



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.703

(11/2001)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Equipements terminaux numériques – Généralités

**Caractéristiques physiques et électriques des
interfaces numériques hiérarchiques**

Recommandation UIT-T G.703

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
Généralités	G.700–G.709
Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage	G.710–G.719
Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC	G.720–G.729
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires	G.730–G.739
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre	G.740–G.749
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé	G.750–G.759
Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique	G.760–G.769
Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission	G.770–G.779
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone	G.780–G.789
Autres équipements terminaux	G.790–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.7000–G.7999
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.8000–G.8999

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

Recommandation UIT-T G.703

Caractéristiques physiques et électriques des interfaces numériques hiérarchiques

Résumé

La présente Recommandation spécifie les caractéristiques physiques et électriques des interfaces aux différents débits hiérarchiques conformes à la Rec. UIT-T G.702 (PHD) et à la Rec. UIT-T G.707 (SDH). Les interfaces sont définies en termes de caractéristiques générales, de spécifications aux accès de sortie et aux accès d'entrée et aux points d'interconnexion, de mise à la terre du conducteur extérieur ou du blindage, et de règles de codage.

Source

La Recommandation G.703 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 29 novembre 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Historique

Version	Remarques
10/2001	Cette révision contient les modifications suivantes: – adjonction du § 16 concernant l'interface à 51 840 kbit/s (STM-0); – adjonction de l'Appendice III concernant l'interface à 3152 kbit/s (d'après l'Annexe A/G.931); – modifications du § 13 concernant l'interface de synchronisation à 2048 kbit/s; – modifications des § 4, 9, 10 et 11 avec inclusion des caractéristiques d'affaiblissement d'adaptation en sortie pour les interfaces à 64 kbit/s (codirectionnelles), à 2048, à 8448 et à 34 368 kbit/s; – insertion des noms d'interface hiérarchique (E0, E11, E21, etc.) dans les titres des paragraphes correspondants; – insertion de références à la Rec. UIT-T G.824 (2000) avec des paramètres de gigue pour la hiérarchie à 1544 kbit/s. Certaines corrections rédactionnelles ont été apportées, y compris des changements des références aux dernières versions des Recs. UIT-T G.823 et G.825 (2000).
10/98	Cette révision inclut une correction des spécifications des interfaces à 1544 kbit/s et à 44 736 kbit/s, et l'adjonction de l'Appendice I. L'Appendice I contient une version antérieure de la spécification de l'interface à 1544 kbit/s. Les caractéristiques de protection contre les surtensions ont été supprimées et remplacées par une référence à la Rec. UIT-T K.41, "Immunité aux surtensions des interfaces internes aux centres de télécommunication". Les caractéristiques de la mise à la terre du blindage (s'il y a lieu) d'une paire symétrique, ou du conducteur extérieur d'un câble coaxial, ont été complétées. Des changements rédactionnels sont inclus pour conformité avec la Recommandation A.3. En conséquence, les Paragraphes 1 à 12 de la révision de 1991 deviennent les Paragraphes 4 à 15. Adjonction de l'Appendice II, relatif aux interfaces de synchronisation à 64 et 6312 kHz pour utilisation au Japon.
1991	Révision antérieure
1972	Version initiale

AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

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.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2002

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Abréviations..... 3
4	Interface à 64 kbit/s (E0) 3
4.1	Clauses fonctionnelles 3
4.1.1	Trois types d'interface sont envisagés 4
4.2	Caractéristiques électriques 5
4.2.1	Caractéristiques électriques de l'interface codirectionnelle à 64 kbit/s 5
4.2.2	Caractéristiques électriques de l'interface à l'horloge centrale à 64 kbit/s 8
4.2.3	Caractéristiques électriques de l'interface contradirectionnelle à 64 kbit/s.... 10
5	Interfaces à 1544 kbit/s (E11)..... 14
5.1	Caractéristiques générales 14
5.2	Caractéristiques de l'impulsion..... 17
5.3	Diagrammes en œil..... 17
6	Interface à 6312 kbit/s (E21) 17
7	Interface à 32 064 kbit/s 20
8	Interface à 44 736 kbit/s (E32) 22
9	Interface à 2048 kbit/s (E12) 24
9.1	Caractéristiques générales 24
9.2	Spécifications aux accès de sortie 25
9.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 26
9.4	Mise à la terre du conducteur extérieur ou du blindage 27
10	Interface à 8448 kbit/s (E22) 27
10.1	Caractéristiques générales 27
10.2	Spécifications aux accès de sortie 27
10.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 29
10.4	Mise à la terre du conducteur extérieur 29
11	Interface à 34 368 kbit/s (E31) 29
11.1	Caractéristiques générales 29
11.2	Spécifications aux accès de sortie 30
11.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 31
11.4	Mise à la terre du conducteur extérieur 32
12	Interface à 139 264 kbit/s (E4) 32

	Page
12.1	Caractéristiques générales 32
12.2	Spécifications aux accès de sortie 32
12.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 36
12.4	Mise à la terre du conducteur extérieur 36
13	Interface de synchronisation à 2048 kHz (T12) 36
13.1	Caractéristiques générales 36
13.2	Spécifications aux accès de sortie 36
13.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 37
13.4	Mise à la terre du conducteur extérieur ou du blindage 38
14	Interface à 97 728 kbit/s 38
15	Interface à 155 520 kbit/s – Interface STM-1 (ES1) 39
15.1	Caractéristiques générales 39
15.2	Spécifications aux accès de sortie 39
15.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 40
15.4	Spécifications aux points d'interconnexion 40
15.5	Mise à la terre du conducteur extérieur 43
16	Interface à 51 840 kbit/s (Interface STM-0) 43
16.1	Caractéristiques générales 43
16.2	Spécifications aux accès de sortie 44
16.3	Spécifications aux accès d'entrée..... 48
16.4	Spécifications aux points de brassage 48
16.5	Mise à la terre du conducteur extérieur 49
Annexe A – Définition des Codes.....	50
A.1	Définition de B3ZS (appelé aussi HDB2) et de HDB3 50
A.2	Définition de B6ZS et B8ZS 50
A.3	Définition du codage CMI..... 50
Appendice I – Spécification à 1544 kbit/s dans la version de 1991 de la présente Recommandation	51
I.1	Généralités..... 51
I.2	Spécification de l'interface 51
I.3	Gabarit de l'impulsion 51
Appendice II – Spécification des interfaces à 64 et 6312 kHz pour utilisation au Japon.....	53
II.1	Interface de synchronisation à 64 kHz 53
II.2	Interface de synchronisation à 6312 kHz 54
Appendice III – Spécification d'interface à 3152 kbit/s à utiliser en Amérique du Nord.....	55

Recommandation UIT-T G.703

Caractéristiques physiques et électriques des interfaces numériques hiérarchiques

1 Domaine d'application

La présente Recommandation donne les caractéristiques physiques et électriques des interfaces aux différents débits hiérarchiques conformes à la Rec. UIT-T G.702 (PDH) et à la Rec. UIT-T G.707 (SDH), pour assurer l'interconnexion des éléments constitutifs des réseaux numériques (sections numériques, équipements multiplex, centraux) afin de former une liaison numérique internationale ou une communication internationale. Les caractéristiques données dans la présente Recommandation doivent être appliquées à la conception de nouveaux équipements ou de nouveaux composants.

NOTE 1 – Les caractéristiques des interfaces fonctionnant à des débits non hiérarchiques, à l'exception des interfaces à $n \times 64$ kbit/s acheminées par des interfaces à 1544 kbit/s ou à 2048 kbit/s et par des interfaces à 3152 kbit/s dans la hiérarchie nord-américaine, sont spécifiées dans les Recommandations relatives aux équipements respectifs.

NOTE 2 – Les spécifications relatives à la gigue contenues dans la présente Recommandation sont à appliquer aux points d'interconnexion internationale.

