à la conservation. Aujourd'hui, les cassettes audio analogiques ainsi que les CD-R ont tous été numérisés. L'Ircam ne conserve que des documents numériques au format WAVE gérés en réseau à travers la base de données interne « Médias » autrefois « Archiprod » soit 8040 documents audio[112].

La quasi-totalité des phonothèques suivent les recommandations de la FAMDT[113]. Ainsi, les documents sonores sont numérisés en format WAVE et le support retenu est le CD-R en deux copies droites et sans compression, dont l'une est destinée à l'archivage et l'autre à la consultation[114]. Le but principal étant de trouver un équilibre entre facilité d'accès et conservation pérenne.

Le département de l'Audiovisuel de la BnF utilisent des cartouches magnétiques de type Ultrium LTO 6 de dernière génération pour stocker ses documents sonores. Ces cartouches ont aujourd'hui une capacité de 1,5 To pour des données non compressées – 6,25 To en mode compressé – mais ces générations sont amenées à évoluer. Les documents sont stockés en deux exemplaires. Dans tous les cas la BnF conserve une copie droite sans correction du signal qui sera donc conforme à son original analogique et une copie de consultation à partir de la copie droite qui peut subir un traitement pour le confort de l'écoute. Chaque document numérisé intègre une clé de contrôle d'intégrité au format MD5

[112] Voir annexe VII

[113] Fédération des Associations de Musiques et Danses Traditionnelles

[114] GINOUVES Véronique, « *Gérer une collection numérisée : l'exemple de la phonothèque de la MMSH [Préservation, signalisation, accès]* », Bulletin de l'AFAS 2007 [En ligne] http://afas.revues.org/814 (consulté le 22 mai 2017)

BY-NC-ND

(Message Digest 5). L'algorithme MD5 est une fonction de hachage cryptographique, en quelque sorte une empreinte du fichier permettant de suivre tous les mouvements effectués, que ce soit la mise en réseau ou la migration sur support.

Le format de conservation est le WAVE échantillonné en 96 kHz et 24 bits ce qui permet de conserver parfaitement la qualité de l'enregistrement et de rester fidèle et intègre à l'original[115].

Pour la consultation sur le site Gallica c'est le format Mp3 qui est privilégié. Le but étant de bénéficier avec efficacité des espaces de stockage. Soit, utiliser un format de qualité pour optimiser la longue conservation et un format léger pour la diffusion rapide[116].

L'Ina a aussi fait le choix d'un système de stockage de masse en réseau pour le son numérisé mais aussi pour tous les documents audiovisuels dont l'institut dispose, conservés en plusieurs exemplaires sur des sites distincts.

Peu importe le choix de supports numériques tous les originaux analogiques sont conservés et ceci est d'autant plus vrai juridiquement pour les institutions gérant le dépôt légal.

3.2. GESTION DES DOCUMENTS SONORES NUMÉRISÉS

3.2.1. Quelle politique de traitement documentaire ?

Le traitement documentaire suit généralement des modèles et des standards concernant le renseignement des métadonnées, certaines institutions ont opté pour une politique commune et d'autres utilisent des schémas indépendants.

La BnF s'appuie sur les schémas Dublin Core, METS et PREMIS. Il s'agit à l'origine d'un fichier texte écrit dans le langage XML[117] qui contient des informations documentaires concernant le document original et le document numérisé : la nature, le contenu, le support d'origine, la traçabilité de toute la chaîne de numérisation – appareil de numérisation, format, etc. –. Ces

[115] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

[116] CAROU Alain, « *Numériser sans pertes* », Culture et Recherche, 2002, n°91-92, p. 17 [en ligne] http://www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 20 janvier 2017)

[117] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

(cc) BY-NC-ND

métadonnées pourront alors être interprétées dans des schémas uniques ou combinés pour le catalogage et la mise en ligne des documents.

L'Ircam a fait le choix d'un schéma de métadonnées indépendant, interne construit selon les besoins du centre. Les métadonnées reprennent tout de même les éléments que l'on trouverait dans un modèle de schéma standard : le titre, la date, le lieu de l'enregistrement, les mentions de responsabilité, l'auteur, les droits de diffusion et éventuellement un résumé du contenu.

Traitement documentaire, vers une politique commune ?

Les phonothèques spécialisées dans les musiques traditionnelles utilisent comme procédure de traitement documentaire le *Guide d'analyse documentaire*[118] élaboré par la FAMDT. Il s'agit d'un système d'indexation harmonisé pour ce domaine.

La description documentaire comprend plusieurs blocs, pour en citer quelques-uns :

- Le « **bloc identification** » concerne les informations liées au contexte de production du document : sa côte d'identification au sein de la structure, son appartenance à un fonds, l'enquête dont il est issu, son lieu de localisation et la localisation de l'original.
- Le « **bloc conditions de consultation** » concerne les conditions d'obtention et de consultation : les droits d'autorisation, nom de la personne physique ou morale ayant déposé le document et sa date, les autorisations d'accès
- Le « **bloc désignation** » concerne la nature du document : le type d'archive, son contexte d'enregistrement, son genre (chant, parole, paysage sonore, conte, etc.)
- Le bloc « **contexte de création** » contient : le nom des intervenants et auteurs ainsi que leur fonction au sein de l'enregistrement (enquêteur, preneur de son, informateur, etc.), la date et le lieu et la langue d'enregistrement,
- Le « **bloc description technique** » contient : le type de support original, les caractéristiques du support numérique (type, format, échantillonnage, vitesse d'enregistrement, etc.), la durée de l'enregistrement.

[118] MARCADÉ Claire, GUINARD Bernard, COULAIS Stéphanie, DAVY Yvon, DESGRUGILLERS Eric, et al. « *Patrimoine culturel immatériel. Traitement documentaire des archives sonores inédites. Guide de bonne pratique pour l'analyse des documents sonores inédits*. » 2014, 82 p. [en ligne] https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01065125

(cc) BY-NC-ND

Les centres d'archives sonores ont donc adopté un langage commun et interopérable qui s'appuie sur le schéma de métadonnées Dublin Core et permet de mettre en commun les différents catalogues en un seul « méta-portail ». Ce système se veut durable grâce au protocole OAI-PMH et aux recommandations du W3C pour la mise en place de portails web collectifs.

3.2.2. Quel traitement après numérisation ?

La restauration des enregistrements sonores

La restauration des documents sonores lors de la numérisation des supports analogiques est parfois nécessaire : *« la numérisation ne suppose pas uniquement de copier des bandes analogiques sur support numérique. Il faut parfois passer par l'intermédiaire des filtres, de compresseurs, utiliser éventuellement des logiciels de nettoyage des bandes.*[119] »

En effet, certains supports anciens sont affectés par des bruits et des souffles pouvant altérer le confort d'écoute. Ces distorsions souvent indésirables peuvent être causées par des défauts de manipulation et de stockage ou émanent des conditions de l'enregistrement.

Le but de la BnF par exemple, est de fournir un document de qualité à l'usager tout en préservant son authenticité. Généralement, ce sont les supports mécaniques – cylindres, disques microsillons et 78 tours – qui sont restaurés. La restauration n'est donc pas systématique.[120]

Dans la même optique, les émissions radiophoniques de l'Ina ne subissent une restauration lors de la numérisation uniquement lorsqu'il est question de diffusion, quand on constate des dommages dus au vieillissement du support ou à une manipulation maladroite. Il n'est pas question de dénaturer le document et d'entraver l'authenticité de l'enregistrement.[121]

---

[119] LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, *« Les archives sonores en France »*, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, p.65

[120] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

[121] Voir LERENA Benjamin, « *Restauration du son à l'Ina : enquêtes et dentelles sonores* » : http://www.ina-expert.com/e-dossier-de-l-audiovisuel-le-son-dans-tous-ses-etats/restauration-du-son-a-l-image-enquetes-et-dentelles-sonores.html (consulté le 25 juin 2017)

(cc) BY-NC-ND

La migration inévitable des supports

Comme nous l'avons vu précédemment, afin de préserver les documents sonores dans des conditions, les entretiens réguliers des supports et éventuellement la vérification de l'intégrité du contenu est primordiale.

Avec l'évolution technologique et l'obsolescence rapide des supports, les transferts vers un support toujours plus récent sont inévitables. Il s'agit d'un processus primordial pour une préservation optimale.

Comme nous l'avons vu en deuxième partie, les cartouches de type LTO intègrent des puces RFID permettant la surveillance des bandes afin de rendre compte des éventuelles erreurs et de leur état. Cependant, l'intervention manuelle et les vérifications à vue sont des méthodes de prévention efficaces.

La BnF met en œuvre une veille technologique afin d'être toujours à jour en termes de technologie. De ce fait, les copies régulières sont opérées vers des supports plus performants et à capacité plus élevée tous les 3 à 5 ans[122]. Il en va de même pour toutes les institutions utilisant des systèmes de mise en réseau. Le renouvellement des disques optiques sera néanmoins périodiquement plus espacé du fait de leur meilleure résistance et leur durabilité.

