



LA NUMÉRISATION DES BANDES MAGNÉTIQUES AUDIO



Institut canadien
de conservation

Canadian
Conservation Institute

Canada

La numérisation des bandes magnétiques audio

Richard Hess, Joe Iraci et Kimberley Flak

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2012

Publié par :
Institut canadien de conservation
Ministère du Patrimoine canadien
1030, chemin Innes
Ottawa ON K1B 4S7
Canada

N° de catalogue : CH57-3/1-30-2012F
ISSN 0706-4152
ISBN 978-0-660-97449-1

Text also available in English.

Imprimé au Canada

Bulletins techniques de l'ICC

L'Institut canadien de conservation (ICC), situé à Ottawa, publie périodiquement des Bulletins techniques afin que les conservateurs et les restaurateurs d'objets culturels canadiens ainsi que les spécialistes en soin des collections du monde entier soient informés des principes et des techniques de conservation actuels. Les auteurs seront heureux de recevoir des commentaires.

Résumé

Bon nombre d'établissements d'archives et du patrimoine possèdent des enregistrements sur bande audio qui constituent l'unique exemplaire d'une information culturellement importante. Malheureusement, ce type de support de stockage audio analogique a une durée de vie limitée. Si l'information qu'il contient doit demeurer accessible, il faut la faire migrer vers une nouvelle technologie. Le présent Bulletin technique contient des renseignements et des procédures concernant la numérisation des bandes sur cassettes ou sur bobines. Il vise à aider les établissements de petite et de moyenne taille qui n'ont pas les fonds nécessaires pour procéder à une numérisation professionnelle. À noter que les procédures dont il est question ici visent essentiellement les collections d'histoire orale; elles ne permettraient pas de saisir tous les détails que l'on retrouve dans les autres types d'enregistrements haute-fidélité.

Auteurs

Richard Hess est spécialiste de la numérisation des bandes audio. En 2004, au terme d'une carrière de 21 ans chez National Teleconsultants, il a lancé sa propre entreprise (www.richardhess.com) en restauration, en réparation et en matriçage de bandes audio à Aurora, en Ontario. L'ICC l'a embauché pour rédiger le présent Bulletin technique.

Joe Iraci est scientifique principal en conservation à l'ICC, ministère du Patrimoine canadien, à Ottawa (Canada). Ses recherches portent sur la restauration après sinistre de disques optiques, de bandes et de disques magnétiques, ainsi que sur la dégradation et la stabilité de ces types de supports.

Kimberley Flak a travaillé comme scientifique en conservation à l'ICC, ministère du Patrimoine canadien, à Ottawa (Canada), de 2009 à 2011. Ses travaux portaient essentiellement sur les méthodes et les techniques de préservation du contenu numérique.

Table des matières

- [Introduction](#)
 - [Fin de vie prochaine des bandes analogiques](#)
 - [Avantages de la numérisation](#)
- [Aperçu de la procédure de numérisation](#)
- [Évaluation de l'état de la bande](#)
 - [Contaminants](#)
 - [Dégradation chimique de la bande](#)
 - [Bandes endommagées](#)
 - [Boîtiers ou bobines endommagés](#)
 - [Préparation de la bande pour la lecture](#)
 - [Cassettes](#)
 - [Bobines](#)
- [Matériel de lecture et installation](#)
 - [Choisir et aménager l'espace](#)
 - [Magnétophone à cassettes](#)
 - [Magnétophone à bobines](#)
 - [Conditionnement de l'alimentation](#)
 - [Réglage de l'azimut](#)
- [Conversion de l'analogique au numérique](#)
 - [Enregistreur numérique](#)
 - [Branchement du matériel](#)
- [Écoute de la bande pour la saisie numérique](#)
 - [Précautions à prendre et remarques générales](#)
- [Édition et contrôle de la qualité](#)
 - [Poste de travail](#)
 - [Logiciels](#)
 - [Métadonnées et nom des fichiers](#)
 - [Matériel d'écoute à des fins de contrôle de la qualité](#)
 - [Haut-parleurs](#)
 - [Casques d'écoute](#)
 - [Branchement de l'ordinateur aux magnétophones](#)
- [Stockage](#)
 - [Supports de stockage numérique](#)
 - [CD](#)
 - [DVD](#)
 - [Unité de disque dur individuelle](#)
 - [Stockage sur réseau RAID](#)
 - [Comparaison du coût de différents supports de stockage](#)
 - [Soin à apporter aux bandes – Exigences relatives à l'entreposage et à la manipulation](#)
 - [Rétention des originaux](#)
- [Recours à des ressources externes](#)
 - [Cas justifiant le recours à des ressources externes](#)
 - [Critères à considérer en cas de recours à des ressources externes](#)

- [Veille technologique](#)
- [Annexe A : Magnétophones à bobines appropriés pour la numérisation](#)
- [Annexe B : Analyse des autres options de saisie numérique](#)
- [Annexe C : Réglages recommandés pour la saisie sur le Zoom H2](#)
- [Annexe D : Résumé du matériel](#)
- [Annexe E : Fournisseurs](#)
- [Annexe F : Branchement des câbles du matériel](#)
- [Notes de bas de page](#)
- [Lectures et ressources](#)

Introduction

Bon nombre d'établissements d'archives et du patrimoine de petite et de moyenne taille possèdent des enregistrements sur bande audio analogique (cassettes ou bobines) qui constituent parfois l'unique exemplaire d'une information ayant une importance culturelle. Ces supports ont une durée de vie limitée du point de vue technologique. Ils ne peuvent pas être entreposés indéfiniment en espérant que l'information qui s'y trouve sera toujours récupérable.

Fin de vie prochaine des bandes analogiques

Les cassettes audio ont été conçues à l'origine pour la « dictée », mais leur facilité d'utilisation les a rendues populaires pour de nombreux autres usages. Au début des années 1980, il y avait davantage de musique commerciale offerte sur cassettes que sur des disques vinyle longue durée. Les bandes audio de magnétophones à bobines de ¼ po, même si elles n'étaient pas aussi répandues que les cassettes, ont aussi été largement utilisées et offraient généralement un son de plus haute-fidélité.

Un bref examen de l'histoire des bandes audio sur cassettes et sur bobines montre que ces deux types de supports seront bientôt désuets.

- Les cassettes ne sont plus un support grand public, tel que l'indiquait le *New York Times* le 28 juillet 2008¹. Les bobines connaissent le même sort depuis la fin des années 1970 auprès des consommateurs, et depuis les années 1990 dans la plupart des applications professionnelles.
- Les magnétophones sont de plus en plus rares. Les lecteurs de cassettes d'excellente qualité ne sont plus fabriqués depuis les années 1990, et même la plupart des lecteurs de bonne qualité ne le sont plus. Les derniers magnétophones à bobines professionnels ont été fabriqués dans les années 1990.
- Les bandes magnétiques se dégradent, bien que la durée de vie exacte de chaque bande dépende du lot particulier auquel elle appartient et de son historique de stockage à long terme.

Il est clair que l'on doit faire migrer l'information stockée sur les bandes audio analogiques vers un format plus récent si l'on veut qu'elle demeure accessible. La meilleure option est la numérisation. En fait, il n'y a pas d'autre solution, car aucun format analogique n'est assez répandu ou rentable et ne sera vraisemblablement supporté à l'avenir². Non seulement la numérisation des enregistrements audio analogiques permettra-t-elle de conserver ces enregistrements, mais elle les rendra plus accessibles aux chercheurs et à d'autres parties intéressées.

Avantages de la numérisation

Bien qu'il puisse sembler que les établissements d'archives et du patrimoine numérisent leurs collections audio parce qu'ils n'ont pas le choix, il y a de nombreux avantages au stockage numérique.

- La numérisation, même si elle est de qualité moyenne, est plus intéressante que la copie de cassettes. La version numérique est beaucoup plus susceptible de résister à l'usure du temps et d'être accessible dans le futur.
- La numérisation permet de créer des copies multiples sans perte de qualité. Une fois qu'un article est numérisé, il est facile de produire d'autres exemplaires de l'original qui peuvent être

authentifiés comme étant identiques en tous points (chaque bit de la copie est identique à l'original). Plutôt que d'avoir une « bande maîtresse » et des copies de qualité inférieure distribuées à d'autres archives, toutes les copies numériques sont de la même qualité. La qualité de la copie numérique dépasse de beaucoup celle de la plupart des cassettes qui ont été enregistrées, de sorte que la qualité originale de la cassette est maintenue tout au long du procédé de numérisation.

- La numérisation permet un accès facile et à distance. Comme de plus en plus d'utilisateurs d'Internet ont des connexions haute vitesse, le contenu numérique peut être distribué à une fraction du coût associé à la distribution de supports physiques. La distribution sur Internet est également plus rapide – pas besoin d'attendre de recevoir le courrier par la poste.
- Aucun support n'est éternel; cependant, la numérisation simplifie (et favorise) le transfert de masse continu d'un support vers un autre et même éventuellement d'un format à un autre. Par contre, copier du matériel analogique est exigeant en main-d'œuvre et pourrait entraîner une détérioration de la qualité sonore.

Le présent Bulletin technique contient des renseignements et des procédures concernant la numérisation des bandes sur cassettes et sur bobines. Il est destiné aux établissements de petite et de moyenne taille qui n'ont pas les fonds nécessaires pour procéder à une numérisation professionnelle.

L'accent est mis sur les collections d'histoire orale qui, depuis la fin des années 1960, sont habituellement enregistrées sur cassettes. La majeure partie d'entre elles comprennent des collections de musique sous forme de prestations impromptues, comme des chants autour d'un feu de camp et des petits spectacles. Bien que certaines communautés comptent des audiophiles qui ont créé des enregistrements de haute qualité, la plupart de ces enregistrements sont loin d'être en haute-fidélité. La numérisation des bandes qui ont été enregistrées avec davantage de soin (par exemple, en utilisant des microphones et un enregistreur de bonne qualité) devrait plutôt être faite à l'aide d'une procédure de numérisation de qualité supérieure plutôt qu'avec les directives figurant dans le présent document, car il est peu probable que ces dernières permettent de saisir toute la fidélité qui se trouve sur ces bandes.

Des bandes sur bobines étaient en général utilisées pour recueillir les récits oraux dans les années 1950, mais leur usage a décliné avec la popularité croissante des cassettes. La conversion aux cassettes a probablement été achevée à la fin des années 1970 ou au début des années 1980. Les procédures de numérisation des bandes sur bobines qui figurent dans le présent Bulletin technique visent les enregistrements d'histoire orale et les enregistrements d'une qualité semblable seulement. Les bandes sur bobines qui contiennent de la musique enregistrée sur des appareils professionnels devraient plutôt faire l'objet d'une procédure de numérisation de qualité supérieure.

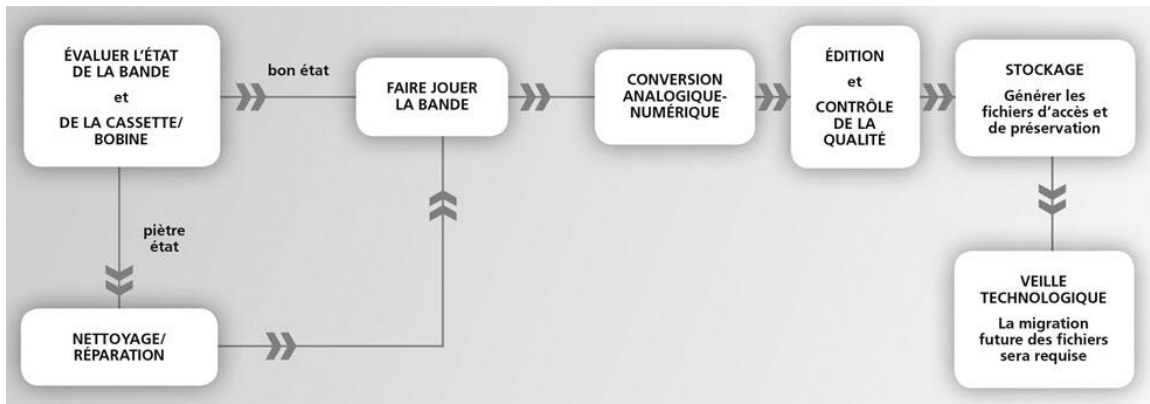
Les récits oraux existent parfois dans d'autres formats, notamment dans des enregistrements sur phonofils, des disques à sillons (et peut-être des disques magnétiques) et des rubans magnétiques et à sillons de dictaphone. Toutefois, ces supports, ainsi que d'autres formats, ne représentent qu'un faible pourcentage de l'ensemble des enregistrements d'histoire orale. Ils ne sont pas visés par le présent Bulletin technique et devraient être envoyés à un professionnel spécialisé dans ce type de formats en particulier.

La numérisation ayant pour objectif la préservation doit généralement être effectuée avec le plus grand soin possible, et de nombreuses approches haut de gamme et coûteuses existent. Toutefois, les choix et les procédures de base proposés dans le présent Bulletin technique devraient donner des résultats acceptables. Ils constituent une solution rentable pour créer de

solides archives d'enregistrements irremplaçables qui existaient sur cassettes ou sur bobines de ¼ po.

Aperçu de la procédure de numérisation

La procédure de numérisation d'enregistrements audio présentée ci-dessous (figure 1) est rentable, permet de numériser plus d'une bande à la fois (en utilisant des magnétophones et des enregistreurs numériques supplémentaires branchés en parallèle) et peut être adaptée selon le niveau de compétences des opérateurs et les besoins des projets. Ces directives sont applicables à la fois aux bandes sur cassettes et aux bandes sur bobines, mais la courbe d'apprentissage pour les bandes sur bobines est plus prononcée pour ceux qui ne sont pas familiers avec ce support. Une bonne partie du matériel et de l'infrastructure qui existaient dans les années 1970 à 1990 est en train de disparaître rapidement.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0006

Figure 1. Diagramme illustrant la procédure de numérisation des bandes audio décrite dans le présent Bulletin technique.

Évaluation de l'état de la bande

Toutes les bandes devraient être inspectées visuellement avant leur lecture. Cela est nécessaire pour repérer les bandes qui pourraient être endommagées si elles sont lues et celles qui pourraient endommager l'appareil de lecture. La section [Lectures et ressources](#) renvoie à des documents portant sur la façon d'évaluer l'état de la bande.

Contaminants

L'une des premières choses à vérifier pendant l'inspection visuelle consiste à s'assurer que la bande est exempte de contamination, laquelle peut prendre diverses formes :

- des champignons ou des moisissures, qui se présentent habituellement sous forme d'excroissances duveteuses ou de fins filaments de couleur variable, mais le plus souvent bruns, noirs ou jaune foncé;
- des dommages causés par des rongeurs, comme la présence d'excréments, de taches d'urine et de dommages associés au grignotage;
- de la poussière, de la saleté, des débris ou des résidus cristallisés provenant de la dégradation du lubrifiant;
- des résidus d'adhésifs provenant d'anciennes collures ou étiquettes.

Dégradation chimique de la bande

Les bandes peuvent être sujettes à l'hydrolyse, une réaction entre l'eau et le liant (matériau polymère qui tient les particules magnétiques sur le support de la bande) ou le support plastique de la bande, ce qui entraîne une dégradation. La dégradation du liant est plus susceptible de se produire dans le cas des bobines que des cassettes. On peut la détecter par la présence d'une odeur âcre, cireuse ou de « vieilles chaussettes », ou lorsque la bande déroulée est collante au toucher, qu'il y a un grincement lorsqu'on lit la bande, ou que des particules de liant ou des particules magnétiques se détachent facilement du support de la bande. La dégradation du support plastique est également plus susceptible de se produire dans les bandes sur bobines. Dans le cas des cassettes, dont le support est en polyester, la dégradation chimique ne pose généralement pas problème dans des conditions d'entreposage normales. Toutefois, un grand nombre de bandes sur bobines ont été fabriquées à l'aide d'acétate comme matériau de support; or, l'acétate est sujet à l'hydrolyse. La dégradation de ces bandes peut être observée par la présence d'une odeur de vinaigre ou par une distorsion du support du ruban. (Les bandes en acétate étaient courantes dans les années 1940 et 1950. Les bandes en polyester ont été introduites dans les années 1950 et celles en acétate avaient presque disparu à la fin des années 1970. On utilisait des bandes de papier dans les années 1940 et la fabrication de celles-ci a cessé dans les années 1950. Les rubans de polychlorure de vinyle n'ont jamais été utilisés couramment en Amérique du Nord.)

Bandes endommagées

Des dommages physiques, comme la rupture, le plissement, la courbure et l'étirement de la bande, ou encore des bords endommagés, peuvent être présents. Les bandes qui sont physiquement endommagées ne pourront probablement pas être lues correctement, à moins que certaines mesures correctives ne soient prises. Tenter de les lire pourrait les endommager davantage ou endommager le matériel de lecture.