NOTE 3 – Les interfaces décrites dans les paragraphes 5 à 12 correspondent aux accès T (accès de sortie) et T' (accès d'entrée) recommandés pour l'interconnexion dans la Rec. UIT-R F.596-1 (*Interconnexion de faisceaux hertziens numériques*).

NOTE 4 – Pour des signaux aux débits de $n \times 64$ kbit/s ($n = 2$ à 31) qui sont acheminés par un équipement de multiplexage spécifié pour la hiérarchie à 2048 kbit/s, l'interface doit avoir des caractéristiques physiques et électriques identiques à celles de l'interface à 2048 kbit/s spécifiée au paragraphe 9. Pour des signaux aux débits de $n \times 64$ kbit/s ($n = 2$ à 23) qui sont acheminés par un équipement de multiplexage spécifié pour la hiérarchie à 1544 kbit/s, l'interface doit avoir des caractéristiques physiques et électriques identiques à celles de l'interface à 1544 kbit/s spécifiée au paragraphe 5.

NOTE 5 – Les spécifications contenues dans la présente Recommandation ont exclusivement trait à l'interface physique (c'est-à-dire à la caractérisation des codes de ligne et des interfaces des équipements d'entrée et de sortie). En particulier, les tolérances de fréquence requises n'impliquent pas des performances d'ensemble des équipements pouvant résulter de conditions plus strictes fixées dans les Recommandations relatives à des applications spécifiques à un réseau ou à un équipement (par exemple, les Rec. UIT-T G.813 et G.783).

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- Recommandation UIT-T G.701 (1993), *Vocabulaire relatif à la modulation par impulsions et codage (MIC), au multiplexage et à la transmission numériques*.
- Recommandation UIT-T G.702 (1988), *Débits binaires de la hiérarchie numérique*.
- Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s*.
- Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2000), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*.

- Recommandation UIT-T G.742 (1988), *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive.*
- Recommandation UIT-T G.747 (1988), *Équipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s et multiplexant trois affluents à 2048 kHz.*
- Recommandation UIT-T G.751 (1988), *Équipements de multiplexage numériques fonctionnant au débit binaire du troisième ordre de 34 368 kbit/s et au débit binaire du quatrième ordre de 139 264 kbit/s et utilisant la justification positive.*
- Recommandation UIT-T G.752 (1988), *Caractéristiques des équipements de multiplexage numériques fondés sur un débit binaire du deuxième ordre (6312 kbit/s) utilisant une justification positive.*
- Recommandation UIT-T G.753 (1988), *Équipement de multiplexage numérique du troisième ordre à 34 368 kbit/s utilisant la justification positive/nulle/négative.*
- Recommandation UIT-T G.755 (1988), *Équipement de multiplexage numérique fonctionnant à 139 264 kbit/s et multiplexant trois affluents à 44 736 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.811 (1997), *Caractéristiques de rythme des horloges de référence primaires.*
- Recommandation UIT-T G.812 (1998), *Spécifications de rythme des horloges asservies utilisées comme horloges nodales dans les réseaux de synchronisation.*
- Recommandation UIT-T G.813 (1996), *Caractéristiques de rythme des horloges asservies utilisées dans les équipements SDH.*
- Recommandation UIT-T G.823 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.824 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.825 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques à hiérarchie numérique synchrone.*
- Recommandation UIT-T K.27 (1996), *Configurations équipotentielles et mise à la terre dans les bâtiments de télécommunication.*
- Recommandation UIT-T K.41 (1998), *Immunité des interfaces internes des centres de télécommunication aux surtensions des chocs électriques.*
- Recommandation UIT-T O.151 (1992), *Appareil pour la mesure du taux d'erreur fonctionnant au débit primaire et au-dessus.*
- Recommandation UIT-T O.172 (1999), *Appareil de mesure de la gigue et du dérapage dans les systèmes numériques à hiérarchie numérique synchrone.*
- Manuel du CCITT (1976), *Mise à la terre des installations de télécommunication.*
- Recommandation UIT-R F.750-3 (2000), *Architectures et caractéristiques fonctionnelles des faisceaux hertziens pour réseaux utilisant la hiérarchie numérique synchrone.*
- CEI 60469-2 (1987), *Technique des impulsions et appareils – Deuxième Partie: mesure et analyse des impulsions, considérations générales.*
- ETSI ETS 300 166 (1993), *Transmission and multiplexing (TM); Physical and electrical characteristics of hierarchical digital interfaces for equipment using the 2048 kbit/s-based plesiochronous or synchronous digital hierarchies.*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
AMI	code bipolaire alternant (<i>alternate mark inversion</i>)
B3ZS	code bipolaire avec substitution de trois zéros (<i>bipolar with three-zero substitution</i>)
B8ZS	code bipolaire avec substitution de huit zéros (<i>bipolar with eight-zero substitution</i>)
CMI	signaux à inversions codées (<i>coded mark inversion</i>)
DC	courant continu (<i>direct current</i>)
DSN	réseau de commutation numérique (<i>digital switching network</i>)
EMC	compatibilité électromagnétique (<i>electromagnetic compatibility</i>)
HDB2	code haute densité bipolaire d'ordre 2 (<i>high density bipolar of order 2 code</i>)
HDB3	code haute densité bipolaire d'ordre 3 (<i>high density bipolar of order 3 code</i>)
MIC	modulation par impulsions et codage
PRBS	séquence binaire pseudo-aléatoire (<i>pseudo random bit sequence</i>)
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
STM	module de transport synchrone (<i>synchronous transport module</i>)
ZBTISI	échange d'intervalle de temps d'octet zéro (<i>zero byte time slot interchange</i>)

4 Interface à 64 kbit/s (E0)

4.1 Clauses fonctionnelles

Les clauses fondamentales suivantes sont recommandées pour la réalisation de l'interface.

Dans les deux sens de transmission, l'interface peut transmettre trois signaux:

- signal d'information à 64 kbit/s;
- signal de rythme à 64 kHz;
- signal de rythme à 8 kHz.

NOTE 1 – Le signal d'information à 64 kbit/s et le signal de rythme à 64 kHz sont obligatoires. Cependant, bien qu'un signal de rythme à 8 kHz doive être fourni par l'équipement de commande (par exemple, équipement de multiplexage MIC ou équipement d'accès à l'intervalle de temps), il ne sera pas obligatoire pour l'équipement subordonné situé de l'autre côté de l'interface d'utiliser le signal de rythme à 8 kHz provenant de l'équipement de commande ou de fournir un signal de rythme à 8 kHz.

NOTE 2 – Un dérangement en amont peut être signalé à travers l'interface à 64 kbit/s par l'émission d'un signal d'indication d'alarme (AIS, *alarm indication signal*) vers l'équipement subordonné.

L'interface à 64 kbit/s devra être indépendante de la séquence des bits.

NOTE 3 – Des signaux à 64 kbit/s sans restriction peuvent être transmis à travers l'interface. Toutefois, cela n'implique pas qu'il soit possible de constituer, à l'échelon mondial, des conduits à 64 kbit/s sans restriction. En effet, certaines Administrations continuent à exploiter de vastes réseaux dont certaines sections de ligne numériques ont des caractéristiques qui ne permettent pas la transmission de longues séquences de 0. (La Rec. UIT-T G.733 spécifie les caractéristiques des multiplexeurs MIC qui conviennent à de telles sections de ligne numériques.) En ce qui concerne particulièrement les trains de bits émis selon le rythme d'octets, dans les réseaux numériques à 1544 kbit/s, il est nécessaire que le signal numérique à 64 kbit/s comporte au moins

un 1 binaire par octet. Dans un train de bits sans rythme d'octet, le signal à 64 kbit/s ne doit pas comporter plus de 7 zéros consécutifs.