En termes de supports, nous avons bien vu que chacun avait ses avantages ou ses inconvénients. Il n'y a de support idéal que selon le type d'usage qu'on en fait. De plus, « *l'histoire des formats et supports montre qu'il n'existe pas de format pérenne, tout au plus des formats qui durent plus que d'autres, et ceci aussi bien en analogique qu'en numérique*[123] ». A terme, les transferts se feront essentiellement de et vers des supports numériques. Mais il s'agira de migrations perpétuelles tant que de nouvelles solutions plus durables ne seront pas disponibles et ces migrations de données ont un coût.

3.2.3. Une solution longue et coûteuse

La plupart des centres d'archives sonores rencontrent des problèmes de financement bloquant le budget nécessaire à la numérisation des fonds. Les

[122] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

[123] AMBLARD Marie-Claire. « *La numérisation des archives de l'Ina* ». Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2007, n° 2, p. 41-43. [en ligne] http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2007-02-0041-007 (consulté le 22 juin 2017)

(cc) BY-NC-ND

archives sonores requièrent des ressources humaines pour l'entretien et des ressources techniques conséquentes. Le budget pour la conservation ou l'élaboration des systèmes documentaires peut aussi être élevé.

Dans l'enquête[124] réalisée par Loddo Daniel et Bouthillier Robert, nombreux centres de petites taille témoignent de leur difficulté à embaucher du personnel. Pour les phonothèques, par exemple, le personnel est souvent limité. Certaines tâches sont allouées à des stagiaires ou bénévoles quand dans les institutions publiques disposent de personnel salarié. Or le travail effectué en amont, de traitement, d'analyse, de création de métadonnées peut être laborieux : *« la numérisation d'une heure de son implique qu'un technicien soit occupé pendant autant de temps.*[125] » Au coût de numérisation et de traitement, on ajoute les coûts d'exploitation et de diffusion.

La sous-traitance peut s'avérer être un moyen pour combler aux déficits de ressources. De plus, elle peut aussi concerner la conservation des supports par des organismes de plus grandes tailles comme la BnF, les institutions qui font appel à ces services restent tout de même propriétaires et gestionnaires de leurs archives.

La migration des supports peut être vue comme un inconvénient. La conservation sur disques ou cartouches magnétiques en réseau est une solution coûteuse puisque ce système est rapidement obsolète et nécessite des cycles de migration réguliers. Ce système consomme donc une grande quantité de support ce qui implique un coût financier mais aussi un coût environnemental conséquent mais il est pourtant adapté pour les institutions possédant de grandes ressources et des volumes importants de documents.

[124] LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, *Les archives sonores en France*, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, p.51

[125] GINOUVES Véronique, « *Gérer une collection numérisée : l'exemple de la phonothèque de la MMSH [Préservation, signalisation, accès]* », Bulletin de l'AFAS 2007 [En ligne] http://afas.revues.org/814 (consulté le 22 mai 2017)

(cc) BY-NC-ND

3.3. NUMÉRISATION DE PRÉSERVATION ET NUMÉRISATION DE DIFFUSION

3.3.1. Cycle de vie et préservation du son numérisé

Si dans le domaine de l'archivage, le document suit un circuit bien défini de la production jusqu'à la conservation ou destruction, l'archive sonore patrimoniale bénéficie d'une conservation intemporelle.

Nous avons bien vu que les problèmes de conservation avec le numérique sont complexes et la problématique de la conservation de l'information numérique est en constante évolution.

Gérer la préservation du son numérisé et assurer son accès est double puisqu'il s'agit de préserver le support numérique mais aussi tous les outils et matériels permettant l'accès au contenu, tout en assurant la conservation du support analogique. Nous avons démontré que la migration était elle aussi primordiale du fait de la faible longévité des supports numériques utilisés à ce jour, n'excédant pas 30 ans.

Les missions principales des institutions sont de transmettre et mettre à disposition les ressources et les plans sont donc guidés naturellement vers ces objectifs de valorisation.

Si la légitimité de la numérisation des archives sonores à des fins de préservation n'est plus à démontrer, elle constitue un véritable atout dans leur valorisation.

3.3.2. Valorisation et restitution

La numérisation des archives sonores n'est pas une fin en soi. La valorisation des sources sonores numérisées fait partie intégrante des missions de médiation des institutions aussi bien nationales, privées qu'associatives.

Les archives sonores ont gagné en notoriété grâce à la dématérialisation des contenus. Pour Véronique Ginouvès et Bénédicte Bonnemason, *« la numérisation des archives sonores a dynamisé la source sonore »*[126]

[126] BONNEMASON, Bénédicte et GINOUVES, Véronique, *« Les phonothèques de l'oral : Collecter, documenter et valoriser les musiques traditionnelles »*, Bulletin des bibliothèques de France, 2002, t. 47, n°2, p. 60-65

(cc) BY-NC-ND

Permettre l'accès de ces sources au grand public via la numérisation constitue un véritable enjeu de politique culturelle et on constate en retour un regain d'intérêt pour le patrimoine sonore : *« Si la numérisation des archives accroît les possibilités d'accès, et par là même permet de toucher un public élargi au-delà des experts, cette circulation s'inscrit dans des politiques patrimoniales assumées dont le but est de faire sortir les archives de leur enceinte d'autorité*. [127]»

De plus comme on l'a vu, la consultation répétée des supports analogiques engendrait des dégradations du support et leur manipulation en devenait plus fastidieuse. Les outils du web développés à partir des métadonnées et tout le traitement documentaire effectué en amont permettent d'impulser une réelle dynamique d'accessibilité et de valorisation de ces sources en ligne.

En effet, le traitement technique d'analyse du signal, de repérage, d'identification et d'indexation du contenu facilite la recherche de l'utilisateur. Celui-ci peut alors avoir accès à des plages de séquences et « feuilleter le son [128]» sans avoir à écouter tout l'enregistrement.

Le renseignement des relations entre les différents types de documents composant un corpus est aussi un moyen de valorisation : *« les archives issues de la recherche en particulier prennent tout leur sens lorsqu'elles sont accompagnées des documents connexes de la démarche du chercheur »*[129].

Les notes et carnets de terrains, les photographies, ou vidéos apportent une valeur ajoutée à la source sonore. En effet, les chercheurs travaillent sur plusieurs types de supports et il est important de pouvoir les mettre en relation. Le projet TELEMETA[130] crée en 2007 est un outil collaboratif pour les archives sonores de la recherche qui s'oriente dans ce sens. Elle permet la consultation des fonds d'archives sonores mais aussi de toute la documentation associée. Cet outil répondant aux besoins des chercheurs en termes de gestion, d'accès, de diffusion et

---

[127] CHAMBAT-HOUILLON Marie-France, COHEN Évelyne, « *Archives et patrimoines visuels et sonores* », Sociétés & Représentations, 2013/1 n° 35, p. 7- 14, [en ligne] http://www.cairn.info/revue-societes-et-representations-2013-1-page-7.htm (consulté le 5 décembre 2016)

[128] CALAS Marie-France, « *Les collections de phonogrammes* », Culture et Recherche, juillet-octobre 2002, n°91-92, p.12-14 [en ligne] www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 19 décembre 2016)

[129] COLOMBIE Hélène, « *Numériser des archives audiovisuelles à la phonothèque de la MMSH* » in Les carnets de la phonothèque, 2017, [en ligne] https://phonotheque.hypotheses.org/ (consulté le 23 juin 2017)

[130] Telemeta est un projet collaboratif pour les archives sonores de la recherche, http://telemeta.org/

(cc) BY-NC-ND

de conservation des archives sonores. Le Centre de Recherche en Ethnomusicologie[131] est un exemple d'institution qui utilise cette plateforme. L'organisation des documents sonores sur la plateforme est faite sous forme de fonds regroupant des thématiques, de collection ou de corpus. Ce sont près de 32 000 documents sonores consultables en ligne.

La valorisation auprès du public s'adapte aux nouveaux besoins des utilisateurs et passe essentiellement par la diffusion sur des plateformes en ligne.

3.3.3. Exploitation et consultation des fonds numérisés

La mise à disposition du public des fonds reste une des finalités principales des centres d'archives sonores. En effet, il s'agit d'un patrimoine qui vise à être démocratisé et valorisé.

Consultation sur place

Si la numérisation pour améliorer l'accès à l'information prend sens, la consultation sur place n'est pas complètement effacée.

A la médiathèque de l'Ircam, par exemple, il est possible de consulter les documents sonores via un poste informatique sécurisé et un accès contrôlé. Tous les enregistrements sont consultables au sein de la Médiathèque de l'Ircam. L'utilisateur n'a pas accès au support physique de l'enregistrement et il n'y a pas de reproduction possible[132].

