



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

J.52

(07/96)

SÉRIE J: TRANSMISSION DES SIGNAUX
RADIOPHONIQUES ET TÉLÉVISUELS

Transmission numérique de signaux radiophoniques

**Transmission numérique de signaux
radiophoniques de haute qualité utilisant un,
deux ou trois canaux à 64 kbit/s par signal
monophonique (et jusqu'à six par signal
stéréophonique)**

Recommandation UIT-T J.52

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE J
TRANSMISSION DES SIGNAUX RADIOPHONIQUES ET TÉLÉVISUELS

Recommandations générales	J.1-J.9
Recommandations générales relatives aux circuits de transmission radiophonique	J.10-J.19
Caractéristiques de fonctionnement des circuits de transmission radiophonique	J.20-J.29
Caractéristiques des équipements et des lignes utilisés pour établir les circuits radiophoniques	J.30-J.39
Caractéristiques des équipements de codage de signaux radiophoniques analogiques	J.40-J.49
Transmission numérique de signaux radiophoniques	J.50-J.59
Caractéristiques des circuits de transmission télévisuelle	J.60-J.69
Transmission télévisuelle sur lignes métalliques et interconnexion avec les faisceaux hertziens	J.70-J.79
Transmission numérique des signaux de télévision	J.80-J.89
Recommandations propres aux transmissions télévisuelles	J.90-J.99
Transmission de signaux vidéo, son et données multiplexés et de signaux de nouveaux systèmes	J.100-J.109
Services interactifs	J.110-J.119

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T J.52, que l'on doit à la Commission d'études 9 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 11 juillet 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1997

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
0	Domaine d'application..... 1
1	Caractéristiques générales 1
2	Formats d'interface de réseau 2
3	Synchronisation et verrouillage de trame 4
4	Protection contre les erreurs 12
5	Transmission des données 21
Annexe A – Transmission numérique de signaux radiophoniques de qualité moyenne utilisant (en totalité ou en partie) un canal à 64 kbit/s 24	
Appendice I – Performance de la correction d'erreur directe 27	

RÉSUMÉ

Le système décrit dans la présente Recommandation permet la transmission de signaux sonores, codés selon les nouvelles méthodes recommandées par la Commission d'études 10 de l'UIT-R et normalisées par l'ISO/CEI 11172-3. Ces signaux sont acheminés par 1 à 6 canaux B du RNIS à bande étroite ou par des connexions permanentes, avec une trame au débit de 2048 (ou 1544) kbit/s. Dans le cas d'une transmission par RNIS à bande étroite, on fait appel à la Recommandation H.221 pour multiplexer jusqu'à 6 canaux B tout en conservant l'intégrité des séquences binaires. Le texte révisé contient des éclaircissements qui reflètent l'expérience acquise lors de la mise en œuvre de la version actuelle de la Recommandation. Il apporte également un nouveau chapitre sur la transmission, dans le champ de données auxiliaires de la trame ISO, de données associées au programme.

INTRODUCTION

L'ISO et la CEI ont approuvé la Norme internationale 11172-3 sur la réduction du débit des signaux radiophoniques numériques de haute qualité. Avec ce système, il est possible de transmettre des signaux radiophoniques de haute qualité avec des débits compris entre 64 et 192 kbit/s. Les signaux stéréophoniques sont codés dans un seul train binaire à des débits compris entre 128 et 384 kbit/s. Si des signaux sonores codés selon l'ISO/CEI 11172-3 doivent être transmis dans des réseaux de télécommunication, il faut tenir compte des propriétés de ces réseaux. L'UIT-T a approuvé certaines Recommandations qui décrivent la structure et la fonction de canaux à 64 kbit/s pour applications audiovisuelles (la Recommandation H.200 contient une liste de ces Recommandations).

Le RNIS à bande étroite permet l'assemblage de canaux simples au débit de 64 kbit/s. Si le débit est supérieur à 64 kbit/s (deux fois, trois fois, etc.), des mesures sont nécessaires pour maintenir la séquence des bits. L'équipement décrit ci-après permet la transmission de signaux sonores codés à la source sur des canaux du RNIS à bande étroite ou sur des connexions avec trame à 2048 kbit/s (ou 1544 kbit/s).

TRANSMISSION NUMÉRIQUE DE SIGNAUX RADIOPHONIQUES DE HAUTE QUALITÉ UTILISANT UN, DEUX OU TROIS CANAUX À 64 kbit/s PAR SIGNAL MONOPHONIQUE (ET JUSQU'À SIX PAR SIGNAL STÉRÉOPHONIQUE)

(révisée en 1996)

0 Domaine d'application

Sur la base d'essais très complets qui ont été conduits par la Commission d'études 10 de l'UIT-R pour différentes applications de transmission dans une chaîne de radiodiffusion (contribution, distribution, émission, commentaire), la Recommandation UIT-R BS.1115 recommande un système de réduction de débit conformément à l'ISO/CEI 11172-3. Les couches de codage et les débits (par canal monophonique) recommandés par la CE 10 de l'UIT-R dépendent de l'application et sont compris entre 120 et 180 kbit/s dans la couche II, sauf pour le commentaire, qui peut utiliser la couche III au débit de 60 kbit/s. Pour plus de détails, voir l'UIT-R BS.1115.

Pour la transmission de programmes radiophoniques de haute qualité avec leurs données associées, il est souhaitable d'utiliser des canaux au débit normalisé de 64 kbit/s ou à ses multiples. La présente Recommandation définit le formateur et le déformateur pour le transport sur ces canaux normalisés à 64 kbit/s des signaux audiophoniques à débit réduit selon l'ISO/CEI 11172-3 avec les données qui leur sont associées. Le train binaire à transmettre sur des canaux à 64 kbit/s peut, sur option, être protégé par des mesures de correction d'erreur.

L'UIT-R n'a pas (à fin 1995) formulé de recommandation pour l'utilisation des *basses fréquences d'échantillonnage* selon l'ISO/CEI 13818-3. Les dispositions de l'Annexe A s'appliqueront **si** l'extension aux *basses fréquences d'échantillonnage* doit être mise en œuvre **et seulement dans ce cas**. La mise en œuvre des modes aux *basses fréquences d'échantillonnage* n'est absolument pas obligatoire car ces modes limitent automatiquement la largeur de bande et ne permettraient donc pas de satisfaire aux critères de haute qualité.

1 Caractéristiques générales

1.1 Utilité de l'équipement

L'équipement sert à traiter un signal radiophonique de haute qualité à débit réduit pour la transmission sur des canaux à 64 kbit/s normalisés. A cet effet, il faut que le codeur de source et le multiplexeur forment une unité avec une sortie à l'interface de ligne (voir la Figure 1).

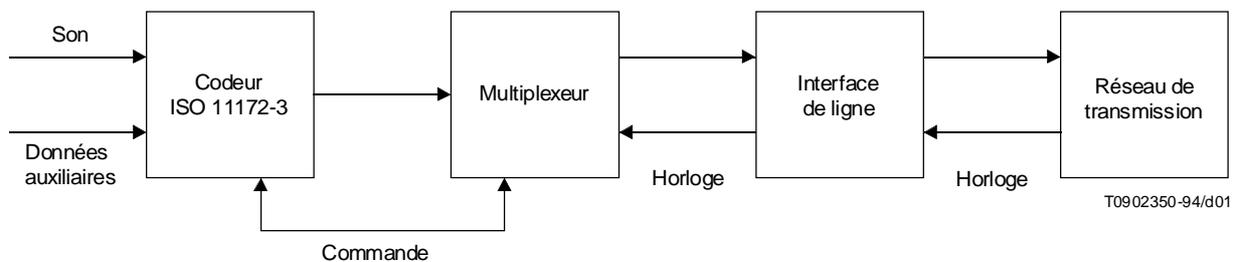


FIGURE 1/J.52
Connexion entre le codeur, le multiplexeur et l'interface de ligne

1.2 Signaux entrants (niveau MIC)

Le codeur de source fournit un train de bits conforme à l'ISO 11172-3 (couche I, couche II ou couche III). La couche I n'est pas recommandée pour les applications de radiodiffusion; la structure en blocs des couches II et III avec des longueurs de bloc de 24 ms (pour une fréquence d'échantillonnage à 48 kHz) est représentée sur la Figure 2.

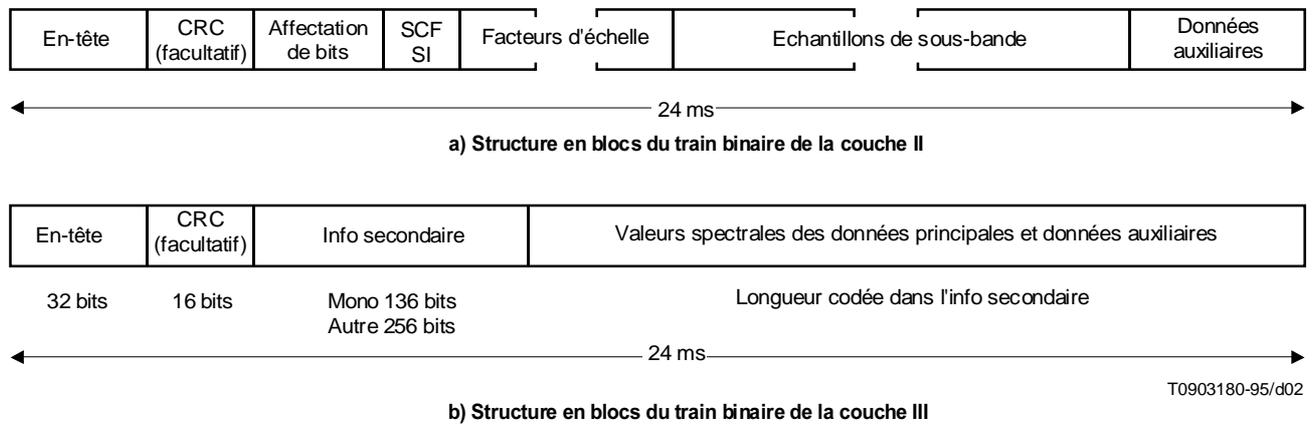


FIGURE 2/J.52

Si possible, ce train de bits doit être transmis tel quel. Mais, dans la plupart des cas, cela est impossible pour les raisons suivantes:

- des bits de tramage additionnels sont nécessaires pour la transmission sur les canaux B du RNIS;
- s'il est nécessaire d'inclure la protection contre les erreurs afin de corriger les erreurs sur les bits, un autre niveau de la hiérarchie de codage doit être utilisé.

Le Tableau 1 donne toutes les longueurs de trame définies selon l'ISO 11172-3.