NOTE 4 – Bien que l'interface soit indépendante à l'égard de la séquence des bits, l'utilisation de l'AIS (schéma composé exclusivement de 1) peut imposer certaines restrictions au train de bits à 64 kbit/s. Par exemple, l'utilisation d'un signal de verrouillage de trames composé uniquement de 1 peut donner lieu à certains problèmes.

4.1.1 Trois types d'interface sont envisagés

4.1.1.1 Interfaces codirectionnelles

On utilise le terme "codirectionnel" pour désigner une interface à travers laquelle l'information et les signaux de rythme associés sont toujours transmis dans le même sens (voir Figure 1).

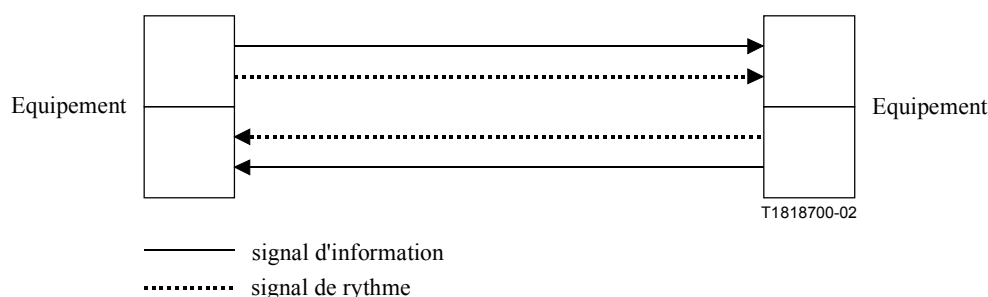


Figure 1/G.703 – Interface codirectionnelle

4.1.1.2 Interface à horloge centrale

On utilise le terme "horloge centrale" pour désigner une interface dans laquelle, pour les deux sens de transmission du signal d'information, les signaux de rythme associés sont fournis par une horloge centrale, qui peut, par exemple, être dérivée de certains signaux de ligne entrants (voir Figure 2).

NOTE – Les interfaces codirectionnelles ou à horloge centrale doivent être utilisées pour les réseaux synchronisés et plésiochrones dont les horloges ont la stabilité voulue (voir la Rec. UIT-T G.811) de manière à assurer un intervalle adéquat entre les glissements.

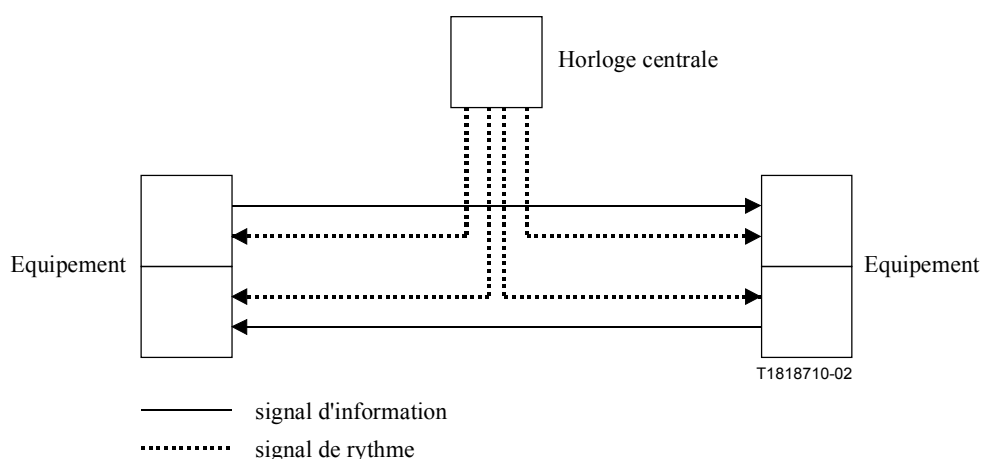


Figure 2/G.703 – Interface à horloge centrale

4.1.1.3 Interfaces contradirectionnelles

On utilise le terme "contradirectionnel" pour désigner une interface à travers laquelle les signaux de rythme associés aux deux sens de transmission sont dirigés vers l'équipement subordonné (voir Figure 3).

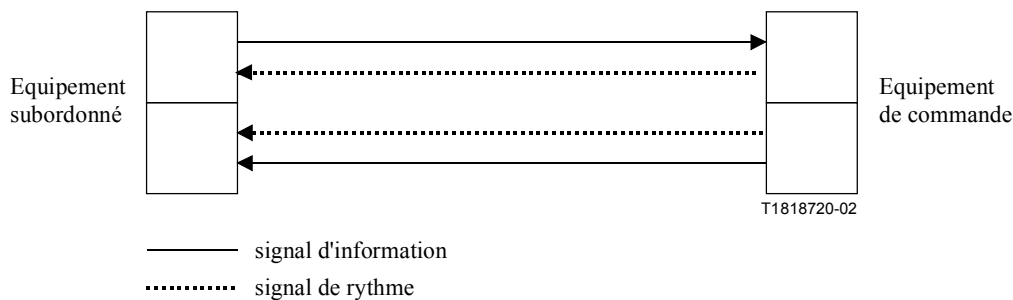


Figure 3/G.703 – Interface contradirectionnelle

4.2 Caractéristiques électriques

4.2.1 Caractéristiques électriques de l'interface codirectionnelle à 64 kbit/s

4.2.1.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 64 kbit/s.

Précision du débit binaire: $\pm 100 \times 10^{-6}$ ($\pm 6,4$ bit/s) ou mieux.

Les signaux de rythme à 64 kHz et 8 kHz seront transmis de manière codirectionnelle par référence au signal d'information.

Chaque sens de transmission utilisera une paire symétrique. L'utilisation de transformateurs est recommandée.

Règles de transcodage:

Etape 1 – Une durée élémentaire de signal à 64 kbit/s est divisée en quatre intervalles unitaires.

Etape 2 – Un 1 binaire se code sous la forme d'un bloc de 4 bits comme suit:

1 1 0 0

Etape 3 – Un 0 binaire se code sous la forme d'un bloc de 4 bits comme suit:

1 0 1 0

Etape 4 – Le signal binaire est converti en signal ternaire (par alternance des polarités des blocs consécutifs).

Etape 5 – L'alternance des polarités des blocs est enfreinte tous les 8 blocs. Le bloc avec violation indique le dernier bit d'un octet.

Ces règles de conversion sont illustrées par la Figure 4.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