A la BnF, certains documents originaux n'ayant pas été numérisés nécessitent l'intervention d'un technicien qui rallonge donc le délai de consultation. En effet, sur demande spontanée d'un utilisateur, un document original peut être consulté dans l'enceinte de l'établissement si son état et sa manipulation le permettent autrement il est numérisé pour la consultation. Dans tous les cas, il n'y a aucun frein à la consultation qui n'est qu'une question de délai et d'attente[133].

---

[131] Archives sonores du Musée de l'Homme http://crem-cnrs.fr/archives-sonores

[132] Voir MICHEL FINGERHUT Michel, *« Numérisation et archivage »*, Culture et Recherche, juillet-octobre 2002, n°91-92, p.10-11 [en ligne] www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 19 décembre 2016)

[133] Entretien du 20 mars 2017, annexe VI

(cc) BY-NC-ND

La consultation des archives sonores dans les phonothèques est également possible sur rendez-vous.

L'animation des centres est également un moyen de médiation et de restitution des sources sonores. Elle se fait par la mise en place d'ateliers, d'expositions, de documentaires sonores comme c'est le cas des « Escales Sonores[134] » annuelles réalisées par la CMTRA[135] en collaboration avec le Rize[136].

Portails et bases de données individuels et mutualisés

Les outils de valorisation en ligne sont multiples, soit par mise à disposition de bases de données de notices seules, soit ces bases donnent accès aux documents directement.

On retrouve Gallica[137], la bibliothèque numérique de la BnF qui compte à ce jour 50 856 enregistrements sonores issus de corpus divers français mais aussi du monde accessibles en ligne. L'Inathèque[138] regroupe près de 4 203 022 documents consultables en ligne issus des fonds radio.

A l'échelle européenne, le projet Europeana Sounds[139] met à disposition un peu plus de 500 000 archives sonores de différentes catégories : musiques traditionnelles, langues parlées, enregistrement environnementaux ou encore radiophoniques.

La disparité géographique des centres régionaux rend nécessaire un système de base de données en ligne comme c'est le cas pour les institutions nationales. En 2000, Loddo Daniel et Bouthillier Robert préconisaient même la création d'un *« site internet global, commun à l'ensemble des centres d'archives sonores en France* [140]» afin que les utilisateurs puissent avoir un aperçu du réseau dans leur recherche.

---

[134] Les Escales Sonores : http://www.cmtra.org/Nos_actions/Diffusion/211_Les_Escales_Sonores_du_Rize.html

[135] Centre des Musiques Traditionnelles Rhône Alpes : https://www.cmtra.org/

[136] Le Rize : http://lerize.villeurbanne.fr/

[137] Gallica : bibliothèque numérique de la Bnf http://gallica.bnf.fr/

[138] http://www.inatheque.fr/fonds-audiovisuels/fonds-radio.html

[139] Europeana Sounds : http://www.europeanasounds.eu

[140] LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, *Les archives sonores en France*, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions, 2000, p.69

(cc) BY-NC-ND

Les portails régionaux constituent aujourd'hui de véritables réseaux documentaires mutualisés dédiés aux archives sonores inédites :

- le portail Rhône-Alpes[141] met à disposition les archives d'une douzaine de structures de la région dont le CMTRA mais aussi des Archives Départementales et Municipales, des musées et écomusées et centres départementaux
- la base de données Ganoub[142] de la MMSH
- la plateforme Cocoon[143] (COllection de Corpus Oraux Numériques) collecte les corpus linguistiques français issus de la recherche, à ce jour elle répertorie plus de 9000 enregistrements. Cette plateforme est gérée conjointement par le Laboratoire de langues et civilisations à tradition orale (LACITO) et le Laboratoire ligérien de linguistique (LLL)

Toutes ces plateformes, qui ne constituent pas une liste exhaustive, participe à renforcer la diversité des patrimoines en région.

Plus spécifiquement, on retrouve le portail du patrimoine oral dédié aux musiques traditionnelles.

Fédérés par la FAMDT, 9 centres régionaux consacrés aux musiques traditionnelles se sont réunis en réseau afin de réaliser une meilleure cartographie des fonds et des collections. Ainsi, proposant un portail collectif[144] permettant de mutualiser quelques-uns de leurs fonds régionaux spécifiques, le réseau a pour but de sauvegarder, documenter et valoriser les documents sonores régionaux.

La numérisation et la mise en ligne des archives sonores soulèvent tout de même des problématiques juridiques qui peuvent par la même freiner leur restitution.

[141] http://patrimoine-oral.org/dyn/portal/index.seam?page=home&fonds=8

[142] http://phonotheque.mmsh.huma-num.fr/

[143] http://cocoon.huma-num.fr/exist/crdo/

[144] Portail du patrimoine http://www.portaildupatrimoineoral.org

(cc) BY-NC-ND

3.4. ACCESSIBILITÉ ET DROITS

3.4.1. La notion de copie : de l'original à la reproduction

La conservation des supports analogiques supposaient un contrôle de leur accès ; on savait qui accédait à quel contenu et pour quel usage. La capacité de reproductibilité infinie du signal numérique a rendu la source sonore plus vulnérable. Le document sonore peut être plus facilement recopié tant les accès sont élargis : « *les enregistrements pouvant plus facilement être accessibles, écoutés et copiés*[145] ». Il convient donc de mettre en place des outils de contrôle limitant la modification non autorisée d'un fonds ou d'un document afin de maintenir son authenticité mais aussi de contrôler les utilisations qui en sont faites afin d'empêcher les copies non autorisées.

Outre l'importance des outils qui régissent les droits d'accès aux fonds sonores, leur mise en valeur par la numérisation implique de nouvelles problématiques juridiques.

3.4.2. Une question de droits

L'utilisation et l'exploitation de ces données soulèvent des questions d'ordre juridique et éthique. Pour certains enregistrements anciens, par exemple, ces questions n'ont pas forcément été discutées lors des enregistrements et il est parfois difficile d'en retrouver les auteurs ou d'identifier les ayants-droits. Pour Michèle Battisti *« il convient de s'interroger sur le statut juridique des témoignages recueillis dans le passé et de définir des règles adaptées aux nouveaux usages*[146] »

Cependant, la législation ne prévoit pas la mise en application d'un statut juridique pour les archives sonores inédites. Qu'en est-il des documents sonores impliquant plusieurs acteurs ?

---

[145] BATTISTI Michèle, « *La valorisation des archives sonores : le documentaliste, le juriste et le chercheur : Journée d'étude MMSH-EPHE-AFAS-ARCADE* », Documentaliste-Sciences de l'information, n°43, 1/2006, p. 53-56, [en ligne] http://www.cairn.info/revue-documentaliste-sciences-de-l-information-2006-1-page-53.htm (consulté le 22 mai 2017)

[146] *Ibid.*

(cc) BY-NC-ND

L'initiative de leur diffusion et parfois même de leur conservation peut se heurter à des chercheurs refusant de rendre leurs collectes accessibles. Or, l'accord des contributeurs est nécessaire pour tout usage des enregistrements et les fonds sensibles qui n'ont aucun statut juridique ne sont pas autorisés à la consultation.

Comment proposer une politique juridique cohérente concernant les archives sonores inédites non publiées quand le droit d'auteur[147] – droit sur l'œuvre originale –, le droit sur la voix – concernent tous les locuteurs enregistrés – ou le droit voisin – concerne la personne physique ou morale productrice de l'enregistrement – entrent en jeu ?

L'adoption des licences *Creative Commons* pour le partage en ligne et l'exploitation sous des conditions préalablement définies ainsi que les contrats régissant les cessions de droits et d'usage apparaissent comme des outils d'approche non négligeable.

Ces contrats doivent prévoir de définir les droits de chacun : « *une chaîne de contrats à établir entre les collecteurs, leurs employeurs, les témoins, les organismes dépositaires et les organismes financeurs*[148] ».

Bien sûr, il convient que ces contrats soient adaptés à chaque situation et ne peut pas par conséquent être universel.

Ludovic Le Draoullec[149] avait proposé en 2006 plusieurs types de contrats à adapter selon les besoins : contrat d'autorisation d'utilisation, contrat de dépôt, de cession de droit entre autres.

Le contrat d'autorisation qui nous intéresse ici définit l'identification des enregistrements concernés, la nature des autorisations de reproduction et de diffusion et leur durée.

---

[147] Legifrance, « *Code de la propriété intellectuelle* », https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idArticle=LEGIARTI000006279025&idSectionTA=LEGISCTA000006161642&cidTexte=LEGITEXT000006069414&dateTexte=20170701 (consulté le 3 juin 2017)

[148] BATTISTI Michèle, « *La valorisation des archives sonores : le documentaliste, le juriste et le chercheur : Journée d'étude MMSH-EPHE-AFAS-ARCADE* », Documentaliste-Sciences de l'information, n°43, 1/2006, p. 53-56, [en ligne] http://www.cairn.info/revue-documentaliste-sciences-de-l-information-2006-1-page-53.htm (consulté le 22 mai 2017)

[149] LE DRAOULLEC Ludovic, « *L'utilisation des corpus oraux à des fins culturelles : quels contrats mettre en œuvre ?* », Bulletin de l'AFAS, 2006 [En ligne] http://afas.revues.org/622 (consulté le 28 juin 2017)

(cc) BY-NC-ND

4. CONCLUSION

Si l'écrit au sens d'archive papier a déjà fait ses preuves, il n'en reste pas moins que l'archive sonore de part sa diversité de genre – chants, contes, linguistiques, musiques, ambiances, etc. – sont également un moyen non négligeable de transmission des traditions et coutumes de notre société. Avec l'oralité, la reconstitution du passé peut s'entrevoir dans une dimension plus large et plus authentique parfois, que le papier ne saurait retranscrire.