Si le bit d'indication de bourrage dans l'en-tête est mis à 1, la trame contient un élément supplémentaire (1 octet pour les couches II et III, 4 octets pour la couche I). Le débit est codé avec 4 bits (indice de débit). Le codage du débit est différent pour les trois couches (voir ISO 11172-3). La couche I et la fréquence d'échantillonnage 44,1 kHz ne sont pas recommandées pour les applications de radiodiffusion.

2 Formats d'interface de réseau

Il y a une distinction entre les connexions commutées (RNIS) et les connexions permanentes: elle réside dans la différence d'acheminement de plusieurs canaux B constituant un canal son virtuel à plus de 64 kbit/s, qui exige une compensation de la différence de retard de transmission dans le cas de connexions commutées.

Deux formats de transmission sont nécessaires:

- transmission d'un signal mono/stéréo utilisant de 1 à 6 canaux à 64 kbit/s ou un seul canal H_0 dans un RNIS commuté;
- transmission d'un ou de plusieurs signaux mono/stéréo utilisant par exemple des canaux H_0 ou H_1 pour des connexions permanentes.¹⁾

¹⁾ Pour la transmission d'un signal mono ou stéréo à un débit de 1 à 6×64 kbit/s sur des connexions permanentes, on peut faire appel à l'option circuit loué de la Recommandation X.21. Dans ce cas, le tramage H.221 est facultatif.

TABLEAU 1/J.52

Longueurs possibles de trames en octets (sans bourrage)

Fréquence d'échantillonnage (Hz)	32 000			44 100			48 000			
	Couche	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Débit (bit/s)										
32 000	48	144	144	32	104	104	32	96	96	
40 000	–	–	180	–	–	130	–	–	120	
48 000	–	216	216	–	156	156	–	144	144	
56 000	–	252	252	–	182	182	–	168	168	
64 000	96	288	288	68	208	208	64	192	192	
80 000	–	360	360	–	261	261	–	240	240	
96 000	144	432	432	104	313	313	96	288	288	
112 000	–	504	504	–	365	365	–	336	336	
128 000	192	576	576	136	417	417	128	384	384	
160 000	240	720	720	172	522	522	160	480	480	
192 000	288	864	864	208	626	626	192	576	576	
224 000	336	1008	1008	240	731	731	224	672	672	
256 000	384	1152	1152	276	835	835	256	768	768	
288 000	432	–	–	312	–	–	288	–	–	
320 000	480	1440	1440	348	1044	1044	320	960	960	
352 000	528	–	–	380	–	–	352	–	–	
384 000	576	1728	–	416	1253	–	384	1152	–	
416 000	624	–	–	452	–	–	416	–	–	
448 000	672	–	–	484	–	–	448	–	–	

NOTE – Un tiret (–) dans le tableau signifie que la combinaison de fréquence d'échantillonnage, de débit et de couche n'est pas spécifiée dans l'ISO/CEI 11172-3.

2.1 Connexions commutées (RNIS commuté)

Conformément à la Recommandation I.412, les possibilités suivantes existent:

- a) *structures d'interface de canal B*
 - i) structures d'interface de base: 2 canaux B + 1 canal D (16 kbit/s);
 - ii) structures d'interface de canal B à débit primaire:
 - débit primaire 1544 kbit/s: 23 B + 1 D (64 kbit/s);
 - débit primaire 2048 kbit/s: 30 B + 1 D (64 kbit/s);
- b) *structures d'interface de canal H*
 - i) structures d'interface du canal H_0 à débit primaire:
 - débit primaire 1544 kbit/s: 4 H_0 ;
3 H_0 + D;
 - débit primaire 2048 kbit/s: 5 H_0 + D.

Il convient de prévoir des moyens appropriés pour les paramètres suivants:

- synchronisation d'horloge entre le codeur de source et le réseau;
- synchronisation de temps (compensation de différence de retard de transmission) entre plusieurs canaux B.

2.2 Connexions permanentes

On utilise des signaux à 2048 kbit/s ou à 1544 kbit/s. Le verrouillage de trame est conforme à la Recommandation G.704.

Les paramètres suivants doivent être considérés:

- synchronisation d'horloge entre le codeur de source et le réseau;
- intégrité de la séquence d'octets à l'intérieur d'une même trame;
- affectation des intervalles de temps.

3 Synchronisation et verrouillage de trame

3.1 Connexions commutées

Pour tous les canaux à 64 kbit/s de la structure d'interface de base dans les connexions commutées, le verrouillage de trame conforme à la Recommandation H.221, conjointement avec la Recommandation H.242, devra être utilisé. Avec l'utilisation du verrouillage de trame H.221, il est possible d'obtenir à la fois la synchronisation d'horloge et la synchronisation mutuelle jusqu'à 6 canaux B. Cette possibilité est prévue en permanence, également en cas de changement d'acheminement durant la transmission.

En outre, en ajoutant un verrouillage de trame H.221 aux connexions commutées (canal H₀ ou 1 à 6 canaux B) on obtient un canal de commande harmonisé avec d'autres équipements audiovisuels du RNIS à bande étroite.

La procédure **d'initialisation** de la communication au début d'un appel sera conforme à la Recommandation H.242 sauf que s'il n'est pas prescrit d'assurer l'intercommunication par des terminaux à fréquences vocales jusqu'à 3 kHz, il n'est pas nécessaire de transmettre les données audio G.711 au cours de la période allant jusqu'à la fin de la Séquence A. Les capacités à transmettre au cours de la Séquence A comprennent les valeurs appropriées provenant du Tableau A.2/H.221 et une commande unique, extraite de ce tableau, effectue une commutation sur le mode de transmission sonore requis.

L'attention est particulièrement appelée sur l'article 13/H.242 pour les cas de transmission à l'intérieur d'un réseau restreint (canaux multiples à 56 kbit/s) et pour les cas d'interfonctionnement entre réseaux restreints et non restreints. Les terminaux des deux types doivent transmettre, dans le cadre de leurs jeux de possibilités respectifs, les valeurs correspondantes, extraites de l'attribut (110) du Tableau A.1/H.221.

3.1.1 Structure d'interface de base

Pour obtenir la synchronisation conformément à la Recommandation H.221, un en-tête de 1,6 kbit/s [composé d'un signal de verrouillage de trame (FAS) (*frame alignment signal*) et d'un signal d'allocation de débit (BAS) (*bit rate allocation signal*)] est nécessaire pour chaque canal à 64 kbit/s ou dans le premier intervalle de temps d'un canal H₀.

Pour la transmission de signaux sonores de haute qualité à débit réduit, la Recommandation H.221 a été étendue.

3.1.2 Réalisation de débits ne figurant pas expressément dans le tableau des débits de l'ISO/CEI 11172-3

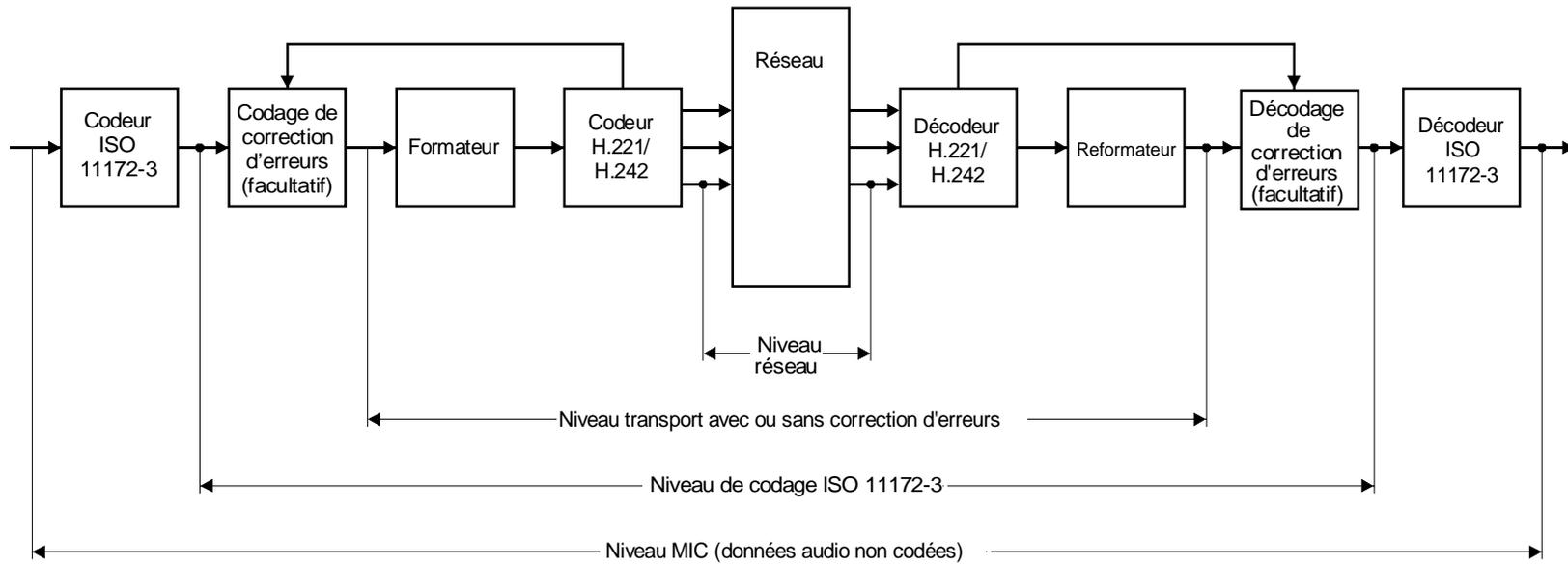
La Figure 3 décrit les différentes sections du système de transmission. Le réseau fournit des canaux de données à 64 kbit/s chacun. En cas d'application du verrouillage de trame H.221 et d'une protection additionnelle contre les erreurs, la capacité totale du canal ne peut être utilisée par le codeur ISO 11172-3 pour les données audio.

Le train de bits conforme à l'ISO/CEI 11172-3 est subdivisé en trames audio correspondant à une séquence de 384 échantillons audio MIC pour la couche I et 1152 échantillons audio MIC pour les couches II et III. La longueur de trame audio (voir le Tableau 1) dépend de l'indice de débit, de la fréquence d'échantillonnage et de l'état du bit de bourrage, information donnée dans l'en-tête de la trame audio. L'ISO/CEI 11172-3 permet 14 débits différents, expressément énumérés, indiqués au moyen de ce que l'on appelle la valeur de l'indice de débit. Un format additionnel, le «format libre», c'est-à-dire une longueur de trame audio définie par l'utilisateur, peut être choisi au moyen de l'indice de débit «0000».

Deux méthodes peuvent être utilisées pour réaliser des débits qui ne sont pas expressément indiqués dans les tableaux de débit de l'ISO/CEI 11172-3. Ce sont les suivantes:

- utilisation du champ des données auxiliaires (recommandé pour couches I et II);
- commutation de débit dynamique (recommandé pour couche III).