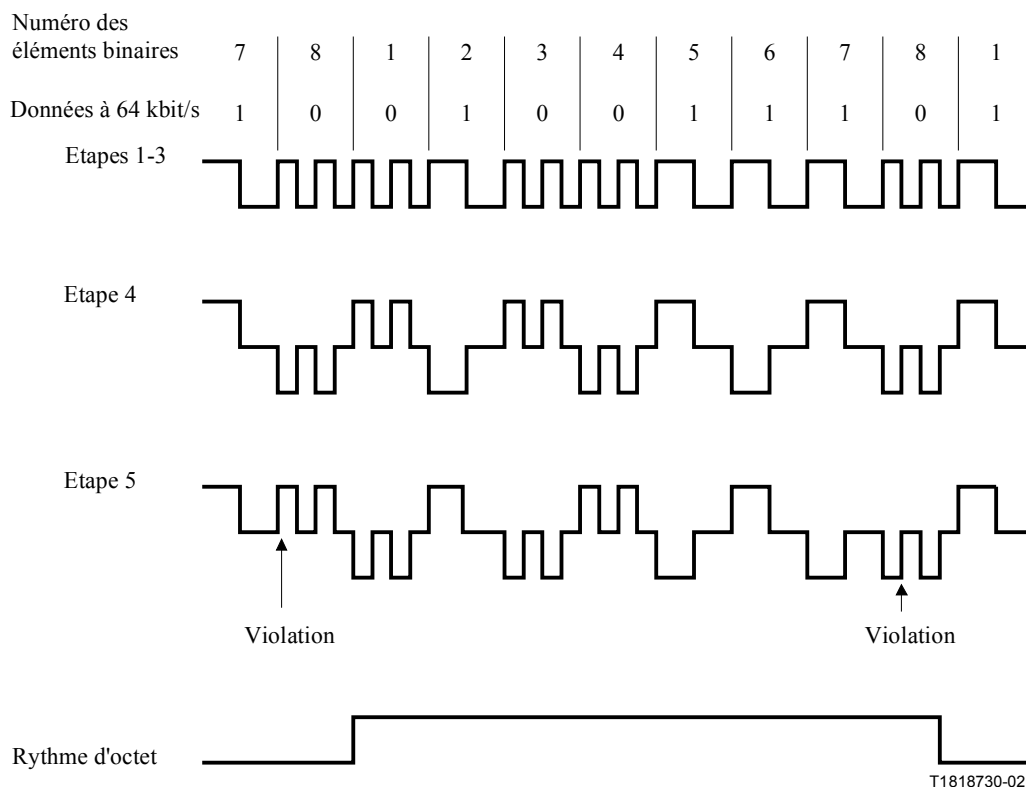


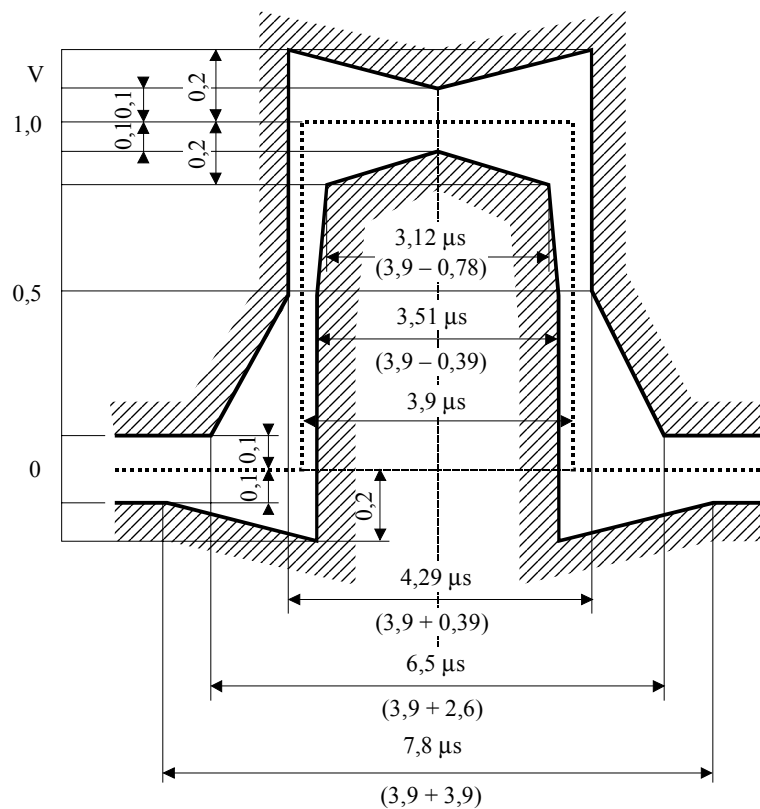
Figure 4/G.703 – Illustration des règles de conversion

4.2.1.2 Spécifications aux accès de sortie

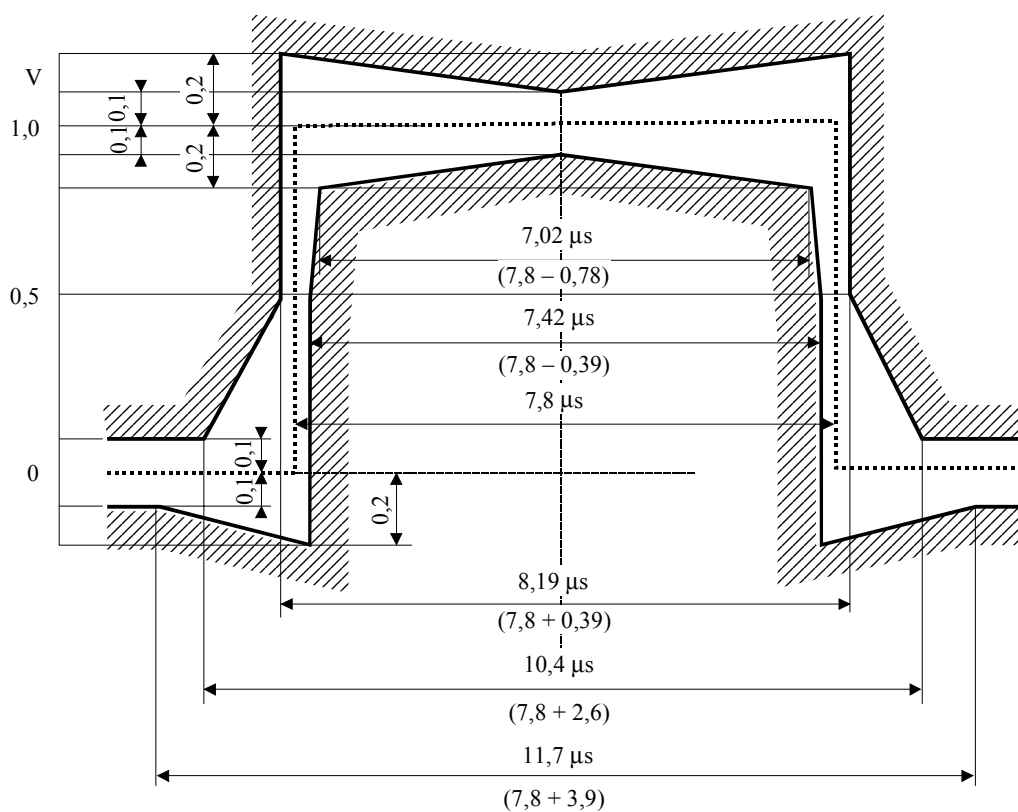
Voir le Tableau 1.

Tableau 1/G.703 – Interface numérique codirectionnelle à 64 kbit/s

Rapidité de modulation	256 kBd
Forme de l'impulsion (forme nominale rectangulaire)	Toutes les impulsions d'un signal valide doivent être conformes au gabarit de la Figure 5, quelle que soit la polarité
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire symétrique
Impédance de charge pour les essais	120 Ω (résistive)
Tension crête nominale d'une impulsion	1,0 V
Tension crête en l'absence d'impulsion	0 V $\pm$ 0,10 V
Intervalle unitaire nominal	3,9 μ s
Rapport entre l'amplitude des impulsions positives et celle des impulsions négatives au milieu de l'intervalle unitaire	0,95 à 1,05
Rapport entre la largeur des impulsions positives et celle des impulsions négatives à mi-hauteur de l'amplitude nominale	0,95 à 1,05
Gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie (Note)	Voir le § 5.1/G.823
NOTE – Actuellement, ces valeurs ne sont valables que pour des équipements de la hiérarchie à 2 Mbit/s.	



a) gabarit pour une impulsion unique



b) gabarit pour une impulsion double

T1818740-02

NOTE – Ces limites s'appliquent quelle que soit la polarité de l'impulsion.

Figure 5/G.703 – Gabarits d'impulsions pour l'interface codirectionnelle à 64 kbit/s

L'affaiblissement d'adaptation aux accès de sortie présente les valeurs minimales suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
6,4 à 13	6
13 à 384	8

4.2.1.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique appliqué à l'accès d'entrée doit être conforme à la définition qui précède, moyennant la modification due aux caractéristiques des paires d'interconnexion. L'affaiblissement de ces paires est compris entre 0 et 3 dB à la fréquence 128 kHz. L'affaiblissement en question doit couvrir toute perte due à la présence d'un répartiteur numérique entre les équipements.

Pour la gigue tolérable à l'accès d'entrée, voir le § 7.1.1/G.823.