La conservation de ces sources sur des supports analogiques est sujette à de nombreux facteurs de détérioration et l'évolution technologique renforce l'obsolescence de ces supports. La numérisation apparaît alors comme un élément clé face à ces problématiques quand elle répond aux exigences normalisées de qualité sonore. Elle favorise leur valorisation et leur conservation en est améliorée.

Si la conservation est relative au document physique, la préservation prend une dimension numérique. En effet, la numérisation a modifié l'approche de la notion de préservation. Il ne s'agit plus non seulement d'assurer la conservation d'un support mais également tout l'environnement matériel et logiciel qui entoure le contenu : les outils et appareils de lecture, les formats, les métadonnées.

C'est donc toute une stratégie de numérisation pour la préservation à déterminer. On retiendra comme critères prioritaires de numérisation, la criticité de l'état d'un support, la rareté des documents qui existent en un seul exemplaire et dont l'institution est seule détentrice mais aussi la numérisation sur demande.

Le choix des supports est orienté en fonction des besoins en termes d'accessibilité pour la consultation et de volumétrie nécessaire.

Les supports numériques sont privilégiés pour leur capacité de stockage, la facilité du traitement et de gestion informatique, la facilité d'utilisation et d'entreposage. Cependant, nous avons vu que la durée de vie de ces supports est souvent plus limitée que la longévité estimée et l'évolution technologique spectaculaire accélère la vulnérabilité de ceux-ci.

En conséquence il n'y a pas de support idéal mais des supports adaptés à chaque usage.

(cc) BY-NC-ND

Comment assurer la pérennité des sources sonores alors même que l'obsolescence des supports et des formats peut les rendre inexploitables dans le temps ?

Nous avons démontré que ce défi majeur relevait de la mise en place d'une méthodologie optimale, soit :

- Justifier d'un traitement documentaire et d'une gestion des formats efficaces afin d'assurer l'interopérabilité des contenus dans le temps
- Effectuer une surveillance régulière de l'état des supports, manuelle ou automatique, et mettre en place une veille technologique

L'obsolescence des supports n'est donc pas une fatalité. On ne peut assurer la pérennité d'un support qu'avec une migration perpétuelle – par rafraichissement de support ou par renouvellement vers un autre type de support – et préserver son contenu grâce aux éléments cités ci-dessus. Ce sont des documents fragiles, et les coûts élevés des transferts et les fréquences de migration sont difficiles à évaluer car celle-ci peut varier en fonction de l'état de dégradation ou d'obsolescence.

Quoi qu'il en soit, la numérisation demeure la solution clé tant qu'il n'y a pas d'évolution technologique vers d'autres alternatives. La préservation numérique peut être mise en place par les petites et grandes institutions en fonction de leurs ressources. Les coûts varieront selon la masse de documents à préserver.

Bien que la capacité de reproduction infinie des archives sonores numérisées et leur exploitation soulève des questionnements éthiques et juridiques quant aux droits des acteurs gravitant autour, des approches à caractère contractuel sont envisageables mais restent à être perfectionnées afin de réduire les appréhensions à la gestion et à la communication des fonds sonores et que ceux-ci restent exploitables dans le temps.

(cc) BY-NC-ND

5. SOURCES

Entretiens

Luc Verrier, Expert en numérisation et préservation numérique (spécialité audiovisuelle) au Département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque Nationale de France : le 20 mars 2017

Roseline Drapeau, Documentaliste en charge de la médiathèque au Centre de Ressources de l'Ircam : le 21 juin 2017

Textes législatives et normes

Association Francaise De Normalisation, « *NF Z42-013 : Archivage électronique - Spécifications relatives à la conception et à l'exploitation de systèmes informatiques en vue d'assurer la conservation et l'intégrité des documents stockés dans ces systèmes* », 2009.

Legifrance, Article L131-1, Chapitre I « *Objectifs et champs d'application du dépôt légal* » https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074236&idArticle=LEGIARTI000006845515 (consulté le 28 février 2017)

Legifrance, « *Loi n° 2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique* » https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000801164 (consulté le 3 juin 2017)

Legifrance, « *Code de la propriété intellectuelle* », https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idArticle=LEGIARTI000006279025&idSectionTA=LEGISCTA000006161642&cidTexte=LEGITEXT000006069414&dateTexte=20170701 (consulté le 3 juin 2017)

International Organization for Standardization, « *ISO/TR 17797:2014, Electronic archiving -- Selection of digital storage media for long term preservation* », 2014.

BY-NC-ND

International Organization for Standardization, « *ISO 18927:2013, Imaging materials - Recordable compact disc systems - Method for estimating the life expectancy based on the effects of temperature and relative humidity* », 2013

International Organization for Standardization, « *ISO/IEC 16963:2015, Information technology - Digitally recorded media for information interchange and storage - Test method for the estimation of lifetime of optical disks for long-term data storage* », 2015

Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle, *« Article 2 du Traité de Beijing sur les interprétations et exécutions audiovisuelles* » [en ligne] http://www.wipo.int/treaties/fr/text.jsp?file_id=295837#art2 (consulté le 3 mai 2017)

Sitographie

Archives sonores du Musée de l'Homme : http://crem-cnrs.fr/archives-sonores

Centre des musiques traditionnelles en Rhône-Alpes : https://www.cmtra.org/

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales : http://www.cnrtl.fr/definition/phonographe

Cité de mémoire, « Le document sonore » : http://www.citedememoire.com/notre-expertise/les-documents-sonores/ (consulté le 12 juin 2017)

Europeana Sounds : http://www.europeanasounds.eu

Gallica : bibliothèque numérique de la Bnf : http://gallica.bnf.fr/

Inathèque : http://inatheque.ina.fr/

Institut de recherche et coordination acoustique/musique : http://www.ircam.fr/

LERENA Benjamin, « Restauration du son à l'Ina : enquêtes et dentelles sonores » : http://www.ina-expert.com/e-dossier-de-l-audiovisuel-le-son-dans-

(cc) BY-NC-ND

tous-ses-etats/restauration-du-son-a-l-image-enquetes-et-dentelles-sonores.html (consulté le 25 juin 2017)

Phonothèque du musée de la Corse : http://www.musee-corse.com/index.php/fre/Nos-collections/La-phonotheque

Phonothèque de la MMSH : http://www.mmsh.univ-aix.fr/mediatheque/Pages/fonds-collections.aspx

Portail du patrimoine oral - Catalogue collectif d'archives sonores et audiovisuelles sur les traditions orales : http://www.portaildupatrimoineoral.org/

Portail des archives sonores de Rhône-Alpes : http://patrimoine-oral.org/dyn/portal/index.seam?page=home&fonds=8

Quantum, technologie LTO : http://www.quantum.com/fr/technologies/lto/index.aspx

Rize : http://lerize.villeurbanne.fr/

Telemeta : http://telemeta.org/

Articles de presse

FILIPPONE Dominique, Sony fait tenir 185 To de données sur une cartouche *:* http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-sony-fait-tenir-185-to-de-donnees-sur-une-cartouche-57397.html, 2014

VERDO Yann, Le stockage sur ADN, disque dur du futur, Les Echos, 2014 : https://www.lesechos.fr/13/01/2014/LesEchos/21603-047-ECH_le-stockage-sur-adn--disque-dur-du-futur--.htm

MARCHAND Leila, Ce petit disque de quartz peut stocker des données pendant 13 milliards d'années, Les Echos, 2016 : https://www.lesechos.fr/20/02/2016/lesechos.fr/021704027753_ce-petit-disque-de-quartz-peut-stocker-des-donnees-pendant-13-milliards-d-annees.htm

(cc) BY-NC-ND

CHAMPEAU Guillaume, Archival Disc : un nouveau format optique par Sony et Panasonic : http://www.numerama.com/magazine/28698-archival-disc-blu-ray-successeur-format-stockage-optique-sony-panasonic.html, 2014

(cc) BY-NC-ND

6. BIBLIOGRAPHIE

Aux origines des fonds sonores

CALAS Marie-France, « *Les collections de phonogrammes* ». Culture et Recherche, juillet-octobre 2002, n°91-92, p.12-14 [en ligne] http://www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 19 décembre 2016)

CALLU Agnès, LEMOINE Hervé, « *Le patrimoine sonore et audiovisuel français, entre archives et témoignages : guide de recherche en sciences sociales* » dans L'audiovisuel et les sciences sociales, Paris, Belin, 2005, Tome 2, 117 p.