L'utilisation d'un format libre n'est pas recommandée.



T0903160-95/d03

FIGURE 3/J.52

Système de transmission avec format de transport
et protection facultative contre les erreurs

3.1.2.1 Utilisation du champ de données auxiliaires (recommandé pour les couches I et II)

Le dernier champ d'une trame conforme à l'ISO/CEI 11172-3 est celui des «données auxiliaires». Il se compose de tous les éléments binaires qui ne sont pas utilisés pour l'information audio. On peut garantir une longueur minimale de ce champ en agissant sur le nombre de bits affectés dans le codeur. On peut obtenir le débit souhaité en sélectionnant une valeur supérieure au débit recherché, compte tenu de la contrainte par rapport à l'ISO/CEI et après élimination d'un certain nombre d'octets de chaque trame. Les trames résultantes sont dénommées ci-après «trames courtes». Après transmission, le nombre correct d'octets de valeur nulle est réinséré, afin de reconstituer des trames audio conformes à la norme MPEG, dénommées ci-après «trames longues».

Une méthode exacte est décrite ci-dessous pour obtenir la longueur de la trame courte pour chaque trame ISO/CEI 11172-3, en fonction d'un certain débit souhaité et d'une certaine fréquence d'échantillonnage. Une trame ISO/CEI 11172-3 se compose toujours d'un nombre entier d'éléments constitués d'un octet pour la couche II et de quatre octets pour la couche I. Le nombre d'éléments d'une trame courte se calcule par les formules suivantes:

$$\text{Couche II: } N = 144 \frac{\text{débit souhaité}}{\text{fréquence d'échantillonnage}}$$

$$\text{Couche I: } N = 12 \frac{\text{débit souhaité}}{\text{fréquence d'échantillonnage}}$$

Si ce calcul donne un nombre non entier, le résultat est tronqué et un bourrage est requis. Dans ce cas, le nombre d'éléments d'une trame variera entre N et $N + 1$. Le bit de bourrage est mis à «0» si le nombre d'éléments est égal à N . Sinon, il est mis à «1».

Il y a lieu d'appliquer le bourrage au train binaire de manière que la longueur cumulée des trames codées ne s'écarte pas, au bout d'un certain nombre de trames audio, de plus de (+0, -1 intervalle) de la valeur calculée comme suit, où le *débit* a la valeur recherchée:

$$\text{Longueur cumulée des trames} = \sum_{\text{première trame}}^{\text{trame actuelle}} \frac{(\text{longueur de trame}) (\text{débit})}{\text{fréquence d'échantillonnage}}$$

où la longueur de trame est égale à 384 pour la couche I et à 1152 pour la couche II.

La méthode suivante, décrite en syntaxe du langage C, peut être utilisée afin de déterminer s'il y a lieu d'utiliser ou de ne pas utiliser le bourrage:

pour la première trame audio:

reste = 0

bourrage = non;

pour chaque trame audio suivante:

si (couche = 1) dif = (12 * débit) % fréquence d'échantillonnage;

sinon dif = (144 * débit) % fréquence d'échantillonnage;

reste = reste - dif;

si (reste < 0) {

bourrage = oui;

reste = reste + fréquence d'échantillonnage;

}

sinon bourrage = non;

Si le bit de bourrage est modifié (P1 → P2 dans la Figure 4), le code de redondance cyclique ISO-CRC doit être recalculé.

On notera que le train binaire résultant des trames courtes ressemble beaucoup à un train binaire en format libre ISO/CEI 11172-3. Les différences sont la valeur de l'indice de débit (qui est égal à «0000» en mode de format libre) et les tables d'affectation des bits pour certaines combinaisons de fréquence d'échantillonnage et de débit. Il convient de

remarquer que, dans une réalisation intégrée d'un codeur audio MPEG, d'un formateur et d'un codeur H.221, il est possible d'avoir un codeur audio MPEG spécial qui produit directement les trames courtes.

A l'extrémité de réception, la sortie du décodeur H.221 produira des trames courtes. Afin de reconstituer des trames longues, la procédure suivante doit être appliquée. Le nombre d'intervalles et la séquence de bourrage des trames longues doivent être calculés comme déjà décrit pour les trames courtes, mais cette fois avec le débit qui correspond à l'indice de débit indiqué dans l'en-tête ISO/CEI 11172-3. Le bit de bourrage contenu dans les trames courtes doit être remplacé par la valeur calculée du bit de bourrage pour la trame longue (cette valeur sera toujours zéro pour les fréquences d'échantillonnage de 32 kHz et de 48 kHz). La trame courte doit être bourrée d'éléments de valeur nulle jusqu'à avoir la longueur complète de la trame longue.

Si le bit de bourrage doit être modifié (P2 → P3 dans la Figure 4), la procédure ci-dessous doit être appliquée:

- si la vérification du code ISO-CRC ne révèle aucune erreur, ce code doit être recalculé sur la base du bit de bourrage de la trame longue reconstituée;
- sinon, le code ISO-CRC doit être transmis tel que reçu.

Il convient de noter que, dans une réalisation intégrée d'un décodeur H.221, d'un déformateur et d'un décodeur ISO, il n'est pas toujours nécessaire de reconstituer les trames longues. Il peut suffire en effet d'utiliser un décodeur MPEG audio travaillant directement sur les trames courtes. S'il faut transmettre, en même temps que les données audio, des données auxiliaires telles que des données associées au programme (PAD) (*programme associated data*), des données de protection contre les erreurs ou des codes CRC de facteurs d'échelle, le nombre de bits affectés par le codeur doit être réduit afin de permettre l'insertion de ces données dans les trames courtes.

La Figure 4 montre comment des débits non explicitement énumérés peuvent être déduits d'une trame conforme à la norme MPEG.

3.1.2.2 Commutation dynamique du débit (recommandé pour la couche III)

Pour la couche III, la longueur de trame audio peut être modifiée dynamiquement de trame à trame. A l'aide de cette méthode, en moyenne, les débits additionnels qui ne sont pas énumérés dans le tableau des débits de l'ISO/CEI 11172-3 sont admis. La séquence de trames à débits différents, appelée période de commutation (P), qui est nécessaire pour réaliser le débit requis, doit être déterminée dans le codeur. La formule suivante doit être prise en considération:

$$\text{Débit}_{\text{kbit/s}} = \text{Longueur de trame moyenne}_{\text{bits}} \times \text{Fréquence d'échantillonnage}_{\text{kHz}} / 1152$$

Par exemple, pour un débit de 62,4 kbit/s et une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz, une séquence d'une trame contenant 168 octets = 1344 bits (correspondant à un débit de 56 kbit/s) et de quatre trames contenant 192 octets (correspondant à un débit de 64 kbit/s) doit être utilisée. Cette séquence donne une longueur de trame moyenne de 187,2 octets = 1497,6 bits. La période de commutation (P), la longueur d'une trame courte (L1) et d'une trame longue (L2) sont représentées dans le Tableau 3. Les variables I1 et I2 sont respectivement le nombre de trames de longueur L1 ou L2 à l'intérieur d'une période de commutation P. Avec les modes de protection contre les erreurs 2 et 3, la somme des bits utilisés pour le tramage H.221 et la protection contre les erreurs doit être prise en considération pour le calcul du débit moyen.

Si une trame longue est utilisée, certains bits peuvent être stockés dans la mémoire tampon interne et utilisés pour la trame suivante si cela est nécessaire pour obtenir un débit moyen constant pour le codage.

Exemple: débit moyen 62,4 kbit/s, fréquence d'échantillonnage 48 kHz.

Indice de débit	Bits utilisés pour le codage	Bits introduits dans/ou sortis de la mémoire tampon
«64 000»	1497	39
«64 000»	1497	39
«64 000»	1498	38
«64 000»	1498	38
«56 000»	1498	-154

Une séquence de commutation quasi arbitraire doit être prise en compte, surtout en mode d'exploitation asynchrone.

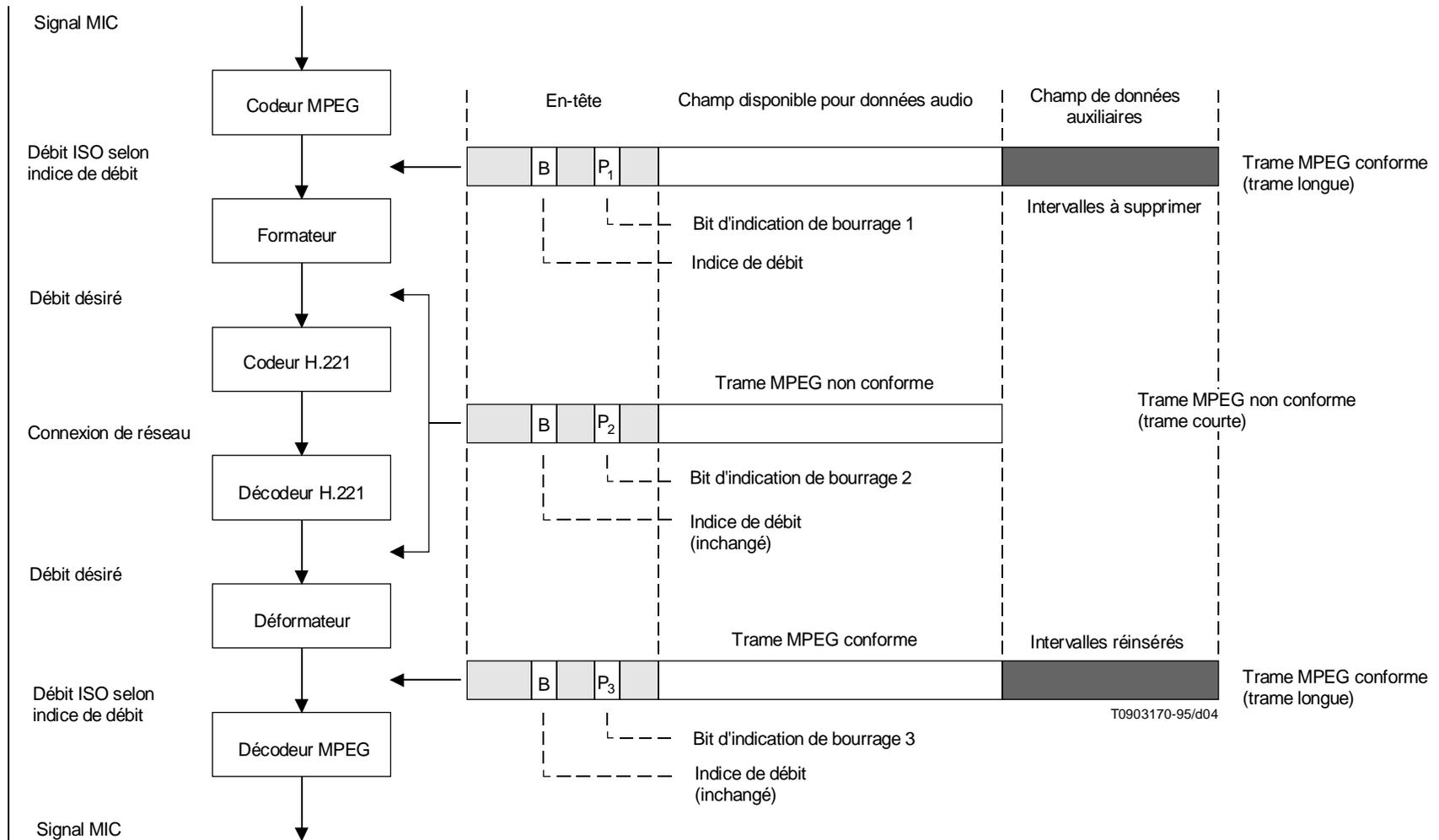


FIGURE 4/J.52

Méthode du champ de données auxiliaires pour obtenir un débit non explicitement cité
(obligatoire pour J.52)