Les valeurs minimales de l'affaiblissement d'adaptation aux accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
4 à 13	12
13 à 256	18
256 à 384	14

Pour assurer une immunité nominale contre les perturbations, il faut que les accès d'entrée répondent aux conditions suivantes:

on ajoutera à un signal composite nominal, codé comme un signal codirectionnel à 64 kbit/s et ayant la forme d'impulsion représentée sur le gabarit d'impulsion, un signal perturbateur ayant la même forme d'impulsion que le signal utile. Le signal perturbateur doit avoir un débit situé dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais ne doit pas être synchrone avec le signal utile. Le signal perturbateur sera combiné au signal utile dans un réseau mixte, avec un affaiblissement total nul sur le trajet du signal et une impédance nominale de 120 Ω pour obtenir un rapport signal à perturbation de 20 dB. Le contenu binaire du signal brouilleur doit être conforme aux dispositions de la Rec. UIT-T O.152 (séquence de $2^{11} - 1$ bit). Il ne devra pas y avoir d'erreur lorsque le signal mixte, affaibli jusqu'à la valeur maximale d'affaiblissement spécifiée du câble d'interconnexion, sera appliqué à la borne d'entrée.

4.2.1.4 Mise à la terre du blindage

Si la paire symétrique est blindée, le blindage doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

4.2.2 Caractéristiques électriques de l'interface à l'horloge centrale à 64 kbit/s

4.2.2.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 64 kbit/s. La tolérance est déterminée par la stabilité de l'horloge du réseau (voir la Rec. UIT-T G.811).

Dans chaque sens de transmission, il devrait y avoir une paire symétrique pour acheminer le signal de données. De plus, il devrait y avoir des paires symétriques pour acheminer le signal de rythme composite (64 kHz et 8 kHz) de l'horloge centrale aux équipements terminaux du centre. L'utilisation de transformateurs est recommandée.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

Règles de transcodage:

Les signaux de données sont codés avec un code bipolaire AMI, les impulsions ayant un rapport cyclique de 100%. Les signaux de rythme composites transportent l'information de synchronisation de bit à 64 kHz en utilisant le code bipolaire, les impulsions ayant un rapport cyclique de 50% à 70%, et l'information de phase de l'octet sous la forme des violations prévues par les règles de codage. La structure des signaux et leurs relations de phase aux accès de sortie des données sont représentées sur la Figure 6.

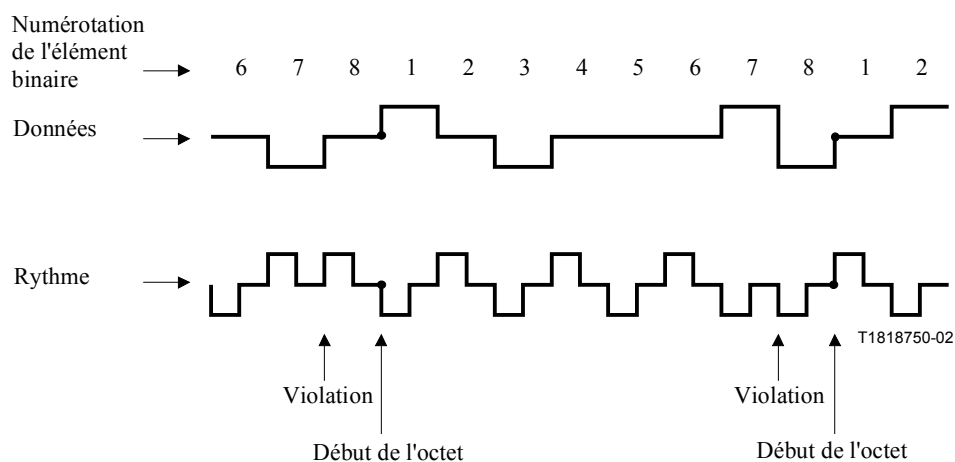


Figure 6/G.703 – Structure des signaux aux accès de sortie de l'équipement terminal du centre pour l'interface à horloge centrale à 64 kbit/s

Le rythme du train de données, aux accès de sortie, doit être déterminé par le front avant de l'impulsion de rythme; l'instant de détection aux accès d'entrée doit être déterminé par le front arrière de chaque impulsion de rythme.

4.2.2.2 Caractéristiques aux accès de sortie

Voir le Tableau 2.

Tableau 2/G.703 – Interface numérique à 64 kbit/s à l'horloge centrale

Paramètres	Données	Rythme
Forme de l'impulsion	Nominalement rectangulaire, avec des temps de montée et de descente inférieurs à 1 µs	Nominalement rectangulaire, avec des temps de montée et de descente inférieurs à 1 µs
Impédance nominale de charge pour les essais	110 ohms resistive	110 ohms resistive
Tension de crête d'une impulsion (voir la Note 1)	a) 1,0 ± 0,1 V b) 3,4 ± 0,5 V	a) 1,0 ± 0,1 V b) 3,0 ± 0,5 V
Tension de crête en l'absence d'impulsion (voir la Note 1)	a) 0 ± 0,1 V b) 0 ± 0,5 V	a) 0 ± 0,1 V b) 0 ± 0,5 V
Largeur nominale de l'impulsion (voir la Note 1)	a) 15,6 µs b) 15,6 µs	a) 7,8 µs b) 9,8 à 10,9 µs
Gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie (voir la Note 2)	Voir le § 5.1/G.823	
NOTE 1 – Le choix entre les séries de paramètres a) et b) permet de tenir compte d'environnements de bruits différents et des longueurs maximales de câble, différentes pour les trois équipements de centraux considérés.		
NOTE 2 – A l'heure actuelle, ces valeurs ne sont applicables qu'à des équipements de la hiérarchie à 2 Mbit/s.		

4.2.2.3 Caractéristiques aux accès d'entrée

Les signaux numériques qui se présentent aux accès d'entrée doivent être conformes à la définition qui précède moyennant la modification due aux caractéristiques des paires d'interconnexion. Les paramètres variables du Tableau 2 permettront d'obtenir des distances maximales types d'interconnexion de 350 à 450 m.

4.2.2.4 Caractéristiques des câbles

Les caractéristiques de transmission du câble à utiliser nécessitent un complément d'étude.

4.2.3 Caractéristiques électriques de l'interface contradirectionnelle à 64 kbit/s

4.2.3.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 64 kbit/s.

Précision du débit binaire: $\pm 100 \times 10^{-6}$ ($\pm 6,4$ bit/s) ou mieux.

Pour chaque sens de transmission, il devra y avoir deux paires symétriques: l'une pour le signal de données, l'autre transmettant un signal de rythme composite (64 kHz et 8 kHz). L'utilisation de transformateurs est recommandée.

NOTE – S'il est nécessaire, à l'échelon national, de donner une indication d'alarme séparée sur l'interface, on peut le faire en coupant le rythme à 8 kHz sur la direction concernée, c'est-à-dire en supprimant les violations du code introduites dans le signal de rythme correspondant (voir ci-après).

Règles de transcodage:

les signaux de données sont codés avec un code bipolaire AMI, les impulsions ayant un rapport cyclique de 100%. Les signaux de rythme composites transportent l'information de synchronisation des bits à 64 kHz en utilisant le code bipolaire AMI, les impulsions ayant un rapport cyclique de 50%, et l'information de phase de l'octet à 8 kHz sous la forme des violations prévues par les règles de codage. La structure des signaux et leurs relations de phase aux accès de sortie des données sont représentées sur la Figure 7.

