

RECOMMANDATION UIT-R BR.657-2*, **

Enregistrement sur bande magnétique de la télévision numérique**Normes pour l'échange international de programmes de télévision sur bande magnétique*****

(Question UIT-R 103/11)

(1986-1990-1992)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

recommande

que, pour les échanges internationaux de programmes de télévision enregistrés sous forme numérique conformément au niveau 4:2:2 de la famille de normes (Recommandations UIT-R BR.601, UIT-R BR.656 et UIT-R BS.647), les critères techniques répondent aux paramètres que donne la Publication 1016 de la CEI****.

NOTE 1 – Pour le format D-1 on trouvera les pratiques d'exploitation dans la Recommandation UIT-R BR.779.

NOTE 2 – L'Annexe 1 présente un diagramme fonctionnel de base du format D-1.

NOTE 3 – L'Annexe 2 contient les bases de la norme d'enregistrement de la télévision numérique sur bande.

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2001 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

** Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

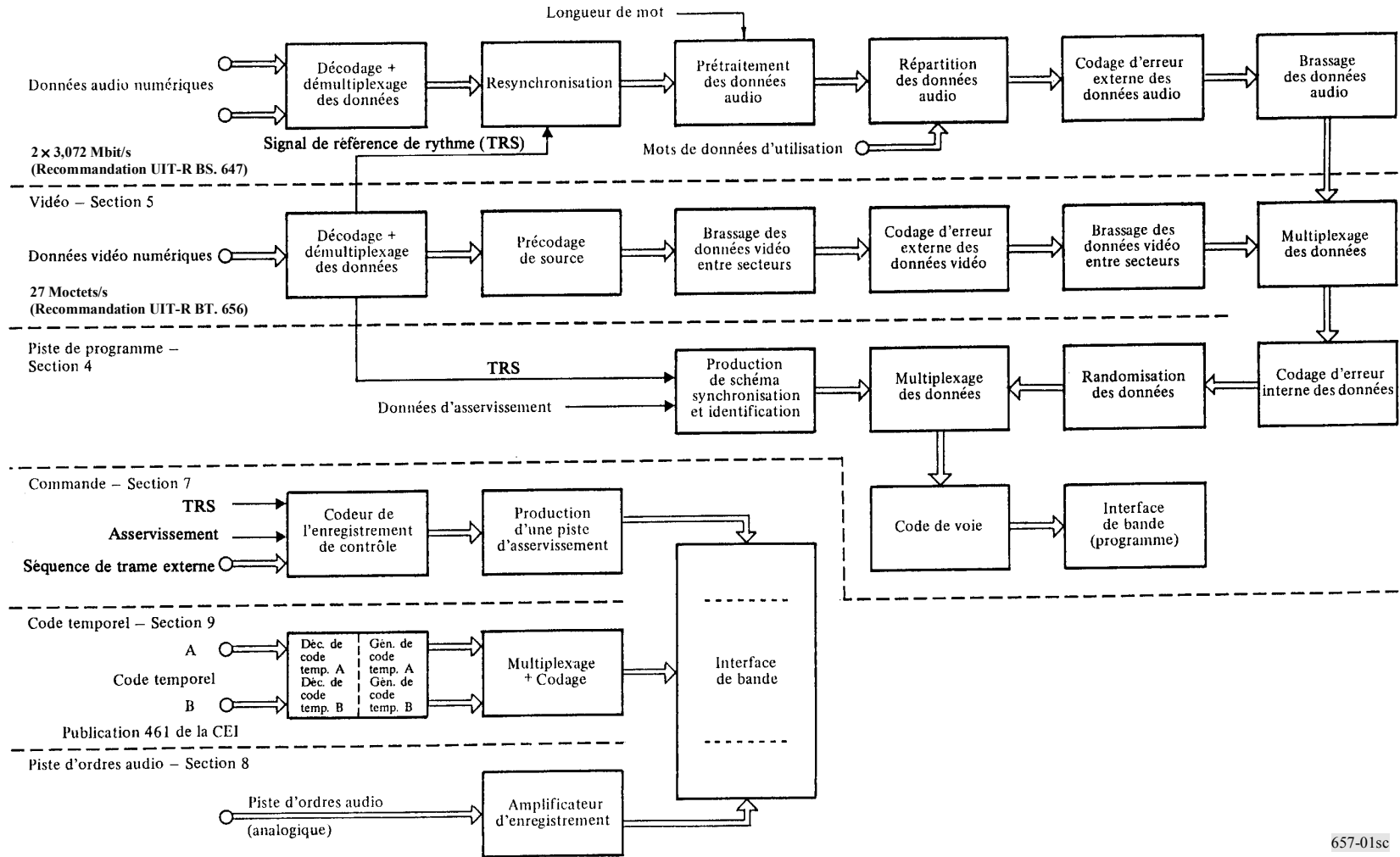
*** L'échange international de programmes est la transmission de programmes de radiodiffusion sonore ou télévisuelle (ou de composants de ceux-ci) entre professionnels de différents pays. Il doit se fonder sur des normes techniques ou des pratiques opérationnelles approuvées au plan international et largement utilisées, sauf accord bilatéral préalable entre les parties intéressées.

**** Il a été demandé d'engager de nouvelles études en vue d'apporter un certain nombre de modifications à la spécification du système.

ANNEXE 1

**Diagramme fonctionnel d'un enregistreur numérique 4:2:2
Traitement du trajet d'enregistrement**

Audio numérique – Section 6



ANNEXE 2

Principes de base applicables à la norme d'enregistrement sur bande de la télévision numérique**Introduction**

Cette Annexe définit les principes généraux qui président au choix des paramètres à retenir pour les spécifications du format d'enregistrement sur bande de la télévision numérique figurant dans la présente Recommandation.

Les spécifications sont fondées sur les contributions que le UIT-R a reçues de différentes provenances et notamment de l'UER, de l'OIRT et des Etats-Unis d'Amérique, la contribution de ce dernier pays rendant compte des travaux effectués par la SMPTE.

Bien que d'avis quelque peu partagés, les usagers relevant des organismes ci-dessus ont en majorité approuvé les caractéristiques d'exploitation sur lesquelles les spécifications sont fondées.

La faisabilité et la viabilité technologiques du format spécifié ont été confirmées au sein de ces mêmes organismes, par des consultations entre les usagers et les constructeurs.

Cette Annexe est structurée selon les paragraphes suivants:

- § 1 – Besoins des usagers en matière de magnétoscopes numériques
- § 2 – Paramètres du format de bande
- § 3 – Caractéristiques mécaniques des vidéocassettes
- § 4 – Paramètres de codage de source pour les signaux vidéo et audio numériques
- § 5 – Traitement des signaux dans les magnétoscopes numériques (DTTR)
- § 6 – Paramètres des signaux enregistrés sur les pistes longitudinales
- § 7 – Terminologie

1 Besoins des usagers en matière de magnétoscopes numériques**1.1 Besoins généraux**

1.1.1 Un magnétoscope numérique (DTTR) doit enregistrer des signaux vidéo numériques conformément à la norme 4:2:2 spécifiée dans la Recommandation UIT-R BT.601 et 4 signaux son numériques conformément à la norme spécifiée dans la Recommandation UIT-R BS.646 (fréquence d'échantillonnage de 48 kHz et codage linéaire d'au moins 16 bits/échantillon). La relation de rythme entre les 4 voies audio numériques doit permettre d'utiliser n'importe quelle combinaison de 2 voies pour des paires stéréo.

1.1.2 Le DTTR exige l'emploi de cassettes qui assurent à la bande une protection contre la poussière ou autres agents polluants analogues susceptibles de la détériorer. Les cassettes doivent être munies de bobines à deux flasques complets. Des cassettes de différentes tailles d'une même famille devraient pouvoir être utilisées de manière interchangeable sur tous les DTTR version studio.