Boîtiers ou bobines endommagés

En plus d'évaluer la bande elle-même, il faut examiner le boîtier ou la bobine afin de voir s'ils sont endommagés. Les dommages les plus courants observés sur les boîtiers sont des fissures ou des cassures, ou des coussinets de protection cassés ou manquants. Dans le cas des bobines, les dommages prennent souvent la forme de flasques courbées ou fissurées. Lire une bande dont la cassette ou la bobine est endommagée peut rendre inutilisable la bande ou le matériel de lecture.

Préparation de la bande pour la lecture

Les bandes fortement contaminées ou présentant des moisissures doivent être nettoyées par des professionnels munis d'équipement spécialisé. Cependant, si les débris ne sont pas des moisissures et qu'ils n'ont pas infiltré les couches enroulées de la bande, on peut les nettoyer soi-même. Il suffit d'aspirer ou d'essuyer tout débris avant d'ouvrir le boîtier. Aspirer délicatement les débris sur le boîtier ou la bobine en prenant soin de ne pas aspirer la bande elle-même.

Il faut traiter les bandes endommagées physiquement ou chimiquement avant de les lire. Dans la plupart des cas, on doit faire appel à un professionnel spécialisé dans la restauration des bandes. Il est possible d'appliquer soi-même certaines techniques de restauration³, mais le succès de l'opération dépend de l'expérience de la personne qui applique la technique et du degré de dégradation de la bande.

Cassettes

S'assurer qu'il n'y a rien sur le boîtier qui l'empêche de bien s'ajuster à la plateforme de lecture, par exemple du ruban adhésif ou une autre substance. Il est même parfois nécessaire d'enlever l'étiquette lorsque celle-ci nuit à la lecture (l'étiquette peut poser problème lorsqu'elle n'est pas apposée dans la partie enfoncée du boîtier, qui est conçue spécialement à cette fin).

Inspecter le boîtier. S'il présente l'une des caractéristiques suivantes :

- des brins de ruban qui dépassent;
- un enroulement est trop lâche ou trop serré;
- des signes évidents de formation d'un cône;

le ruban peut se bloquer et il faut le surveiller de près lorsqu'on lit la cassette. La « formation d'un cône » signifie que le ruban s'est enroulé en formant un cône étroit, les couches de ruban qui se trouvent loin du moyeu étant décalées ou se trouvant dans un autre plan que celui des couches enroulées plus proches du moyeu. Cette forme d'enroulement conique est rare et s'observe surtout sur les cassettes C-120.

Un piètre enroulement peut souvent être corrigé en rembobinant la bande jusqu'au début et en utilisant le mode « Play » à nouveau pour la faire avancer. Cependant, cela pourrait aggraver l'état des bandes qui présentent un enroulement conique. Dans ce cas, on doit enrouler petit à petit et avec soin le ruban à l'aide d'un crayon inséré à l'intérieur du moyeu et essayer de sentir la tension. Si la tension est trop grande ou que le ruban se plie, mettre le ruban dans un boîtier vide et enrouler le ruban à partir du début, soit avec l'appareil ou à l'aide d'un crayon. Dans les cas graves d'enroulement conique, placer le ruban dans une cassette vissée et desserrer les vis légèrement en accordant un peu plus d'espace au ruban pourrait être la seule solution possible. Les cassettes C-0 (boîtiers vides) sont de plus en plus difficiles à trouver, mais on peut aussi utiliser des boîtiers récupérés et vidés de leur ruban, pourvu qu'ils soient en bon état.

Une bande peut également se coller au boîtier pour plusieurs autres raisons :

- sillons ou autre dommage aux guides de ruban dans le boîtier;
- déformation du boîtier;
- feuillets intercalaires dégradés entre l'enroulement et le boîtier.

Dans de tels cas, transférer la bande dans un autre boîtier pourrait une fois encore être la seule solution pour pouvoir lire la bande sans qu'elle se bloque.

Si les languettes d'interdiction d'écriture sur le dessus de la cassette ne sont pas déjà brisées, il faut les briser afin d'éviter que la bande ne soit effacée par erreur.

Si la platine du magnétophone s'appuie sur le coussinet de protection intégré à la cassette, il faut l'examiner. Si celui-ci est détérioré ou qu'il n'y en a pas, on doit changer la bande de boîtier. Si la platine soulève le coussinet et qu'elle exerce une tension (comme dans le cas des modèles Nakamichi), l'état du coussinet importe peu, pourvu qu'il ne se brise pas.

Si le boîtier est brisé ou fissuré, ou si la collure a du lest à l'amorce⁴, il faut transférer la bande dans un autre boîtier avant de la lire.

Bobines

Plusieurs des règles applicables aux bandes sur bobines sont semblables à celles qui s'appliquent aux cassettes. Si des brins de ruban dépassent de l'enroulement, ou si l'enroulement est trop lâche ou trop serré ou qu'il repose sur les flasques, il faut enrouler de nouveau le ruban et le faire jouer à partir du début jusqu'à la fin pour ramener la tension adéquate dans l'enroulement avant la numérisation. Il faut procéder à la vitesse « Play » sur un appareil sans tête de lecture, si cela est possible avec le matériel à sa disposition, afin d'éviter de compromettre la durée de vie des têtes de lecture qui sont de plus en plus rares et coûteuses. La décision de rembobiner et de lire la bande au complet dépend également des problèmes que présente la bande en question et si la bobine est en position « rembobiné » ou « contre-bobinage ». (Si la bande est rembobinée, le début de la bande se trouve sur la partie externe de la bobine; étant donné que la bande se trouve déjà dans la bonne orientation pour la lecture, il n'est pas nécessaire de la rembobiner. Si la bande est en position « contre-bobinage », le début de la bande se trouve dans la partie interne de la bobine, et il faut alors rembobiner la bande avant de la lire.)

L'une des principales différences entre les bandes sur cassettes et les bandes sur bobines est que le côté « enregistrement » (couche magnétique) de la bande sur cassette est tourné du côté opposé au moyeu (enroulement B), et qu'il est tourné vers le moyeu dans la plupart des bandes sur bobines libres (enroulement A). Les bandes sur bobines sont habituellement entreposées en position « contre-bobinage ». Ainsi, lorsque la lecture est terminée, la bande conserve une bonne tension d'enroulement, ce qui assure un enroulement sans heurts. Par contre, dans le cas des cassettes, il faut rembobiner la bande avant de la lire de nouveau. Si le magnétophone est doté du mode « Library Wind », on doit utiliser ce mode pour l'enroulement.

Les bobines brisées, fissurées ou tordues doivent être remplacées avant de lire la bande.

Contrairement à la plupart des bandes audio sur cassettes, beaucoup de bandes sur bobines doivent être « chauffées⁵ » ou traitées d'une autre manière avant de pouvoir être lues avec succès. Le fait de « chauffer » (exposer les bobines à une chaleur modérée pendant plusieurs heures ou même une journée ou plus) permet de restaurer temporairement la capacité de lire de

nombreuses bandes dont le liant s'est dégradé, bien que la réussite de cette opération dépende de l'expérience de l'utilisateur. Le « chauffage » et les autres méthodes visant à traiter les bandes dont le liant s'est dégradé ne sont pas décrits en détail dans le présent Bulletin technique, mais cette information est offerte ailleurs^{3, 6}.

Si une bande s'est brisée ou que des collures antérieures ont échoué (problème courant dans les magnétophones à bobines de ¼ po), il faut les réparer en utilisant une presse à coller et du ruban adhésif spécial. La presse à coller permet de faire des coupures propres et nettes. Utiliser seulement du matériel prévu pour la réparation de bandes audio – pas de matériel tout usage, comme du ruban adhésif. Voir l'annexe E pour consulter la liste des fournisseurs de matériel de collage.

Matériel de lecture et installation

L'étape initiale de tout projet de numérisation est de mettre en place un poste de travail ou d'aménager une zone de travail.

Choisir et aménager l'espace

Les studios professionnels ont des exigences très strictes. Toutefois, pour le type de transfert audio décrit dans le présent Bulletin technique, toute salle tranquille et isolée munie d'une quantité substantielle de matériaux insonorisants (par exemple, tapis sur le plancher, carreaux insonorisants au plafond, panneaux de division de bureau souples et absorbants acoustiques accrochés au mur) est suffisante. La salle doit être équipée d'un circuit spécialisé de 15 A et de 120 V pour alimenter le matériel audio et informatique (c'est-à-dire qu'aucune autre source électrique, telle l'éclairage, ne doit être sur le même circuit). C'est également une bonne idée de dégager le bureau du mur, de sorte qu'il y ait de la place pour installer les haut-parleurs du moniteur à une certaine distance de l'opérateur.

Magnétophone à cassettes

Le but premier de tout poste de travail utilisé pour le transfert est de fournir une lecture optimale des bandes originales, ce qui nécessite habituellement un magnétophone à cassettes haut de gamme. La marque la plus répandue est probablement Nakamichi, bien que certains appareils Nakamichi étaient supérieurs à d'autres. Parmi les autres marques, mentionnons Sony, Kenwood, Tascam/Teac, Panasonic/Technics (qui fabriquaient de bons et de très bons magnétophones), ainsi que Studer, Tandberg et quelques autres fabricants européens (qui fabriquaient également de très bons et d'excellents magnétophones).

Malheureusement, la plupart des magnétophones haut de gamme sont aussi vieux que les bandes et en trouver un bon d'occasion demeure un défi de taille. On trouve parfois de bons magnétophones sur eBay, mais leur état est souvent insatisfaisant. Il est possible de trouver localement un bon magnétophone qui fonctionne encore bien ou qui peut être réparé. Certains magnétophones neufs sont toujours offerts sur le marché, mais l'offre est plutôt limitée et diminue au fil du temps. Au bout du compte, il vaut la peine d'envisager d'utiliser tout magnétophone accessible de qualité raisonnable et en bon état de marche.

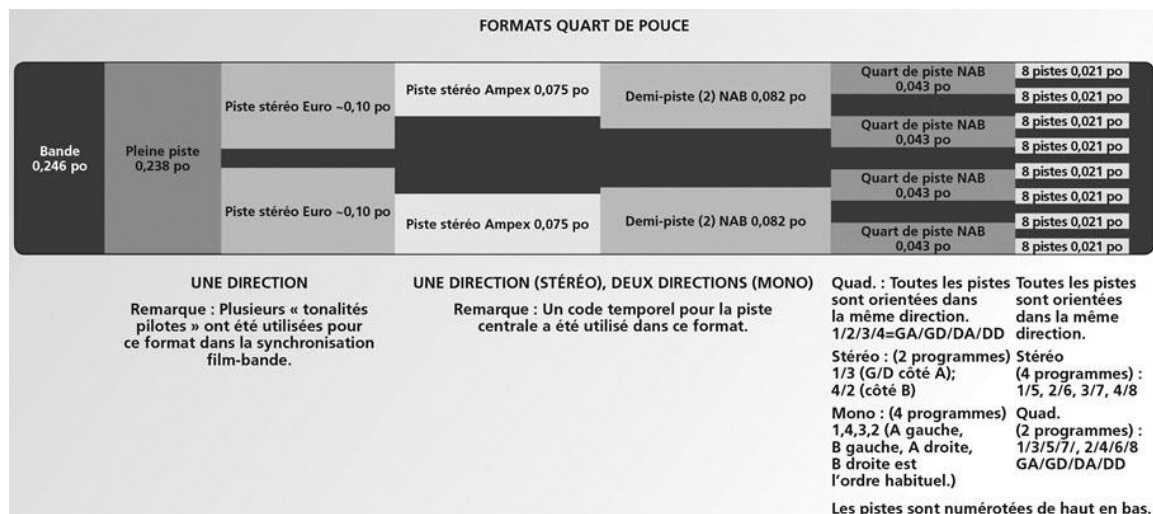
Les magnétophones bon marché, du moins certains d'entre eux – voire la plupart selon nous – enregistraient mieux qu'ils ne lisaient. Pour cette raison, il est probablement avantageux de lire la bande sur un magnétophone de plus grande qualité que celui sur lequel elle a été enregistrée. Bien que certains continuent d'affirmer qu'il est préférable de lire la bande sur le magnétophone sur lequel elle a été enregistrée, la plupart des restaurateurs estiment qu'il s'agit là d'une notion erronée et qu'elle ne s'applique que dans des cas particuliers, avec des magnétophones haut de gamme.

Magnétophone à bobines

Il est encore plus difficile d'obtenir un magnétophone à bobines de bonne qualité qu'un magnétophone à cassettes de qualité. La meilleure option consiste à trouver le magnétophone sur lequel les bandes de vos archives ont été enregistrées et de voir s'il peut être remis en état. Toutefois, il est peu probable que l'on réussisse à trouver l'appareil original, et il faudra probablement chercher sur eBay, Craig's List ou des sites semblables pour trouver un magnétophone à bobines à prix raisonnable. En chercher un au sein de la collectivité locale est également une bonne idée. Une fois que l'on a trouvé un appareil, il est important de le soumettre à un essai avec des bandes ordinaires avant d'utiliser les bandes d'archives, car un appareil qui fonctionne mal pourrait endommager considérablement l'enregistrement magnétique⁷. Ce problème est plus courant avec les magnétophones à bobines qu'avec les magnétophones à cassettes, en raison de leur âge et de leur conception moins élaborée.

L'annexe A contient une liste de différents magnétophones, ainsi que des commentaires formulés par les auteurs du présent texte quant aux marques qui conviennent ou non à la numérisation. Veuillez noter toutefois que cette liste n'est pas exhaustive. Certains appareils qui ne figurent pas dans cette liste peuvent fonctionner très bien, et il peut exister des appareils parmi les marques recommandées qui ne fonctionnent pas bien. Lorsqu'on achète un magnétophone à bobines d'occasion, le meilleur conseil serait sans doute d'être un consommateur averti.

L'une des choses les plus importantes, dans le cas d'un magnétophone à bobines, est de bien faire correspondre la tête avec la bande. Il existe deux grandes catégories de magnétophones à bobines : le deux pistes et le quart de piste. La figure 2 illustre les principales configurations de pistes.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0008

Figure 2. Schéma des grands types de bande audio sur bobine de ¼ po⁸.

Il est essentiel de vérifier le format d'une bande (on ne peut pas toujours se fier à ce qui est écrit sur la boîte).

- Une des méthodes consiste à utiliser un appareil de visualisation magnétique, qui est un dispositif simple permettant de voir le signal magnétique enregistré sur la bande. Dans cette méthode, il faut compter une minute ou deux avant que l'image apparaisse, et cela fonctionne beaucoup mieux s'il y a un segment fort⁹.

- Une autre méthode consiste à utiliser une chaîne tétraphonique. Avec de l'expérience, cette technique fonctionne bien pour repérer les bandes pleine piste, deux pistes (NAB) et quart de piste. Toutefois, elle ne permet pas de repérer d'autres formats plus rares, et ne fournit pas beaucoup d'information sur les bandes qui ont été enregistrées de manière inadéquate.

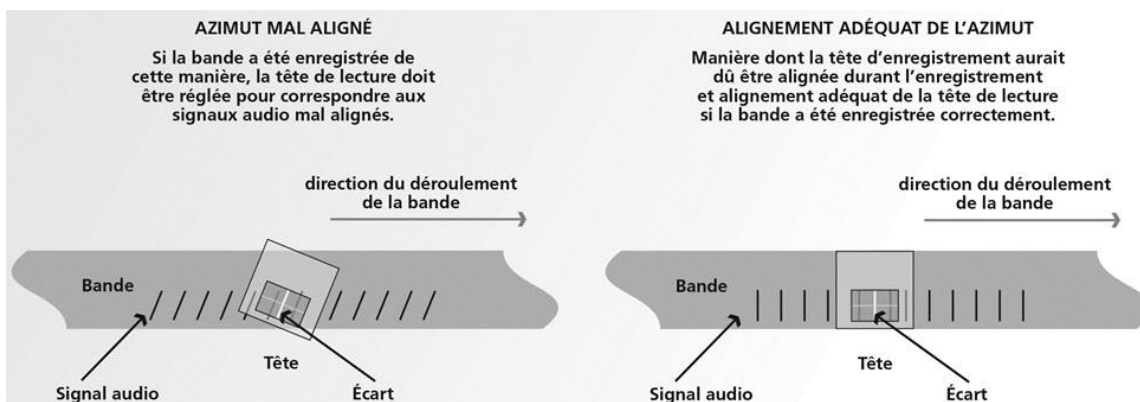
Conditionnement de l'alimentation

Un conditionnement haut de gamme de l'alimentation n'est pas requis, mais il convient de brancher tout le matériel sur un système d'alimentation sans coupure standard. Cela protégera le matériel contre les sautes de puissance et les pertes de données en cas de brèves interruptions d'alimentation. Un appareil de 1 000 ou de 1 200 VA est plus que convenable. Un onduleur sinusoïdal plus coûteux n'est requis que lorsque le magnétophone utilise un moteur branché directement à une source d'alimentation à courant alternatif (c.a.). Presque tous les lecteurs de cassettes utilisent des moteurs à courant continu (c.c.) à sources d'alimentation internes; ils sont donc protégés contre les anomalies d'alimentation qui se produisent dans les systèmes d'alimentation sans coupure d'ordinateur moins coûteux.