CHAMBAT-HOUILLON Marie-France, COHEN Évelyne, « *Archives et patrimoines visuels et sonores* », Sociétés & Représentations, 2013/1 n° 35, p. 7-14, [en ligne] http://www.cairn.info/revue-societes-et-representations-2013-1-page-7.htm (consulté le 5 décembre 2016)

CORDEREIX Pascal, « *Les fonds sonores du département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque nationale de France.* », Bulletin de l'Institut Pierre Renouvin 2/2014 (N° 40), p. 141-151 [en ligne] http://www.cairn.info/revue-bulletin-de-l-institut-pierre-renouvin1-2014-2-page-141.htm (consulté le 15 décembre 2016)

Direction des Archives de France, « *Dictionnaire de terminologie archivistique »,* 2007 [en ligne] https://francearchives.fr/file/4f717e37a1befe4b17f58633cbc6bcf54f8199b4/dictionnaire-de-terminologie-archivistique.pdf (consulté le 16 décembre 2016)

LODDO Daniel, BOUTHILLIER Robert, *« Les archives sonores en France, Saint-Jouin-de-Milly, Modal Editions* », 2000, 124 p.

PELEN Jean-Noël, « *Les phonothèques de l'oral au carrefour de la recherche et de la culture* », Bulletin de liaison des adhérents de l'AFAS, 2011 [en ligne] http://afas.revues.org/2702 (consulté le 10 février 2017)

BY-NC-ND

L'enjeu du numérique dans la pérennité du patrimoine sonore

BANAT-BERGER Françoise, DUPLOUY Laurent, HUC Claude, « *L'archivage numérique à long terme. Les débuts de la maturité ? Manuels et guides pratiques*. » Direction des Archives de France; 2009, 278 p.

BACHIMONT BRUNO, « *Archivage audiovisuel et numérique : les enjeux de la longue durée* », cours à l'Ebsi, Université de Montréal, 2013 [en ligne] https://plone.unige.ch/ArchiSavoirs/le-seminaire/lectures-pour-la-seance-du-3-juin-2013/bruno-bachimont-archivage-audiovisuel-et-numerique-les-enjeux-de-la-longue-duree/view (consulté le 30 avril 2017)

BRYLAWSKI Sam, LERMAN Maya, PIKE Robin, et al. « *ARSC Guide to Audio Preservation* », Council on Library and Information Resources, 2015, p14-30 [en ligne] https://www.clir.org/pubs/reports/pub164/pub164.pdf (consulté le 15 mai 2017)

CACALY Serge, *« Dictionnaire encyclopédique de l'information et de la documentation* », Paris : Nathan, 2001, 634 p.

CAROU Alain, « *Numériser sans pertes* », Culture et Recherche, 2002, n°91-92, p. 17 [en ligne] http://www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 20 janvier 2017)

HESS Richard, IRACI Joe, FLAK Kimberley, « *La numérisation des bandes magnétiques audio, bulletin technique 30* », Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2012 [en ligne] http://canada.pch.gc.ca/fra/1477601592384?=undefined&wbdisable=true (consulté le 29 mai 2017)

HESS Richard, IRACI Joe, FLAK Kimberley, « *Numérisation de fichiers audio, vidéo et de documents photographiques relevant du patrimoine culturel immatériel* », Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2012 [en ligne] http://canada.pch.gc.ca/fra/1445531744547#2 (consulté le 29 mai 2017)

GAUTHIER Francine « *Impact du numérique sur les normes et les supports traditionnels de préservation* », Revue Archives, Association des archivistes du Québec, 2002 [en ligne] https://www.archivistes.qc.ca/revuearchives/vol37_2/37-2-gauthier.pdf (consulté le 20 avril 2017)

(cc) BY-NC-ND

IASA Comité Technique, « *Recommandations pour la production et la conservation des objets audionumériques : normes recommandées, bonnes pratiques et stratégies* », 2nde édition revue par Kevin Bradley, traduction française, 2015 [en ligne] https://www.iasa-web.org/tc04-fr/la-production-et-la-conservation-des-objets-audionumeriques (consulté le 17 mai 2017)

IASA Comité Technique, « *Sauvegarde du Patrimoine sonore : Ethique, Principes et Stratégies de conservation : Standards, Pratiques et Stratégies recommandées* », International Association of Sound and Audiovisual Archives, 2005 [en ligne] www.iasa-web.org/tc03/ethics-principles-preservation-strategy (consulté le 31 mai 2017)

Institut International de conservation des œuvres historiques et artistiques, section française, *« Préserver les objets de son patrimoine : précis de conservation préventive* », Sprimont, Editions Mardaga, 2001, 264 p.

LALOE Franck et HOURCADE Jean-Charles, « *Longévité de l'information numérique: Les données que nous voulons garder vont-elles s'effacer ?* », Edp Sciences, 2013, 106 p.

LAMBERT Jean-Michel et PERDEREAU Jacques, « *Qualité des disques Blu-Ray enregistrables pour l'archivage des données numériques* », Laboratoire National de Métrologie et d'Essais pour le Ministère de la Culture et de la Communication, 2012, [en ligne] https://www.lne.fr/sites/default/files/inline-files/etude-qualite-bd-r.pdf (consulté le 19 juin 2017)

MARCHAL Carole, « La sauvegarde sur disque versus la sauvegarde sur bande » http://www.journaldunet.com/solutions/expert/37269/la-sauvegarde-sur-disque-versus-la-sauvegarde-sur-bande.shtml (consulté le 17 mai 2017)

PIERRET Gilles, « *Valoriser le patrimoine sonore édité : un atout face à la dématérialisation des supports* ». Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2008, n° 6, p. 40-46. [en ligne] http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2008-06-0040-007 (consulté le 2 juin 2017)

TARRIER Jean-Michel, « L'enregistrement et la prise de son » dans DELAIS-ROUSSARIE Elisabeth et DURAND Jacques Eds, « *Corpus et variation en phonologie du français : méthodes et analyses* », Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2003, p. 187-212.

(cc) BY-NC-ND

Processus techniques et préservation de l'information sonore

AMBLARD Marie-Claire. « *La numérisation des archives de l'Ina* ». Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2007, n° 2, p. 41-43. [en ligne] http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2007-02-0041-007 (consulté le 22 juin 2017)

BATTISTI Michèle, « *La valorisation des archives sonores : le documentaliste, le juriste et le chercheur : Journée d'étude MMSH-EPHE-AFAS-ARCADE* », Documentaliste-Sciences de l'information, n°43, 1/2006, p. 53-56, [en ligne] http://www.cairn.info/revue-documentaliste-sciences-de-l-information-2006-1-page-53.htm

BONNEMASON, Bénédicte et GINOUVES, Véronique, « *Les phonothèques de l'oral : Collecter, documenter et valoriser les musiques traditionnelles* ». Bulletin des bibliothèques de France, 2002, t. 47, n°2, p. 60-65 [en ligne] http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2002-02-0060-009

COLOMBIE Hélène, « *Numériser des archives audiovisuelles à la phonothèque de la MMSH* » in Les carnets de la phonothèque, 2017, [en ligne] https://phonotheque.hypotheses.org/ (consulté le 23 juin 2017)

LE DRAOULLEC Ludovic, « *L'utilisation des corpus oraux à des fins culturelles : quels contrats mettre en œuvre ?* », Bulletin de l'AFAS, 2006 [En ligne] http://afas.revues.org/622 (consulté le 28 juin 2017)

MICHEL FINGERHUT Michel, « *Numérisation et archivage* », Culture et Recherche, juillet-octobre 2002, n°91-92, p.10-11 [en ligne] https://www.culturecommunication.gouv.fr/var/culture/storage/lettre-recherche/cr91_92.pdf (consulté le 19 décembre 2016)

GINOUVES Véronique, « *Gérer une collection numérisée : l'exemple de la phonothèque de la MMSH [Préservation, signalisation, accès]* », Bulletin de l'AFAS 2007 [En ligne] http://afas.revues.org/814 (consulté le 22 mai 2017)

MARCADÉ Claire, GUINARD Bernard, COULAIS Stéphanie, DAVY Yvon, DESGRUGILLERS Eric, et al.. « *Patrimoine culturel immatériel. Traitement documentaire des archives sonores inédites. Guide de bonne pratique pour l'analyse des documents sonores inédits.* » 2014, 82 p. [en ligne] https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01065125