1.1.3 Le nombre de tailles différentes de cassettes doit être réduit au minimum mais il doit être suffisant pour répondre aux caractéristiques particulières des différents appareils (enregistreurs de production/post-production, enregistreurs portatifs ou enregistreurs à plusieurs cassettes).

La plus grande dimension de cassettes doit permettre d'assurer une durée d'enregistrement/lecture de 76 min avec les bandes actuelles d'une épaisseur de 16 μm , soit 94 min avec des bandes de 13 μm d'épaisseur. Les cassettes de moyenne et petite tailles, avec des bandes de 16 μm d'épaisseur, devraient durer respectivement 34 et 11 min.

1.1.4 Dans la conception des DTTR, il convient de tenir compte de la destination de ces enregistreurs et de leurs applications antérieures, dans les studios de télévision analogique. On disposera pour cela, à titre facultatif, de signaux d'entrée et de sortie vidéo analogiques, composites et/ou à composantes. Il faut aussi prévoir des signaux audio analogiques facultatifs d'entrée et de sortie.

1.1.5 Les usagers ont besoin de deux des pistes longitudinales: l'une, qui servira de voie d'ordres, devra permettre l'enregistrement du son destiné à faciliter le montage et l'autre sera utilisée pour enregistrer un code temporel et d'asservissement. Ces pistes devraient être indépendantes des principales voies audio et vidéo numériques et devraient pouvoir être lues aux vitesses de navette et de recherche de 0,1 à 50 fois la vitesse normale dans les deux sens.

1.1.6 Les lignes à enregistrer sont les lignes 14 à 263 et 276 à 525 pour le système à 525 lignes, et les lignes 11 à 310 et 324 à 623 pour le système à 625 lignes.

1.1.7 Il faut prévoir d'inclure des données auxiliaires dans les signaux vidéo et chacun des signaux audio; le masquage ne doit pas être appliqué pendant la suppression de trame quand des données auxiliaires sont susceptibles d'être transmises.

1.1.8 Il serait souhaitable qu'un DTTR construit pour un niveau donné de la famille de normes de télévision numérique (voir la Recommandation UIT-R BT.601) puisse prendre en charge des niveaux inférieurs (au moins, la lecture des enregistrements faits à des niveaux inférieurs).

1.2 Paramètres de qualité de fonctionnement dans le mode de lecture normal

1.2.1 Si l'on admet que l'opération d'enregistrement/lecture n'introduit pas d'erreurs incorrigibles, le DTTR doit être transparent aux signaux d'entrée numériques, comme indiqué au § 1.1.1.

1.2.2 Au bout de 10 passages, il ne devrait pas y avoir, en principe, de dégradation perceptible des signaux audio et vidéo, avec des programmes de nature critique.

1.2.3 Au bout de 20 passages, il serait préférable que la dégradation ne dépasse pas 1/2 note et assurément pas 1 note de l'échelle de dégradation à 5 notes du CCIR. Aux passages suivants, l'accroissement de la dégradation devrait être progressif.

1.2.4 La voie audio analogique de montage doit assurer une largeur de bande de l'ordre de 10 kHz.

1.2.5 La précision d'enregistrement et de lecture de l'information audio et vidéo numérique doit être telle qu'au bout de 10 montages ou passages vidéo et/ou audio, l'erreur de synchronisation relative accumulée à n'importe quel stade soit inférieure à 40 ms.

1.2.6 L'erreur maximale de synchronisation du signal de code temporel et d'asservissement à la sortie sur la piste longitudinale de synchronisation et d'asservissement, au point de montage, ne doit pas dépasser ± 1 ms par rapport au signal vidéo de sortie.

1.3 Caractéristiques fonctionnelles

Le DTTR doit pouvoir offrir les mêmes caractéristiques fonctionnelles et la même souplesse de montage que les magnétoscopes actuels les plus perfectionnés. A cet égard, le magnéscope de production/post-production le plus perfectionné doit répondre au moins aux caractéristiques suivantes:

1.3.1 Caractéristiques générales

- Images radiodiffusables à des vitesses continûment variables depuis environ moins deux fois (en marche arrière) jusqu'à environ trois fois la vitesse normale de lecture en passant par l'image immobile.
- Image et son de qualité parfaite aux vitesses de lecture comprises dans une plage d'environ 90% à 110% de la vitesse normale de lecture. Le son doit être de qualité parfaite, sans toutefois que sa hauteur ne soit corrigée sauf en cas d'adaptation d'un dispositif facultatif.
- Images reconnaissables aux vitesses de 0 à 20 fois la vitesse normale de lecture dans les deux sens. Le son numérique restitué dans ce mode doit avoir un contenu reconnaissable et une hauteur qui change le moins possible.
- Vitesses de navette, de 20 à 50 fois la vitesse normale de lecture dans les deux sens, les principaux changements de scènes demeurant perceptibles.
- Image et son entièrement verrouillés en moins de 1 s à partir du mode d'attente (bande désengagée des têtes en même temps que celles-ci tournent) et mise en route instantanée à partir de l'arrêt sur image.
- Pour la fiabilité d'enregistrement, une option permettant l'enregistrement et la lecture simultanés de l'image et du son est souhaitable.
- Une option permettant le passage du fonctionnement à 525 lignes au fonctionnement à 625 lignes et vice versa, pendant le défilement de la bande, est souhaitable.
- Une avance et un retour rapides variables (radiodiffusables), ne dépassant pas six fois la vitesse normale, seraient souhaitables.

1.3.2 Options de montage supplémentaires

- Montage vidéo avec résolution d'une seule trame et durée minimale d'une trame.
- Modes d'insertion et d'assemblage.
- Montage indépendant de toutes les voies (vidéo, chacune des quatre voies audio numériques, voie audio de montage analogique, code temporel longitudinal) et n'importe quelle combinaison de signaux sonores et vidéo montés séparément dans le même passage.
- Transfert d'un son d'une voie audio à une autre sans qu'aucun retard ne soit introduit.
- Il faut prévoir une option qui permette d'extraire préalablement du DTTR les trains de bits numériques audio de lecture afin de compenser les retards de traitement externe, et de les réenregistrer sur une voie audio en maintenant la relation de synchronisation originale.
- Possibilité d'utiliser un code temporel vidéo jusqu'à environ 20 fois la vitesse normale de lecture dans chaque sens.
- Fonctionnement par télécommande utilisant une interface standard de commande de l'appareil par exemple le système à bus ES mis au point par la SMPTE et l'UER (UER, Document technique 3245 et suppléments).

- Montage audio numérique avec une résolution meilleure que 6,7 ms, une durée d'insertion d'au moins une trame et des transitions de chevauchement d'au moins 4 ms pour l'enregistreur le plus simple. Pour les enregistreurs ayant une fonction de lecture-modification-écriture audio, la durée de chevauchement doit être réglable en fonction des caractéristiques du programme (4 à 50 ms).

1.4 Autres caractéristiques

1.4.1 Le DTTR doit être d'une grande fiabilité et facile à manœuvrer.

Ses caractéristiques de fonctionnement sont les suivantes:

- il doit être conçu pour être utilisé par du personnel non technique ayant reçu un minimum de formation;
- les réglages nécessaires à son utilisation courante doivent être réduits au minimum;
- il doit fonctionner de manière fiable même dans des conditions ambiantes assez instables.