Réglage de l'azimut

La lecture adéquate des bandes est essentielle pour produire un fichier audionumérique ayant une bonne qualité sonore. Si un signal de piètre qualité est reçu par l'appareil de conversion analogique-numérique, la sortie numérisée sera aussi de mauvaise qualité. L'un des facteurs les plus importants dans la lecture adéquate des bandes est le réglage de l'azimut¹⁰. L'azimut est l'angle de positionnement d'une tête de lecture ou d'enregistrement par rapport à la direction du déroulement de la bande (figure 3). Dans le cas des cassettes, l'azimut d'enregistrement de la bande est déterminé par le boîtier, la géométrie du magnétophone et la manière dont il tient le boîtier, ainsi que par l'alignement réel de la tête d'enregistrement. Idéalement, l'angle d'azimut devrait être de 90°. Si cet angle est le même dans l'enregistreur que dans l'appareil de lecture, il ne devrait pas y avoir de problème d'azimut. Par conséquent, si on lit une bande sur la machine sur laquelle elle a été enregistrée, il devrait théoriquement n'y avoir aucun problème associé à l'azimut, pourvu que l'appareil se serve de la même tête pour l'enregistrement et la lecture. Cependant, si le boîtier se déforme, les composants de la tête ou du guide du magnétophone se désalignent, ou si la machine a des têtes d'enregistrement et de lecture distinctes, des problèmes d'azimut pourraient survenir même si un seul et même appareil est utilisé.

Dans un établissement possédant des collections, le matériel de lecture est rarement celui qui a enregistré la bande. Un mauvais alignement des têtes dans le magnétophone utilisé pour l'enregistrement ou pour la lecture, ou les deux, se produit souvent. À moins que la tête de lecture ne soit déplacée pour obtenir l'angle approprié, les hautes fréquences ou les aigus seront diminués et l'enregistrement audio aura un son étouffé plutôt qu'un son clair et cristallin¹¹.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0010

Figure 3. Schéma d'un alignement incorrect et d'un alignement adéquat de l'azimut. Si l'enregistrement a été fait avec un azimut mal aligné de la tête d'enregistrement, la tête de lecture doit être intentionnellement mal alignée pour correspondre au mauvais alignement de la tête d'enregistrement originale, afin de s'assurer d'effectuer une lecture adéquate de l'enregistrement. L'illustration du mauvais alignement de l'azimut est fort exagérée. En réalité, l'angle du mauvais alignement est habituellement très petit et seul un léger changement dans l'orientation de la tête est requis.

Le réglage de l'azimut varie selon le type d'appareil de lecture. Dans le cas des magnétophones à cassettes, il y a parfois une vis près de la tête. Un petit trou sous la porte de la cassette permet d'accéder à la vis depuis l'extérieur du châssis du magnétophone. Sinon, on doit enlever la porte de la cassette pour accéder à la vis de réglage de l'azimut, qui se trouve sur un côté (habituellement le côté gauche) de la tête de lecture/d'enregistrement dans un assemblage de type vis et ressort. Dans le cas des magnétophones à bobines, il y a parfois une vis sur l'assemblage de la tête, semblable à celle du magnétophone à cassettes, et il est clairement indiqué qu'il s'agit de la vis du réglage de l'azimut (figure 4). Cette vis est souvent inaccessible, à moins d'enlever les protecteurs de tête. Faire un petit trou dans le protecteur de tête permettra de régler l'azimut sans enlever le protecteur, qui est souvent une protection contre les bourdonnements. Les magnétophones à bobines peuvent également avoir un bouton clairement désigné comme servant au réglage de l'azimut (figure 5).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0017

Figure 4. Assemblage de tête du modèle pleine piste APR-5000 de Sony, avec une tête d'effacement Woelke et une tête d'enregistrement et de lecture Nortronics. Noter l'étiquette près du trou de la vis de réglage de l'azimut; dans ce cas, un tournevis à tête hexagonale de 2 mm est requis. Sur la plupart des appareils Studer, l'azimut se trouve sur la plaque de base et ces appareils nécessitent un tournevis à tête hexagonale de 2,5 mm.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0018

Figure 5. Noter le bouton de réglage externe de l'azimut (le cylindre argent) juste derrière le « R » du logo « STUDER » sur le bloc de tête.

Peu importe la méthode employée pour régler l'azimut, le réglage réel peut être fait à l'écoute ou, pour un travail plus critique, à l'aide d'un oscilloscope ou d'un outil d'analyse spectrale en temps réel. Dans le cas des procédures indiquées dans le présent Bulletin technique, l'option d'écoute est adéquate. L'opération est simple : il suffit de régler les aigus au maximum pour obtenir un son clair et cristallin lorsqu'on écoute en mono. Dans le cas d'un enregistreur stéréo, régler les deux canaux à « mono » (c'est-à-dire régler les canaux de gauche et de droite pour créer un programme mono contenant des signaux égaux de gauche et de droite dans le programme original) afin d'entendre clairement le mauvais alignement de l'azimut et de le corriger. Tourner le bouton de réglage dans un mouvement de va-et-vient (comme lorsqu'on met au foyer manuellement une lentille de caméra) est généralement le meilleur moyen d'y arriver. Tourner la vis d'environ un quart de tour dans chaque direction suffit généralement. La vis n'a pas à être serrée complètement – une erreur que commettent de nombreuses personnes qui procèdent pour la première fois à ce type de réglage. De plus, on doit régler **seulement** la vis d'azimut et laisser tous les autres réglages tels quels. L'information sur la manière de régler l'azimut sur un appareil en particulier se trouve dans le manuel de l'utilisateur du magnétophone.

S'il est difficile de procéder au réglage de l'azimut avec l'appareil de lecture dont on dispose, cette étape peut probablement être éliminée dans le cas des bandes d'histoire orale. Les résultats de la numérisation ne seront peut-être pas aussi bons qu'ils pourraient l'être, mais ils seront néanmoins adéquats. La qualité sera déterminée par la correspondance entre les azimuts d'enregistrement et de lecture. Si l'enregistreur et l'appareil de lecture sont tous deux proches des spécifications, les résultats devraient être bons.

À noter que la procédure de réglage de l'azimut susmentionnée consiste à régler la tête en fonction de l'enregistrement réel sur la bande (et il arrive souvent que la tête d'enregistrement **n'était pas** réglée correctement). Il ne faut pas confondre cette étape avec l'alignement de la tête de lecture avec un ruban d'alignement, qui est beaucoup moins utile compte tenu de la probabilité élevée d'un mauvais réglage de la tête d'enregistrement lorsque l'enregistrement a été effectué.

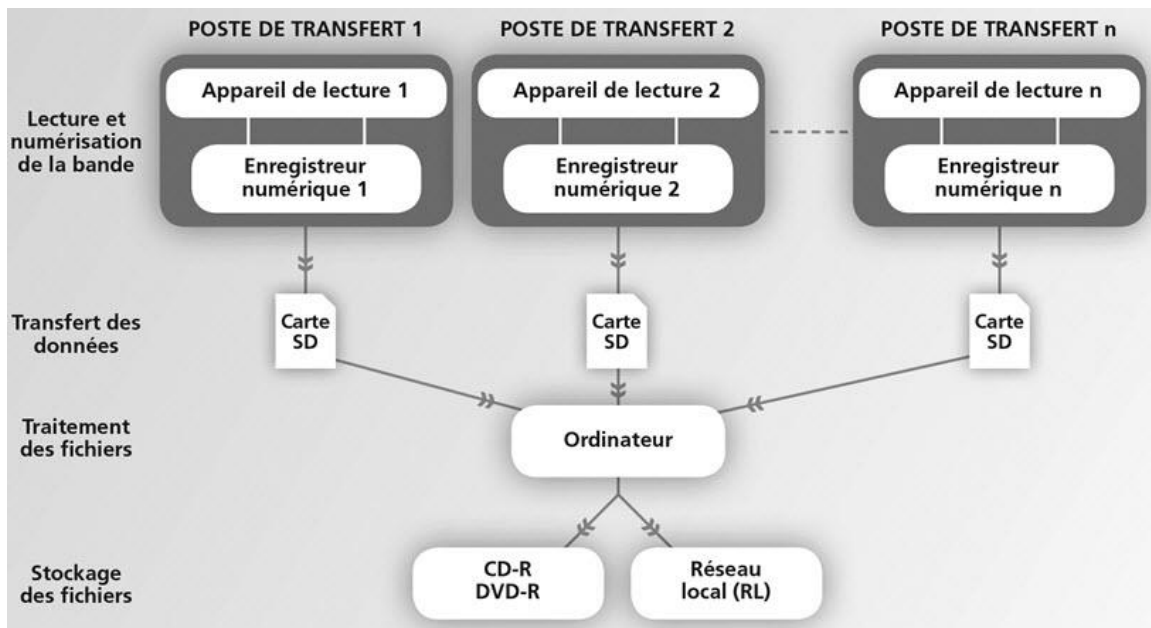
Conversion de l'analogique au numérique

Il existe plus d'une façon de saisir le signal audio analogique d'un magnétophone à cassettes ou à bobines. La procédure décrite dans le présent Bulletin technique utilise un enregistreur numérique autonome à mémoire flash. Les caractéristiques de ce système d'enregistrement numérique figurent à l'annexe B avec celles d'autres systèmes.

La qualité de la numérisation de l'enregistreur à mémoire flash n'est peut-être pas la meilleure qui soit, mais il existe de nombreux avantages à utiliser un tel enregistreur. Parmi ceux-ci, mentionnons les suivants :

- le branchement des câbles est simplifié et le risque d'interférences induites par les câbles est réduit;
- à chaque appareil de lecture correspond un enregistreur numérique, ce qui permet d'utiliser aussi de nombreux postes de transfert (figure 6)*;
- les fichiers numériques produits peuvent être traités de différentes façons, y compris copiés directement sur des DVD, comme des fichiers, sans traitement additionnel;
- il est possible de regrouper du matériel additionnel en format de fichier numérique (étant donné que la plupart des enregistreurs compacts contiennent des microphones intégrés);
- il n'est pas nécessaire d'effectuer un traitement audio dans l'ordinateur, ce qui élimine le besoin d'avoir une carte de son de haute qualité coûteuse dans l'ordinateur.

* Note : Le transfert (c'est-à-dire le processus qui consiste à entrer le signal audio analogique dans l'enregistreur numérique) est un processus en temps réel. Des postes de transfert multiples permettront de transférer plusieurs bandes à la fois, ce qui peut réduire considérablement le temps total de transfert dans le cadre d'un projet. Le fait de disposer de plusieurs postes de transfert permet également d'avoir une redondance complète du système et de vérifier la qualité de la bande (si elle semble mauvaise à l'écoute sur différents appareils, c'est qu'elle est probablement de mauvaise qualité).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0012

Figure 6. Déroulement de la procédure de numérisation des bandes audio avec plusieurs postes de transfert. Le câblage requis est moindre, car les données sont transférées par le biais de cartes SD. Plusieurs postes de transfert peuvent être aménagés, ce qui réduit considérablement le temps de numérisation.

Enregistreur numérique

À l'heure actuelle, il existe un certain nombre d'enregistreurs audio autonomes à mémoire flash qui conviennent à la numérisation. Les versions à faible coût de ces appareils utilisent principalement des cartes SD (Secure Digital), y compris des versions haute capacité (SDHC).

Parmi les enregistreurs qui conviennent à la numérisation, mentionnons le Zoom H1 et le Zoom H2, qui ont reçu des avis favorables pour la production à faible coût d'enregistrements audio d'une qualité acceptable. Le Zoom H4n (qui possède des connecteurs de meilleure qualité que le H2) et le R09HR d'Edirol sont également des choix intéressants. N'importe lequel de ces modèles convient. Les spécifications de base à examiner pour choisir un enregistreur numérique comprennent notamment :

- un traitement de signal jusqu'à 24 bits et 96 kHz;
- une capacité de produire des fichiers Wave Audio Format (WAV);
- une fente pour carte mémoire SD.

Pour de plus amples renseignements concernant ces modèles et d'autres appareils semblables, consulter le *Digital Audio Field Recording Equipment Guide* du Vermont Folklife Center¹².

Quel que soit l'enregistreur numérique choisi, il y aura des réglages possibles pour l'enregistrement. Afin de bien comprendre l'incidence de ces réglages sur la qualité et la taille des fichiers numériques générés, il convient d'expliquer brièvement ce que l'on entend par « numériser » le signal audio.

Le but de la numérisation est de traduire le signal audio en une représentation numérique pouvant être interprétée par un ordinateur. Il suffit d'échantillonner à répétition le signal analogique continu et de traduire chaque échantillon en valeur numérique. Ce procédé peut être comparé à la prise d'une série de mesures. La représentation numérique est donc une

approximation du signal original, et les détails du processus d'échantillonnage déterminent la qualité de la saisie.

Deux facteurs ont une incidence sur l'exactitude ou la « fidélité » de l'enregistrement numérique : ce sont le taux d'échantillonnage et la profondeur de bits.

- Le **taux d'échantillonnage** renvoie à la fréquence de l'échantillonnage et est exprimé en échantillons par seconde, ou Hertz (Hz). Plus la fréquence (en Hz) est élevée (c'est-à-dire plus le signal est échantillonné souvent), plus la fidélité est bonne.
- La **profondeur de bits** est la précision de l'échantillonnage. Chaque fois qu'un échantillon est prélevé, une valeur numérique existant dans un ensemble préétabli de valeurs possibles est assignée au signal. Si l'ensemble de valeurs possibles est petit, l'approximation sera grossière. Si le nombre de valeurs possibles est plus grand (c'est-à-dire si l'échelle de mesure est plus fine), l'approximation permettra de mieux encoder le signal original. La précision de l'échelle de mesure dépend de l'espace de stockage (exprimé en « bits ») alloué à chaque mesure, c'est-à-dire la profondeur de bits.

Exemple : Un CD audio est enregistré à un taux d'échantillonnage de 44,1 kHz et à une profondeur de 16 bits; cela signifie que le signal analogique est échantillonné 44 100 fois par seconde et que la mesure peut être l'une des 65 536 (c'est-à-dire 2 puissance 16, ou 2¹⁶) valeurs possibles.

Des taux d'échantillonnage plus élevés et des profondeurs de bits plus grandes produiront des enregistrements haute-fidélité. Toutefois, pour ce faire, une capacité de stockage accrue sera nécessaire. Les configurations les plus souvent employées sont dérivées des limites de l'ouïe humaine.

Les taux d'échantillonnage et les profondeurs de bits offerts varient d'un enregistreur à l'autre, mais la plupart d'entre eux permettent à l'opérateur de faire une sélection à partir d'une liste de configurations courantes. Encore une fois, la sélection a une incidence sur la taille du fichier numérique. Le tableau 1 indique les réglages les plus courants et montre la taille des fichiers générés dans chaque cas.

Tableau 1. Réglages les plus courants qui seraient utilisés avec l'enregistreur numérique Zoom H2 et taille des fichiers générés pour chaque réglage

Taux d'échantillonnage/ profondeur de bits		Taille du fichier en mégaoctets (Mo)			
		30 min	60 min	90 min	120 min
44,1 kHz/16 bits	mono	151	303	454	606
	stéréo	303	606	908	1 211
44,1 kHz/24 bits	mono	227	454	681	908
	stéréo	454	908	1 363	1 817
48 kHz/16 bits	mono	165	330	494	659
	stéréo	330	659	989	1 318
48 kHz/24 bits	mono	247	494	742	989
	stéréo	494	989	1 483	1 978
96 kHz/24 bits	mono	494	989	1 483	1 978
	stéréo	989	1 978	1 966	3 955

La taille des fichiers dans le tableau 1 sert de guide pour choisir une carte mémoire de capacité appropriée. Par exemple, enregistrer une cassette C-120 à 48 kHz, 24 bits, génère un fichier de 1,978 Go qui nécessite une carte d'au moins 4 Go¹³ (car une carte de 2 Go pourrait être trop petite pour accueillir le fichier de 1,978 Go). Étant donné que ce ne sont pas toutes les cartes mémoire qui sont compatibles avec les enregistreurs audio à mémoire flash, on doit vérifier auprès du fabricant de l'enregistreur pour s'assurer de choisir une carte qui convient.