3.1.2.3 Exemple

Les Tableaux 2 et 3 donnent les détails d'adaptation des débits expressément énumérés dans l'ISO/CEI 11172-3 au débit de canal disponible pour les méthodes «utilisation du champ des données auxiliaires» et «commutation dynamique de débit». Le contenu de ces tableaux est le suivant:

- *Canaux:* Nombre de canaux à 64 kbit/s utilisés
- *Mode:*
 - dans la bande Le verrouillage de trame H.221 est utilisé dans chaque sous-canal
 - dans la bande 56k Le verrouillage de trame H.221 est utilisé dans chaque canal à 56 kbit/s
- *Débit désiré:* Débit de données disponible pour les données audio ISO 11172-3.

Le Tableau 2 indique les valeurs suivantes:

- L Longueur de trame longue (telle que définie dans l'ISO/CEI 11172-3)
- S Longueur d'une trame raccourcie

TABLEAU 2/J.52

Adaptation au débit désiré des débits expressément énumérés dans l'ISO/CEI 11172-3 (exemples pour couche II)

Canaux	Mode	Débit désiré	Fréquence d'échantillonnage					
			32 kHz		44,1 kHz		48 kHz	
			L	S	L	S	L	S
1	dans la bande	62 400	192	187	208	203	288	280
2	dans la bande	124 800	384	374	417	407	576	561
3	dans la bande	187 200	576	561	626	611	864	842
4	dans la bande	249 600	768	748	835	815	1152	1123
5	dans la bande	312 000	960	936	1044	1018	1440	1404
6	dans la bande	374 400	1152	1123	1253	1222	1728	1684
2	dans la bande 56k	108 800	336	326	365	355	504	489

Les valeurs suivantes sont indiquées dans le Tableau 3:

- L1 Longueur de trame nominale pour une trame courte (telle que définie dans l'ISO/CEI 11172-3)
- L2 Longueur de trame nominale pour une trame longue (telle que définie dans l'ISO/CEI 11172-3)
- I1 Nombre de trames utilisant L1
- I2 Nombre de trames utilisant L2
- P Période de commutation de longueur de trame
- dL Longueur de trame moyenne

Le Tableau 3 est valide pour une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz.

3.2 Transmission sur des connexions permanentes

La structure d'une trame à 2048 kbit/s consiste en 32 intervalles de temps (TS) (*times slots*) ayant une capacité de 64 kbit/s chacun. La structure d'une trame de 1544 kbit/s consiste en 24 intervalles de temps d'une capacité de 64 kbit/s chacun.

TABLEAU 3/J.52

**Adaptation au débit désiré des débits expressément énumérés dans
l'ISO/CEI 11172-3 (exemples pour couche III)**

Canaux	Mode	Débit désiré	L1 (octet)	I1	L2 (octet)	I2	P	dL
1	dans la bande	62 400	168	1	192	4	5	187,2
2	dans la bande	124 800	336	1	384	4	5	374,4
3	dans la bande	187 200	480	3	576	17	20	561,6
4	dans la bande	249 600	672	1	768	4	5	748,8
5	dans la bande	312 000	768	1	960	7	8	936
2	dans la bande 56	108 800	288	1	336	4	5	326,4

L'intervalle TS 0 est utilisé pour le verrouillage de trame. Dans des trames à 2 Mbit/s, l'intervalle TS 16 est réservé pour la signalisation et pour d'autres utilisations de réseau. En cas de signalisation voie par voie, la transmission de voies de données à faible débit (associées aux voies son) est possible dans l'intervalle TS 16.

Pour les modes de protection contre les erreurs 1, 2 et 3, une capacité de redondance est nécessaire. Cette capacité:

- est tirée du champ des données auxiliaires (voir 3.1.2.1);
- est assurée par commutation dynamique de débit (voir 3.1.2.2).

Dans les connexions à 2 Mbit/s (ou à 1,5 Mbit/s), il existe deux modes d'exploitation, un mode à multiplexage variable et un mode à multiplexage fixe. Dans le mode à multiplexage variable, seul l'intervalle de temps TS 1 a le tramage H.221. Tous les autres intervalles sont exempts de tramage et peuvent transmettre toute la capacité de 64 kbit/s. Dans le mode à multiplexage fixe, tous les intervalles de temps peuvent transmettre toute la capacité de 64 kbit/s sans tramage H.221. Les canaux sont attribués dans un ordre fixe.

3.2.1 Multiplexage variable

Dans le mode à multiplexage variable, on utilise l'extension sur octets multiples (MBE) (*multiple byte extension*) (voir la Recommandation H.221). L'intervalle TS 1 a une structure de trame conforme à la Recommandation H.221. Il n'a pas à être utilisé pour la transmission de signaux son, mais il contient les signaux FAS et BAS. Il peut être utilisé pour la transmission d'un canal G.722 et/ou de données à faible vitesse (LSD) (*low-speed data*). Les signaux audio sont transmis respectivement dans les intervalles de temps 2 à 15 et 17 à 31 pour des systèmes avec 32 intervalles de temps et dans les intervalles de temps 2 à 23 pour ceux de 24 intervalles.

Chaque intervalle de temps, à l'exception de l'intervalle TS 1, est un canal à 64 kbit/s sans tramage avec une capacité complète, ce qui signifie qu'il est possible de transmettre:

- 64 kbit/s dans un intervalle de temps;
- 128 kbit/s dans deux intervalles de temps;
- 192 kbit/s dans trois intervalles de temps, etc.

En cas de transmission de plus de 64 kbit/s, deux intervalles de temps ou davantage constituent un canal virtuel.

La Recommandation H.221 indique les détails de commande et de signalisation (échange de possibilités, échange de commandes).

3.2.2 Multiplexage fixe

Le mode à multiplexage fixe est établi via des trames à 2048 kbit/s conformément à la Recommandation G.704. En principe, les intervalles temporels peuvent être attribués individuellement.

En cas de transmission de plus de 64 kbit/s, deux intervalles de temps ou davantage constituent un canal virtuel.

Si la trame est conforme à la Recommandation G.735 ou à la Recommandation G.737, les attributions suivantes des intervalles de temps sont recommandées (voir les Tableaux 4-1 et 4-2).

TABLEAU 4-1/J.52

	A	B	C	D	E
1	1 – 17	4 – 20	7 – 23	10 – 26	13 – 29
2	2 – 18	5 – 21	8 – 24	11 – 27	14 – 30
3	3 – 19	6 – 22	9 – 25	12 – 28	15 – 31

NOTE – Les quinze canaux à 128 kbit/s possibles dans un train à 2048 kbit/s sont numérotés A1 à E3. De préférence, il y a lieu d'utiliser les paires de canaux A1-A2, A2-A3, A3-B1, ... E2-E3 pour les émissions stéréophoniques, ou pour constituer un canal à 256 kbit/s.

TABLEAU 4-2/J.52

	A	B	C	D	E
a	1 – 2 – 3	4 – 5 – 6	7 – 8 – 9	10 – 11 – 12	13 – 14 – 15
b	17 – 18 – 19	20 – 21 – 22	23 – 24 – 25	26 – 27 – 28	29 – 30 – 31

NOTE – Les dix canaux possibles à 192 kbit/s dans un train de 2048 kbit/s sont numérotés Aa à Eb. De préférence, les paires de canaux Aa-Ab, Ba-Bb, Ca-Cb, Da-Db et Ea-Eb devraient être utilisées par les émissions stéréophoniques, ou pour constituer un canal à 384 kbit/s.

Si la trame est conforme à la Recommandation G.738, les attributions d'intervalles de temps suivantes sont recommandées pour établir des canaux à 320 kbit/s (voir le Tableau 4-3).

TABLEAU 4-3/J.52

A	B	C	D	E	F
1 – 2 – 3 – 4 – 5	6 – 7 – 8 – 9 – 10	11 – 12 – 13 – 14 – 15	17 – 18 – 19 – 20 – 21	22 – 23 – 24 – 25 – 26	27 – 28 – 29 – 30 – 31

3.3 Synchronisation des fréquences d'échantillonnage à la fréquence d'horloge

Dans les systèmes de transmission en temps réel, la synchronisation du codeur et du décodeur est très importante. Un mode de fonctionnement synchrone ou asynchrone peut être utilisé.

3.3.1 Mode d'exploitation synchrone

Habituellement, le système de transmission fournit une horloge maître des deux côtés, c'est-à-dire que l'horloge d'échantillonnage à l'entrée et à la sortie du système est synchronisée par l'horloge de transmission (voir Figure 5). Par conséquent, avec des entrées audio numériques, soit la source audio doit être synchronisée à l'horloge de transmission, soit il faut utiliser un convertisseur de fréquence d'échantillonnage.

3.3.2 Mode d'exploitation asynchrone

L'horloge d'échantillonnage de l'entrée audio est asynchrone par rapport à l'horloge de réseau. Le codec doit permettre de transporter l'horloge du codeur à travers le réseau qui a une horloge différente.