1.4.2 Le DTTR doit être d'un entretien facile. Les normes de maintenance sont les suivantes:

- le DTTR doit être de conception modulaire pour faciliter l'identification des modules en panne et pour réduire au minimum le nombre des réglages à refaire après le remplacement d'un module;
- le DTTR devrait avoir des indications pour aviser l'opérateur (quand cela est possible) de conditions de dépassement de limite pouvant signifier qu'une panne est imminente; un exemple d'une telle indication pourrait être un accroissement brusque du taux d'erreur brut;
- il faut prévoir des indicateurs, en cas de panne, pour indiquer à l'opérateur et au personnel de maintenance les mesures à prendre; un autodiagnostic ou des programmes de test devraient être prévus pour aider à isoler le module en panne;
- les modules doivent être conçus de telle manière que les utilisateurs puissent localiser et remplacer commodément les éléments en panne.

2 Paramètres du format de bande

2.1 Hypothèses de base

La configuration de piste est fondée, d'une part, sur un certain nombre d'hypothèses et, d'autre part, sur les besoins des usagers. Ces hypothèses sont les suivantes:

- couche magnétique du type à oxyde métallique amélioré;
- longueur d'onde minimale enregistrée sur une telle couche: 0,9 μm ;
- une longueur d'onde correspond à l'enregistrement de deux bits;
- 250 lignes enregistrées par trame de télévision dans le système à 525 lignes et 300 lignes dans le système à 625 lignes;
- emploi d'enregistreurs (DTTR) à défilement hélicoïdal;
- débit binaire total (correspondant à la combinaison des signaux vidéo et audio enregistrés sur la piste programme avec la protection appropriée, y compris l'espacement de montage entre eux): 227 Mbit/s;
- rapport de 5/6 entre le nombre de pistes par trame dans les systèmes à 525 lignes et les systèmes à 625 lignes (cette hypothèse, appliquée conjointement avec les hypothèses précédentes, vise à permettre l'utilisation commune, dans les DTTR à 525 lignes et ceux à 625 lignes, d'un nombre d'éléments aussi élevé que possible);

- enregistrement d'une trame de télévision assuré sur 10 pistes au total dans le système à 525 lignes et sur 12 pistes au total dans le système à 625 lignes;
- bande conditionnée en cassette pour des programmes d'au moins une heure; possibilité de porter la durée d'enregistrement à une heure et demie.

Certaines de ces hypothèses sont fondées sur des études préliminaires de faisabilité décrites brièvement ci-dessous; d'autres ont été élaborées à titre de compromis optimaux, lors des travaux consacrés à la définition de la norme d'enregistrement.

2.2 Choix de l'enregistrement à défilement hélicoïdal

Le débit binaire élevé à enregistrer sur bande exige une vitesse d'inscription très élevée; le débit binaire dépasse 200 Mbit/s quand on supprime la redondance inutile et que l'on ajoute les signaux nécessaires, à savoir les signaux auxiliaires et de protection contre les erreurs. Le recours à l'enregistrement multivoie avec des têtes fixes ayant été jugé inadéquat, le choix d'un système à têtes rotatives s'imposait à l'évidence. L'expérience acquise par le passé avec ce type d'enregistreur a montré les principaux avantages de l'enregistrement hélicoïdal, qui a donc été retenu.

2.3 Choix de la substance magnétique

Un certain nombre d'études théoriques et d'expériences pratiques ont montré que les bandes à particules métalliques, et plus particulièrement les bandes à couche métallique déposée par vaporisation, peuvent offrir des densités d'enregistrement supérieures à celles obtenues avec des bandes classiques à oxyde métallique. En dépit des amples recherches en cours et des progrès importants qui se dessinent dans le domaine des bandes «métal», il a paru inopportun de fonder la normalisation sur une technologie de bandes qui n'a pas fait ses preuves; la logique voulait donc que le choix se portât sur les bandes à oxyde de métal améliorées. On a constaté qu'un magnétoscope numérique professionnel viable, de qualité parfaite, peut être construit en l'état actuel de la technique et que la généralisation des bandes «métal» dans l'avenir pourrait permettre d'accroître la marge de sécurité de fonctionnement.

2.4 Choix de la longueur d'onde minimale enregistrée

Au début du processus de normalisation, la plus petite valeur pratique de la plus courte longueur d'onde enregistrable semblait être de 1 μm . On savait aussi que des têtes vidéo pouvaient être fabriquées pour des longueurs d'onde plus courtes et que de telles longueurs d'onde permettaient d'obtenir de meilleures densités d'enregistrement, même si les effets causés par des pertes partielles d'image deviennent alors plus critiques. Pour des raisons de fiabilité globale, on a été amené à adopter une valeur de 0,9 μm pour la plus courte longueur d'onde.

2.5 Choix de la largeur de la bande d'enregistrement vidéo

L'un des principaux problèmes a été la largeur de la bande. Si la largeur optimale admise au départ a été fixée à 1 pouce (25,4 mm), il est vite devenu évident que d'autres dimensions étaient également possibles et peut-être même, à certains égards, préférables.

Finalement, le débat s'est circonscrit au choix entre des bandes d'une largeur de 25,4 mm et des bandes de 19 mm. Le choix définitif n'a pu intervenir qu'après évaluation de paramètres critiques, tels que:

- la durée de lecture de la cassette;
- la possibilité de guidage de la bande;
- les forces mises en jeu en différents points du trajet de la bande;

- les caractéristiques du DTTR portatif;
- le temps de recherche.

Les cassettes les plus longues étaient censées durer 94 min avec une bande d'une épaisseur de 13 μm et par conséquent 76 min avec une bande de 16 μm . En comparant les dimensions de ces cassettes pour les largeurs de bande de 25,4 mm et 19 mm, on a constaté que les différences de taille, volume et poids s'équilibraient finalement bien et n'impliquaient aucune préférence sensible pour l'une ou l'autre des deux largeurs de bande proposées. Toutefois, l'observation de l'action des deux bandes sur le défilement a mis en évidence d'importantes différences. L'analyse mécanique a montré que, pour une épaisseur de bande donnée, la possibilité de guidage de la bande et les forces mécaniques en certains points critiques du trajet de la bande dépendent de la largeur de la bande et qu'une bande plus étroite offre des avantages qui sont d'autant plus importants que la bande est plus mince.

Les inconvénients découlant de l'adoption de la bande la plus étroite ont paru négligeables aux radiodiffuseurs par rapport aux avantages importants de cette solution qui rendrait possible l'utilisation d'un même mécanisme dans toute une gamme de magnétoscopes pour diverses applications.

Ces considérations ont conduit à opter pour une largeur de bande de 19 mm.

2.6 Configuration des pistes

On a adopté une configuration des pistes satisfaisant aux conditions suivantes:

- enregistrement du signal vidéo numérique à composantes;
- enregistrement de quatre signaux audio numériques indépendants;
- enregistrement d'un code temporel de commande;
- enregistrement d'une piste d'asservissement;
- possibilité d'obtention d'une image radiodiffusable à des vitesses autres que la normale et d'une image reconnaissable aux vitesses de navette;
- obtention d'un son intelligible aux vitesses autres que la normale;
- existence d'un maximum de points communs entre les équipements à 525 lignes et ceux à 625 lignes.

Cette configuration comprend trois pistes longitudinales attribuées:

- au signal de centrage de piste,
- au code temporel de commande,
- à un signal audio analogique, d'ordres ou de montage.