(cc) BY-NC-ND

7. ANNEXES

Table des annexes

ANNEXE I : SCHEMA DE CONVERSION ANALOGIQUE/NUMERIQUE 82

ANNEXE II : RECOMMANDATION DE MODELES DE DISQUES OPTIQUES 83

ANNEXE III : CARACTERISTIQUES DES FORMATS..... 84

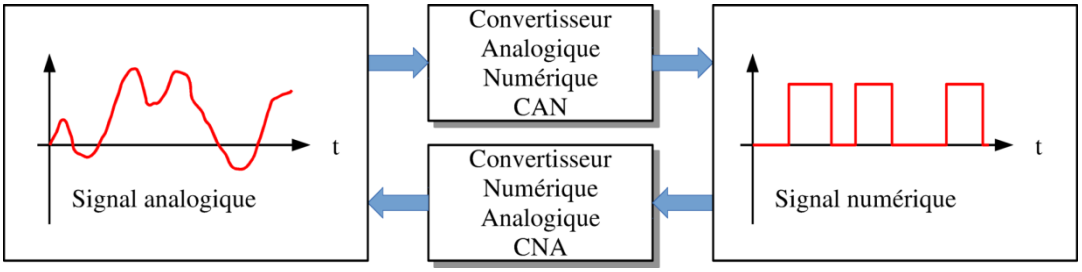
ANNEXE IV : INTERPRETATION DU DUBLIN CORE DANS UN CONTEXTE AUDIOVISUEL 85

ANNEXE V : IMPLEMENTATION DE METS ET PREMIS DANS LE SYSTÈME SPAR DE LA BNF 86

ANNEXE VI : RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN DU 20 MARS 2017 87

(cc) BY-NC-ND

ANNEXE I : SCHEMA DE CONVERSION ANALOGIQUE/NUMERIQUE



BOUDIER Jacques, Convertisseur Analogique/Numérique, Wikipedia, 2013

BY-NC-ND

ANNEXE II : RECOMMANDATION DE MODELES DE DISQUES OPTIQUES

Type de support	Anné de l'étude	Modèles recommandés	Code d'identification du fabicant	Vitesse de gravure	
				Maximale	Recommandée
CD-R	2008	MPO Gold White Inkjet	97 25 07 (MPO)	32x	16x
		DELKIN Archival Gold	97 27 58 (Mitsui Chemicals)	52x	16x
DVD-R	2012	FTI Gold Archival et Platinum Archival	TTG02 (TDK)	8x	8x
		VERBATIM "standard"	MCC 03RG20 (Mitsubishi)	16x	8x
		JVC Archival Grade	TYG03 (Taiyo Yuden)	16x	8x
BD-R (HTL)	2012	PANASONIC	MEI T02 (001)	4x	4x
		SONY	SONY NN3 (002)	6x	6x

https://www.lne.fr/sites/default/files/inline-files/liste-CD-DVD-recommandes-gis-don.pdf

(cc) BY-NC-ND

ANNEXE III : CARACTERISTIQUES DES FORMATS

Formats recommandés	Codecs recommandés	Fréquence d'échantillonnage et profondeur de bit recommandées	Taille du fichier par heure de contenu	Fréquence d'échantillonnage et profondeur de bit minimales	Taille du fichier par heure de contenu	Avantages	Inconvénients	Spécifications du format
Broadcast Wave (BWF)	Linear Pulse Code Modulated Audio (LPCM)	96 kHz / 24 bits	2 GB	48 kHz / 24 bits	1 GB	**Ouverture :** Le format est bien documenté et les spécifications sont entièrement accessibles sans frais. **Adoption en tant que norme de préservation :** Le format BWF est devenu *de facto* la norme dans l'industrie de l'audio; il est expressément recommandé par l'Association internationale des archives sonores et audiovisuelles (IASA), l'Audio Engineering Society (AES) et la National Academy of Recording Arts and Sciences (NARAS). **Stabilité et compatibilité :** Le format audio BWF est compatible avec tous les appareils et logiciels qui acceptent le format WAVE. Il y a eu trois versions du format BWF sous le numéro de spécification général EBU Tech 3285 (Version 0 (1987), Version 1 (2001) et Version 2 (2011). **Dépendances et interopérabilité :** Ce format a été universellement adopté par l'industrie de l'audio, de l'informatique et de la radiodiffusion en tant que format audio numérique. Les métadonnées intégrées (BEXT chunk) facilitent l'échange de données sonores entre les plateformes et applications informatiques, et permettent la synchronisation avec d'autres types d'enregistrement.	**Stabilité et compatibilité :** Même si les appareils et logiciels qui n'acceptent pas le format BWF reconnaissent le fichier comme un fichier WAVE, les métadonnées intégrées ne seront pas acceptées. **Autre :** La taille du fichier est limitée à 4GB.	*European Broadcast Union (EBU). Technical Specification of the Broadcast Wave Format (BWF) – Version 1 :* http://web.archive.org/web/20091229093941/http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3285.pdf (en anglais seulement) *Specification of the Broadcast Wave Format (BWF) - Version 2.0 :* https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3285.pdf (en anglais seulement)
Formats acceptables	**Codecs acceptables**	**Fréquence d'échantillonnage et profondeur de bit recommandées**	**Taille du fichier par heure de contenu**	**Fréquence d'échantillonnage et profondeur de bit minimales**	**Taille du fichier par heure de contenu**	**Avantages**	**Inconvénients**	**Spécifications du format**
WAVeform Audio (WAV)	Linear Pulse Code Modulated Audio (LPCM)	96 kHz / 24 bits	2 GB	48 kHz / 24 bits	1 GB	**Ouverture :** Le format est bien documenté et les spécifications sont entièrement accessibles sans frais. **Adoption en tant que format de préservation :** Le format a été adopté massivement par la communauté archivistique internationale. **Stabilité et compatibilité :** Ce format est une extension du format WAV – tout logiciel qui peut interpréter ou traduire un contenu BWF peut aussi interpréter ou traduire un contenu WAV; il est protégé contre la corruption des fichiers; il a été plusieurs fois mis à jour : WAV : version 1.0 : 1991; version 3.0 : 1994; multicanaux : 2001 / BWF : original : 1997; mises à jour : 2001, 2003 **Dépendances et interopérabilité :** Universellement adopté par l'industrie de l'audio, de l'informatique et de la radiodiffusion; par conséquent, tous les logiciels et appareils audio peuvent lire ce format de fichier.	**Autre :** La taille du fichier est limitée à 4GB. **Autre :** Les métadonnées techniques ne peuvent pas être intégrées dans le fichier.	*Multimedia Programming Interface and Data Specifications 1.0 :* http://www-mmsp.ece.mcgill.ca/Documents/AudioFormats/WAVE/Docs/riffmci.pdf (en anglais seulement)
Multichannel Broadcast Wave (MBWF / RF64)	Linear Pulse Code Modulated Audio (LPCM)	96 kHz / 24 bits	2 GB	48 kHz / 24 bits	1 GB	**Ouverture :** Le format est bien documenté et les spécifications sont entièrement accessibles sans frais. **Adoption en tant que format de préservation :** Adopté par l'UER (Union européenne de radiotélévision) comme norme pour les fichiers audio multicanaux et norme archivistique pour les fichiers excédant 4 GB. **Stabilité et compatibilité :** MBWF est un format de fichier compatible avec le format BWF développé par l'Union européenne de radiotélévision. Ce format est conçu pour répondre aux exigences relatives au son multicanal en radiodiffusion et en archivage audio. Il s'appuie sur le format RIFF/WAVE de Microsoft et Wave Format Extensible pour les paramètres du multicanal. La spécification technique pour le MBWF/RF64 est EBU - Tech 3306. Le format RF64 est également un format de fichier multicanal compatible avec le BWF.	**Stabilité et compatibilité :** Bien que la plupart des postes de travail audio numériques acceptent le format de fichier RF64, certains logiciels audio plus anciens ne l'acceptent pas.	*European Broadcast Union (EBU) MBWF / RF64 : An Extended File Format for Audio :* *https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3306-2009.pdf* (en anglais seulement)

Groupe de travail sur l'audiovisuel de la CANPT, Recommandations concernant les fichiers de préservation à utiliser pour la numérisation des enregistrements analogiques audio et vidéo, 2015