Les enregistreurs numériques mentionnés ci-dessus sont capables de produire des fichiers numériques en format WAV, un format bien établi en numérisation audio en raison de son accessibilité et de son option d'encodage sans compression². Ces facteurs laissent présager que les fichiers WAV seront accessibles à long terme, ce qui les rend intéressants à titre de copies maîtresses. Le format Broadcast Wave Format (BWF), qui est une extension du format WAV, est lui aussi un choix populaire pour la création des copies maîtresses d'archives. Ces formats de fichiers étant compatibles, on peut chercher soit l'un ou l'autre lorsqu'on choisit un enregistreur numérique. Étant donné que les fichiers WAV ne sont pas compressés, les fichiers maîtres sont relativement gros et moins faciles à utiliser comme copies d'accès. Habituellement, le fichier maître WAV est utilisé pour générer des dérivés hautement compressés en format MP3 à des fins d'accessibilité. L'enregistreur Zoom H2 a une fonction de conversion intégrée. À noter, toutefois, qu'il est crucial de conserver des copies maîtresses en format WAV étant donné que la conversion MP3 élimine de l'information de manière irréversible.

Les enregistreurs Zoom H2 gardent en mémoire les réglages sur la carte mémoire amovible; il est donc possible d'avoir différentes configurations sur plusieurs cartes SDHC. Il existe de nombreux réglages pouvant être choisis par l'utilisateur. Voir l'annexe C pour la configuration initiale recommandée.

Une seule carte SDHC devrait être utilisée par jour (ou au moins par demi-journée) afin d'éviter l'usure des ports de cartes des enregistreurs. Le travail à l'ordinateur effectué à n'importe quel jour doit être fait sur les données transférées le jour précédent.

À noter que l'enregistreur Zoom H2 est conçu pour numériser des enregistrements mono ou stéréo seulement; il ne convient pas aux enregistrements multipistes.

Branchement du matériel

Pour raccorder un magnétophone à cassettes à un enregistreur numérique, il suffit de trouver un câble approprié, dont la longueur ne devrait pas dépasser 2 m. Les détaillants de matériel électronique ou les magasins de musique locaux vendent généralement des câbles à un prix abordable (l'achat de câbles à prix élevé ne constitue probablement pas un emploi judicieux de ressources limitées).

Plusieurs des magnétophones à bobines les plus appréciés ont des sorties équilibrées de qualité professionnelle. Celles-ci génèrent une tension plus grande que le matériel grand public et risquent d'imposer une surcharge à l'équipement grand public. De plus, le branchement varie selon le modèle. Si le magnétophone à bobines n'est pas branché correctement à une sortie non équilibrée, cela pourrait causer une distorsion du signal ou en empêcher le transfert. Le moyen le plus simple de convertir des signaux équilibrés de qualité professionnelle en signaux acceptables pour du matériel grand public est d'utiliser une interface audio (voir l'annexe E pour trouver un fournisseur de ce type d'équipement audio).

Pour brancher l'appareil de lecture à l'enregistreur numérique, il faut utiliser un câble adéquat, qui comporte une extrémité RCA et une extrémité de 3,5 mm. Ce câble est généralement fourni avec l'enregistreur numérique. Un câble RCA est un type de câble standard utilisé pour transmettre un signal audio analogique par des fils à bout rouge et à bout blanc et un signal vidéo composite analogique par un fil à bout jaune. Il n'est pas toujours nécessaire que le câble RCA possède les fiches audio et vidéo, et le câble fourni avec l'enregistreur numérique n'a en général que les

prises audio. Brancher la fiche rouge et la fiche blanche du câble RCA dans les prises « Audio Out » de l'appareil de lecture, et l'extrémité de 3,5 mm du câble dans le port « Line In » de l'enregistreur numérique. Les magnétophones à bobines haut de gamme nécessitent parfois un câblage différent. Voir l'annexe F pour un schéma du câblage.

Écoute de la bande pour la saisie numérique

Avant de lire une bande, s'assurer que la tête de lecture de l'appareil est propre. Bien souvent, l'amorce des cassettes ou des bobines fournit un nettoyage adéquat. Si la tête de lecture n'est pas encore tout à fait propre, appliquer un coton-tige imbibé d'alcool isopropylique à 99 %, en prenant soin de ne pas toucher les parties en caoutchouc avec l'alcool (celles-ci peuvent être nettoyées à l'aide d'un coton-tige ou d'un linge en microfibre légèrement humecté d'eau). Veiller à ce qu'il n'y ait pas de fibres provenant du coton-tige qui restent sur l'appareil. Il est possible de trop nettoyer; ne le faites que lorsque cela est nécessaire. Les têtes de cassettes et de bobines et les guides doivent également être nettoyés après qu'une bande à problème (une bande qui montrerait des signes de dégradation ou ferait entendre un grincement, etc.) a été lue. En règle générale, une fois par jour suffit, bien que cela soit même trop fréquent dans certains cas.

Une fois que l'appareil est propre, on peut faire une avance rapide, puis reculer la bande (pourvu qu'elle ne soit pas trop fragile) avant de la lire. Cela permet de libérer les contraintes et également de tester la collure à l'extrémité. Si la bande ne répond pas bien, sauter cette étape et procéder au transfert. Il faut bien écouter et surveiller la bande, et se tenir prêt à arrêter si quelque chose ne va pas. Si la bande se bloque, suivre la procédure indiquée à la section intitulée [Préparation de la bande pour la lecture](#). Veiller à régler l'azimut de lecture à la haute fréquence et à la clarté maximales du signal audio. Pour ce faire, certains écrans d'affichage de logiciels sont utiles.

Une fois que tout fonctionne en douceur, s'assurer que la bande est enroulée jusqu'au début, puis démarrer le transfert. Appuyer sur la touche « Record » de l'enregistreur numérique et sur la touche « Play » du magnétophone à cassettes ou à bobines. Une fois le premier côté terminé, tourner la bande s'il y a un côté 2. Bien que le réglage de l'azimut devrait être encore correct, le vérifier quand même pour en être absolument certain.

Précautions à prendre et remarques générales

- Il faut procéder avec une **minutie extrême** dans le cas des bandes de cassettes C-120. Ce sont des bandes très minces, et bon nombre d'entre elles, surtout les plus vieilles et celles de marques peu connues ou moins chères, présentent une instabilité dimensionnelle.
- Les bandes sur bobines se présentent dans quatre formats standards :
 - Durée standard – 1,5 mil, 50 µm, 1 200 pi sur une bobine de 7 po, 30 min par piste à 7,5 po/s.
 - Longue durée – 1,0 mil, 35 µm, 1 800 pi sur une bobine de 7 po, 45 min par piste à 7,5 po/s.
 - Double durée – 0,5 mil, 25 µm, 2 400 pi sur une bobine de 7 po, 60 min par piste à 7,5 po/s.
 - Triple durée – 0,5 mil, 18 µm, 3 600 pi sur une bobine de 7 po, 90 min par piste à 7,5 po/s.

Noter que la mesure en « mil » est courante en Amérique du Nord et renvoie à l'épaisseur du support de la bande, alors que l'unité « μm » est plus courante ailleurs dans le monde et renvoie à l'épaisseur totale de la bande. Les bandes sur bobines « double durée » et « triple durée » sont très fragiles et sujettes à l'étirement.

- Si la bande semble être contaminée par des moisissures, il faut la faire traiter par un professionnel expérimenté dans la réparation de bandes audio à problème. Ne pas essayer de la nettoyer soi-même. Très peu de restaurateurs accepteront de traiter des cassettes contaminées par des moisissures, même s'ils manipulent des bobines qui le sont.
- Si de nombreuses bandes doivent être transférées dans de nouveaux boîtiers⁴, il est recommandé d'acheter des cassettes C-0 dans un magasin de reproduction local le plus tôt possible, car elles deviennent de plus en plus difficiles à obtenir.

Édition et contrôle de la qualité

Poste de travail

Tous les logiciels de numérisation mentionnés dans le présent Bulletin technique peuvent être utilisés sur des ordinateurs munis de Windows XP comme système d'exploitation et d'un processeur de 3 GHz à un seul cœur avec 1 Go de RAM ou mieux. Toutefois, il serait avisé d'installer une unité de disque dur additionnelle de grande capacité (500 Go ou plus) dans l'ordinateur pour stocker les données audio relatives aux projets en cours et pour les garder dans un endroit distinct du lecteur du système d'exploitation. Le système audio intégré à l'ordinateur devrait être adéquat parce qu'il est utilisé seulement pour la surveillance. Pour enregistrer, un graveur de CD/DVD de qualité, avec logiciel connexe, en combinaison avec du matériel de bonne qualité et des techniques d'enregistrement adéquates¹⁴, devrait produire des disques optiques présentant un taux d'erreur suffisamment faible. Les anciens graveurs et/ou le matériel de piètre qualité peuvent produire des CD-R ou des DVD-R avec des taux d'erreur élevés.

Pour réaliser le processus de numérisation avec aisance, au moins deux cartes SDHC par enregistreur sont requises. Cela permet de numériser une bande pendant que l'opérateur déplace les fichiers de l'autre carte SDHC vers l'emplacement de stockage final, ou qu'il traite ou modifie les fichiers, au besoin, avant de les déplacer vers l'emplacement de stockage final.

Un lecteur de carte SDHC est également nécessaire. Ces lecteurs sont parfois attachés aux cartes. Il en existe des modèles de table et d'autres modèles pouvant convenir aux logements d'unité.

Logiciels

Si la carte de son de l'ordinateur peut accommoder le débit binaire et la profondeur d'échantillonnage des enregistrements, un logiciel aussi simple que Media Player de Windows peut être utilisé pour écouter les fichiers et s'assurer qu'ils sont acceptables. En fait, la procédure la plus simple consiste à n'utiliser l'ordinateur que pour copier les fichiers contenus sur les cartes SDHC vers l'emplacement de stockage final, car cela signifie qu'aucun logiciel audio autre que Media Player de Windows n'est requis. Quelques opérations mineures d'édition de nom des fichiers seront probablement nécessaires pour s'assurer que les fichiers audio peuvent être repérés facilement. Un index ou un instrument de recherche est très utile lorsqu'il s'agit de localiser un contenu précis.

Certains établissements pourraient vouloir se doter d'autres logiciels audio pour atteindre un niveau plus élevé de traitement du contenu audio numérisé et un meilleur contrôle de la qualité

ou de surveillance de ce contenu que ceux qui sont offerts par Media Player. Ces logiciels permettent d'éditer ou de traiter des fichiers (par exemple, nettoyer un fichier audio avant de créer des fichiers à des fins de distribution ou d'accès, ou ajouter divers types de métadonnées aux fichiers). Bien que les transferts archivistiques devraient être des copies directes des enregistrements originaux, les copies d'accès peuvent être nettoyées pour faire des fichiers MP3 de haute qualité à partir des enregistrements. Cela pourrait être absolument nécessaire dans les cas où l'enregistrement original contient beaucoup de bourdonnements ou de bruits parasites. Voir l'annexe E pour des recommandations sur les logiciels audio.

Métadonnées et nom des fichiers

Lorsque des fichiers audionumériques sont générés, il faut saisir toutes les informations nécessaires pour en assurer la gestion efficace. Ces informations concernant l'objet numérique s'appellent « métadonnées »¹⁵ et il en existe différents types servant à des usages divers :

- **Métadonnées descriptives** : Elles fournissent l'information classique essentielle pour désigner et trouver un enregistrement. Ces métadonnées indiquent certains éléments, comme le sujet de l'enregistrement, le producteur et les personnes enregistrées; ainsi, l'utilisateur peut effectuer une recherche basée sur ces paramètres.
- **Métadonnées administratives** : Elles contiennent des renseignements additionnels, comme les droits de propriété et les aspects techniques concernant le format de la source et la chaîne de numérisation. Ces éléments contribuent à maintenir l'accessibilité de l'enregistrement au fil du temps.
- **Métadonnées structurelles** : Elles décrivent la structure interne d'un fichier, et parfois sa relation avec d'autres objets. Cela facilite le regroupement logique des renseignements connexes, de sorte que les fichiers peuvent être consultés comme il se doit.

De nombreux éléments des métadonnées contribuent à la durabilité des fichiers audio. L'expression « métadonnées de préservation » est couramment employée pour englober les aspects relatifs à la préservation.

Il est souvent utile d'inclure quelques brefs éléments de métadonnées dans le nom du fichier. Par exemple, une fois le fichier produit par l'enregistreur numérique, on peut le renommer comme suit :

1978-03-01_Entrevue_avec_aîné_autochtone_James_Smith.wav

L'utilisation systématique de noms de fichiers significatifs permet :

- d'indiquer le contenu du fichier;
- d'illustrer la relation structurelle entre les fichiers;
- d'indiquer la date de création;
- d'établir un lien entre le fichier et l'article analogique original;
- de préciser l'utilisation prévue du fichier (copie maîtresse, copie d'accès, etc.);
- d'encoder des paramètres de numérisation.

Pour des exemples de conventions de nommage de fichiers locaux, se reporter à la section sur le sujet dans la publication *Best Practices for Audio Preservation*¹⁵.

Le nom de fichier peut comporter jusqu'à 240 caractères environ, mais il est préférable de s'en tenir à une longueur plus facile à gérer (habituellement 60 caractères ou moins, et pas plus de 100 caractères environ) afin d'en faciliter la lecture. Ne pas utiliser de ponctuation autre que le trait de soulignement (_), le trait d'union (-) et les parenthèses (), et ne pas utiliser d'espaces. Même si d'autres caractères de ponctuation fonctionnent la plupart du temps, certains systèmes Linux ne les reconnaissent pas. Utiliser le point (.) uniquement pour séparer le nom du fichier de son extension.

Les autres métadonnées sont soit comprises dans les fichiers audio, soit conservées dans une base de données distincte ou dans un instrument de recherche. Des métadonnées sont parfois ajoutées dans les fichiers audio par des programmes d'enregistrement ou d'édition des fichiers. Dans ce cas, c'est l'ordinateur qui est à l'origine de cette opération, et non l'enregistreur numérique. Dans le cas des fichiers WAV, la portion « info » peut être utilisée pour le stockage des métadonnées. Divers programmes audio permettent d'accéder à cette section réservée du fichier. Les fichiers BWF sont un peu différents, en ce sens qu'ils comportent une portion BEXT (des renseignements additionnels peuvent figurer dans l'en-tête de fichier) pour stocker les métadonnées. Pour ce format de fichier, un logiciel particulier (par exemple, Samplitude ou Wavelab) est requis si l'on veut utiliser les options de métadonnées BWF. On parle beaucoup du format BWF comme format d'archivage, mais les outils permettant d'accéder facilement aux métadonnées ne sont pas courants. Dans un cas comme dans l'autre (WAV ou BWF), la procédure à suivre est semblable : des métadonnées sont ajoutées à l'aide d'un menu déroulant, dans un logiciel conforme, puis le fichier au complet doit être réécrit, ce qui prend un certain temps. Une autre option permettant d'intégrer des métadonnées BWF est décrite dans le document publié dans le cadre de la Federal Agencies Digitization Guidelines Initiative¹⁶. Il n'est pas toujours nécessaire d'intégrer des métadonnées, mais de nombreuses sources le recommandent. L'avantage que cela présente est que les données de base concernant le fichier audio demeurent dans le fichier audio, même si la base de données devient corrompue.

À mesure que l'on progresse dans un projet de numérisation audio, des renseignements descriptifs additionnels sont parfois découverts. Ils se présentent souvent sous forme de notes écrites sur les contenants des bandes ou sur du matériel placé à l'intérieur. Ces renseignements devraient être saisis de la meilleure manière possible et stockés avec l'information audio numérisée. Malheureusement, les fichiers audio eux-mêmes ne peuvent pas contenir des images numérisées des boîtiers ou des cartons pliés en J (papier inséré dans le boîtier), ni rien qui dépasse quelques kilooctets. Par conséquent, la meilleure chose à faire consiste à numériser cette information et à la mettre dans un fichier PDF ou TIFF au même endroit que les fichiers audio dans l'arborescence, et à nommer ces fichiers et dossiers de manière à pouvoir établir un lien avec les fichiers audio auxquels ils se rapportent. [Les techniques et astuces de numérisation d'images dépassent la portée du présent Bulletin technique, mais au départ, plusieurs archives produisent des fichiers TIFF à 300 ppp¹⁷]. Des exemples d'organisation de ces objets « trouvés » sont présentés ci-après.