Le mécanisme d'entraînement du DTTR utilise un format à segments hélicoïdaux pour l'enregistrement vidéo. Par souci de simplification et d'économie, les pistes audio de programme sont multiplexées avec la piste vidéo, mais de telle sorte que toutes les voies vidéo et audio puissent être retrouvées et montées séparément. Le codage des voies, le débit et le format des données ainsi que la densité d'enregistrement sont les mêmes pour les signaux audio et vidéo. La longueur d'onde minimale enregistrée est d'environ 0,9 μm dans un pas de piste de 45 μm . On a 20 pistes par image de télévision en 525 lignes et 24 en 625 lignes; les salves audio sont enregistrées en double. On a trouvé commode, compte tenu du taux d'erreur, de placer les données audio au centre de la piste. Les données audio sont enregistrées en deux endroits différents de manière à réduire au minimum les effets des rayures et des défaillances d'une tête ou d'une voie. Des espaces sont prévus pour

permettre le montage séparé des signaux vidéo et audio sur la bande et il convient de noter que les sons de chaque salve proviennent d'une source audio unique. Cette disposition se prête également à un certain nombre de possibilités de montage supplémentaires.

2.7 Montage

Ayant indiqué qu'il leur paraissait important que le DTTR permette le montage de l'image et du son sur la bande, les usagers ont demandé que chaque voie puisse être montée séparément, avec le plus petit incrément possible. Il est à noter qu'outre les possibilités de montage du DTTR lui-même, l'enregistrement numérique permet le transfert de données à d'autres systèmes de montage (informatisés ou à disques, par exemple), leur traitement et leur renvoi à la bande avec un minimum de dégradations, ce qui permet d'assurer très efficacement les opérations complexes de montage, les améliorations, etc., conjointement avec le DTTR.

Le format proposé prévoit plusieurs modes de réalisation.

2.7.1 Montage par coupure

Au point de montage, on remplace les secteurs voulus du programme enregistré précédemment par ceux de l'information entrante, en assurant l'ouverture ou la fermeture des circuits d'enregistrement pendant les intervalles de temps appropriés. Cette méthode est la seule qui soit envisagée pour la vidéo; elle assure un incrément de temps d'une trame (toutefois, il faut veiller à ce que les signaux de fin de trame sur la bande demeurent synchrones avec les signaux vidéo entrants à la vitesse d'image). Pour une voie audio, on a fixé un incrément de quatre pistes (6,7 ms), sans nécessité de traitement ni modification aucune de la protection des données audio. Des transitoires peuvent toutefois être émis en raison de la très brusque transition entre les segments à la lecture.

2.7.2 Montage du son brut par recouvrement

Au début de la période de recouvrement, le contenu d'une des deux paires de secteurs audio est remplacé par les données nouvelles, sans changer l'autre paire contenant les anciennes données. A la fin de la période de recouvrement, les deux salves sont remplacées. Les nouvelles salves inscrites pendant la période de recouvrement contiennent un drapeau pour indiquer le recouvrement. Cette méthode de montage convient parfaitement aux machines portables en raison de sa grande simplicité de mode d'enregistrement; toutefois, le son est un peu moins satisfaisant pendant le recouvrement en raison de la perte de redondance. L'incrément est de quatre pistes (6,7 ms).

2.7.3 Montage du son traité par recouvrement

On peut obtenir un montage du son plus soigné par une opération de lecture-modification-inscription sur les secteurs audio, en utilisant une tête de lecture anticipée afin que les salves de données modifiées et renvoyées à la bande soient bien placées. L'enregistrement étant numérique, cette opération n'introduit aucune dégradation. La résolution de ce mode de réalisation est théoriquement d'un échantillon ou de 20 μ s. La plus grande difficulté de réalisation des montages de cette nature en limitera vraisemblablement l'application aux machines utilisées en studio.

3 Caractéristiques mécaniques des vidéocassettes

3.1 Besoins des usagers

Exposant leur point de vue sur le futur magnétoscope numérique, les usagers ont déclaré qu'une machine à bobines ouvertes pourrait être acceptable comme «première génération» de machines numériques, mais que le but final devrait être une configuration en cassette. La nécessité de protéger la bande autant que possible contre la poussière ambiante et les contraintes de

manipulation (susceptibles d'augmenter considérablement les phénomènes de perte de signal) a imposé le principe de la cassette comme la seule solution possible pour un magnétoscope numérique universel.

Les usagers ont également signalé qu'ils comptaient bien que le futur magnétoscope numérique soit disponible non seulement en version studio (ou reportage), mais aussi en version multitransport pour les segments de programme de courte durée et, dans un futur plus éloigné, en version portable. Pour répondre à tous ces besoins, trois tailles de cassettes ont été choisies et entièrement définies sur le plan mécanique:

- petite (S),
- moyenne (M),
- grande (L).

3.2 Conception de la cassette

Le point de départ de la nouvelle famille de cassettes était le modèle de cassette existant de 8 mm. Il a été décidé que, pour un usage professionnel, des bobines à deux flasques étaient obligatoires dans la cassette.

La conception d'un nouveau type de cassette pour usage professionnel a permis la mise en œuvre de caractéristiques spécifiques comme les «trous» programmables. Quatre trous dans la partie inférieure de la cassette seront à la disposition des fabricants et serviront à indiquer diverses caractéristiques (substance active de la bande, épaisseur de celle-ci, etc.). Quatre trous supplémentaires dans cette même partie seront réservés aux usagers pour l'«interdiction d'enregistrement» et des fonctions analogues. La position des trous devrait permettre leur détection en cas de lecture de cassettes de tailles différentes (S, M et L) sur la même machine.

Comme on estime que la normalisation des caractéristiques mécaniques des cassettes est une tâche qui incombe davantage à la CEI qu'à l'UIT-R, la présente Recommandation sur l'enregistrement de la télévision numérique n'entre pas dans le détail de la normalisation des cassettes et renvoie le lecteur à la documentation disponible, en attendant la publication d'une norme officielle par la CEI.

4 Paramètres de codage à la source pour les signaux vidéo et audio numériques

4.1 Codage de source des signaux vidéo numériques

Le point de départ du processus de normalisation complet est la nécessité d'avoir un DTTR qui puisse accepter à son entrée et fournir à sa sortie, des signaux vidéo à composantes numériques, entièrement conformes à la Recommandation UIT-R BT.601 du CCIR. L'interface est conforme aux dispositions de la Recommandation UIT-R BT.656.

Le DTTR n'enregistre que 300 lignes (625/50) ou 250 lignes (525/60) par trame. La plupart de ces lignes acheminent l'information d'image, mais les autres peuvent acheminer des données auxiliaires qui, lors de la lecture seulement, ne doivent pas subir les techniques de masquage d'erreur qui s'appliquent à la zone d'image active. Seuls 1 440 échantillons de la ligne active sont enregistrés.

4.2 Codage de source des signaux audio numériques

Les signaux audio d'entrée conformes à la Recommandation UIT-R BS.647 sont des trains de données série qui peuvent acheminer deux signaux audio (une paire stéréo, par exemple), incluant chacun son propre état et une donnée d'usager.

Il faut au moins deux trains de données de ce type pour alimenter les quatre voies du DTTR. Cependant, il peut y avoir des applications où il faut un train de données par voie, le deuxième signal dans chacune de ces voies étant inutilisé.

La capacité de chaque train de données correspond à deux signaux audio à 24 bits/48 kHz, ayant chacun une voie d'état à 48 kbit/s, une voie d'utilisateur et de service (contenant, par exemple, les bits de validité, de parité et de synchronisation des échantillons). Il peut aussi y avoir des applications où les signaux analogiques sont codés directement dans le DTTR et, dans ce cas, seules les données audio seront présentes.

Quatre connecteurs audio, numérotés de 1 à 4, sont prévus pour appliquer divers programmes sonores aux quatre voies du DTTR. Les connecteurs 1 et 3 peuvent cependant être utilisés aussi pour des paires stéréophoniques.

Dans le cas du son monophonique, on utilisera la voie audio numérique N° 1.

Dans le cas du son stéréophonique, les voies de gauche et de droite doivent être acheminées sur les voies audio numériques N° 1 et 2, respectivement. Cette paire stéréophonique peut être appliquée par l'intermédiaire du connecteur 1.