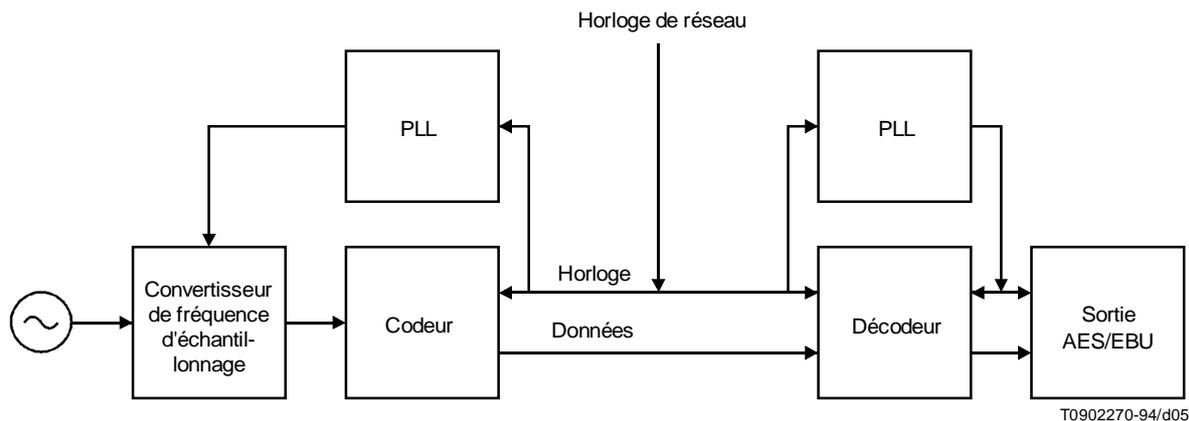


FIGURE 5/J.52

Mode de fonctionnement synchrone

Avec la couche III, il est possible d'utiliser n'importe quel débit de données. Par conséquent, un fonctionnement complètement asynchrone est possible. Le codeur compte le nombre de bits de données qui ont été transmis dans un intervalle de temps donné et le compare avec le nombre cible (débit de données nominal, multiplié par l'intervalle de temps). Si le nombre réel de bits de données est trop petit, le codeur doit utiliser une trame avec un débit plus petit pour la trame suivante et vice versa. A l'aide d'une méthode analogue, le décodeur commande sa fréquence d'échantillonnage pour la fixer à la même valeur que dans le codeur (voir Figure 6).

Si l'on applique un verrouillage de trame H.221, le mode de fonctionnement asynchrone est aussi possible pour la couche II en utilisant le bourrage (sauf pour le débit de données 320 kbit/s).

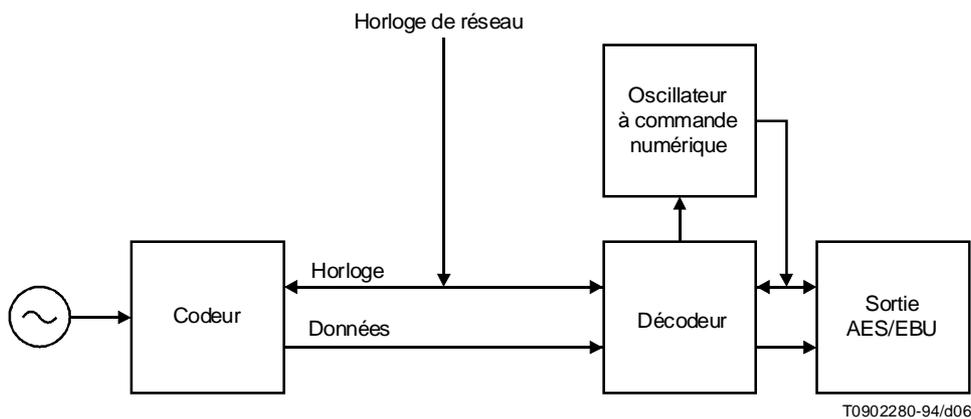


FIGURE 6/J.52

Mode de fonctionnement asynchrone

4 Protection contre les erreurs

L'utilisation d'un CRC ISO dans le signal audio codé à la source est obligatoire pour la transmission. (Les bits CRC permettent une détection d'erreur dans l'en-tête et dans les parties les plus importantes de l'information secondaire.)

Si l'on applique la Recommandation H.221, la procédure CRC-4 doit être utilisée. Les procédures CRC ISO et CRC-4 peuvent chacune permettre de détecter des erreurs mais pas de les corriger. Si nécessaire, la correction d'erreur peut être appliquée en sus.

Les quatre modes de protection contre les erreurs ci-après sont prévus:

- Mode 0: seulement CRC ISO
- Mode 1: protection sur une partie de la trame audio redondance type $r \approx 1,0\%$
- Mode 2: protection uniforme faible redondance type $r \approx 2,5\%$
- Mode 3: protection uniforme forte redondance type $r \approx 10\%$

La protection contre les erreurs est effectuée par:

- correction d'erreur au moyen d'un code Reed-Solomon;
- masquage d'erreur avec le CRC-16.

Si le code Reed-Solomon (code RS) est surchargé, il faut utiliser le masquage des erreurs, fondé sur le CRC-16 ISO. Les modes 1, 2, 3 de protection contre les erreurs utilisent le même système de codage.

- Longueur de symbole: $m = 8$ bits (1 octet)
- Longueur de mot de code: N octets (variable)
- Dimension du code: $K = N - 4$ octets
- Polynôme générateur du corps: $f(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$
- Polynôme générateur du code:
$$g(x) = \prod_{i=1}^4 (x + \alpha^{125+i})$$

$$= x^4 + \alpha^{201}x^3 + \alpha^{246}x^2 + \alpha^{201}x + 1$$

Un octet de données ($d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$) est identifié par l'élément suivant:

$$d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 + \dots + d_1\alpha + d_0 \text{ dans le corps de Galois GF}(256)$$

Pour le calcul du code Reed-Solomon et pour la transmission de la redondance, l'octet le plus significatif et le bit le plus significatif (d_7) d'un octet sont transmis en premier.

4.1 Correction d'erreur sur une partie de la trame audio (seulement dans la couche II)

Dans toute trame, la correction d'erreur s'applique:

- aux bits 16 à 31 de l'en-tête,
- aux bits de contrôle CRC,
- aux bits d'affectation binaire,
- au nombre maximal de bits contenus dans:
 - l'information de sélection du facteur d'échelle,
 - les facteurs d'échelle.

Les autres parties du signal ne sont pas protégées.

Les signaux monophoniques utilisent toujours un seul mot de code Reed-Solomon par trame. Les signaux stéréo et à deux canaux utilisent un seul mot de code Reed-Solomon par trame aux débits inférieurs et deux mots aux débits élevés (voir les Tableaux 5, 6 et 7).

S'il y a deux mots de code, ils sont entrelacés octet par octet comme suit: le premier octet transmis est le premier octet du mot de code un, le deuxième octet transmis est le premier octet du mot de code deux, le troisième octet transmis est le deuxième octet du mot de code un, etc. Cela signifie que l'information proprement dite n'est pas entrelacée.

Redondance de code $r_{\text{code}} = \frac{4}{N} 100 (\%)$

Redondance par trame $r_{\text{trame}} = 4 \frac{\text{mots de code par trame}}{\text{octets par trame}} 100 (\%)$

TABLEAU 5/J.52

**Paramètres du code pour la fréquence d'échantillonnage de 48 kHz
(protection contre les erreurs sur une partie de la trame audio – mode 1 – pour la couche II uniquement)**

Débit (kbit/s)	Octets par trame	Canal monophonique				Stéréo ou double son			
		Nombre de mots de code	K (octets)	r_{code} (%)	r_{trame} (%)	Nombre de mots de code	K (octets)	r_{code} (%)	r_{trame} (%)
32	96	1	28	12,5	4,2	–	–	–	–
48	144	1	28	12,5	2,8	–	–	–	–
56	168	1	83	4,6	2,4	–	–	–	–
64	192	1	83	4,6	2,1	1	51	7,3	2,1
80	240	1	83	4,6	1,7	–	–	–	–
96	288	1	83	4,6	1,4	1	51	7,3	1,4
112	336	1	83	4,6	1,2	2	81	4,7	2,4
128	384	1	83	4,6	1,0	2	81	4,7	2,1
160	480	1	83	4,6	0,8	2	81	4,7	1,7
192	576	1	83	4,6	0,7	2	81	4,7	1,4
224	672	–	–	–	–	2	81	4,7	1,2
256	768	–	–	–	–	2	81	4,7	1,0
320	960	–	–	–	–	2	81	4,7	0,8
384	1152	–	–	–	–	2	81	4,7	0,7

TABLEAU 6/J.52

**Paramètres du code pour la fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz
(protection contre les erreurs sur une partie de la trame audio – mode 1 – pour la couche II uniquement)**

Débit (kbit/s)	Octets par trame	Canal monophonique				Stéréo ou double son			
		Nombre de mots de code	K (octets)	r_{code} (%)	r_{trame} (%)	Nombre de mots de code	K (octets)	r_{code} (%)	r_{trame} (%)
32	104,5	1	28	12,5	3,8	–	–	–	–
48	156,7	1	28	12,5	2,6	–	–	–	–
56	182,9	1	83	4,6	2,2	–	–	–	–
64	209,0	1	83	4,6	1,9	1	51	7,3	1,9
80	261,2	1	83	4,6	1,5	–	–	–	–
96	313,5	1	91	4,2	1,3	1	51	7,3	1,3
112	365,7	1	91	4,2	1,1	2	81	4,7	2,2
128	418,0	1	91	4,2	1,0	2	81	4,7	1,9
160	522,4	1	91	4,2	0,8	2	81	4,7	1,5
192	626,9	1	91	4,2	0,6	2	89	4,3	1,3
224	731,4	–	–	–	–	2	89	4,3	1,1
256	835,9	–	–	–	–	2	89	4,3	1,0
320	1044,9	–	–	–	–	2	89	4,3	0,8
384	1253,9	–	–	–	–	2	89	4,3	0,6

TABLEAU 7/J.52

**Paramètres du code pour la fréquence d'échantillonnage de 32 kHz
(protection contre les erreurs sur une partie de la trame audio – mode 1 – pour la couche II uniquement)**

Débit (kbit/s)	Octets par trame	Canal monophonique				Stéréo ou double son			
		Nombre de mots de code	K (octets)	r _{code} (%)	r _{trame} (%)	Nombre de mots de code	K (octets)	r _{code} (%)	r _{trame} (%)
32	144	1	39	9,3	2,8	–	–	–	–
48	216	1	39	9,3	1,9	–	–	–	–
56	252	1	83	4,6	1,6	–	–	–	–
64	288	1	83	4,6	1,4	1	74	5,1	1,4
80	360	1	83	4,6	1,1	–	–	–	–
96	432	1	91	4,2	0,9	1	74	5,1	0,9
112	504	1	91	4,2	0,8	2	81	4,7	1,6
128	576	1	91	4,2	0,7	2	81	4,7	1,4
160	720	1	91	4,2	0,6	2	81	4,7	1,1
192	864	1	91	4,2	0,5	2	89	4,3	0,9
224	1008	–	–	–	–	2	89	4,3	0,8
256	1152	–	–	–	–	2	89	4,3	0,7
320	1440	–	–	–	–	2	89	4,3	0,6
384	1728	–	–	–	–	2	89	4,3	0,5

4.2 Correction d'erreurs uniforme (couches II et III seulement)

Le code RS défini ci-dessus est utilisé pour protéger une trame complète. La protection contre les erreurs du mode 3 (plus puissante) est réalisée au moyen de mots de code plus nombreux et plus courts par trame. Les L mots de code de chaque trame sont entrelacés, afin d'augmenter la capacité de correction d'erreur en cas d'erreurs par paquets. Avec ce système de codage simple, il suffit d'un seul codeur, d'un seul décodeur et d'un entrelaceur souple pour toutes les applications envisagées dans le présent paragraphe. Voir la Figure 7 pour les exemples.