(cc) BY-NC-ND

ANNEXE IV : INTERPRETATION DU DUBLIN CORE DANS UN CONTEXTE AUDIOVISUEL

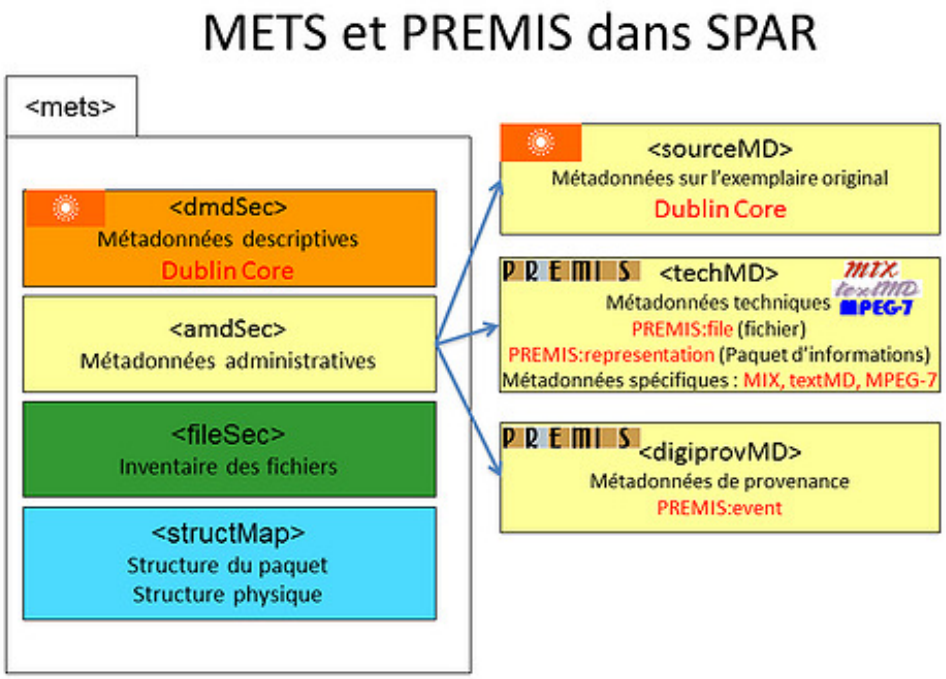
Eléments DC	Définition DC	Interprétation audiovisuelle
Title (Titre)	Nom donné à la ressource	Titre principal associé à l'enregistrement
Subject (Sujet)	Sujet de la ressource	Principaux thèmes couverts
Description (Description)	Présentation de la ressource	Notes explicatives, résumés d'entretiens, descriptions du contexte environnemental ou culturel, liste des contenus
Creator (Créateur)	Entité principalement responsable de la réalisation de la ressource	Ni l'auteur, ni le compositeur des œuvres enregistrées mais le nom du service d'archivage
Publisher (Editeur)	Entité responsable de la mise à disposition de la ressource	N'est pas l'éditeur du document original numérisé. Typiquement l'éditeur et le créateur sont les mêmes
Contributor (Contributeur)	Entité responsable des contributions au contenu de la ressource	Toute personne ou source sonore citée. Nécessite des qualificatifs appropriés tels que le rôle joué (par ex. interprète, personne qui a effectué l'enregistrement)
Date (Date)	Moment ou période associée à un événement du cycle de vie de la ressource	N'est pas la date d'enregistrement ou de l'original (P) mais une date relative à la ressource elle-même
Type (Type)	Nature ou genre du contenu de la ressource	Domaine de la ressource, non le genre musical. Ainsi Son : oui, Jazz : non
Format (Format)	Format de fichier, medium physique, ou dimensions de la ressource	Format de fichier, non du support physique original
Identifier (Identifiant)	Référence non ambigüe de la ressource dans un contexte donné	Susceptible d'être l'URI du fichier audio
Source (Source)	Ressource apparentée dont la ressource décrite est dérivée	Référence à une ressource dont la ressource présente est dérivée
Language (Langue)	Langue de la ressource	Langue de la ressource
Relation (Relation)	Ressource apparentée	Référence aux objets apparentés
Coverage (Couverture)	Périmètre spatio-temporel de la ressource, domaine spatial d'application de la ressource ou juridiction compétente en vertu de laquelle la ressource est pertinente.	Ce qu'illustre l'enregistrement, par exemple des particularismes culturels tels que des chants traditionnels ou un dialecte
Rights (Gestion des droits)	Information sur les droits associés à la ressource	Information sur les titulaires de droits associés à la ressource

Interprétation de l'IASA

https://www.iasa-web.org/tc04-fr/39-m%C3%A9tadonn%C3%A9es-descriptives-profils-dapplication-dublin-core-dc

(cc) BY-NC-ND

ANNEXE V : IMPLEMENTATION DE METS ET PREMIS DANS LE SYSTÈME SPAR DE LA BNF



http://www.bnf.fr/fr/professionnels/preservation_numerique_boite_outils/a.pres_num_metadonnees.html

(cc) BY-NC-ND

ANNEXE VI : RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN DU 20 MARS 2017

Nom de l'informant : Luc Verrier
Expert en numérisation et préservation numérique (spécialité audiovisuelle) au Département de l'Audiovisuel de la Bibliothèque Nationale de France
Nom du collecteur : Yamila Miatti
Mode d'entretien : Téléphonique
Mode de retranscription : écrite, propos pouvant être modifiés
Durée : 1 heure d'entretien

Quelles sont les priorités dans la numérisation ?
Problèmes de conservation physico-chimique des documents : documents qui se dégradent ou qui sont très fragiles (Ex : disques à gravure direct – Pyral).
L'obsolescence des appareils de lecture, des supports a rendu la numérisation nécessaire. Aussi, la disparition des appareils d'enregistrements et les problèmes d'approvisionnement des bandes analogiques ont conduit à l'arrêt de l'enregistrement magnétique analogique à des fins de conservation.
La BnF a acquis et réparé des appareils de lecture anciens pour pouvoir relire les documents originaux.
Il y a eu au début du plan de sauvegarde des priorités définies pour la numérisation, à l'heure actuelle les objectifs sont généralement différents et les actions de numérisation sont réalisées par lot ou à l'unité en fonction de la demande et des actions de valorisation (Gallica).
Grâce au dépôt légal, la BnF possède un voire deux exemplaires de chaque document : un exemplaire pour la consultation, un pour la conservation.

Ce ne sont pas les documents les plus anciens qui sont le plus urgent à traiter. Les documents numérisés prioritairement sont les suivants :

- les disques à gravure directe (disques souple - Pyral), ancêtres de la bande magnétique, support très fragile et qui se dégrade à chaque écoute,
- les bandes magnétiques « originales » que seule la BnF possède (enquêtes de chercheurs, fonds musées, dons musiciens,…),
- les cassettes audionumérique DAT (Digital Audio Tape) disparition des appareils de lecture et fragilité du support
- les Compact Disc Recordable CD-R (disque compact enregistrable) sont aussi des supports fragiles,
- les CD-audio (supports optiques pressés), plus de 400 000 documents copiés à ce jour, supports facile à ripper, collection très demandée par les lecteurs, permet de faire des économies sur les systèmes de diffusion (robot de CD),
- les Compact Cassette (cassettes audio analogiques) pour lesquelles il n'existe quasiment plus d'appareil de lecture professionnel.

(cc) BY-NC-ND

La campagne de numérisation est orientée dans un premier temps vers les disques à gravure directe les plus en périls. A ce jour, environ 10 000 disques sur 14 000 ont été numérisés.
La numérisation était effectuée sur CD-R avant l'utilisation de cartouches informatiques. Les CD-R sont déjà tous recopiés vers les cartouches.
Les fonds anciens intéressent le plus les chercheurs, documents souvent fragiles et difficiles à écouter.

Quels sont les formats d'enregistrement des fichiers numérisés ?
Le premier format utilisé était le Wave 16 bits - 44.1 kHz puis le Wave 24 bits - 96 kHz. Pour la consultation en salle P (Audiovisuel), la consultation se fait en Wave, sur Gallica c'est le format mp3 qui est utilisé.
Le fichier FLAC (compression sans perte avec un gain en place de 50%) sera prochainement utilisé pour le Dépôt Légal des fichiers audio dématérialisés et vendus par les plateformes.

Le document subit-il une restauration lors de la numérisation ?
La restauration n'est pas systématique. Le but étant d'offrir au lecteur un confort d'écoute suffisant tout en préservant la fidélité et l'intégrité des documents. Généralement seuls les supports mécaniques comme les disques (microsillons et 78t) et les cylindres sont restaurés.

La BnF effectue un ou deux types de copies lors de la numérisation :

- une copie dite « droite » en haute définition (24 bits - 96 khz) qui ne subit aucune restauration, aucun traitement spécifique, pour les disques les supports sont lavés avant lecture si le support le permet,
- une deuxième copie dite « restaurée » peut être produite, faite à partir de la copie droite avec une restauration de type linéaire sans dénaturer le document pour garantir un confort d'écoute suffisant au lecteur.

Quels sont les schémas de description pour les métadonnées ?
Les métadonnées techniques donnent des informations techniques sur le/les fichiers créés et précisent comment a été opéré les opérations de transfert et de restauration.
Il s'agit d'un fichier texte au format TXT qui contient des informations documentaires concernant le document original : la nature, le contenu, le support d'origine, la traçabilité de toute la chaîne de numérisation (appareil de numérisation, format, etc.)

Pour chaque fichier est généré et conservé une clé de contrôle l'intégrité (checksum) au format MD5 du document numérisé. C'est en quelque sorte une empreinte du fichier permettant d'en vérifier sa parfaite intégrité après recopie sur un autre support ou envoi via un réseau informatique.

Combien de documents sonores sont numérisés par jour ?
Il n'y a pas d'estimation de temps de numérisation. Celle-ci dépend des documents à traiter, leur état de dégradation et du travail de restauration effectué.