Si l'on a besoin de composantes son supplémentaires, celles-ci doivent être enregistrées sur les voies son numériques N° 3 et 4. Si ces composantes constituent une paire stéréophonique, elle peut être appliquées par l'intermédiaire du connecteur 3.

On peut satisfaire à presque toutes les applications et pratiques possibles et préserver malgré tout la compatibilité nécessaire, en choisissant huit modes différents d'organisation des mots audio à 20 bits obtenus par arrondissement des mots originaux à 24 bits.

Dans ces huit modes, la longueur du mot audio varie de 16 bits (dont 1 bit d'état, 1 bit d'utilisateur, 1 bit de validité et 1 bit non assigné) à 20 bits quand seules des données audio sont présentes (dans le cas, par exemple, où le son analogique est directement codé à l'entrée du magnétoscope). A la lecture, les données audio sont reformatées dans le format de la Recommandation UIT-R BS.647, afin que la sortie soit normalement identique au signal d'entrée.

5 Traitement des signaux dans les magnétoscopes numériques (DTTR)

5.1 Description sommaire du traitement des signaux à l'enregistrement et à la lecture

Le multiplexage des données audio numériques en blocs avec les données vidéo permet d'obtenir une grande densité d'enregistrement et de tirer parti des économies rendues possibles par l'utilisation d'un certain nombre de pièces communes (dispositif de correction des erreurs, têtes, amplificateurs de lecture/écriture, dispositif de rétablissement de rythme, etc.).

On trouvera à l'Annexe 1 à la présente Recommandation un diagramme fonctionnel théorique du traitement numérique des signaux vidéo et audio.

Le mécanisme d'enregistrement à saturation sur bande magnétique est par essence simple, mais le traitement des signaux nécessaire pour utiliser ce mode d'enregistrement de la manière la plus efficace est relativement complexe en raison de la nécessité d'une protection efficace contre les erreurs de données qui se produisent à la densité d'enregistrement requise. Du côté enregistrement du DTTR, le dispositif de traitement doit assembler les blocs de mots représentant les signaux vidéo, les signaux audio, les données d'état/utilisateur et les données de commande interne et y ajouter les mots redondants nécessaires pour permettre la détection à coup sûr des erreurs sur les mots et un bon niveau de correction des erreurs, avec appel du masquage des erreurs quand la correction déborde. Le dispositif de traitement doit aussi ajouter l'information de synchronisation et l'identification des blocs, toutes deux indispensables au rétablissement des blocs et au réassemblage

ordonné du train de données. Les données sont codées dans un format d'enregistrement présentant des caractéristiques spectrales adaptées à la voie effectivement utilisée, tout en ayant une grande capacité de rétablissement de rythme. Ce faisant, la séquence des mots vidéo ou audio est brassée pour séparer les échantillons adjacents des signaux d'entrée et bien les espacer sur la bande; cela permet un masquage plus efficace en cas d'apparition de paquets d'erreurs. Enfin, le dispositif de traitement d'enregistrement sort les données en mode rafale vers différentes têtes, assurant ainsi l'enregistrement en double des blocs audio sur deux pistes séparées. Cette redondance spatiale supplémentaire augmente grandement la probabilité de réussite du rétablissement des données en présence d'erreurs importantes (rayures de la bande, encrassage des têtes, par exemple) et offre également des possibilités utiles de montage. Pendant le temps nécessaire à leur enregistrement sur la bande, les données augmentent d'environ 290% par rapport aux données originales à l'entrée du magnétoscope.

Pour simplifier la conception du magnétoscope, une partie du dispositif de traitement pour la correction des erreurs et la plupart des opérations de traitement de synchronisation et d'horloge, de codage de voie et de logique de lecture/écriture pour les voies audio peuvent être intégrées aux fonctions correspondantes de la voie vidéo.

La récupération des données à partir de la bande est l'inverse du traitement d'enregistrement: décodage de voie, rétablissement de la synchronisation, contrôle d'identité, détection, correction et masquage des erreurs et démultiplexage redondant des divers trains pour le dispositif de traitement de sortie et les commandes internes du DTTR. Si les données audio ou vidéo peuvent être masquées (par interpolation) en cas de détection d'erreurs incorrigibles, il n'en va pas de même pour les données d'état ou d'utilisateur ni pour les mots de commande auxquels il convient d'appliquer un traitement différent. Le dispositif de traitement de sortie resynchronise les données et réassemble le train de données original des différents éléments (échantillons vidéo, échantillons audio, information d'état, information d'utilisateur et données de synchronisation), en garnissant de zéros les zones où les données font défaut, comme dans les quatre bits de moindre poids du mot audio, éliminés dans l'arrondi d'entrée. Ces bits exceptés, les signaux de sortie reproduisent exactement l'entrée sauf pendant les rares masquages, ce qui permet de nombreux passages sans accumulation des dégradations.

5.2 Protection contre les erreurs

Les données récupérées à partir de la bande sont dégradées par un certain nombre de phénomènes artificiels qui s'ajoutent lors de l'enregistrement et de la lecture:

- erreurs aléatoires dues au bruit, au brouillage ou à un mauvais centrage de piste;
- paquets d'erreurs dus à un mauvais contact tête/bande, à des pertes de signal sur la bande et à des aspérités de la bande;
- gros paquets d'erreurs dus à des pannes telles que, par exemple, des rayures sur la bande, l'encrassage des têtes, le dérangement des voies.

Etant donné que l'un des objectifs fixés pour le DTTR est d'obtenir une note de qualité audio de 4,5 sur l'échelle à 5 points de l'UIT-R au bout d'environ 20 passages (durée d'utilisation approximative au bout de laquelle les membres d'un groupe seront incapables, pour la moitié d'entre eux, d'entendre aucune différence par rapport à l'original), les erreurs doivent être éliminées dans une très grande mesure et de telle sorte que la charge imposée aux voies du DTTR soit réduite au minimum. La nécessité, dans la recherche de la configuration de DTTR la plus économique, d'avoir un matériel de voie vidéo et un matériel de voie audio qui présentent un maximum de points communs, crée une complication supplémentaire compte tenu du fait que les signaux audio ne représentent que 2% des données totales mais exigent un taux d'erreur final environ 100 fois inférieur à celui qu'exigent les signaux vidéo. En outre, les données vidéo et audio sont

autocorrélées (c'est-à-dire qu'il existe une relation implicite entre les échantillons adjacents), de sorte que les échantillons manquants ou mutilés peuvent être remplacés par une approximation dérivée des échantillons adjacents, tandis que les données d'état, d'usager et de commande doivent être considérées comme aléatoires et ne peuvent donc pas être évaluées dans le cas général. Cela peut conduire à des objectifs différents en matière d'erreurs pour les signaux audio, les signaux vidéo et les données d'un même train de données. La protection contre les erreurs est à l'évidence un facteur très important dans la conception du système audio du DTTR.

D'après les considérations ci-dessus et compte tenu que:

- le code doit permettre une détection presque parfaite des erreurs,
- le code doit ajouter une marge minimale,
- les statistiques d'erreurs escomptées sont connues,
- le codage des voies audio doit être le même que celui de la voie vidéo,

on a choisi un code de produit Reed-Solomon fondé sur un code interne commun à $(60 + 4)$ octets dans le corps de Galois 256 (CG(256)). Le code interne assure une protection de base contre les sources d'erreurs aléatoires de courte durée, comme les bruits ou les courtes pertes de signal, et permet de corriger ces erreurs. Toutefois, ce même code doit aussi servir à détecter de manière sûre des sources d'erreurs plus importantes, comme les longues pertes de signal et les rayures, car celles-ci peuvent être traitées convenablement par le code externe.