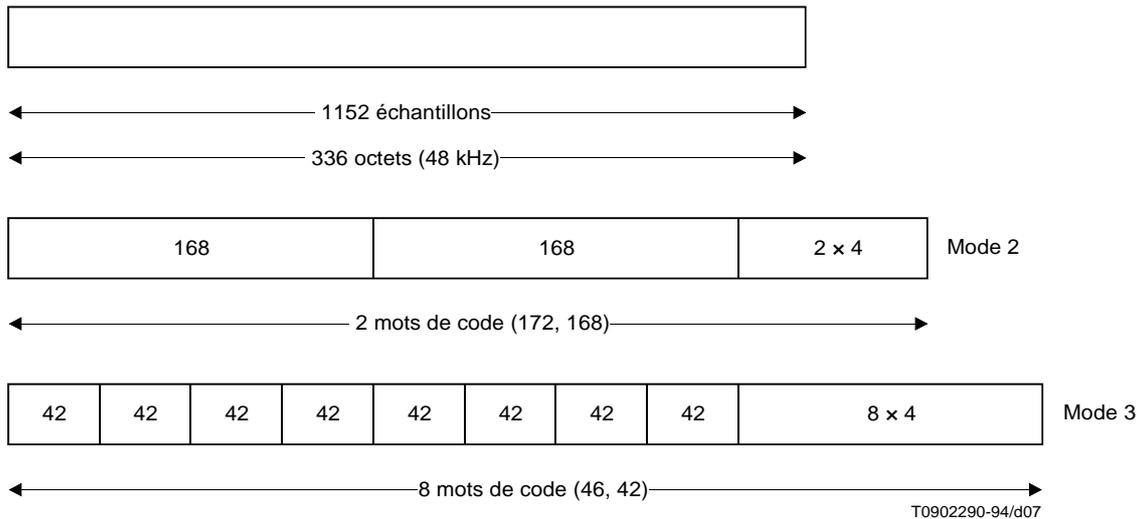


FIGURE 7/J.52
Exemples de système de codage avant entrelacement

Pour les fréquences d'échantillonnage de 48 kHz, 44,1 kHz et 32 kHz et pour les différents débits, la longueur de code N et le nombre L de mots de code par trame sont indiqués dans les Tableaux 8, 9 et 10.

Dans bien des cas, deux longueurs de code différentes, N et $N - 1$, sont nécessaires dans chaque trame. Le nombre de mots de code de longueur N est noté L_N et le nombre de mots de code de longueur $N - 1$ est noté L_{N-1} , où $L = L_N + L_{N-1}$. La redondance est:

$$r = \frac{4L}{\text{Nombre d'octets par trame}}$$

Pour la couche III, le code RS est calculé sur la longueur de la trame ISO compte tenu de la valeur du bit d'indication de bourrage. Si celui-ci est mis à 1, les modifications suivantes se produisent:

$$\text{pour } L_{N-1} > 0: \quad L_N = L_N + 1 \quad L_{N-1} = L_{N-1} - 1,$$

$$\text{ou pour } L_{N-1} = 0: \quad N = N + 1 \quad L_N = 1 \quad L_{N-1} = L - 1$$

Les performances du code correcteur sont décrites dans l'Appendice I.

TABLEAU 8/J.52

Paramètres du code pour la fréquence d'échantillonnage de 48 kHz

Débit (kbit/s)	Octets par trame	N	Nombre de mots de code			r (%)	N	Nombre de mots de code			r (%)
			L	L _N	L _{N-1}			L	L _N	L _{N-1}	
32	96	100	1	1	0	4,17	52	2	2	0	8,33
40	120	124	1	1	0	3,33	44	3	3	0	10,00
48	144	148	1	1	0	2,78	52	3	3	0	8,33
56	168	172	1	1	0	2,38	46	4	4	0	9,52
64	192	196	1	1	0	2,08	43	5	2	3	10,42
80	240	244	1	1	0	1,67	44	6	6	0	10,00
96	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
112	336	172	2	2	0	2,38	46	8	8	0	9,52
128	384	196	2	2	0	2,08	47	9	6	3	9,38
160	480	164	3	3	0	2,50	44	12	12	0	10,00
192	576	196	3	3	0	2,08	46	14	2	12	9,72
224	672	172	4	4	0	2,38	44	17	9	8	10,12
256	768	158	5	3	2	2,60	45	19	8	11	9,09
320	960	164	6	6	0	2,50	44	24	24	0	10,00
384	1152	169	7	4	3	2,43	44	29	21	8	10,07
Mode 2							Mode 3				

TABLEAU 9/J.52

Paramètres du code pour la fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz

Débit (kbit/s)	Octets par trame	N	Nombre de mots de code			r (%)	N	Nombre de mots de code			r (%)
			L	L _N	L _{N-1}			L	L _N	L _{N-1}	
32	104,4	108	1	1	0	3,83	56	2	2	0	7,66
40	130,6	134	1	1	0	3,06	48	3	1	2	9,19
48	156,7	160	1	1	0	2,55	43	4	4	0	10,21
56	182,8	186	1	1	0	2,19	50	4	2	2	8,75
64	208,9	212	1	1	0	1,91	46	5	3	2	9,57
80	261,2	135	2	1	1	3,06	48	6	3	3	9,19
96	313,4	161	2	1	1	2,55	44	8	1	7	10,21
112	365,7	187	2	1	1	2,19	45	9	5	4	9,84
128	417,9	213	2	1	1	1,91	46	10	7	3	9,57
160	522,4	178	3	1	0	2,30	45	13	2	11	9,95
192	626,9	161	4	2	2	2,55	46	15	11	4	9,57
224	731,4	187	4	3	1	2,19	45	18	11	7	9,84
256	835,9	171	5	5	0	2,39	44	21	16	5	10,05
320	1044,8	178	6	6	0	2,30	45	26	4	22	9,95
384	1253,8	161	8	5	3	2,55	45	31	13	18	9,89
Modo 2							Modo 3				

TABLEAU 10/J.52

Paramètres du code pour la fréquence d'échantillonnage de 32 kHz

Débit (kbit/s)	Octets par trame	N	Nombre de mots de code			r (%)	N	Nombre de mots de code			r (%)
			L	L _N	L _{N-1}			L	L _N	L _{N-1}	
32	144	148	1	1	0	2,78	52	3	3	0	8,33
40	180	184	1	1	0	2,22	49	4	4	0	8,89
48	216	220	1	1	0	1,85	48	5	1	4	9,26
56	252	130	2	2	0	3,17	46	6	6	0	9,52
64	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
80	360	184	2	2	0	2,22	44	9	9	0	10,00
96	432	148	3	3	0	2,78	44	11	3	8	10,19
112	504	172	3	3	0	2,38	46	12	12	0	9,52
128	576	196	3	3	0	2,08	46	14	2	12	9,72
160	720	184	4	4	0	2,22	44	18	18	0	10,00
192	864	177	5	4	1	2,31	46	21	3	18	9,72
224	1008	172	6	6	0	2,38	45	25	8	17	9,92
256	1152	169	7	4	3	2,43	44	29	21	8	10,07
320	1440	164	9	9	0	2,50	44	36	36	0	10,00
384	1728	162	11	1	10	2,55	45	43	8	35	9,95
Mode 2							Mode 3				

4.2.1 Calcul du code RS pour la couche II au moyen de la méthode du champ de données auxiliaires

Dans ce cas, une partie de la capacité des trames ISO indiquée au 3.1.2.1 est réservée.

R_h est le nombre entier d'octets qu'il faut éliminer pour satisfaire au tramage H.221 et R_{rs} est le nombre entier d'octets qu'il faut réserver pour le calcul du code Reed-Solomon conformément aux Tableaux 5, 6, 7, 8, 9 et 10. Si le tramage H.221 n'est pas utilisé, on a $R_h = 0$.

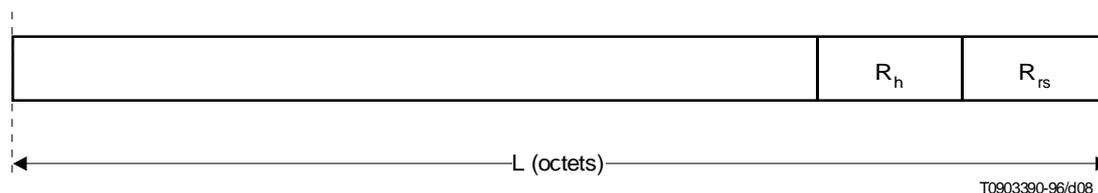


FIGURE 8/J.52

Trame audio avec intervalles réservés pour J.52 et FEC (correction d'erreur directe)

Le code RS est calculé selon la procédure suivante:

- les champs R_h et R_{rs} sont mis à zéro;
- le code de redondance est calculé conformément à l'article 4 pour les mots définis dans les Tableaux 5, 6, 7, 8, 9 et 10 sur les trames complètes, y compris les octets L définis dans le Tableau 2. La variable L est la longueur de la trame ISO conformément au Tableau 2.

5 Transmission des données

Le champ de données auxiliaires est défini par la Norme internationale ISO/CEI 11172-3 comme la partie de trame qui n'est ni l'en-tête ni le champ de données audio. Pour les couches I et II, le champ de données se trouve à la fin de la trame ISO, tandis que pour la couche III, sa position est déterminée par des pointeurs sur la partie *Informations secondaires* de la trame ISO. La Norme internationale ne définit aucune structure ni ne recommande aucune utilisation du champ de données auxiliaires; mais il existe des formats applicatifs ou privatifs qui sont incompatibles.

La présente Recommandation définit la structure du champ de données auxiliaires. L'utilisation de cette structure est facultative. Le décodeur peut, en vérifiant le positionnement du bit d'identification à la fin du champ de données auxiliaires, détecter si cette structure est utilisée (on trouvera plus de détails à ce sujet dans 5.2).

Le format de données ici défini est destiné à être utilisé aussi bien avec que sans tramage H.221 et/ou FEC. Ce format permet la transmission transparente d'un canal de données constitué d'octets, la transmission des CRC de facteurs d'échelle et d'autres données.