(cc) BY-NC-ND

Quels sont les supports pour la conservation des documents sonores numérisés ?
L'ensemble des fichiers et des métadonnées sont stockés sur des cartouches informatiques magnétiques Ultrium LTO ou Oracle T10000 (pour SPAR) d'une capacité d'1,5 To. La copie est réalisée en deux exemplaires de technologies différentes et sur des sites différents (Tolbiac – Bussy). Ces cartouches sont remplacées par une nouvelle génération généralement d'une capacité de stockage deux fois supérieure tous les 3 à 5 ans.

Effectuez-vous des transferts réguliers ?
Nous devons faire face à l'évolution des supports de stockage numérique et le but est toujours d'être à jour en termes de technologie tout en essayant d'en être le moins possible dépendant.
Actuellement, sont donc opérés des transferts réguliers vers de nouvelles cartouches dont les capacités seront toujours plus importantes.

Quelles sont les modalités de conservation des supports originaux ?
Dans tous les cas, les documents originaux sont conservés dans les magasins. L'original est toujours disponible pour le lecteur ainsi que son conditionnement ou ses documents d'accompagnement (livret, pochette). Il reste toujours un ultime recours vers une nouvelle copie via une nouvelle technologie de lecture et de numérisation.
Aussi, il s'agit de documents déposés au titre du dépôt légal (statut juridique du document).
Les documents se dégradant peuvent être conservés séparément des documents sains.

Effectuez-vous des numérisations pour d'autres structures ?
Oui sur demande ou convention, il nous arrive de travailler sur des documents sonores inédits et ou de grande valeur comme par exemple les bandes analogiques du Musée de l'homme (CREM), du CNRS ou de l'IMEB.
Nous effectuons aussi la récupération des fichiers d'autres institutions pour la conservation et la mise en consultation sur les sites de la BnF.
Le dépôt légal pour les documents numériques natifs (plateformes de téléchargement) est en cours d'instruction et devrait commencer en fin d'année.

Les documents originaux sont-ils encore consultés ?
La consultation des documents originaux qui n'ont pas encore été numérisés est toujours possible si leur état et la manipulation dans l'enceinte de l'établissement le permettent.

Autrement, si le document est en un seul exemplaire ou qu'il n'est pas communicable par la régie, il est numérisé à la demande pour la consultation. Il n'y a aucun frein à la consultation, il n'est question que de temps : les cylindres de cire sont plus longs à la numérisation par exemple et demandent davantage de temps d'attente.

(cc) BY-NC-ND

ANNEXE VII : MAIL DE CONTACT DU 21 JUIN 2017

Nom de l'informant : Roseline Drapeau,

Documentaliste en charge de la médiathèque au Centre de Ressources de l'Ircam

- De quels types de supports analogiques disposez-vous ?
- Quels sont les supports utilisés pour la conservation des documents sonores numérisés ?
- Quels sont les différents formats d'enregistrement des fichiers numérisés ?
- Quels sont les schémas de description utilisés pour les métadonnées ?

Depuis sa création en 1976-1977, l'Ircam a produit des concerts et organisé des conférences sur la création musicale contemporaine. Chaque archive (sonore et/ou audiovisuelle) provient des saisons artistiques et scientifiques de l'institut, dans un but de de préservation et de conservation de la mémoire et de diffusion. Nous sommes producteurs et conservateurs de nos archives.

En termes de documentation physique, nous avons peu de supports analogiques. Quelques cassettes audio produites et commercialisées par l'Ircam sont stockées mais elles sont peu nombreuses. Très vite, les ingénieurs du son et les réalisateurs d'informatique musicale (RIM) ont favorisé le CD pour enregistrer concerts et conférences. En interne, une base de données appelée tout d'abord Archiprod, puis Médias, a été créée et a accueilli les versions numériques des CDs et des cassettes.

Le format audio est le wav. Quant aux métadonnées, elles sont retravaillées dans un format documentaire : chaque piste dépend d'un formulaire "événement" et d'un formulaire "archive". Le formulaire "événement" reprend le titre, les dates de début et de fin de l'événement et la note de programme ; le formulaire "archive" reprend le titre de l'archive, la date et le lieu de l'enregistrement ; le formulaire "medias" reprend le titre de la piste, les droits de diffusion, un résumé (si nécessaire) et les mentions de responsabilité. Lorsqu'il s'agit d'un enregistrement d'une pièce musicale, le medias est rattaché à un "works", qui correspondrait à un titre uniforme dans un SIGB traditionnel (titre de l'œuvre - auteur - date de composition)

(cc) BY-NC-ND

8. TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : PROCÉDURE DE NUMÉRISATION DE BANDE MAGNÉTIQUE 35
TABLEAU 1 : RÉCAPITULATIF DES CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS NUMÉRIQUES..... 41

(cc) BY-NC-ND

9. TABLE DES MATIÈRES

SIGLES ET ABRÉVIATIONS **7**

INTRODUCTION **9**

1. AUX ORIGINES DES FONDS SONORES **13**

1.1. L'archive phonographique **13**

1.1.1. Le phonogramme : définition *13*

1.1.2. Le patrimoine sonore édité et inédit *13*

1.1.3. Fonds sonores et collections *14*

1.2. Le document sonore : valorisation du patrimoine culturel **15**

1.2.1. Organismes dépositaires du dépôt légal *15*

1.2.2. Valeur du document sonore face à l'écrit *16*

1.2.3. La constitution des fonds et des collections *18*

1.3. Les instituts et centres détenteurs **20**

1.3.1. Les institutions nationales *20*

La Bnf 20

L'Ina 21

Institut privé des archives sonores 21

Institut d'un ministère de l'Etat 22

Musées nationaux 23

Centres d'archives départementales 23

1.3.2. Les associations régionales *23*

Les phonothèques 24

Centres régionaux et médiathèques 25

2. L'ENJEU DU NUMERIQUE DANS LA PERENNITE DU PATRIMOINE SONORE **27**

2.1. Evolution des supports d'enregistrement **27**

2.1.1. Qu'est-ce que l'enregistrement sonore ? *27*

Caractéristiques de l'enregistrement 27

Appareils d'enregistrement analogique 28

Appareils de reproduction du son 28

2.1.2. Supports analogiques : mécaniques et magnétiques *29*

Supports d'enregistrement mécanique 30

(cc) BY-NC-ND

Supports d'enregistrement magnétique 31
2.1.3. Éléments déclencheurs des actions de sauvegarde 31
2.2. De l'analogique à l'information numérique 34
2.2.1. Objectifs de la numérisation 34
Objectifs et définition 34
Comment bien numériser un document sonore ? 35
2.2.2. Procédures de numérisation de l'information sonore 36
Echantillonnage 36
Quantification 37
Compression 37
2.3. Conservation des documents numérisés 38
2.3.1. Quels supports numériques : magnétiques, optiques ? 38
Quels avantages pour les supports numériques ? 39
Maturité et intégrité 39
Capacité de stockage et extensibilité 40
Quelle longévité estimée des supports numériques ? 42
Une piste de supports pérennes en développement 44
L'ADN et le quartz 45
Une pérennisation de contenus plutôt qu'une pérennisation de supports 45
2.3.2. Préconisations de formats 47
2.3.3. Métadonnées de conservation 48
Métadonnées descriptives Dublin Core 50
Métadonnées structurelles METS 50
PREMIS, métadonnées pour la préservation 51
Interopérabilité des métadonnées 51
2.3.4. Migration des supports numériques 52
3. PROCESSUS TECHNIQUES ET PRESERVATION DE L'INFORMATION SONORE 54
3.1. Démarche et stratégie de numérisation 54
3.1.1. Plan de sauvegarde du patrimoine sonore 54
3.1.2. Critères et périmètre de numérisation 55
3.1.3. Supports et formats de conservation pour le son numérisé 57
3.2. Gestion des documents sonores numérisés 58

(cc) BY-NC-ND

3.2.1. Quelle politique de traitement documentaire ? 58

Traitement documentaire, vers une politique commune ? 59

3.2.2. Quel traitement après numérisation ?..... 60

La restauration des enregistrements sonores..... 60

La migration inévitable des supports..... 61

3.2.3. Une solution longue et coûteuse 61

3.3. Numérisation de préservation et numérisation de diffusion..... 63

3.3.1. Cycle de vie et préservation du son numérisé..... 63

3.3.2. Valorisation et restitution 63

3.3.3. Exploitation et consultation des fonds numérisés 65

Consultation sur place 65

Portails et bases de données individuels et mutualisés 66

3.4. Accessibilité et droits 68

3.4.1. La notion de copie : de l'original à la reproduction..... 68

3.4.2. Une question de droits 68

4. CONCLUSION..... 71

5. SOURCES..... 73

6. BIBLIOGRAPHIE..... 77

7. ANNEXES 81

8. TABLE DES ILLUSTRATIONS..... 91

9. TABLE DES MATIÈRES..... 93

(cc) BY-NC-ND