Le code interne doit aussi être actif en vitesse de navette. Le nombre d'erreurs est très élevé en pareil cas et est susceptible de surcharger n'importe quel code de correction d'une certaine complexité. Il faut, par conséquent, prévoir le recours au masquage.

Pour la vidéo, on fixe la taille du bloc de code externe à 30 octets de données plus 2 octets de contrôle Reed-Solomon en CG(256) de manière à obtenir un bloc-produit de $(60 + 4)$ sur $(30 + 2)$. Dix blocs-produits de ce type portent les dimensions totales de la matrice à $(600 + 40)$ octets par ligne et à 30 octets plus 2 octets de contrôle par colonne. Lors de l'enregistrement, les blocs de code interne s'inscrivent en séquence sur la bande, une ligne à la fois. A la lecture, les blocs de code interne sont normalement décodés en premier.

Les données correspondant aux éléments d'images successifs de la ligne de télévision, qui arrivent aux têtes d'enregistrement après avoir été réparties dans des blocs et complétées par des données de protection, sont enregistrées sur quatre secteurs successifs afin de faciliter la stratégie de protection en répartissant les effets des pannes des têtes.

Afin de traiter les paquets d'erreurs correspondant à des chutes prolongées de niveau, le code-produit utilise le code interne pour localiser la perte de signal, en recourant à l'aptitude de ce code à détecter les erreurs. Une fois localisée la perte de signal, on utilise le code externe (ou vertical) pour corriger l'erreur due à la perte de signal. En fait, ce code externe, par l'effet du code-produit, agit sur les mots qui ont été intercalés jusqu'à une profondeur de 600 octets.

Etant donné que le code externe peut corriger deux lignes quelconques reconnues erronées, la longueur maximale de perte de signal corrigible est de 1 200 octets (ce qui équivaut à une longueur de piste de 4,8 mm). En outre, le code externe permet la correction des erreurs doubles et, par conséquent, celle des petits paquets d'erreurs multiples, ce qui garantit la correction de toutes les pertes doubles de signal jusqu'à 600 octets de longueur. Les paquets d'erreurs multiples, au-delà de deux dans chaque bloc-produit, peuvent être corrigés, mais la correction n'est pas garantie car elle dépend de la longueur et de l'emplacement des pertes de signal.

Afin de réduire l'effet des pertes de signal et des rayures incorrigibles, que l'on observe généralement sur toute la longueur de la bande et pour améliorer la qualité des images en vitesse de navette, la répartition des mots de données vidéo dans chacune des quatre voies d'enregistrement est complétée par un brassage dans chaque secteur vidéo.

Sans brassage, une rayure ou une aspérité à l'origine d'une importante perte de signal serait susceptible de causer, dans une partie d'un segment d'image, une perte locale simultanée de l'information provenant de deux des quatre têtes. Dans le cas d'une rayure, ce phénomène se répéterait dans chaque segment d'image et de trame en trame. Etant donné qu'une erreur non corrigée tend à être beaucoup plus visible qu'une erreur masquée, quand la correction d'erreur est surchargée, la meilleure solution est de masquer tous les mots quelque peu douteux.

La situation idéale pour réaliser le masquage d'un mot erroné est que ce mot soit bien isolé des autres mots erronés. Toutefois, plus l'isolement est bon, plus le nombre d'erreurs susceptibles d'être masquées est faible. Il faut donc, dans toute la mesure possible, faire en sorte de répartir uniformément les erreurs à mesure que le taux d'erreur sur les mots augmente, afin d'éviter qu'elles ne s'accumulent en certaines parties de l'image, ce qui rendrait impossible le masquage des erreurs.

L'algorithme choisi pour le brassage a ceci de particulier qu'à mesure que la longueur des pertes de signal augmente, la densité des erreurs augmente également; toutefois, cette densité sera toujours sensiblement uniforme dans tout le segment de 50 lignes soumis au brassage.

Si le recours au brassage est relativement peu fréquent en lecture normale, il en va tout autrement en vitesse de navette où le nombre de mots à masquer peut dépasser le nombre de mots corrects. Si la perte d'information était sensiblement la même dans les segments, l'image obtenue en navette suffirait amplement pour les besoins du montage.

Toutefois, à certaines vitesses critiques de navette, la perte d'information risque de varier sensiblement d'un segment à l'autre et de se répéter de trame en trame en cas d'utilisation du même brassage. L'emploi d'une séquence de brassage différente dans les quatre trames, que permet l'algorithme, réduit l'incidence des vitesses de navette critiques.

Pour le son, le code-produit est basé sur un code interne (60 + 4), commun à la voie vidéo et sur un code externe Reed-Solomon (7 + 3) CG(16). Cela permet d'assurer la correction nécessaire des paquets d'erreurs. Ce codage est appuyé par une inscription entièrement en double sur la bande, pour écarter les principaux risques de dérangements et assurer une correction efficace des paquets d'erreurs. Etant donné les statistiques d'erreurs de la voie, un taux de masquage d'un ou deux masquages par minute est prévu pour le son au 20^e passage, ce qui assure des niveaux de qualité de fonctionnement très acceptables. Le taux des erreurs non détectées est négligeable. Afin d'améliorer le masquage des erreurs sur 6,7 ms, on brasse les données audio dans le bloc avant de les inscrire sur la bande. Avec ces méthodes de correction des erreurs, le DTTR est censé offrir une qualité sonore limitée uniquement par la longueur des mots choisis et la qualité de fonctionnement du codeur et du filtre A/N initiaux, pendant de nombreux passages et l'assurance d'un haut niveau de transparence technique.

5.3 Format des données de la bande

Après codage externe des erreurs, brassage, intercalation et codage interne des erreurs, les données utiles sont disposées en blocs de longueur fixe, correspondant à une ligne de codage interne. On les convertit ensuite en un bloc de synchronisation, la plus petite unité de données récupérable à partir de la bande, en y ajoutant une information de synchronisation et d'identification. On les fait alors passer à travers le codeur de voie afin de les préparer pour l'interface tête-bande. Les mots de synchronisation ont une structure identique pour les blocs vidéo et audio. On inclut 160 blocs de synchronisation dans un secteur vidéo et 5 blocs de synchronisation dans un secteur audio. Les secteurs commencent par une séquence de synchronisation de début et se terminent par une séquence de synchronisation de fin. Les secteurs sont séparés par un intervalle de montage non enregistré, pour permettre une certaine tolérance de position. Les secteurs audio sont inscrits sur la bande en deux endroits par des têtes différentes pour augmenter la probabilité de réussite de la récupération.

Le codeur de voie, commun à toutes les données inscrites par les têtes rotatives, permet une modulation de la voie à l'aide du train de données, de manière à améliorer la fiabilité des données par modelage du spectre (en éliminant les composantes à courant continu et basse fréquence, par exemple) et à faciliter le rétablissement du rythme à la lecture aux différentes vitesses considérées.

Le processus de récupération des données complète celui qui a été décrit précédemment (décodage des voies, rétablissement du rythme, récupération des données, récupération de l'information de synchronisation et d'identification suivis de la détection et de la correction internes des erreurs). Jusqu'ici, les signaux vidéo et audio partagent le même trajet. Les opérations ultérieures de traitement, à savoir le débrassage, la correction externe puis le masquage de toutes erreurs résiduelles détectées mais non corrigées, seront effectuées séparément.