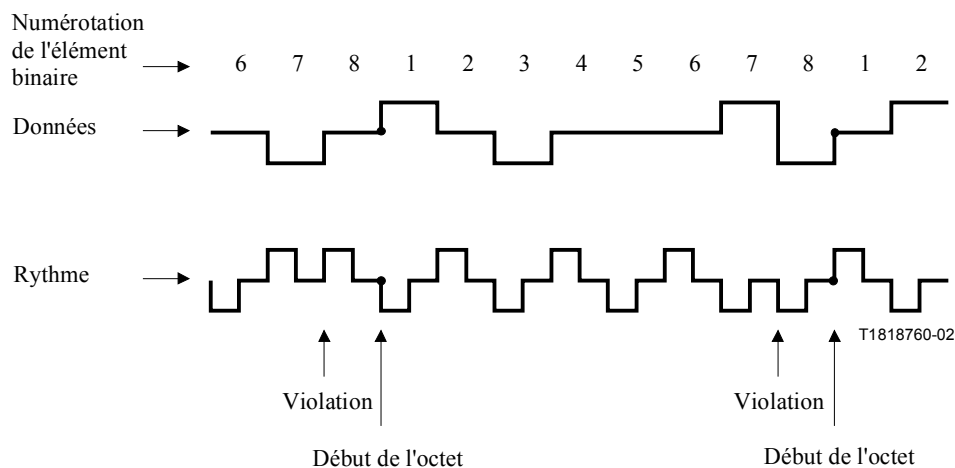


Figure 7/G.703 – Structure des signaux aux accès de sortie des données pour l'interface contradirectionnelle à 64 kbit/s

Les impulsions de données reçues du côté "services" de l'interface (par exemple, données ou signalisation) seront plus ou moins retardées par rapport aux impulsions de rythme correspondantes. L'instant de détection pour une impulsion de données reçue du côté "ligne" (par exemple, MIC) de l'interface devra donc être sur le front d'attaque de l'impulsion suivante du signal de rythme.

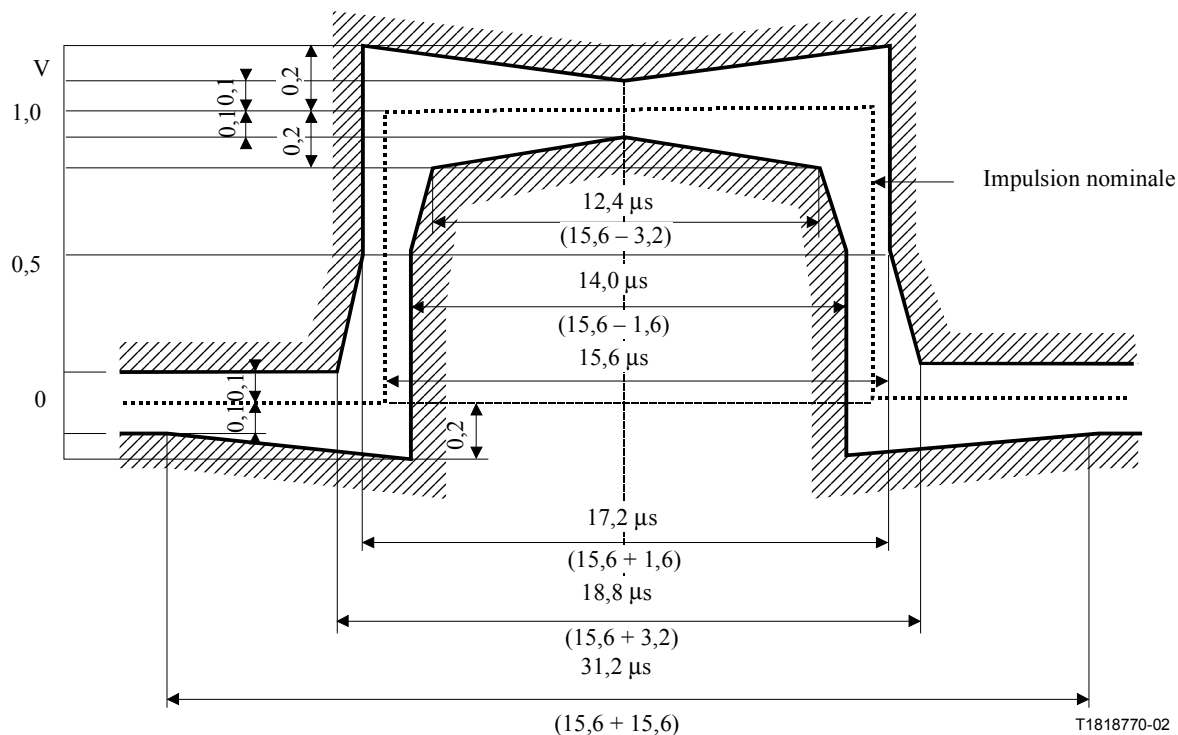
Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

4.2.3.2 Spécifications aux accès de sortie

Voir le Tableau 3.

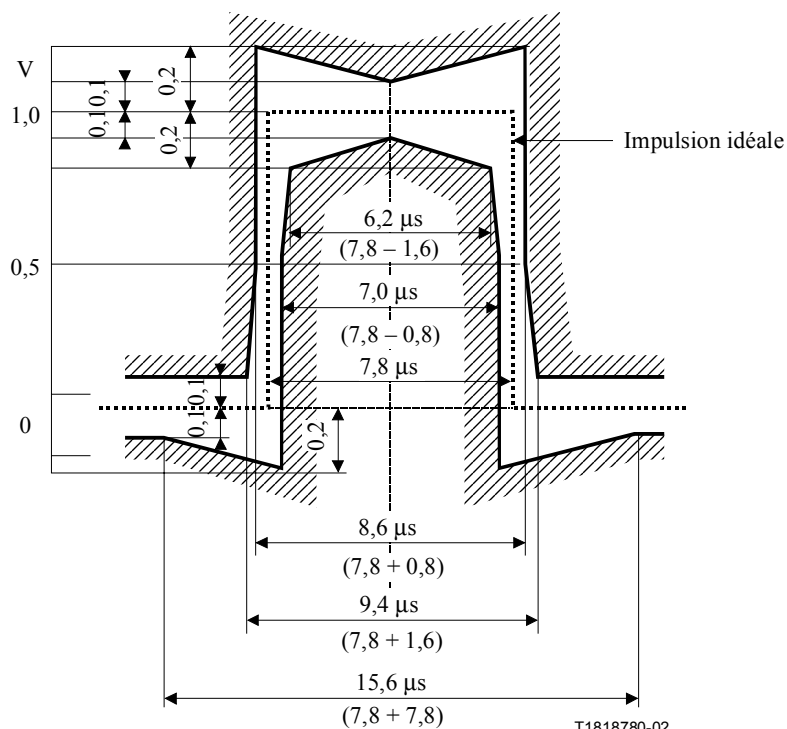
Tableau 3/G.703 – Interface numérique contradirectionnelle à 64 kbit/s

Paramètres	Données	Rythme
Forme de l'impulsion (forme nominale rectangulaire)	Toutes les impulsions d'un signal valide doivent être conformes au gabarit de la Figure 8 quelle que soit la polarité	Toutes les impulsions d'un signal valide doivent être conformes au gabarit de la Figure 9 quelle que soit la polarité
Paire(s) pour chaque sens de transmission	Une paire symétrique	Une paire symétrique
Impédance de charge pour les essais	120 ohms resistive	120 ohms resistive
Tension de crête nominale d'une impulsion	1,0 V	1,0 V
Tension de crête nominale en l'absence d'impulsion	0 V ± 0,1 V	0 V ± 0,1 V
Largeur nominale de l'impulsion	15,6 µs	7,8 µs
Rapport entre les amplitudes respectives des impulsions positives et des impulsions négatives au point milieu de la largeur d'une impulsion	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05
Rapport entre les largeurs respectives des impulsions positives et des impulsions négatives à la moitié de l'amplitude nominale	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05
Gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie (voir Note)	Voir le § 5.1/G.823	
NOTE – Actuellement, ces valeurs ne sont valables que pour les équipements de la hiérarchie à 2 Mbit/s.		