5.1 Types de données

5.1.1 Canal transparent de transfert de données par octets

Le canal de données transparent permet un transfert constitué d'octets de caractères de 8 éléments binaires, le bit de poids fort (MSB) étant transféré le premier. Les octets de données sont placés en ordre inverse dans le train binaire, c'est-à-dire que le dernier octet de données d'une trame correspond au premier octet présenté à l'interface de données. Il y a lieu que les applications possèdent une tolérance à la perte de données.

5.1.2 Contrôles CRC du facteur d'échelle

Pour la détection d'erreurs sur les trois bits de poids fort des facteurs d'échelle, des mots de contrôle CRC peuvent, sur option, être insérés dans les trames de couche I ou de couche II J.52. Ces mots de contrôle CRC couvrent les facteurs d'échelle des sous-bandes suivantes:

- scfcr0: sous-bandes 0 ... 3 (groupe de sous-bandes 0)
- scfcr1: sous-bandes 4 ... 7 (groupe de sous-bandes 1)
- scfcr2: sous-bandes 8 ... 15 (groupe de sous-bandes 2)
- scfcr3: sous-bandes 16 et au-dessus (groupe de sous-bandes 3)

Etant donné que le nombre maximal de sous-bandes qui peut être attribué dépend de la couche, de la fréquence d'échantillonnage et du débit par canal, les groupes de sous-bandes 2 et 3 peuvent, dans certains cas, ne pas avoir d'attribution. Par conséquent, aucun contrôle CRC de facteur d'échelle n'est contenu dans le train binaire pour ces groupes de sous-bandes.

Couche I:

pour toutes les combinaisons fréquence d'échantillonnage/débit: 4 scfcr

Couche II:

sblimit = 8: 2 scfcr (fs = 44,1 et 48 kHz, débit = 32 et 48 kbit/s par canal)

sblimit = 12: 3 scfcr (fs = 32 kHz, débit = 32 et 48 kbit/s par canal)

sblimit = 27 ou 29: 4 scfcr (fs = 32, 44,1 et 48 kHz, débit = 56 kbit/s par canal ou plus et format libre)

La méthode de détection d'erreur utilisée est le mode «CRC-8», dont le polynôme générateur est le suivant:

$$G_2(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

Les bits inclus dans le contrôle CRC sont les trois bits de poids fort de tous les facteurs d'échelle du groupe de sous-bandes correspondant, dans l'ordre de leur apparition dans le train binaire.

L'état initial dans le registre CRC est l'état binaire «0000 0000», c'est-à-dire tout à zéro (on notera que l'état initial est le nombre binaire «1111 1111 1111 1111» ou hexadécimal «\$FF FF» pour le registre de contrôle CRC, défini par l'ISO/MPEG, qui protège l'information d'affectation des bits et de sélection du facteur d'échelle).

La méthode de calcul du CRC est la même que pour le CRC de l'ISO/CEI 11172-3.

Les mots scfrcr sont placés en ordre inverse dans le train binaire afin de conserver l'indépendance de la position des mots scfrcr0 et scfrcr1 par rapport à la fréquence d'échantillonnage et au débit.

Les mots scfrcr s'appliquent aux facteurs d'échelle dans la trame ISO suivante. Voir le Tableau 11.

TABLEAU 11/J.52

Nombre de mots scfrcr	Ordre dans le train binaire
2	scfrcr1, scfrcr0
3	scfrcr2, scfrcr1, scfrcr0
4	scfrcr3, scfrcr2, scfrcr1, scfrcr0

5.1.3 Horodatages de présentation

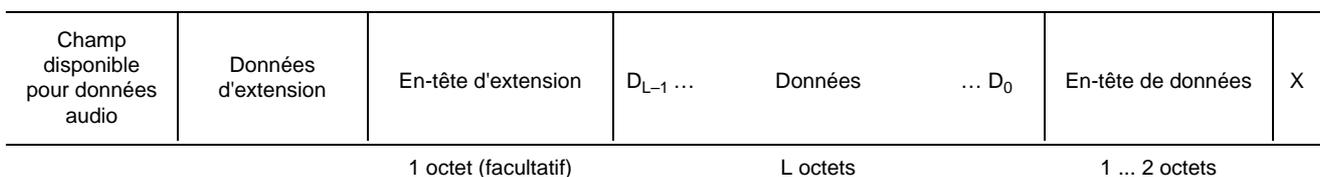
La transmission d'horodatages de présentation (PTS) (*presentation time stamps*) est possible dans chaque trame audio au moyen d'un bloc de données de 5 octets inséré dans le champ de données auxiliaires. Les 33 bits les moins significatifs représentent l'horodatage et les 7 bits les plus significatifs sont mis à zéro. Le bit le plus significatif est transmis en premier. L'horodatage a une résolution de 90 kHz et représente l'instant du premier échantillon contenu dans la trame audio suivante. On trouvera de plus amples détails aux 2.4.3.3 et 2.4.4.3 de l'ISO/CEI 11172-1.

La transmission trame par trame des horodatages est facultative. L'horodatage peut être converti par le décodeur en d'autres formats de temps.

5.2 Format des données J.52

Le format des données est à identification automatique, ce qui permet une coexistence facile avec d'autres formats préexistants de données auxiliaires comme les formats de données associées au programme (PAD) définis par les applications ADR ou DAB du programme Eureka 147. Voir la Figure 10.

Si une méthode de protection uniforme contre les erreurs est utilisée, le canal de données est protégé en même temps que le reste de la trame ISO (ou de la trame courte si le tramage H.221 est utilisé).



Pour les couches I et II, la lettre X correspond à l'en-tête de la trame ISO suivante ou, si la FEC est utilisée, au début du champ de redondance FEC. Pour la couche III, la lettre X correspond au début du champ principal de données dans la trame ISO suivante. D_0 est le premier octet et D_{L-1} est le dernier octet reçu par l'interface de données.

FIGURE 10/J.52

Format des données auxiliaires J.52

L'en-tête de données est défini comme suit pour toutes les couches (voir la Figure 11).

Annexe A

Transmission numérique de signaux radiophoniques de qualité moyenne utilisant (en totalité ou en partie) un canal à 64 kbit/s

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

A.1 Introduction

La Norme internationale ISO/CEI 13818-3 contient une extension de l'ISO/CEI 11172-3 pour les fréquences d'échantillonnage inférieures. Cette extension assure une meilleure qualité audio aux débits les plus bas, par exemple au-dessous de 64 kbit/s par canal, à des fréquences d'échantillonnage de moitié de celles de l'ISO/CEI 11172-3 (16, 22,05, 24 kHz).

Bien que le codage selon cette partie de l'ISO/CEI 13818-3 ne soit pas encore (à fin 1995) recommandé par la Commission d'études 10 de l'UIT-R, il est reconnu qu'il existe une demande sur le marché pour transmettre de tels signaux sur les canaux de transmission faisant l'objet de la présente Recommandation, au prix de modifications mineures de celle-ci. Ces adaptations sont exposées dans la présente annexe. La mise en œuvre des fréquences d'échantillonnage réduites proprement dites n'est pas obligatoire. Mais, si elle est choisie, elle doit être conforme à la présente spécification.

A.2 Débits possibles

Voir le Tableau A.1.

TABLEAU A.1/J.52

Indice de débit	Débit spécifié pour fréquences $f_s = 16, 22,05, 24$ kHz (kbit/s)	
	Couche I	Couche II, couche III
«0000»	libre	libre
«0001»	32	8
«0010»	48	16
«0011»	56	24
«0100»	64	32
«0101»	80	40
«0110»	96	48
«0111»	112	56
«1000»	128	64
«1001»	144	80
«1010»	160	96
«1011»	176	112
«1100»	192	128
«1101»	224	144
«1110»	256	160
«1111»	interdit	interdit

A.3 Longueur de trame

Pour les couches I et II la longueur de trame et la séquence de remplissage pour les fréquences d'échantillonnage réduites (16, 22,05, 24 kHz) seront calculées conformément à l'ISO/CEI 11172-3:

$$\text{Couche I: longueur de trame} = 12 \frac{\text{Débit}}{\text{Fréquence d'échantillonnage}} \text{ intervalles} \quad (1 \text{ intervalle} = 4 \text{ octets})$$

$$\text{Couche II: longueur de trame} = 144 \frac{\text{Débitbinaire}}{\text{Fréquence d'échantillonnage}} \text{ intervalles} \quad (1 \text{ intervalle} = 1 \text{ octet})$$

Pour la couche III, la longueur de trame doit être calculée comme suit:

$$\text{Couche III: longueur de trame} = 144 \frac{\text{Débit}}{2 (\text{Fréquence d'échantillonnage})} \text{ intervalles} \quad (1 \text{ intervalle} = 1 \text{ octet})$$

A.4 Obtention de débits non explicitement mentionnés par le tableau de débits de l'ISO/CEI 13818-3

Dans la couche II, on effectue l'adaptation, au débit du canal disponible, des débits explicitement énumérés dans l'ISO/CEI 13818-3 en utilisant la méthode du champ de données auxiliaires, comme dans le cas des fréquences d'échantillonnage plus élevées. Les variables L et S sont respectivement la longueur en octets d'une trame longue et d'une trame courte, sans intervalle de bourrage dans un cas comme dans l'autre. Voir le Tableau A.2.

TABLEAU A.2/J.52

Adaptation au débit désiré des débits explicitement mentionnés par l'ISO/CEI 11172-3 (exemples pour la couche II)

Canaux	Mode	Débit de données utile	Fréquence d'échantillonnage					
			16 kHz		22,05 kHz		24 kHz	
			L	S	L	S	L	S
1	dans la bande	62 400	576	561	417	407	384	374
2	dans la bande	124 800	1152	1123	835	815	768	748
2	dans la bande 56k	108 800	1008	979	731	710	672	652

Dans la couche III, on effectue l'adaptation, au débit du canal disponible, des débits explicitement énumérés dans l'ISO/CEI 13818-3 en utilisant la méthode de commutation dynamique de débit, comme dans le cas des fréquences d'échantillonnage plus élevées. Les tableaux indiqués dans la présente Recommandation pour les fréquences d'échantillonnage de 32, 44,1 et 48 kHz peuvent également être utilisés pour les demi-fréquences d'échantillonnage correspondantes.

A.5 Protection contre les erreurs

Pour les fréquences d'échantillonnage réduites, le mode 1 (protection contre les erreurs sur une partie de la trame audio) n'est pas encore défini. Les modes 2 et 3 (protection uniforme contre les erreurs) ne sont définis que pour les couches II et III. La méthode est la même que pour les fréquences d'échantillonnage élevées. Les Tableaux A.3, A.4 et A.5 s'appliquent à la couche II.