6 Paramètres des signaux enregistrés sur les pistes longitudinales

6.1 Piste d'ordres audio

Dans les opérations de montage, il faut que le son restitué soit intelligible à des vitesses extrêmement variables et il est clair que les pistes numériques sur lesquelles on utilise des techniques par paquets ne peuvent satisfaire à cette exigence de manière simple. Une piste longitudinale de montage est donc incluse dans le format et, pour plus de simplicité, l'enregistrement analogique classique polarisé en courant alternatif est spécifié avec une largeur de piste d'environ 600 μm . L'enregistrement analogique ne résout pas les problèmes de distorsion et de surimpression lors de l'impression dus à l'extrême minceur de la couche magnétique recouvrant le support d'enregistrement numérique et à l'épaisseur de base de celui-ci (13-16 μm); en revanche, il donne une qualité de fonctionnement supérieure à vitesse variable, pour un niveau de complexité donné et il permet d'obtenir des points approximatifs pour les besoins du montage.

6.2 Piste de code temporel

Pour des raisons analogues à celles indiquées pour la piste longitudinale d'ordres audio, on dispose d'une piste pour l'enregistrement du code temporel associé à la vidéo, pour la commande de montage et l'accès aux scènes.

Il convient de noter que les quatre voies audionumériques acheminent chacune un double code temporel dans leurs bits d'état de voie; un total de neuf codes temporels et bits utilisateur peut donc être présent dans le magnétoscope.

On étudie actuellement la possibilité d'enregistrer des informations de code temporel supplémentaires utilisant la capacité disponible du format pour enregistrer des données, par exemple au sein des bits d'utilisation du code temporel.

6.3 Piste d'asservissement

La modulation de la piste d'asservissement est une modulation à trois états, composée de doublets d'impulsions séparés par des intervalles en leur milieu; la composante moyenne en courant continu est nulle.

Les doublets d'asservissement de référence apparaissent tous les deux segments vidéo, c'est-à-dire 5 fois par image pour les systèmes à 525 lignes et 6 pour les systèmes à 625 lignes; ils ont une fréquence nominale d'apparition de 150 Hz. L'apparition dans chaque image de télévision d'un doublet supplémentaire fournit une référence de trame.

Etant donné que l'on compte 1 601,6 échantillons audio par image de 525 lignes, soit 8 008 échantillons pour 5 images de télévision, un doublet supplémentaire est utilisé pour marquer la piste d'asservissement toutes les 5 images. En 625 lignes, on a 1 920 échantillons audio par image, ce qui rend inutile ce doublet d'impulsions.

Un doublet d'impulsions supplémentaire a été défini, afin de fournir une référence pour le montage des trames en séquence correcte. Ce doublet d'impulsions peut aussi servir à indiquer le début de la trame couleur, si besoin était, aux fins de la synchronisation du DTTR sur une référence de couleur externe.

L'intervalle de temps compris entre la fin de ce doublet facultatif et le début du doublet d'asservissement de référence suivant est le moment où un montage peut avoir lieu et est réservé à cette fin.

6.4 Relations de synchronisation

Dans un appareil analogique pratique, les relations de synchronisation à l'entrée et à la sortie doivent être spécifiées et généralement le son et l'image coïncident dans le temps; par ailleurs, les relations de synchronisation sur la bande sont spécifiées pour tenir compte des contraintes physiques du positionnement des têtes et pour réduire au minimum la nécessité d'une compensation des écarts de temps, en particulier du côté enregistrement. Dans le cas du magnéscope numérique, la relation de synchronisation entre les horloges d'échantillonnage audio et vidéo, le fonctionnement en mode paquets pour le son, avec multiplexage dans la voie, vidéo, et le recours à l'intercalation et au brassage afin d'améliorer la correction et le masquage des erreurs, créent des complications supplémentaires.

Le DTTR sera conforme à la pratique habituelle avec un son et une image coïncidant dans le temps à l'entrée et à la sortie et des paquets de données audio et vidéo qui coïncideront dans les mêmes pistes. Les ordres audio et le code temporel sur les pistes longitudinales sont décalés de 210 mm par rapport aux pistes numériques correspondantes.

7 Terminologie

7.1 Définitions générales

7.1.1 *Zone programme.* La zone programme est la partie de la bande sur laquelle sont enregistrés les signaux vidéo et audio numériques.

7.1.2 *Configuration des pistes de la zone programme – Secteurs vidéo et audio.* Une tête qui enregistre pendant une exploration complète de la zone programme trace une piste hélicoïdale comportant six secteurs numériques disposés dans l'ordre suivant: un secteur vidéo, quatre secteurs audio et un secteur vidéo. 20 pistes de ce type dans le système à 525 lignes et 24 dans le système à 625 lignes contiennent un enregistrement vidéo équivalant à la période de deux trames de télévision et des enregistrements audio correspondant à 33,37 ms dans le système à 525 lignes et à 40 ms dans le système à 625 lignes pour chacune des voies audio. Les enregistrements d'une trame de télévision, toutefois, commencent au début d'un segment vidéo.

7.2 Affectation de la configuration de piste – Segments vidéo et audio

7.2.1 *Segment vidéo.* Un segment vidéo contient les données vidéo numériques provenant d'un cinquième (dans le système à 525 lignes) ou d'un sixième (dans le système à 625 lignes) de trame de télévision, et comprend 4 secteurs vidéo. Ceux-ci sont situés sur quatre pistes hélicoïdales adjacentes, les secteurs vidéo adjacents supérieurs étant sur la première paire de pistes et les secteurs vidéo adjacents inférieurs sur la deuxième paire de pistes.

7.2.2 *Segment audio*. Un segment audio, initialement, contient les données audio numériques provenant d'une période de 6,7 ms d'une voie audio et comprend quatre secteurs audio, répartis entre quatre pistes adjacentes. Par conséquent, les quatre segments audio correspondant à une période de temps donnée sont associés à deux segments vidéo correspondant à la même période de temps et sont physiquement enregistrés à la fin de ces segments vidéo.

7.3 Affectation des signaux électriques

7.3.1 *Affectation des secteurs vidéo et audio – Préambule (plage de synchronisation de début, bloc de synchronisation, «postambule» plage de synchronisation de fin)*. Chaque secteur vidéo comprend un préambule, 160 blocs de synchronisation et un «postambule». Chaque secteur audio comprend un préambule, cinq blocs de synchronisation et un «postambule».

7.3.1.1 *Préambule (plage de synchronisation de début)*. Un préambule comprend une séquence de démarrage, un schéma de synchronisation, un schéma d'identification et une séquence de remplissage.

7.3.1.1.1 *Séquence de démarrage*. Une séquence de démarrage comprend une séquence de bits choisie pour faciliter le verrouillage des circuits d'extraction de données.

7.3.1.1.2 *Schéma de synchronisation*. Un schéma de synchronisation comprend deux octets consécutifs dont le schéma de bits, choisi spécialement à cet effet, donne une indication sûre du début d'un bloc de synchronisation.

7.3.1.1.3 *Schéma d'identification*. Un schéma d'identification comprend quatre octets consécutifs, fournissant une adresse unique de la position d'un bloc de synchronisation dans quatre champs de données enregistrées, codés de manière à supprimer la composante continue et à assurer une protection contre les erreurs.

7.3.1.1.4 *Séquence de remplissage*. Séquence d'octets destinée à maintenir la synchronisation des horloges, sans acheminer des données utiles.

7.3.1.2 *Bloc de synchronisation*. Un bloc de synchronisation comprend un schéma de synchronisation suivi d'un schéma d'identification lui-même suivi de deux blocs de code interne.

7.3.1.3 *Bloc de code interne*. Un bloc de code interne comprend 60 octets de données vidéo, audio ou de contrôle de code externe, suivis de quatre octets de données de contrôle de code interne.

7.3.1.4 *«Postambule» plage de synchronisation de fin*. Un «postambule» comprend un schéma de synchronisation suivi d'un schéma d'identification.