Si une image numérisée ou un fichier autre qu'un fichier audio sont produits, il faut leur donner un nom semblable à celui du fichier audio afin de mieux les regrouper dans l'Explorateur Windows. Par exemple, un boîtier avec trois notes différentes nécessitera trois numérisations distinctes, et l'on devrait créer trois fichiers d'image distincts qui pourraient avoir les noms suivants :

1978-03-01_Entrevue_avec_aîné_autochtone_James_Smith_numérisation_boîtier_01.tif
1978-03-01_Entrevue_avec_aîné_autochtone_James_Smith_numérisation_boîtier_02.tif
1978-03-01_Entrevue_avec_aîné_autochtone_James_Smith_numérisation_boîtier_03.tif

Maintenant, s'il y a une lettre datée dans le boîtier, les fichiers créés pourraient être nommés comme suit :

1933-03-03_Lettre_de_aîné_autochtone_James_Smith_à_fille_numérisation_p01.tif
1933-03-03_Lettre_de_aîné_autochtone_James_Smith_à_fille_numérisation_p02.tif

Toutefois, nommer les fichiers de cette manière risque de couper le lien entre la lettre et le boîtier dans lequel elle a été trouvée. Pour éviter de briser ce lien, on pourrait créer des fichiers texte. Le contenu de ces fichiers texte importe peu. Ils peuvent contenir une brève description du lien entre les articles ou non. Dans un souci d'exhaustivité, il doit y avoir quelque chose dans le fichier pour ne pas avoir un fichier à 0 octet. Faire deux copies et les nommer comme suit :

1933-03-03_Lettre_de_aîné_autochtone_James_Smith_NOTE_voir_entrevue_1978-03-01.txt
1978-03-01_Entrevue_avec_aîné_autochtone_James_Smith_NOTE_voir_lettre_1933-03-03.txt

Ces fichiers sont rattachés en fonction du contenu et nous signalent l'existence d'autres contenus, ou peuvent être placés dans des dossiers par année/décennie dans le système de fichiers. Le système de fichiers comprend des outils de recherche pour n'importe quelle partie du nom de fichier. Les fichiers texte utilisés pour les références croisées peuvent contenir des notes additionnelles de n'importe quelle longueur raisonnable.

En utilisant une telle méthode, il est possible d'organiser les données de manière à pouvoir les retrouver ou les regrouper facilement. On peut également inclure un fichier d'introduction (habituellement un fichier PDF) qui comprend une description et l'historique de la collection numérisée. Il ne faut pas présumer que les personnes qui consulteront ces fichiers en connaîtront le contenu ou sauront quelle place les fichiers occupent dans l'historique du dossier. Cette étape fait partie de l'établissement de la collection.

Matériel d'écoute à des fins de contrôle de la qualité

Une surveillance audio adéquate est importante tant sur le plan des réglages du système que de son fonctionnement habituel. Les enregistrements originaux contiennent souvent des bourdonnements, qui devraient être reproduits dans les copies d'archives. Cependant, si le système d'écoute ne peut pas les reproduire avec précision, ceux-ci ne pourront pas être détectés. Il est également important de savoir si le système utilisé ajoute des bourdonnements additionnels; ceux-ci devraient toujours être éliminés. L'un des avantages de l'utilisation de petits enregistreurs numériques dans la configuration décrite ci-dessus est qu'il est très peu probable que des bourdonnements soient ajoutés à l'enregistrement. Toutefois, les magnétophones et les enregistreurs numériques devraient être tenus à distance des coffrets de branchement, des transformateurs, des moteurs et des petits appareils électriques.

Haut-parleurs

Trouver de bons haut-parleurs qui reproduisent les bourdonnements ainsi que la totalité du son est difficile, particulièrement lorsqu'on ne dispose que d'un budget modeste. Des suggestions sont données au sujet des haut-parleurs permettant un bon contrôle de la qualité à l'annexe E. Des haut-parleurs moins coûteux peuvent être utilisés pour une écoute unique en continu.

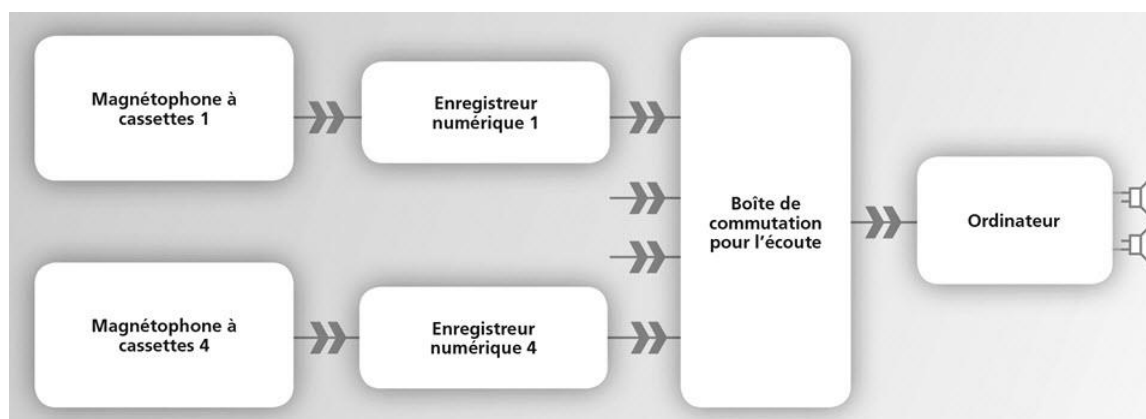
Casques d'écoute

En général, les casques d'écoute ne peuvent pas remplacer les haut-parleurs pour ce qui est de l'écoute aux fins du contrôle de la qualité. Cependant, dans certains cas, un très bon casque d'écoute peut être utile – mais il faut se méfier des casques d'écoute dont les basses et les hautes fréquences sont amplifiées artificiellement. Rechercher plutôt un casque au rendu

équilibré. Noter également que l'utilisation constante de casques d'écoute peut entraîner une fatigue auditive chez l'opérateur.

Branchement de l'ordinateur aux magnétophones

L'écoute peut être simplifiée – particulièrement en ce qui concerne le réglage de l'azimut – en branchant un fil stéréo partant du casque d'écoute ou de la sortie de l'enregistreur numérique jusqu'à l'entrée de l'ordinateur (voir l'annexe F). S'il y a plus d'une chaîne de numérisation, des boîtes de commutation externes peuvent être utilisées (voir la figure 7). De cette manière, les bons haut-parleurs peuvent être branchés à l'ordinateur, et le signal provenant de chaque magnétophone peut entrer dans l'ordinateur et y être traité, ce qui permet aux outils d'analyse du logiciel de faciliter le réglage de l'azimut.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0014

Figure 7. Écoute de lectures multiples à l'aide d'une boîte de commutation.

Stockage

Supports de stockage numérique

Il existe de nombreuses possibilités pour le stockage du contenu audio numérisé. Le tableau 2 résume les caractéristiques des différents formats.

Tableau 2. Comparaison des formats de stockage des fichiers audio numériques

Description	Avantages	Inconvénients
CD-R audio Livre rouge (les CD-R sont produits conformément aux spécifications du Livre rouge; les fichiers sur le disque sont dans le même format que ceux que l'on trouve dans les CD audio du commerce).	▪ Très faciles à lire et à distribuer. ▪ Peuvent être lus dans des lecteurs d'ordinateur et des lecteurs de CD audio autonomes. ▪ Les fichiers peuvent être stockés sur des supports ayant une stabilité et une longévité excellentes (CD-R avec couche d'or métallique et colorant à base de	▪ L'information n'est pas organisée en fichiers, ce qui rend plus difficile son intégration à une base de données et sa migration future vers de nouveaux supports (ou formats). ▪ Capacité de stockage minimale; un très grand nombre de CD-R est requis, même pour des projets de petite envergure. ▪ La stabilité à long terme

Description	Avantages	Inconvénients
	phtalocyanine).	pose problème, à moins que les CD-R les plus stables soient utilisés. ▪ Coût élevé des CD-R stables.
Fichiers audio stockés sur CD-R	▪ Très faciles à fabriquer et à distribuer. ▪ Les fichiers peuvent être stockés sur des supports ayant une stabilité et une longévité excellentes (CD-R avec couche d'or métallique et colorant à base de phtalocyanine).	▪ Capacité de stockage minimale; un très grand nombre de CD-R est requis, même pour des projets de petite envergure (ces CD-R ont une capacité de stockage inférieure aux CD-R audio Livre rouge, particulièrement pour l'encodage 24 bits où ils contiennent environ seulement 40 min en stéréo ou 80 min en mono). ▪ La stabilité à long terme pose problème, à moins que les CD-R les plus stables soient utilisés. ▪ Coût élevé des CD-R stables.

Description	Avantages	Inconvénients
Fichiers audio sur DVD-R	▪ Très faciles à fabriquer et à distribuer. ▪ Certains DVD-R vierges offrent une stabilité et une longévité supérieures à celles des DVD inscriptibles de type courant. ▪ Environ 7 fois plus de capacité que les CD-R.	▪ La stabilité à long terme pose problème, à moins que les DVD inscriptibles les plus stables soient utilisés. ▪ Coût élevé des DVD inscriptibles stables.
Fichiers sur des unités de disque dur externe autonomes dans un boîtier	▪ Peu coûteux. ▪ Il est facile de télécharger des fichiers audio. ▪ Unités portables et fichiers faciles à distribuer. ▪ Grande capacité.	▪ Ne devraient pas être envisagés comme seule solution de stockage à long terme, étant donné que des défaillances subites peuvent se produire.
Fichiers dans un système RAID	▪ Permettent de stocker de grandes quantités de données de façon compacte. ▪ Tolérance aux anomalies des unités de disque dur. ▪ Il est facile de faire des copies multiples. ▪ Il est facile de migrer vers de nouveaux formats.	▪ Nécessitent une gestion continue. ▪ Exigent davantage de compétences en technologies de l'information. ▪ Stockent tous les fichiers à un seul endroit, alors en cas de défaillance catastrophique, tout le contenu de la copie d'archive pourrait être détruit.

Lorsqu'on souhaite stocker des données, il est primordial de tenir compte des répercussions de l'obsolescence de la technologie et de la dégradation du support. Il n'existe absolument aucun format pouvant être conservé pendant 100 ans en espérant qu'il demeurera accessible. Les bandes analogiques (sur bobines ou cassettes), les minidisques, les bandes audionumériques et autres bandes numériques seront probablement très difficiles à lire après un siècle. Certains supports optiques numériques, comme les CD et les DVD, sont également en déclin, bien que ce soit à un rythme plus lent que d'autres formats.

La clé de la longévité des données est la gestion continue, qu'elle soit faite par soi-même ou en recourant aux services d'un partenaire en gestion des données, comme les archives nationales.

Les sections suivantes portent sur les exigences relatives au stockage d'information audionumérique dans différents formats de supports physiques. La présente étude est basée sur la numérisation d'une collection relativement petite d'environ 100 cassettes stéréo C-90. Si ces cassettes sont numérisées au rythme de 44 100 échantillons par seconde et à 24 bits, les fichiers de stockage auront une taille d'environ 1,4 Go chacun; si la numérisation est faite à 48 000 échantillons par seconde et à 24 bits, les fichiers de stockage auront une taille d'environ 1,5 Go chacun.

CD

Le format recommandé est le CD inscriptible (CD-R). Les CD-R qui comportent une couche d'or métallique réfléchissante et un colorant à base de phtalocyanine (apparence dorée de la base du disque) offrent la meilleure longévité¹⁸ et produisent généralement des enregistrements à faible taux d'erreur lorsque ceux-ci sont réalisés tel qu'il est recommandé¹⁴. Les CD-R qui comportent une couche réfléchissante en alliage d'argent métallique et un colorant à base de cyanine ou azoïque (teinte bleue à bleu vert de la base) permettent également de produire des enregistrements à faible taux d'erreur, mais ils risquent davantage de se dégrader lorsqu'ils sont exposés à la lumière, à la chaleur et à l'humidité. Les CD réinscriptibles (CD-RW) ne sont pas recommandés. Peu importe le support choisi, il est préférable d'éviter les aubaines ou les marques génériques. Une fois l'enregistrement terminé, le CD-R devrait être déposé dans un boîtier cristal d'épaisseur standard, car ces boîtiers permettent de protéger les surfaces contre les égratignures et d'autres types de dommages physiques.

Les fichiers numériques peuvent être stockés sur des CD-R de données ou sur des CD-R audio Livre rouge. Il existe deux différences principales entre ces formats :

- la manière dont les données sont inscrites sur le disque – le CD-R audio Livre rouge ne contient pas de fichiers distincts, mais plutôt un train de bits continu avec des pointeurs (repères) qui indiquent où débutent les segments; le CD-R de données, quant à lui, possède un système de fichiers, à l'instar d'une disquette, d'une clé USB ou d'une unité de disque dur;
- le lecteur ciblé – le CD-R audio Livre rouge peut être lu dans un lecteur CD/DVD d'ordinateur ou dans un lecteur de CD audio autonome; le CD-R de données, quant à lui, peut être lu dans un lecteur d'ordinateur, mais pas dans un lecteur de CD audio autonome.

La taille relativement petite des CD-R (0,65 ou 0,70 Go) rend le stockage de fichiers de données peu pratique en général. Par conséquent, on se tourne davantage vers les CD-R audio Livre rouge. Le défi que présentent les CD-R audio en format Livre rouge est le temps requis pour créer de courts segments accessibles indiqués par des repères – et les utilisateurs s'attendent généralement à cette configuration parce qu'il est difficile de s'y retrouver dans les pistes de 45 minutes non segmentées. De plus, le contenu audio se limite à 80 minutes. Cela signifie que deux disques sont requis pour enregistrer une cassette d'une durée de 90 minutes ou plus. Dans ce cas, il conviendrait d'utiliser un boîtier cristal double pour stocker ensemble les deux parties du contenu numérique d'une cassette de 90 minutes.

Dans le cas des enregistrements en format 24 bits, le niveau d'enregistrement peut également être ajusté pour tenir compte des signaux plus forts sans surcharger le convertisseur et sans perte de résolution des signaux plus faibles. Lorsqu'un fichier à résolution (amplitude) de 24 bits est réduit à 16 bits, ce qui est nécessaire dans le cas des CD-R audio Livre rouge, le signal de 24 bits enregistré doit être « normalisé » (c'est-à-dire que la pression acoustique de crête doit être portée à environ 0,5 dB au-dessous de la pleine échelle – ce qui augmente également le niveau de tous les signaux proportionnellement). La normalisation est habituellement effectuée au moyen d'une fonction ou d'une commande distincte du logiciel de numérisation audio du poste

de travail. Le format 16 bits est ainsi utilisé au mieux, et l'on risque peu de perdre les détails sonores de faible niveau à la résolution plus faible de 16 bits, comparativement à l'enregistrement original en format 24 bits.

Il est important de faire plus d'une copie des disques. En fait, il est recommandé de faire trois copies – deux d'entre elles serviront de copies maîtresses pour l'archivage (auxquelles on aura accès uniquement pour des vérifications périodiques) et la troisième servira de copie d'accès. En outre, si un nettoyage substantiel est requis pour la copie d'accès, une quatrième copie devrait être faite de manière à ne pas perdre ce travail dans l'éventualité où la copie d'accès serait endommagée. À noter que les disques additionnels doivent être entreposés dans des endroits distincts, car la diversité des lieux de stockage contribue grandement à préserver l'information en cas de catastrophe, qui se produit généralement dans un seul bâtiment ou complexe. Dans le cas des zones rurales, il pourrait être sage d'entreposer au moins une copie dans un autre village au cas où un village entier serait anéanti par un feu de forêt.

Si l'on revient au cas qui nous occupe, on peut constater que l'archivage de la petite collection nécessiterait 200 CD-R et 100 boîtiers cristal (deux disques par boîtier) pour stocker les fichiers numériques en format audio Livre rouge issus des 100 cassettes C-90. Pour effectuer les trois copies des disques, il faudrait donc 600 CD-R et 300 boîtiers cristal.

DVD

Les DVD ont une plus grande capacité de stockage que les CD (un DVD à une seule couche peut contenir 4,7 Go de données – ce qui signifie qu'un disque peut contenir les fichiers complets d'une bande de deux heures à une résolution de 24 bits)¹³. Le format recommandé est le DVD inscriptible (DVD-R). Un format semblable, le DVD+R, peut également être utilisé, mais ce format pose plus de problèmes de compatibilité avec les différents lecteurs. Les DVD réinscriptibles (DVD-RW ou DVD+RW) et les versions à double couche des DVD inscriptibles ne sont pas recommandés. L'un des inconvénients du DVD-R est qu'il n'est en général pas aussi stable que le CD-R (il ne comporte pas de colorant à base de phtalocyanine stable, comme celui que l'on trouve dans certains CD-R)¹⁸. Toutefois, choisir un DVD-R à couche d'or métallique aide à améliorer la stabilité lorsque la longévité est une qualité requise¹⁹.

Dans notre exemple de numérisation audio de la petite collection, les DVD-R constituent une meilleure solution que les CD-R. Étant donné que certains DVD-R peuvent contenir les données de deux (et parfois trois) cassettes de 90 minutes, la numérisation des 100 cassettes C-90 ne nécessiterait que 34 à 50 DVD-R (par opposition aux 200 CD-R qui seraient requis).