NOTE 1 – Quand une impulsion est suivie immédiatement par une autre impulsion de polarité opposée, les limites temporelles pour le passage à l'amplitude zéro entre les impulsions seront $\pm 0,8 \mu s$.

**Figure 8/G.703 – Gabarit de l'impulsion de données pour l'interface
contradirectionnelle à 64 kbit/s**



**Figure 9/G.703 – Gabarit de l'impulsion de rythme pour l'interface
contradirectionnelle à 64 kbit/s**

4.2.3.3 Spécifications aux accès d'entrée

Les signaux numériques appliqués aux accès d'entrée doivent être conformes à la définition qui précède, moyennant la modification due aux caractéristiques des paires d'interconnexion. L'affaiblissement de ces paires est compris entre 0 et 3 dB à la fréquence 32 kHz. L'affaiblissement en question doit couvrir toute perte due à la présence d'un répartiteur numérique entre les équipements.

Les valeurs minimales de l'affaiblissement d'adaptation aux accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)		Affaiblissement d'adaptation (dB)
Signal de données	Signal de rythme composite	
1,6 à 3,2	3,2 à 6,4	12
3,2 à 64	6,4 à 128	18
64 à 96	128 à 192	14

Pour assurer une immunité nominale contre le brouillage, il faut que les accès d'entrée répondent aux conditions suivantes:

on ajoutera à un signal composite nominal, codé comme un signal contradirectionnel à 64 kbit/s et ayant la forme d'impulsion représentée sur le gabarit d'impulsion, un signal perturbateur ayant la même forme d'impulsion que le signal utile. Le signal brouilleur doit avoir un débit situé dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais ne doit pas être synchrone avec le signal utile. Le signal perturbateur sera combiné au signal utile dans un réseau mixte, avec un affaiblissement total nul sur le trajet du signal et une impédance nominale de 120 Ω pour obtenir un rapport signal à perturbation de 20 dB. Le contenu binaire du signal brouilleur doit être conforme aux dispositions de la Rec. UIT-T O.152 (séquence de $2^{11} - 1$ bit). Il ne devra pas y avoir d'erreur lorsque le signal mixte, affaibli jusqu'à la valeur maximale d'affaiblissement spécifiée du câble d'interconnexion, sera appliqué à la borne d'entrée.

NOTE – L'affaiblissement d'adaptation s'applique aux accès d'entrée du signal de données et aux accès d'entrée du signal de rythme composite.

4.2.3.4 Mise à la terre du blindage

Si les paires symétriques sont blindées, les blindages seront connectés au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

5 Interfaces à 1544 kbit/s (E11)

5.1 Caractéristiques générales

Le débit nominal du signal à une interface numérique est de 1544 kbit/s.

Les interfaces à 1544 kbit/s sont spécifiées dans le Tableau 4. Tout signal présenté à l'interface à 1544 kbit/s doit satisfaire chacune des conditions énumérées.

Tableau 4/G.703 – Interface numérique à 1544 kbit/s

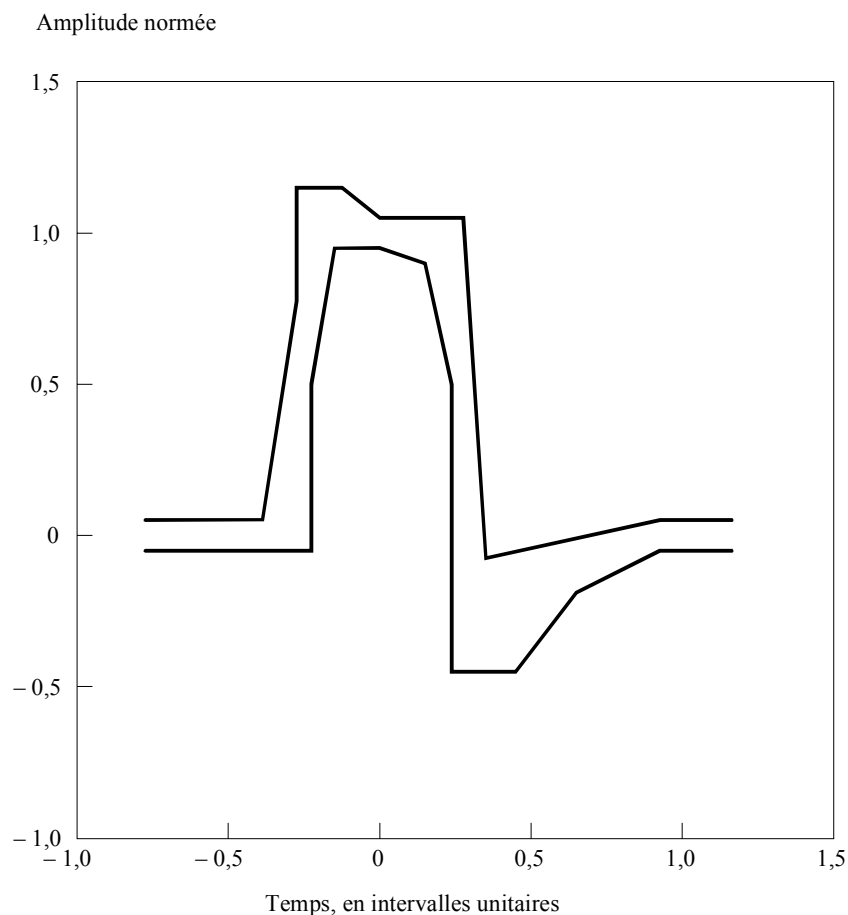
Paramètre	Caractéristiques
Débit nominal	1544 kbit/s
Précision du débit en ligne	En mode autosynchronisé, non asservi, la précision du débit en ligne doit être au moins égale à ± 50 bit/s ($\pm 32 \times 10^{-6}$).
Code en ligne	Soit 1) code AMI avec au plus 15 zéros consécutifs et au moins N zéros consécutifs dans chaque fenêtre de temps de $8(N + 1)$ intervalles de temps (N pouvant valoir de 1 à 23), sans exception, soit 2) code B8ZS (Note 1).
Structure de trame	Aucune caractéristique de structure de trame n'est requise pour la transmission à 1544 kbit/s ou pour le multiplexage de niveau supérieur en signaux DSN de niveau supérieur.
Support physique	Une paire torsadée symétrique doit être utilisée pour chaque sens de transmission.
Impédance de charge aux essais	Une charge d'essai résistive de $100 \Omega \pm 5\%$ doit être utilisée à l'interface pour obtenir la forme de l'impulsion et mesurer les paramètres électriques spécifiés ci-dessous.
Amplitude de l'impulsion	L'amplitude (Note 2) d'une impulsion isolée doit être comprise entre 2,4 V et 3,6 V.
Forme de l'impulsion	La forme de toute impulsion proche d'une impulsion isolée (qui est précédée de quatre zéros et suivie d'un zéro ou davantage) doit être conforme au gabarit de la Figure 10. Voir 5.2 pour les procédures admissibles dans la vérification de cette conformité.
Niveau de puissance	Pour un signal composé exclusivement de "1" (un), la puissance dans une bande de $3 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$ centrée à 772 kHz doit être comprise entre 12,6 dBm et 17,9 dBm. Dans une bande de $3 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$ centrée à 1544 kHz, la puissance doit être inférieure de 29 dB au moins à la puissance à 772 kHz.
Asymétrie de l'impulsion	Dans toute fenêtre de dix-sept bits consécutifs, la variation maximale d'amplitude des impulsions doit être inférieure à 200 mV, et la variation maximale de durée des impulsions (à mi-hauteur de l'amplitude) doit être inférieure à 20 ns.
Courant continu	Aucun courant continu ne doit être appliqué à l'interface.
Accès de vérification	Il faut prévoir un accès au signal à l'interface pour la vérification des présentes caractéristiques du signal.
NOTE 1 – Le code B8ZS est une manière d'assurer l'indépendance de la séquence de bits. A son tour, celle-ci autorise une capacité sans restrictions du canal dégagé. Une seconde manière de procurer une transmission par canal dégagé est le code (ZBTISI, <i>zero byte time slot interchange</i>). NOTE 2 – Bien que des caractéristiques de tension et de puissance soient données pour faciliter la qualification des signaux à l'interface, les valeurs ne sont pas équivalentes. Les caractéristiques de tension sont données pour des impulsions isolées, tandis que les niveaux de puissance sont spécifiés pour des signaux composés exclusivement de "1" (un).	