7.4 Sous-ensembles de données binaires

Habituellement, par souci de commodité en traitement numérique parallèle, l'information binaire est traitée en groupes de bits désignés, dans les ouvrages traitant de cette question, par les termes «mots» et «octets». Quoique universellement compris, ces termes ne sont pas toujours clairement définis. Aussi convient-il de préciser ici le sens qui leur est donné dans la présente terminologie.

7.4.1 *Octet*. Un octet comprend 8 bits d'information binaire. Il peut avoir une identité autre que d'être une unité de traitement commode (voir, par exemple, «mot de données vidéo»), mais généralement cela n'est pas implicite.

7.4.2 *Mot de données vidéo*. Un mot de données vidéo est un octet dont les 8 bits représentent les 256 niveaux quantiques possibles d'un échantillon vidéo.

7.4.3 *Mot de données audio.* Un mot de données audio comprend 20 bits. Dans le mode d'exploitation le plus élémentaire, 16 bits représentent les 2^{16} niveaux quantiques possibles d'un échantillon audio et 4 bits sont utilisés pour les signaux auxiliaires. D'autres modes sont définis dans lesquels un, deux, trois ou quatre des bits auxiliaires sont utilisés pour étendre la portée dynamique de la quantification des échantillons audio.

7.5 Stratégie de protection contre les erreurs

On utilise diverses méthodes pour réduire l'effet des erreurs numériques sur la qualité objective et subjective de l'image ou du son à la lecture.

La combinaison appropriée de méthodes permettant d'obtenir un résultat optimal constitue ce que l'on appelle généralement la stratégie de protection contre les erreurs.

7.5.1 *Correction des erreurs.* Emploi de données de contrôle mathématiquement liées, enregistrées avec les données vidéo et audio, pour localiser et corriger les erreurs numériques.

7.5.2 *Masquage des erreurs.* Remplacement d'échantillons erronés par des valeurs estimatives calculées d'après des échantillons connexes sans erreur.

7.5.3 *Pré-codage à la source.* Transcodage des mots de données vidéo, permettant, pour la répartition la plus probable des erreurs numériques, une réduction de l'erreur maximale produite dans un échantillon vidéo.

7.6 Protection contre les erreurs – Organisation des données

La correction des erreurs pour les données vidéo et les données audio est du type bloc-produit, dans lequel chaque mot de données intervient dans le calcul de deux ensembles de données de contrôle représentés respectivement comme des données de contrôle de code externe et des données de contrôle de code interne.

En outre, on modifie l'ordre naturel d'apparition des données vidéo et audio en procédant à une nouvelle répartition de ces données, afin de réduire l'effet des paquets d'erreurs.

7.6.1 *Matrice de secteur de données vidéo.* Aux fins de la correction des erreurs par bloc-produit, on considère les 18 000 mots de données vidéo à enregistrer dans un secteur vidéo comme une matrice rectangulaire de 600 mots de données vidéo par ligne et 30 mots de données vidéo par colonne.

7.6.1.1 *Données de contrôle de code externe vidéo – Bloc de code externe vidéo.* Les données de contrôle de code externe vidéo comprennent 2 octets calculés d'après une colonne de la matrice de données vidéo et considérés comme étant ajoutés à cette colonne. Les 32 octets ainsi obtenus constituent ce que l'on appelle un bloc de code externe vidéo.

7.6.1.2 *Données de contrôle de code interne vidéo – Bloc de code interne vidéo.* Les données de contrôle de code interne vidéo comprennent 4 octets calculés d'après un sous-ensemble de 60 octets d'une ligne de la matrice vidéo (ou d'une ligne des données de contrôle de code externe vidéo) et ajoutés à ce sous-ensemble. Les 64 octets ainsi obtenus constituent ce que l'on appelle un bloc de code interne vidéo.

7.6.1.3 *Bloc-produit vidéo.* On appelle bloc-produit vidéo la matrice définie par 32 blocs de code interne vidéo et les 60 blocs de code externe vidéo correspondants. On compte 10 blocs-produits vidéo de cette nature dans un secteur vidéo.

7.6.2 *Matrice de données audio.* Un secteur audio contient des mots de données audio pairs ou impairs. Aux fins de la correction des erreurs par les blocs-produits, on considère les 168 mots à enregistrer dans un secteur audio, qui comprennent chacun 20 bits, comme une matrice rectangulaire de 120 mots de 4 bits par ligne et de sept mots de 4 bits par colonne.

7.6.2.1 *Données de contrôle de code externe audio – Bloc de code externe audio.* Les données de contrôle de code externe audio comprennent trois mots de 4 bits calculés d'après une colonne de la matrice de données audio de sept mots à 4 bits et considérés comme s'ajoutant à cette colonne. (Dans la pratique, les données de contrôle de code externe audio sont réparties dans la colonne.) Les 10 mots à 4 bits ainsi obtenus constituent ce que l'on appelle un bloc de code externe audio.

7.6.2.2 *Données de contrôle de code interne audio – Bloc de code interne audio.* Les données de contrôle de code interne audio comprennent 4 octets calculés d'après une ligne de la matrice audio (ou d'après les données de contrôle de code externe audio ajoutées). Les 64 octets ainsi obtenus forment ce que l'on appelle un bloc de code interne audio.

7.6.2.3 *Bloc-produit audio.* On appelle bloc-produit audio la matrice définie par les 10 blocs de code interne audio ou par les 60 blocs de code externe audio correspondants. On compte un bloc-produit audio par secteur audio.

7.6.3 Redistribution des données vidéo et audio

7.6.3.1 *Intercalation.* Réagencement systématique des données visant à séparer les mots vidéo ou audio qui étaient initialement adjacents, afin de réduire l'effet des paquets d'erreurs sur la capacité de correction des erreurs. La séparation des mots est appelée distance d'intercalation.

7.6.3.2 *Brassage.* Réagencement systématique des mots de données vidéo ou audio destiné à accroître la probabilité pour que les mots incorrigibles soient entourés de mots de données sans erreur, aux fins du masquage des erreurs.

7.7 Définitions d'autres processus électriques

7.7.1 *Codage de voie.* Processus par lequel l'information binaire obtenue à partir des circuits logiques numériques et servant au traitement des données vidéo et audio est convertie en une forme d'onde adaptée à l'enregistrement sur un support magnétique.

7.7.2 *Randomisation.* Réduction de la corrélation d'une séquence de bits série permettant d'obtenir une approximation statistique d'une séquence aléatoire.

7.7.3 *Embrouillage.* Terme synonyme de randomisation.

7.7.4 *Transcodage.* Recodage des données, par calcul ou consultation d'une table, visant à établir une relation biunivoque définie entre chaque mot de code original et le mot de code dérivé.

7.8 Termes de nature mécanique

7.8.1 *Dimensions de base.* Une dimension de base est une dimension fondamentale à laquelle aucune tolérance n'est applicable.

7.8.2 *Dimension dérivée.* Une dimension dérivée est obtenue à partir d'autres dimensions fondamentales par le calcul et n'est donnée qu'à titre de référence.

7.9 Définitions relatives au montage

7.9.1 *Intervalle de montage.* Espace entre secteurs adjacents, auquel les transitions de montage doivent être limitées, entre la fin du «postambule» du secteur arrière et le préambule du secteur avant.

7.9.2 *Piste d'ordres audio.* Piste longitudinale réservée à l'enregistrement des signaux audio-fréquences analogiques à utiliser aux fins de production.

7.9.3 *Piste d'asservissement.* Piste longitudinale comprenant jusqu'à quatre jeux de doublets d'impulsions. Sert de référence d'asservissement, indique la trame vidéo et le début de la séquence audio à cinq trames (dans les systèmes 525/60) et peut indiquer, au besoin, le début d'une séquence de trames couleur.