Comme dans le cas des CD-R, au moins deux copies de DVD-R seraient créées, et en créer trois serait plus sûr. Si l'ordinateur comporte deux graveurs, les deux copies pourraient être créées simultanément avec un logiciel offrant cette fonction. En plus des DVD-R de données, les fichiers pourraient être sauvegardés sur une unité de disque dur, qui pourrait servir de troisième copie. Les copies de DVD-R devraient être entreposées dans des lieux distincts, préférablement ailleurs qu'à l'emplacement de l'unité de disque dur, afin de les protéger contre les sinistres.

Unité de disque dur individuelle

L'archivage sur une unité de disque dur est un moyen peu coûteux de stocker beaucoup d'heures de contenu audionumérique. Toutefois, comme ces unités sont vulnérables aux chocs mécaniques et qu'elles peuvent subir une défaillance à tout moment, l'archivage sur une unité de ce genre uniquement n'est pas recommandé. Si des disques durs sont choisis comme format de stockage, il faut les vérifier chaque année ou à peu près, et les remplacer environ tous les cinq ans. Plusieurs types de programmes d'ordinateur gratuits sont accessibles sur Internet et permettent de surveiller le rendement et les erreurs des unités de disque dur. De plus, les données devraient être stockées sur au moins trois unités de disque dur distinctes.

Une procédure de sauvegarde simple peut être mise en œuvre, pourvu que l'ordinateur du poste de travail audio possède une unité de stockage de données (par exemple, 750 Go) sur laquelle l'ensemble du projet peut tenir. Pour créer des copies de sauvegarde, il faut se procurer au moins deux unités de disque dur externes distinctes à port USB ayant la même capacité de stockage que l'unité de stockage de données du poste de travail. Apporter l'une des unités de disque de sauvegarde au poste de travail principal chaque jour ou chaque semaine et copier tous les fichiers nouveaux et mis à jour à partir de l'unité de disque dur du poste de travail vers l'unité de disque de sauvegarde. Copier les fichiers une fois par semaine laisse environ deux semaines pour repérer un fichier endommagé, étant donné qu'une unité de disque dur contiendra l'équivalent d'une semaine de fichiers audio et que le deuxième disque dur contiendra les fichiers audio de la semaine précédente. Si un fichier est endommagé, il peut être extrait de l'ancienne sauvegarde. Utiliser un logiciel de sauvegarde qui n'efface pas les fichiers de sauvegarde protège également contre l'effacement accidentel de fichiers.

Certains logiciels, comme ViceVersaPro, peuvent comparer deux unités de disque différentes et, selon la manière dont ils sont configurés, ils permettent de mettre à jour un seul disque ou les deux. Cependant, les commandes d'effacement ne devraient pas être appliquées automatiquement aux copies de sauvegarde. Lorsqu'on souhaite effacer un fichier d'un lecteur source, on devrait avoir à l'effacer manuellement sur toutes les copies de sauvegarde. De cette manière, si un fichier est effacé accidentellement sur le lecteur source, les copies de sauvegarde ne seront pas perdues. Peu de programmes permettent cela.

Il existe un certain nombre de choses à considérer lorsqu'on choisit une unité de disque dur. Les principaux fabricants (Hitachi, Samsung, Seagate/Maxtor et Western Digital) semblent produire des disques fiables, mais tous en ont fabriqué qui ont connu des défaillances. Si l'on prévoit utiliser le disque pendant de nombreuses heures à la fois, il est important de compenser la chaleur produite (car la chaleur peut endommager le disque). Un boîtier robuste en aluminium qui dissipe bien la chaleur est préférable aux boîtiers en plastique qui agissent comme un isolant et gardent la chaleur à l'intérieur. Si l'on prévoit déplacer fréquemment l'unité de disque dur et que l'on a la capacité de le faire, envisager d'utiliser une unité de disque dur d'ordinateur portable de 2,5 po à port USB (les unités de disque dur des ordinateurs portables résistent mieux aux dommages causés par les impacts, étant donné qu'elles sont conçues pour être installées dans du matériel que l'on transporte). Une fois de plus, si l'on prévoit utiliser l'unité de disque dur pendant de nombreuses heures à la fois, il est préférable de choisir une unité qui se trouve dans un boîtier en aluminium plutôt que dans un boîtier en plastique.

Si l'on revient à notre exemple d'archivage d'une petite collection, numériser 100 cassettes C-90 à 48 000 échantillons par seconde et à 24 bits pourrait créer environ 160 Go de données. Celles-ci pourraient être avantageusement et économiquement stockées sur une unité de disque dur externe à port USB que l'on trouve sur le marché.

Stockage sur réseau RAID

Les réseaux redondants de disques indépendants RAID (Redundant Array of Independent Disks) contiennent de plus grands espaces de stockage que les unités de disque dur individuelles et offrent une certaine protection contre la défaillance des unités de disque dur individuelles. Bien que des réseaux RAID peu coûteux soient maintenant offerts, il s'agit d'une technologie qui demeure plus chère que les autres.

Un réseau RAID renvoie ici à un produit autonome possédant plusieurs unités de disque, une source d'alimentation et habituellement une connexion au réseau local Ethernet. Un RAID peut être aménagé sur des ordinateurs, mais le réseau autonome semble être une meilleure option pour le stockage en soi, car il utilise généralement un noyau Linux robuste mais simplifié et un logiciel de stockage spécialisé. À titre de produit autonome, on le considère généralement comme une unité de stockage en réseau NAS (Network-Attached Storage).

Les deux configurations de réseau RAID à considérer sont le RAID-5 et le RAID-6. Dans le cas du RAID-5, la capacité d'une unité de disque de l'ensemble est conservée pour la redondance, et le réseau peut tolérer la défaillance d'une unité de disque dur sans perdre de données. Une fois que le disque est remplacé, le système rebâtit les données sur le disque et la pleine protection est restaurée. Le RAID-6 est semblable, mais peut tolérer la défaillance de deux unités de disque dur, ce qui signifie toutefois que les deux unités sont consacrées à la redondance. Ces unités sont programmées pour envoyer un courriel dans le cas où il y aurait une anomalie. L'unité RAID devrait être branchée à un système d'alimentation sans coupure spécialisé grâce à un câble de données, de manière à pouvoir être fermée sans problème en cas de panne d'électricité.

Un autre niveau de réseau RAID à envisager est le RAID-1 où les données sont mises en miroir sur deux disques. Il s'agit, essentiellement, de la même chose que les copies sur unités de disque dur à port USB de la section précédente.

Étant donné qu'une catastrophe externe ou interne pourrait détruire un réseau RAID, il est recommandé d'en avoir deux. Ceux-ci peuvent être reliés (par des fibres optiques si la zone est susceptible d'être frappée par la foudre) et ils devraient se trouver dans deux immeubles différents. Le RAID-5 est recommandé si les deux réseaux sont alimentés et surveillés, et le RAID-6 si l'alimentation de l'un ou des deux réseaux est interrompue souvent et s'ils sont transportés. De même, un système RAID peut être secondé par un système de bande de données. Le format de stockage de données le plus courant qui utilise une bande est le format LTO (Linear Tape Open). Toutefois, les enregistreurs magnétiques de données, comme les enregistreurs LTO coûtent généralement plus cher que les systèmes RAID de base et leur vitesse d'accès est plus lente.

Les réseaux RAID ne sont généralement pas rentables pour une collection de moins de 1 000 Go (environ 650 cassettes de 90 minutes); il ne s'agit donc pas d'un format adéquat pour l'archivage de la petite collection de 100 cassettes C-90.

Comparaison du coût de différents supports de stockage

Comme l'indique le tableau 3, les unités de disque dur autonomes sont la méthode de stockage la plus rentable. Toutefois, c'est probablement la plus risquée, bien que des copies additionnelles permettent de réduire ce risque. Les unités de stockage NAS sont un choix plus sûr, car elles sont conçues pour fonctionner 24 heures sur 24, sept jours par semaine dans un environnement commercial, et elles comportent un mécanisme d'autosurveillance. Les unités NAS ont également une capacité de stockage plus importante (3 To et plus), ce qui signifie que les fichiers numériques obtenus à partir de 1 000 cassettes C-90 peuvent être stockés dans une unité plutôt que dans deux (comme c'est le cas pour les unités de disque dur de 1 To).

Tableau 3. Comparaison du coût de stockage (plus la main-d'œuvre, prix de 2010)

Description	100 cassettes C-90	1 000 cassettes C-90
CD-R audio Livre rouge	▪ 200 CD-R ordinaires dans 100 boîtiers cristal, ~200 \$ l'ensemble	▪ 2 000 CD-R ordinaires dans 1 000 boîtiers cristal, ~2 000 \$ l'ensemble
	▪ 200 CD-R pour archives dans 100 boîtiers cristal, ~500 \$ l'ensemble	▪ 2 000 CD-R pour archives dans 1 000 boîtiers cristal, ~5 000 \$ l'ensemble
Fichiers sur DVD-R	▪ 50 DVD-R ordinaires dans 50 boîtiers cristal, ~50 \$	▪ 500 DVD-R ordinaires dans 500 boîtiers cristal, ~500 \$

	l'ensemble	l'ensemble
	▪ 50 DVD-R pour archives dans 50 boîtiers cristal, ~200 \$ l'ensemble	▪ 500 DVD-R pour archives dans 500 boîtiers cristal, ~2 000 \$ l'ensemble
Fichiers sur des unités de disque dur autonomes dans un boîtier	▪ Une unité de disque dur de 750 Go dans un boîtier à port USB, ~130 \$ l'ensemble	▪ Deux unités de disque dur de 1 To dans des boîtiers à port USB, ~300 \$ l'ensemble
Fichiers sur un système RAID	▪ Un NAS RAID-1 avec 2 unités de disque dur de 500 Go par ensemble, ~600 \$ l'ensemble	▪ Un NAS RAID-5 avec 3 unités de disque dur de 1 To par ensemble, ~1 000 \$ l'ensemble

Soin à apporter aux bandes – Exigences relatives à l'entreposage et à la manipulation

Les recommandations relatives à l'entreposage et à la manipulation des bandes magnétiques sont indiquées dans deux normes ISO^{20, 21}. Les recommandations de ces normes devraient être suivies de près pour s'assurer que les bandes magnétiques entreposées et les bandes utilisées demeurent en bon état. Des renseignements brefs et plus généraux figurent ci-après.

De façon générale, les bandes magnétiques devraient être entreposées à une température se situant entre 8 et 23 °C et à un taux d'humidité relative (HR) entre 15 et 50 %, avec le moins de fluctuation possible. Les bandes entreposées à l'extrémité la plus basse de ces plages auront une meilleure longévité que celles entreposées à leur extrémité supérieure. Cet accroissement de la longévité est expliqué à l'annexe D de la norme intitulée : ISO 18923:2000, *Imaging Materials – Polyester-base Magnetic Tape – Storage Practices*²¹ :

La dégradation des bandes magnétiques est causée par des réactions chimiques; il est possible d'agir sur la vitesse de réaction en diminuant la température ainsi que l'humidité relative. Par conséquent, la durée utile de la bande (x années) peut être accrue en abaissant la température d'entreposage et/ou l'humidité dans la salle d'entreposage. De plus, une température d'entreposage plus basse peut compenser une humidité relative plus élevée pour obtenir la même durée de vie.

Un mécanisme de dégradation semblable se produit dans le cas des bandes à base de polyester et dans l'oxydation des bandes à particules métalliques. Ces bandes peuvent être soumises à plusieurs combinaisons de température et d'humidité relative acceptables pour les conditions d'entreposage prolongée indiquées au tableau 1.

[Traduction]

Le tableau 1 mentionné ci-dessus montre que, pour l'entreposage à moyen terme (au moins dix ans), l'HR peut être de 50 % et la température de 23 °C. Toutefois, si la bande doit être entreposée pendant une période de temps prolongée (pendant au moins 50 ans), des conditions plus rigoureuses sont requises. Les trois combinaisons de température et d'humidité relative suivantes constituent des conditions d'entreposage acceptables pour le long terme (à noter que, dans tous les cas, il doit y avoir le moins de fluctuations de température et d'humidité relative possible) :

- température entre 8 et 11 °C; HR entre 15 et 50 %;
- température entre 8 et 17 °C; HR entre 15 et 30 %;
- température entre 8 et 23 °C; HR entre 15 et 20 %.

Les autres grandes règles à respecter pour l'entreposage et la manipulation des bandes audio comprennent notamment les règles suivantes :

- garder les bandes propres (utiliser les bandes dans un environnement propre, s'assurer que le matériel de lecture est propre et conserver les bandes dans leurs contenants d'entreposage lorsqu'elles ne sont pas utilisées);
- ne pas toucher la surface des bandes, à moins de porter des gants de coton non pelucheux;
- ne pas trop manipuler les cassettes et les bobines et, surtout, ne pas échapper les bandes;
- briser la languette d'interdiction d'écriture sur les cassettes (si cela n'a pas déjà été fait) afin d'éviter que l'enregistrement ne soit effacé par erreur;
- ne pas rembobiner une bande jusqu'au début après l'avoir lue (cela entraînera le déversement de la bande, ce qui pourrait la déformer si elle est entreposée ainsi pendant des périodes de temps prolongées);
- ne pas rembobiner des bandes sur bobines à la vitesse maximale (la plupart des appareils professionnels modernes, par exemple l'ATR-100 d'Ampex, l'APR-5000 de Sony et les modèles A80, A810 et A807 de Studer, ont une vitesse d'enroulement plus lente, c'est-à-dire un mode « Library Wind », qui devrait être utilisé).

Des renseignements plus détaillés sur la manipulation sont contenus dans la norme ISO 18933:2006, *Imaging Materials – Magnetic Tape – Care and Handling Practices for Extended Usage*²⁰.

Rétention des originaux

Les bandes originales devraient toujours être gardées, particulièrement lorsque le processus de numérisation est effectué par des bénévoles ou des techniciens moins expérimentés. Des erreurs peuvent se produire, et il est souhaitable de pouvoir revenir à la bande originale si cela est nécessaire ou désiré. Un jour, un restaurateur de bandes pourrait être en mesure d'obtenir un meilleur transfert d'un segment particulièrement important que le bénévole avait effectué avec du matériel moins bien réglé dans le cadre d'un projet de numérisation de masse. Même si les bandes originales continueront à se dégrader au fil du temps, il est relativement peu coûteux de les maintenir dans de bonnes conditions d'entreposage jusqu'à ce qu'elles aient atteint un niveau de dégradation où il est impossible de les lire. Les conditions d'entreposage doivent respecter les lignes directrices ci-dessus, les conditions les plus fraîches et les plus sèches des plages recommandées correspondant aux conditions optimales.

Recours à des ressources externes

Cas justifiant le recours à des ressources externes

Dans certains cas, il n'est pas raisonnable ni rentable de numériser des bandes à l'interne. Voici quelques exemples de ces cas :

- Les **enregistrements de haute qualité sur cassettes ou sur bobines** (qui contiennent habituellement du contenu musical) doivent être envoyés à un établissement qui utilise un appareil haut de gamme pour numériser le contenu.
- Les **cassettes à problème** (cassettes dont le boîtier ou la bande est en mauvais état) pourraient être encore plus endommagées si on les lit avant de corriger le problème. Dans de tels cas, le recours à un professionnel ou, au moins, la consultation d'un professionnel serait de mise avant de procéder à la numérisation.
- Les **bandes de magnétophones à bobines** sont complexes et difficiles à manipuler lorsqu'on est débutant. Divers problèmes peuvent se présenter avec les anciennes bandes ou les vieux magnétophones. Dans le doute, consulter un spécialiste avant d'essayer de numériser des bandes sur bobines.
- Dans le cas de **petites collections**, le coût de l'aménagement d'un poste de numérisation et l'apprentissage nécessaire pour utiliser ce poste efficacement peuvent être difficiles à justifier. Dans de nombreux cas, il peut être plus rentable de confier la numérisation à un tiers, surtout lorsqu'on ne dispose d'aucun appareil de lecture ou d'autre matériel. Dans le cas des petites collections pour lesquelles on possède déjà la majeure partie du matériel, et pour les collections de taille moyenne à grande, il est possible de faire des économies en effectuant le travail à l'interne, mais cela est vrai seulement si au moins une partie du travail est effectuée par des bénévoles ou par des employés occupant d'autres postes, s'ils ont du temps libre. Si la personne qui exécute le travail de numérisation est un employé salarié à temps plein, cela pourrait coûter plus cher au bout du compte que si l'on avait confié le travail à un tiers.