TABLEAU A.3/J.52

Paramètres de codage pour une fréquence d'échantillonnage de 16 kHz (pour la couche II)

Débit (kbit/s)	Octets par trame	N	Nombre de mots de code			r (%)	N	Nombre de mots de code			r (%)
			L	L _N	L _{N-1}			L	L _N	L _{N-1}	
32	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
40	360	184	2	2	0	2,22	44	9	9	0	10,00
48	432	148	3	3	0	2,78	48	10	2	8	9,26
56	504	172	3	3	0	2,38	46	12	12	0	9,52
64	576	148	4	4	0	2,78	46	14	2	12	9,72
80	720	148	5	5	0	2,78	44	18	18	0	10,00
96	864	148	6	6	0	2,78	46	21	3	18	9,72
112	1008	148	7	7	0	2,78	45	25	8	17	9,92
128	1152	148	8	8	0	2,78	46	28		28	9,72

TABLEAU A.4/J.52

Paramètres de codage pour une fréquence d'échantillonnage de 22,05 kHz (pour la couche II)

Débit (kbit/s)	Octets par trame	N	Nombre de mots de code			r (%)	N	Nombre de mots de code			r (%)
			L	L _N	L _{N-1}			L	L _N	L _{N-1}	
32	208	212	1	1	0	1,92	46	5	3	2	9,62
40	261	135	2	1	1	3,07	48	6	3	3	9,20
48	313	161	2	1	1	2,56	49	7	5	2	8,95
56	365	126	3	2	1	3,29	45	9	5	4	9,86
64	417	143	3	3	0	2,88	46	10	7	3	9,59
80	522	178	3	3	0	2,30	45	13	2	11	9,96
96	626	161	4	2	2	2,56	46	15	11	4	9,58
112	731	151	5	1	4	2,74	45	18	11	7	9,85
128	835	144	6	1	5	2,87	46	20	15	5	9,58

TABLEAU A.5/J.52

Paramètres de codage pour une fréquence d'échantillonnage de 24 kHz (pour la couche II)

Débit (kbit/s)	Octets par trame	N	Nombre de mots de code			r (%)	N	Nombre de mots de code			r (%)
			L	L _N	L _{N-1}			L	L _N	L _{N-1}	
32	192	196	1	1	0	2,08	52	4	4	0	8,33
40	240	124	2	2	0	3,33	44	6	6	0	10,00
48	288	148	2	2	0	2,78	46	7	1	6	9,72
56	336	172	2	2	0	2,38	46	8	8	0	9,52
64	384	196	2	2	0	2,08	47	9	6	3	9,38
80	480	164	3	3	0	2,50	44	12	12	0	10,00
96	576	148	4	4	0	2,78	46	14	2	12	9,72
112	672	139	5	2	3	2,98	46	16	16	0	9,52
128	768	158	5	3	2	2,60	45	19	8	11	9,90

Dans la couche III, les Tableaux 8, 9 et 10, applicables aux fréquences d'échantillonnage de 32, 44,1 et 48 kHz, doivent également être utilisés pour les demi-fréquences d'échantillonnage correspondantes.

A.6 Transmission de données

La transmission de données est la même que pour les fréquences d'échantillonnage nominales, sauf pour le nombre de mots CRC de facteur d'échelle (dans les couches I et II seulement). Dans le cas des fréquences d'échantillonnage réduites, il y a quatre mots scfrc, pour toutes les combinaisons de fréquence d'échantillonnage et de débit binaire.

Appendice I**Performance de la correction d'erreur directe**

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation)

A l'intérieur de chaque mot de code, jusqu'à deux erreurs sur les octets arbitrairement distribués ($t < 2$) peuvent être corrigées. La capacité de correction d'erreur par paquets b dans chaque trame dépend du nombre L de mots de code et de la capacité t de correction d'erreur:

$$b \leq [(Lt - 1) 8 + 1] \text{ bits} \quad \text{pour } t > 0$$

Sur la Figure I.1, la probabilité d'erreur sur les bits P_b après décodage est représentée en fonction du nombre t d'erreurs sur les symboles corrigées, de la longueur de code N et de la probabilité d'erreur sur les bits (BER) du canal de transmission, en supposant des erreurs sur les bits statistiquement indépendantes. Pour des erreurs par paquets avec un même BER à l'intérieur d'une trame, la qualité est bien meilleure qu'indiquée sur la Figure I.1.

La probabilité P_f d'un mot mal décodé est représentée sur la Figure I.2. La probabilité P_F d'une trame mal décodée (contenant L mots de code) est donnée par:

$$P_F = 1 - (1 - P_f)^L$$

Il faut signaler que même pour $t = 2$, une grande quantité de motifs d'erreur incorrigibles peuvent être détectés par le décodeur RS. La fiabilité de la détection d'erreur peut être encore accrue en diminuant la valeur de t .

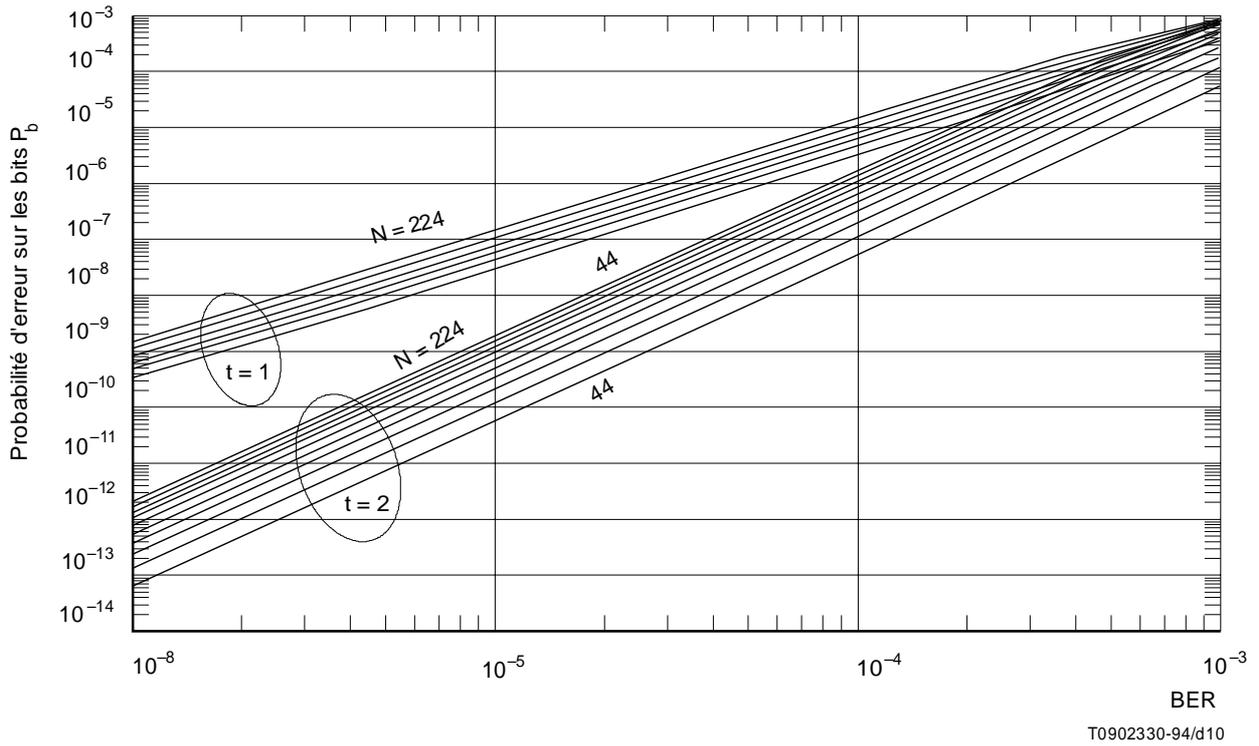


FIGURE I.1/J.52
 Probabilité d'erreur sur les bits P_b après décodage, $N = 44, 64, \dots, 224$

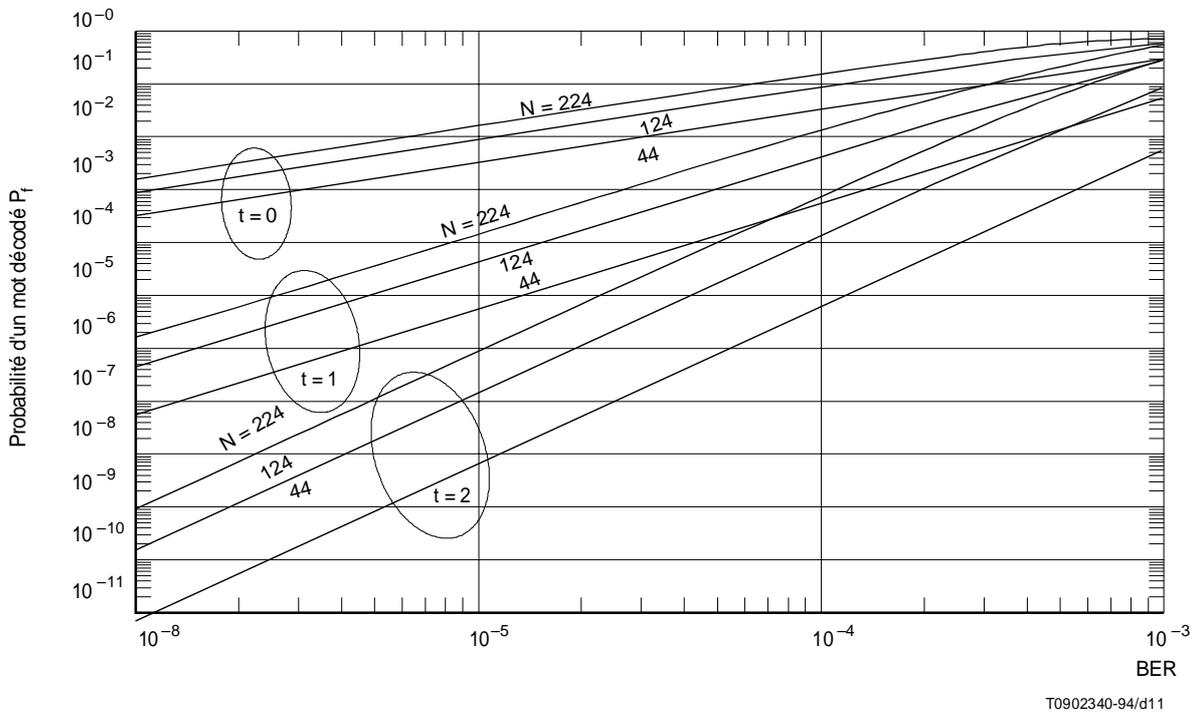


FIGURE I.2/J.52
 Probabilité P_f d'un mot de code mal décodé

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Réseau téléphonique et RNIS
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission
Série H	Transmission des signaux autres que téléphoniques
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques et télévisuels
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophoniques et télévisuels
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie alphabétique
Série T	Equipements terminaux et protocoles des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
Série Z	Langages de programmation