Critères à considérer en cas de recours à des ressources externes

Si la décision de confier le travail à un tiers a été prise, il existe plusieurs façons de trouver un entrepreneur compétent :

- demander à d'autres archives de fournir des recommandations;
- consulter le [répertoire de l'ARSC](#) (Association for Recorded Sound Collections) (en anglais seulement) pour obtenir la liste des personnes qui peuvent numériser des enregistrements audio analogiques et restaurer des bandes problématiques;
- faire une recherche sur Internet en utilisant des termes comme « restauration de bande audio », « récupération de bandes audio » ou « transfert de bande audio » pour trouver des personnes qui effectuent ce type de travail.

Lorsqu'on envoie du travail à l'extérieur, on doit vérifier les titres de compétences et la réputation des entreprises à l'étude. Il faut demander des références et parler avec les personnes qui feront le travail. On ne doit pas hésiter à poser des questions sur des enjeux particuliers si l'on estime que ses bandes ont subi certains dommages. Il faut discuter de toutes les autres questions relatives au recours à une ressource externe, comme l'expédition des bandes maîtresses chez

l'entrepreneur et en provenance de ce dernier, ainsi que tous les coûts, particulièrement dans le cas des bandes à problème. Comme le traitement des bandes problématiques peut faire grimper considérablement le coût du recours à une ressource externe, il est important de le savoir avant le début des travaux. On veille à établir une liste de priorités pour les bandes avant la numérisation, en débutant par le matériel le plus précieux et en procédant ensuite avec le reste s'il y a encore des fonds ou si des fonds sont débloqués ultérieurement. Il est également prudent de demander à l'entrepreneur de procéder à des essais afin de tester la qualité avant de s'engager dans un projet de grande envergure.

Veille technologique

Même après que les bandes analogiques ont été numérisées, sauvegardées dans un fichier numérique et stockées sur un support numérique, la tâche de préservation n'est pas terminée. Les technologies numériques changent souvent (habituellement tous les cinq à dix ans), il est donc essentiel de se tenir au courant des progrès. Il n'est ni difficile ni coûteux de le faire, car il existe de nombreuses ressources Internet sur les technologies qui fournissent ces informations. Lorsque des signes indiquent que la technologie de stockage ou les logiciels connexes qu'on utilise deviennent désuets, il est impératif de migrer vers une nouvelle technologie. La veille technologique et la migration future de l'information sont des éléments importants dans un plan de préservation; il faut y penser et prévoir des ressources pour ces tâches. Si on ne le fait pas, le support numérique et les fichiers audionumériques connexes deviendront illisibles dans le futur.

Annexe A : Magnétophones à bobines appropriés pour la numérisation

Remarque : Cette liste n'est pas exhaustive. Des appareils qui n'y figurent pas peuvent fort bien convenir, et il peut se trouver des appareils de mauvaise qualité même parmi les marques recommandées.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
3M	N'importe quel modèle	Professionnel	Les appareils professionnels Mincom de 3M des années 1960 et 1970 sont intéressants à considérer si l'on peut se procurer des pièces de rechange et s'ils peuvent être remis à neuf. Leur entraînement « Isoloop » constituait une amélioration notable en éliminant le scintillement.
Akai	N'importe quel modèle	Grand public	Ces modèles sont un choix intéressant s'ils sont en excellent état. Bonne qualité grand public. Comme pour n'importe quelle marque, les appareils à trois têtes de lecture et à trois unités motrices sont habituellement haut de gamme et constituent le meilleur choix.
Ampex	300/350	Professionnel	Il s'agit d'appareils à tubes anciens qui pourraient fonctionner, mais qui ne conviennent pas aux bandes minces. De plus, ils nécessiteront probablement beaucoup d'entretien.
Ampex	400	Professionnel	Non recommandé.
Ampex	Série 600	Professionnel (portable)	Lorsque ces modèles sont arrivés sur le marché vers le milieu des années 1960, ils représentaient un progrès sur le plan de la portabilité et de la robustesse. Ils sont cependant généralement difficiles à réparer et bien qu'ils puissent être utilisés, ils ne sont pas recommandés pour le transfert de bandes de nos jours.
Ampex	AG-350	Professionnel	Plus ancien que le modèle 440, mais légèrement plus facile à entretenir, et un peu rude pour les bandes minces.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
Ampex	AG-440	Professionnel	Appareil robuste, mais un peu rude pour les bandes minces. Dans l'ensemble, à de nombreux égards, c'est le meilleur modèle Ampex pour le transfert général de bandes. Il est possible, dans une certaine mesure, de se procurer des pièces de rechange. Nous avons quelques réserves concernant cet appareil, mais s'il fonctionne bien ou qu'il est remis à neuf correctement, il permet de faire un excellent travail.
Ampex	N'importe quel modèle	Grand public	Non recommandé.
Ampex	ATR100	Professionnel	C'est un modèle très coûteux, mais un très bon appareil. Certains avancent qu'il est moins indiqué pour les bandes vieillissantes, alors que d'autres estiment qu'il s'agit d'un problème de réglage. Il est difficile d'établir les réglages pour la première utilisation.
Ampex	ATR700	Semi-professionnel	En réalité, un Teac 7030, mais s'il est en bon état, il pourrait être utile.
Ampex	ATR800	Professionnel	Le dernier appareil d'Ampex, qui est d'assez bonne qualité. Il était fabriqué par Teac pour Ampex, mais conçu par Ampex.
Ampex	MR-70	Professionnel	Le meilleur appareil à tubes d'Ampex. Il nécessitera probablement beaucoup de travail avant d'être fonctionnel.
Ampex	PR-10	Professionnel (portable)	Non recommandé. Il s'agissait d'un bon appareil portable à l'époque, mais il n'est pas avantageux de l'utiliser pour le transfert.
Crown	N'importe quel modèle	Semi-professionnel	Dans les années 1960, les modèles de ce fabricant étaient une bonne solution de rechange aux magnétophones Ampex très coûteux. Ils peuvent être très bons, mais ils sont très vieux et les pièces de rechange ne sont en général pas faciles à trouver.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
Fostex	N'importe quel modèle	Semi-professionnel	Fostex a été l'un des derniers fabricants de magnétophones à bobines à subsister et ciblait les groupes de musique de garage. L'entreprise a contribué à accroître la densité des pistes. Ses appareils ne sont pas très bien faits en général, et bon nombre ont des pièces qui subissent des défaillances et qui sont très difficiles à remplacer. Si l'on dispose d'un appareil, il faut l'évaluer. Cependant, cette marque n'est pas à rechercher.
Magnecord	N'importe quel modèle	Professionnel	Un chef de file dans le domaine. Tous ses appareils ont probablement au moins 50 ans aujourd'hui, et ils ne s'améliorent pas avec le temps. Les modèles de type professionnel de ce fabricant étaient bas de gamme dans les années 1950. Éviter d'utiliser ces appareils aujourd'hui.
MCI	N'importe quel modèle	Professionnel	MCI a été achetée par Sony au début des années 1980. Sony s'est rendu compte que cette ligne de produits vieillissait. Elle a alors mis au point l'APR-5000 (voir ci-dessous). C'est un modèle qui ne vaut probablement pas la peine qu'on le recherche, mais qui peut être très bon quand il fonctionne correctement.
Nagra	III	Professionnel	Probablement trop vieux pour être fiable dans un travail de transfert.
Nagra	IV	Professionnel	L'un des bijoux du secteur de la fabrication des magnétophones. Ces appareils étaient des enregistreurs de terrain de la plus haute qualité et étaient généralement utilisés pour des travaux de réalisation de bande sonore de scènes de film tournées à l'extérieur. C'est un excellent choix, même si la bobine de 10,5 po est peu courante. Les adaptateurs pour ces modèles sont très rares, alors il ne faut pas présumer qu'il est possible d'en trouver un s'il n'est pas inclus avec l'appareil. Faire attention au format. Beaucoup de ces appareils sont mono, pleine piste. Il ne semble pas y avoir de quart de piste.
Nagra	T-Audio	Professionnel	Il s'agit d'un excellent appareil. Si l'on en trouve un à prix abordable, il vaut la peine de se le procurer.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
Otari	MTR-10	Professionnel	Ces appareils étaient conçus pour les stations de radio et pour l'édition quotidienne. Leur rendement n'est pas aussi bon que celui des appareils hautement recommandés.
Otari	MTR-15	Professionnel	Peut être un bon choix. Toutefois, les autres appareils dans la même catégorie sont généralement meilleurs que les Otari.
Otari	MX-5050	Semi-professionnel	Il s'agit d'un appareil bas de gamme. Un grand nombre de ces appareils ont été fabriqués et certains pourraient toujours être en excellent état. Ils conviennent bien à certains travaux de transfert, mais ce ne sont pas des appareils haut de gamme.
Philips	N'importe quel modèle	Grand public	Il existe une grande diversité d'appareils Philips qui ont été importés au Canada. Si l'on en trouve un, on l'évalue, mais ce n'est probablement pas une marque qui vaille la peine d'être recherchée.
Revere	N'importe quel modèle	Grand public	Ces appareils grand public, fabriqués par 3M à un certain moment, devraient probablement être évités.
Revox			Voir Studer-Revox.
Scully	N'importe quel modèle	Professionnel	Ces appareils étaient moins renommés que ceux d'Ampex dans les années 1960 et 1970. Ils commencent à se faire vieux, mais si l'on en trouve un, il se pourrait qu'il fonctionne bien et qu'il soit possible de le réparer.
Sony	APR-5000	Professionnel	L'un des magnétophones professionnels les plus perfectionnés – et peut-être le dernier du genre. Si l'on trouve un des derniers modèles, particulièrement le 5003V, il vaut la peine d'en considérer l'usage. L'assemblage de tête standard peut s'ajuster aux têtes Nortronics relativement courantes afin de pouvoir fonctionner avec des formats à nombre de pistes inhabituel. Il faut essayer d'en obtenir plusieurs.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
Sony	N'importe quel modèle	Grand public	Ces magnétophones à trois moteurs et à trois têtes sont très intéressants. Si l'on tombe sur un modèle à un moteur et à trois têtes de lecture qui est en bon état (bien que ces modèles aient presque 50 ans), il pourrait convenir à des projets de transfert de petite envergure.
Studer-Revox	Remarque générale		Cette société est devenue le plus grand fournisseur d'appareils semi-professionnels et professionnels dans les années 1970, s'appropriant la plus grande part du marché mondial d'appareils haut de gamme à cette époque. Il en a été particulièrement ainsi au Canada, où Radio-Canada a acheté probablement des milliers d'appareils. Seuls quelques modèles particuliers que l'on trouve facilement sur le marché figurent dans le présent tableau.
Studer-Revox	A77	Semi-professionnel	Cet appareil révolutionnaire offrait un bon rendement pour tous, à un prix raisonnable. Il a plus de 30 ans aujourd'hui, mais il a été produit en grand nombre. Bien qu'il ne soit pas parfait, un appareil qui fonctionne ou qui est presque en état de fonctionner pourrait être intéressant, en y mettant un peu d'argent – il est parfois possible d'en trouver un au sein de sa collectivité.
Studer-Revox	B77	Semi-professionnel	Modèle amélioré par rapport au modèle A77, mais dont le son n'est toujours pas aussi bon que celui des appareils professionnels.
Studer-Revox	PR99	Semi-professionnel	Un modèle B77 avec interfaces professionnelles.
Studer-Revox	A700	Semi-professionnel	Grande amélioration par rapport au modèle A77, mais âgé aujourd'hui de 35 ans et difficile à faire réparer.
Studer-Revox	B67	Professionnel	Version professionnelle de l'A700 et l'un des rares appareils à trois vitesses de Studer qui n'utilise pas de microprocesseur.
Studer-Revox	A80	Professionnel	L'A80 (particulièrement la version R ou la version RC), s'il est remis à neuf, peut constituer l'un des meilleurs choix pour ce type de travail de migration.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
Studer-Revox	A820	Professionnel	Il s'agit d'une version améliorée du A80. Ce modèle est considéré par la plupart comme étant le meilleur de tous. Il s'acquiert à un prix très élevé qui ne reflète toutefois pas les améliorations apportées au modèle A80.
Studer-Revox	A810	Professionnel	Appareil utilisé par les stations de radio et très populaire pour le travail de transfert. S'il est en bon état, il permet d'obtenir un très bon résultat.
Studer-Revox	A812	Professionnel	Modèle A810 amélioré, très difficile à trouver (en Amérique du Nord). Fort intéressant.
Studer-Revox	A807	Professionnel	Cet appareil a été produit après les modèles A810 et A812 et se voulait plus abordable. Certaines caractéristiques de sa conception le rendent moins intéressant que les quatre précédents.
Tandberg	N'importe quel modèle	Grand public	Ces appareils grand public de très haute qualité ont eu bonne presse pendant de nombreuses années. Les derniers magnétophones à trois têtes de lecture et à trois moteurs de la série TD-20 pourraient convenir à des bobines de 10,5 po et sont fort intéressants. Certains modèles plus récents (1970) à un seul moteur, avec contrôle de transport avec poignée en T, peuvent également donner des résultats acceptables pour ce qui est de la lecture.
Tapesonic	Dernier modèle	Semi-professionnel	Tapesonic fabriquait divers modèles dans les années 1950 et 1960, et le dernier modèle des années 1960 était plutôt bon. Toutefois, comme cet appareil était assemblé à la main à New York, il a été supplanté par le Revox A77 fabriqué en série (qui se détaillait à peu près au même prix, mais qui était probablement de qualité supérieure). Les premiers modèles possédaient des freins dynamiques, ce qui risquait d'abîmer la bande en cas de panne d'électricité.
Tascam/Teac	BR20	Professionnel	Il s'agit du dernier magnétophone à bobines que cette société a fabriqué et il est d'une qualité raisonnable; intéressant si l'on peut se le procurer à peu de frais.

Fabricant	Modèle	Catégorie	Commentaires – Les modèles en caractères gras sont recommandés.
Tascam	Autres modèles	Professionnel et semi-professionnel	Beaucoup de ces appareils ont au moins 30 ans, mais il peut être encore possible de se procurer certaines pièces. Si l'on dispose de l'un de ces appareils, on peut le remettre à neuf et l'utiliser. Toutefois, il ne s'agit pas d'un modèle à rechercher.
Teac	7010 et 7030 et autres	Semi-professionnel	Ces appareils de 40 ans peuvent être intéressants, tout comme les autres modèles à trois moteurs, à trois têtes et à grandes bobines (10,5 po).
Teac	Série 1200	Grand public	Bon nombre de ces appareils sont usés et ne valent probablement pas la peine d'être remis à neuf; cependant, si une occasion se présentait, on pourrait envisager de l'utiliser.
Technics	Divers modèles	Semi-professionnel	Les modèles RS-1xxx qui font appel à l'entraînement « Isoloop » présentent de l'intérêt. Certains rapports indiquent que l'électronique de ces appareils pourrait être améliorée.
Uher	4200 et 4400	Semi-professionnel (portable)	Il s'agit des magnétophones portables pour le travail de terrain qu'achetaient les consommateurs qui ne pouvaient pas s'offrir les appareils Nagra dans les années 1960 et 1970. Ces modèles récents sont plutôt bons, mais peuvent utiliser des bobines de 5 po au maximum, ce qui représente un inconvénient important.
Uher	Autres modèles	Semi-professionnel (portable)	Les modèles Report L et Report S plus anciens ont 40 ans et plus. Leur entretien est difficile à effectuer et les pièces de rechange sont rares. Ne valent probablement pas la peine d'être recherchés.
Voice of Music	N'importe quel modèle	Grand public	Ces magnétophones grand public seraient à éviter.
Webcor / Webster-Chicago	N'importe quel modèle	Grand public	Ces magnétophones grand public seraient à éviter.
Wollensak	N'importe quel modèle	Grand public	Ces magnétophones grand public, fabriqués par 3M à un certain moment, seraient à éviter.

Annexe B : Analyse des autres options de saisie numérique

Systèmes d'acquisition		
Description	Avantages	Inconvénients
Graveur de CD autonome	▪ Facile à utiliser. ▪ Une seule lecture suffit. ▪ Fonctionnement en temps réel. ▪ Qualité acceptable pour la numérisation de cassettes.	▪ Aucune possibilité de post-traitement. ▪ Repères établis à la volée. ▪ N'utilise que des CD-R. ▪ Durée maximale de 80 minutes (pose problème pour les cassettes de 90 minutes et de 120 minutes). ▪ 44 100 échantillons/seconde et 16 bits au maximum.
Enregistreur audionumérique autonome	▪ Facile à utiliser. ▪ Robuste et fiable. ▪ Pas de limite de temps significative. ▪ Peut distinguer le « transfert » de la gestion de fichiers. ▪ Peut enregistrer à des taux d'échantillonnage et à des profondeurs de bits multiples, pouvant atteindre 96 000 échantillons/seconde et 24 bits.	▪ Nécessite un ordinateur pour réaliser les opérations finales d'archivage et de stockage. ▪ Processus en deux étapes.
Transfert direct vers un ordinateur à l'aide d'une carte audio	▪ Solution unifiée. ▪ Peut enregistrer à des taux d'échantillonnage et à des profondeurs de bits multiples, pouvant atteindre 96 000 échantillons/seconde et 24 bits.	▪ Utilisation plus complexe. ▪ Dans certains cas, le système d'exploitation peut générer des bruits parasites, bien que cela soit moins fréquent qu'avant. ▪ Mobilise l'ordinateur qui procède au traitement de fichiers durant le transfert, qui se produit en temps réel.

Transfert direct vers un ordinateur à l'aide d'un magnétophone à cassettes à port USB en temps réel	▪ Pas besoin de carte de son dans la chaîne d'archivage (toujours requise cependant pour l'écoute).	▪ Tout ce qui précède. ▪ Ces appareils sont rares et, bien qu'ils semblent bien fonctionner, les commentaires sont partagés. ▪ Ces appareils semblent être destinés aux marchés bas de gamme grand public et pas aux utilisateurs aguerris.
Transfert direct vers un ordinateur à l'aide d'un magnétophone à cassettes à port USB haute vitesse	▪ Est vendu comme une solution clé en main. ▪ Tente de réduire la complexité du processus. ▪ Élimine le recours à une carte de son dans la chaîne d'archivage. ▪ Numérisation rapide des cassettes (c du temps).	▪ Un seul fournisseur connu à ce jour. ▪ Le fournisseur se trouve au Royaume-Uni. ▪ Le taux d'échantillonnage est limité à la moitié du taux pour un CD (22 500 échantillons/seconde). ▪ La qualité sonore est celle requise pour la parole seulement.

Capacité de sortie des systèmes d'acquisition

Description	CD-R audio	DVD-R de données	Fichiers	Édition
Graveur de CD autonome	Oui	Non	Non	Non
Enregistreur audionumérique autonome vers un ordinateur	Oui	Oui	Oui	Oui
Transfert direct vers un ordinateur à l'aide d'une carte audio	Oui	Oui	Oui	Oui
Transfert direct vers un ordinateur à l'aide d'un magnétophone à cassettes à port USB en temps réel	Oui	Oui	Oui	Oui
Transfert direct vers un ordinateur à l'aide d'un magnétophone à cassettes à port USB haute vitesse	Oui	Oui	Oui	Oui

Annexe C : Réglages recommandés pour la saisie sur le Zoom H2

MENU : LO CUT – OFF REC MODE – 44.1/24 AGC/COMP – OFF FILE – (ignorer) FOLDER – 01 MONITOR – OFF PLUG-IN – OFF PRE REC – ON AUTO REC – OFF (laisser tel quel) MONO MIX – OFF L/R POSI – PLAYER	METRONOME (laisser tel quel) TUNER (laisser tel quel) PLAY MODE – ALL AB REPEAT (laisser tel quel) LIGHT – 30 s CONTRAST – 5 BATTERY – ALKALI CARTE SD (laisser tel quel) USB (laisser tel quel)	DATE/TIME (vérifier) Séquence d'opération : Mettre sous tension; attendre Appuyer sur « record » (DEL clignote) Appuyer encore sur « record » (DEL allumée en continu) ~~~programme d'enregistrement~~~ Appuyer sur « record » pour arrêter; attendre Mettre hors tension Remarque : Stockage : 15 Mo/min ~1,0 Go/h
--	--	---

Les éléments du MENU qui sont en gras nécessitent un réglage. Les autres éléments sont pré-réglés aux valeurs recommandées.

Annexe D : Résumé du matériel

Le premier groupe doit être dupliqué pour chaque poste de travail de transfert audio.

- Magnétophone à cassettes ou à bobines de ¼ po, de la meilleure qualité possible, dont on dispose déjà ou que l'on peut acheter, louer ou emprunter.
- Enregistreur numérique – Enregistreur portable Zoom H2
- Cartes SDHC (deux)
- Câble stéréo à fiches RCA et 3,5 mm

Coût par poste de numérisation – La majeure partie du coût est déterminée par le type d'appareil de lecture qui est acheté. Si l'appareil est accessible à l'interne ou qu'il est possible de l'emprunter auprès d'un autre établissement, et qu'il est en bon état, le poste de numérisation audio peut être aménagé à très faible coût.

Le deuxième groupe est la zone des opérations centralisées.

- Boîte de commutation – requise seulement lorsque plus d'un poste de transfert audio est aménagé.
- Poste de numérisation audio – un ordinateur ayant au moins une unité de disque dur interne de 750 Go, un écran d'ordinateur et deux unités de disque dur externe de 750 Go à port USB.
- Haut-parleurs et/ou casques d'écoute
- Lecteur de carte SDHC
- Câbles divers, au besoin

Coût de la zone des opérations centralisées – Le coût de l'aménagement de cette zone varie grandement selon le matériel informatique dont on dispose, les exigences relatives au stockage, etc.

Annexe E : Fournisseurs

Remarque : Les renseignements qui suivent sont uniquement fournis au lecteur pour l'aider dans ses recherches. Le fait qu'une entreprise apparaisse dans la présente liste ne constitue pas une recommandation de l'Institut canadien de conservation.

Ordinateur, matériel de traitement des données et fournitures, conditionnement de l'alimentation, boîtes de commutation externes, câbles :

- www.staples.ca
- www.tigerdirect.ca (en anglais seulement)
- www.cdw.ca (en anglais seulement)
- www.newegg.ca (en anglais seulement)
- www.thesource.ca

Unités de stockage Network-Attached Storage (NAS) :

- www.mostlydigital.ca (en anglais seulement)
- [Thecus N5200PRO](http://Thecus.com) (en anglais seulement)
- [Netgear ReadyNAS](http://Netgear.com) (en anglais seulement)
- [Buffalo Terrastation](http://Buffalo.com) (en anglais seulement)

Sources pour les magnétophones à cassettes haut de gamme Nakamichi :

- www.willyhermannservices.com (en anglais seulement)
- www.eslabs.com (en anglais seulement)

Sources pour les magnétophones à cassettes plus récents :

- www.tascam.com (en anglais seulement)
- www.axemusic.com (en anglais seulement)
- www.thesource.ca

Réparation du matériel audio-vidéo :

- Ontario Audio-Video Service
Tél. : 905-791-2020 / 1-888-791-2899 (sans frais)
- [JRF Magnetics, au New-Jersey](http://JRF.com) (en anglais seulement)
(têtes, réparations, certains appareils)
- [ATR Services, en Pennsylvanie](http://ATR.com) (en anglais seulement)
(ATR-100 d'Ampex, et remise à neuf d'autres appareils)
- Adolph Thal Audio Engineering (ATAE), Californie
(lecteurs à une seule tête A80 et A820 de Studer, entièrement remis à neuf)
Courriel : mafthal@gmail.com

Renseignements sur l'enregistreur Zoom H2 proposé :

- <http://www.zoom.co.jp> (en anglais seulement)

Logiciels pour l'édition des fichiers audio :

- [Audacity](#) (en anglais seulement)
- [Goldwave](#) (en anglais seulement)
- [Samplitude](#) (en anglais seulement)
- [Wavelab](#) (en anglais seulement)
- [Marchand de produits Samplitude et Wavelab](#) (en anglais seulement)
- [Éditeur audio WavePad](#) (permet d'entrer des métadonnées) (en anglais seulement)
- [Logiciel BWF MetaEdit](#) (permet d'entrer des métadonnées) (en anglais seulement)

Logiciels pour graver des disques optiques :

- [Nero](#) (en anglais seulement)
- [Roxio](#) (en anglais seulement)

Logiciels pour effectuer des copies de sauvegarde :

- [ViceVersaPro](#) (en anglais seulement)

Matériel d'écoute :

- [Blue Sky Media Desk 2.1 \(haut-parleurs\)](#) (en anglais seulement)
- [Mackie MR-8 \(haut-parleurs\)/Mackie MR-5 \(haut-parleurs\)](#) (en anglais seulement)
- [AKG K242HD \(casques d'écoute\)](#) (en anglais seulement)
- [Sennheiser HD238 \(casques d'écoute\)](#) (en anglais seulement)
- www.thesource.ca

Matériel et fournitures de collage :

- www.tapecenter.com/alsplicbloca.html
- www.tracertek.com/tape-restoration-and-repair (en anglais seulement)
- www.splicit.com (en anglais seulement)

Interface audio (pour convertir des signaux professionnels équilibrés en signaux grand public) :

- [Aphex 124A](#) (en anglais seulement)

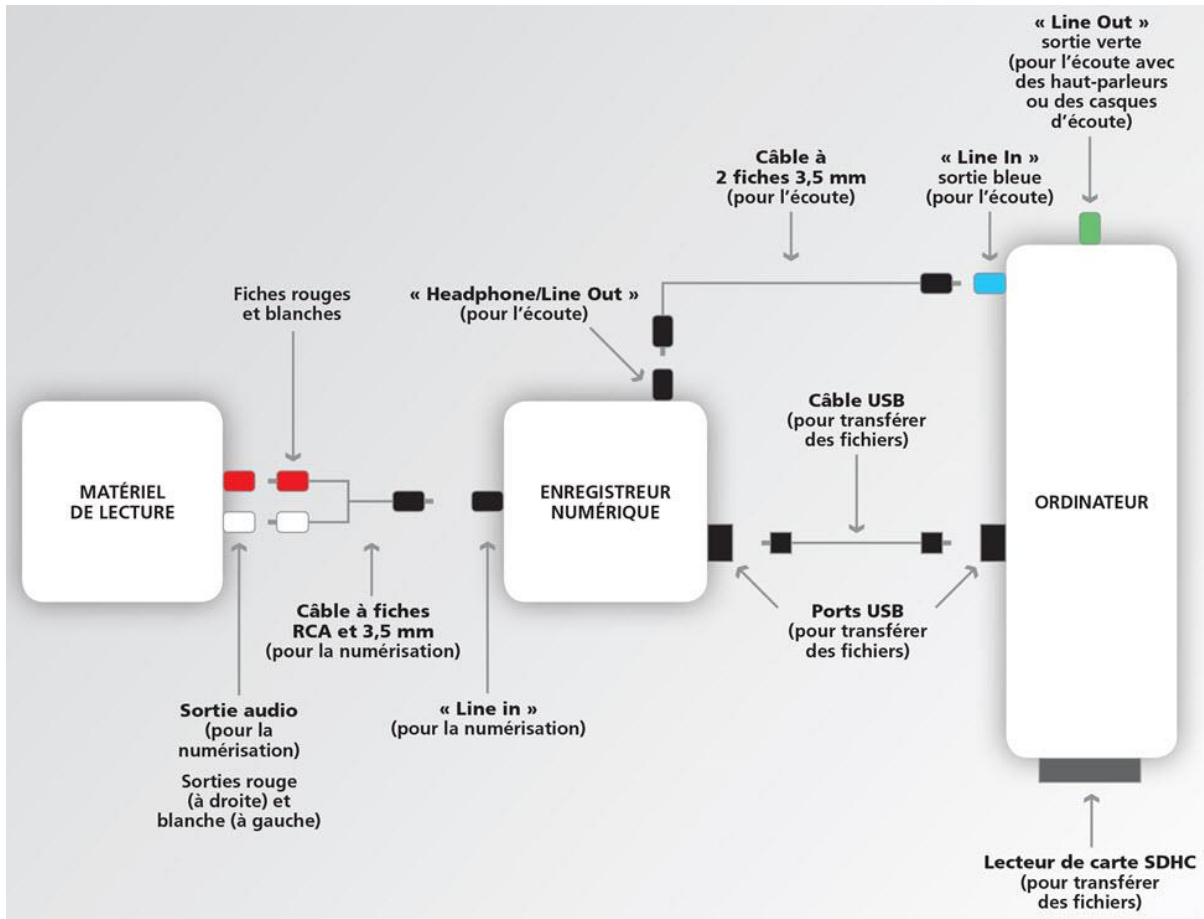
Numérisation ou récupération de bandes à problème confiée à des ressources externes :

- www.arsc-audio.org/audiopreservation.html (en anglais seulement)

CD-R et DVD-R à couche d'or métallique :

- [MAM-A \(Mitsui Advanced Media – en Amérique\)](#) (en anglais seulement)
- [Delkin Archival Gold](#) (en anglais seulement)
- www.codespromedia.com (en anglais seulement)

Annexe F : Branchement des câbles du matériel



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 121696-0016

Figure 8. Diagramme montrant le branchement d'un appareil de lecture à un enregistreur numérique à l'aide d'un câble RCA, et le branchement d'un enregistreur numérique à un ordinateur à l'aide d'un câble USB.

Notes de bas de page

1. Newman, A.A. « Say So Long to an Old Companion: Cassette Tapes », *The New York Times*, 28 juillet 2008.
2. Association of Recorded Sound Collections Technical Committee. [Preservation of Archival Sound Recordings](#) (en anglais seulement), avril 2009.
3. Iraci, J. [Techniques de restauration des supports d'information modernes détériorés ou endommagés](#), Bulletin technique 27, Ottawa (Ontario), Institut canadien de conservation, 2005.
4. Hess, R.L. [Loading C-O Cassettes](#) (en anglais seulement), 6 mars 2006.
5. Hess, R.L. [Degradating Tapes](#) (en anglais seulement), 30 janvier 2009.
6. Hess, R.L. « [Tape Degradation Factors and Challenges in Predicting Tape Life](#) » (en anglais seulement), *ARSC Journal*, vol. 39, n° 2 (automne 2008), p. 240-274.
7. Hess, R.L. [Dangers of Old Tape Recorders for Playback; Using the Elevator Head](#) (en anglais seulement), 2 septembre 2009.
8. Hess, R.L. [0.25" Reel Tape](#) (en anglais seulement), 19 mars 2006.
9. Hess, R.L. [Seeing the Tracks II – An Improved Magnetic Viewing System](#) (en anglais seulement), 20 juin 2007.
10. Copeland, P. [Manual of Analogue Sound Restoration Techniques](#) (en anglais seulement), section 7.6, Londres (Royaume-Uni), The British Library, 2008.
11. Hess, R.L. [Azimut: Hows and Whys](#) (en anglais seulement), 27 septembre 2006.
12. Vermont Folklife Centre. [Digital Audio Field Recording Equipment Guide](#) (en anglais seulement), « Solid State Memory Card Recorders ».
13. Hess, R.L. [Digital Audio File Sizes](#) (en anglais seulement), 21 avril 2006.
14. Iraci, J. [Durabilité des CD et des DVD inscriptibles](#), Notes de l'ICC 19/1, Ottawa (Ontario), Institut canadien de conservation, 2010.
15. Casey, M., et Gordon, B. [Sound Directions: Best Practices for Audio Preservation](#) (en anglais seulement).
16. EMORY LIBRARIES. [BWF MetaEdit – WAVE File Embedded Metadata Editor](#) (en anglais seulement).
17. Brosseau, K., M. Choquette, et L. Renaud. *Normes de numérisation de la Société du musée canadien des civilisations*, Gatineau (Québec), Musée canadien des civilisations, 2006.
18. Iraci, J. « The Relative Stabilities of Optical Disc Formats », *Restaurator*, vol. 26, n° 2, 2005, p. 134-150.

19. Iraci, J. « The Stability of DVD Optical Disc Formats », *Restaurator*, vol. 32, n° 1, 2011, p. 39-59.
20. Organisation internationale de normalisation. ISO 18933:2006, *Imaging Materials – Magnetic Tape – Care and Handling Practices for Extended Usage*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2006.
21. Organisation internationale de normalisation. ISO 18923:2000, *Imaging Materials – Polyester-base Magnetic Tape – Storage Practices*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2000.

Lectures et ressources

Association internationale d'archives sonores et audiovisuelles (AISA), Comité technique, IASA-TC04 – [*Guidelines on the Production and Preservation of Digital Audio Objects: Standards, Recommended Practices and Strategies*](#) (en anglais seulement), 2009.

Association internationale d'archives sonores et audiovisuelles (AISA), Comité technique, IASA-TC03 – [*Sauvegarde du patrimoine sonore : éthique, principes et stratégies de conservation*](#), 2005.

Casey, M. (Université de l'Indiana), et B. Gordon (Université Harvard). [*Sound Directions: Best Practices for Audio Preservation*](#) (en anglais seulement).

The British Library, [*Manual of Analogue Sound Restoration Techniques*](#) (en anglais seulement), par Peter Copeland.

ViPIRS Compact Cassette Survey Instructions (comprend des procédures d'inspection visuelle et d'inspection de la lecture).

ViPIRS Quarter Inch Open Reel Survey Instructions (comprend des procédures d'inspection visuelle et d'inspection de la lecture).

Formats de fichiers audio :

- www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/sound_fdd.shtml (en anglais seulement)
- www.edb.utexas.edu/minliu/multimedia/PDFfolder/CompareMusic.pdf (en anglais seulement)
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Format_de_fichier_audio (en anglais seulement)