Caractéristiques de gigue:

- voir le § 5.1/G.824 concernant la gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie;
- voir le § 7.2.1/G.824 concernant la tolérance sur la gigue à l'accès d'entrée.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

Une impulsion isolée à l'interface à 1544 kbit/s doit s'inscrire dans le gabarit représenté par la Figure 10. Les sommets des angles de ce gabarit sont indiqués après la figure. Dans celle-ci, l'axe horizontal représente une amplitude d'impulsion normée. L'axe vertical représente le temps, exprimé en intervalles unitaires. Pour 1544 kbit/s, l'intervalle unitaire est de 648 ns.



Courbe des valeurs minimales		Courbe des valeurs maximales	
Temps	Amplitude normée	Temps	Amplitude normée
-0,77	-0,05	-0,77	0,05
-0,23	-0,05	-0,39	0,05
-0,23	0,5	-0,27	0,8
-0,15	0,95	-0,27	1,15
0,0	0,95	-0,12	1,15
0,15	0,9	0,0	1,05
0,23	0,5	0,27	1,05
0,23	-0,45	0,35	-0,07
0,46	-0,45	0,93	0,05
0,66	-0,2	1,16	0,05
0,93	-0,05		
1,16	-0,05		

T1528670-02

Figure 10/G.703 – Gabarit et sommets des angles d'une impulsion isolée à l'interface à 1544 kbit/s

Certains équipements d'interface à 1544 kbit/s incorporés dans le réseau peuvent avoir été conçus en utilisant un autre gabarit d'impulsion que celui de la présente Recommandation. L'Appendice I décrit les spécifications antérieures afin d'informer les concepteurs d'équipements de réception sur la gamme de signaux possibles à 1544 kbit/s dans le réseau.

Pour permettre la transmission de signaux émis par des équipements antérieurs à la présente Recommandation, les récepteurs (à 1544 kbit/s) doivent être à même de fonctionner avec un signal dont l'écart de débit de transmission est de ± 200 bit/s ($\pm 130 \times 10^{-6}$) (voir l'Appendice I pour les caractéristiques des impulsions d'équipements plus anciens).

5.2 Caractéristiques de l'impulsion

Pour un codage bipolaire alternant (AMI, *alternate mark inversion*), on utilise un gabarit décrivant une impulsion isolée se présentant à l'interface. Dans la plupart des cas, il n'est possible d'obtenir qu'une approximation de l'impulsion isolée théorique, en raison des contraintes du codage en ligne.

Les gabarits d'impulsions sont représentés sous forme normée, l'amplitude nominale de l'impulsion étant normée à 1,0. Pour déterminer la conformité d'une impulsion isolée avec le gabarit, il est exclusivement autorisé de:

- a) situer horizontalement le gabarit, au besoin, pour qu'il englobe l'impulsion;
- b) modifier uniformément l'échelle de l'amplitude de l'impulsion isolée pour qu'elle s'inscrive dans le gabarit.

La ligne de base du signal doit coïncider avec le point zéro de la ligne de base du gabarit. (La détermination de la ligne de base d'un signal est décrite dans CEI 60469-2.) La détermination de la conformité des impulsions négatives doit se faire après celle de la conformité des impulsions positives, afin de maintenir la référence de ligne de base du signal.

Dans l'examen d'impulsions négatives inversées pour 1544 kbit/s, seul est autorisé le déplacement horizontal du gabarit pour englober l'impulsion. On notera que les trains d'impulsions à composante continue importante ne répondent pas aux conditions du présent paragraphe.

5.3 Diagrammes en œil

Pour les signaux ne relevant pas de l'utilisation de gabarits d'impulsions, un diagramme en œil est un autre moyen de spécifier la qualité des impulsions à l'interface. Il est formé par superposition des formes d'onde de toutes les séquences possibles d'impulsions, y compris les effets de perturbations intersymboles. Les diagrammes en œil se présentent sous forme normée, avec les tensions de crête de l'impulsion normées à 1,0 sur l'axe vertical et l'échelle de temps en intervalles unitaires. Dans la détermination de la forme d'un diagramme en œil, il est autorisé de:

- a) situer horizontalement le gabarit, au besoin, pour qu'il englobe le diagramme en œil;
- b) modifier uniformément l'échelle de l'amplitude du gabarit, au besoin, pour que celui-ci englobe le diagramme en œil.

La ligne de base du gabarit doit coïncider avec celle du signal. La détermination de la ligne de base d'un signal est décrite dans la CEI 60469-2.

6 Interface à 6312 kbit/s (E21)

L'interconnexion, aux fins de transmission, des signaux à 6312 kbit/s a lieu au répartiteur numérique.

Débit nominal: 6312 kbit/s.

Précision du débit: $\pm 30 \times 10^{-6}$ (189,4 bit/s) ou mieux.

Un code pseudo-ternaire sera utilisé conformément au Tableau 5.

La forme d'une impulsion isolée, mesurée au répartiteur, doit s'inscrire, soit dans le gabarit de la Figure 11, soit dans celui de la Figure 12, et répondre à d'autres conditions, indiquées dans le Tableau 5.

Tableau 5/G.703 – Interface numérique à 6312 kbit/s (Note 1)

Paramètre	Spécification	
Débit	6312 kbit/s	
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire symétrique	Une paire coaxiale
Code	B6ZS (Note 2)	B8ZS (Note 2)
Impédance de charge pour les essais	110 Ω ± 5% (résistive)	75 Ω ± 5% (résistive)
Forme nominale de l'impulsion (Note 1)	Rectangulaire selon l'affaiblissement du câble (voir Figure 11)	Rectangulaire (voir Figure 12)
Niveau du signal	Pour une séquence émise uniquement composée de "1" la puissance mesurée dans une bande de 3 kHz doit être la suivante: 3156 kHz: de 0,2 à 7,3 dBm 6312 kHz: –20 dBm ou moins	
	3156 kHz: de 6,2 à 13,3 dBm 6312 kHz: –14 dBm ou moins	
NOTE 1 – Le gabarit de l'impulsion pour l'interface numérique du deuxième ordre est représenté aux Figures 11 et 12.		
NOTE 2 – Voir l'Annexe A.		

Dans un intervalle de temps contenant un 0 (état A), la tension ne dépassera pas la plus grande des deux valeurs suivantes: valeur produite dans cet intervalle de temps par les autres impulsions à l'état Z inscrite à l'intérieur du gabarit de la Figure 11, ou $\pm 0,1$ de l'amplitude de crête de l'impulsion à l'état Z.

Caractéristiques de gigue:

- voir le § 5.1/G.824 concernant la gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie;
- voir le § 7.2.1/G.824 concernant la tolérance sur la gigue à l'accès d'entrée.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

	T	Equation de la courbe
Courbe inférieure	$T \leq 0,41$	0
	$-0,41 \leq T \leq 0,24$	$0,5 \left[1 + \sin \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,205} \right) \right]$
	$0,24 \leq T$	$0,33 \text{le}^{-1,9(T-0,3)}$
Courbe supérieure	$T \leq 0,72$	0
	$-0,72 \leq T \leq 0,2$	$0,5 \left[1 + \sin \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,36} \right) \right]$
	$0,2 \leq T$	$0,1 + 0,72 \text{le}^{-2,13(T-0,2)}$

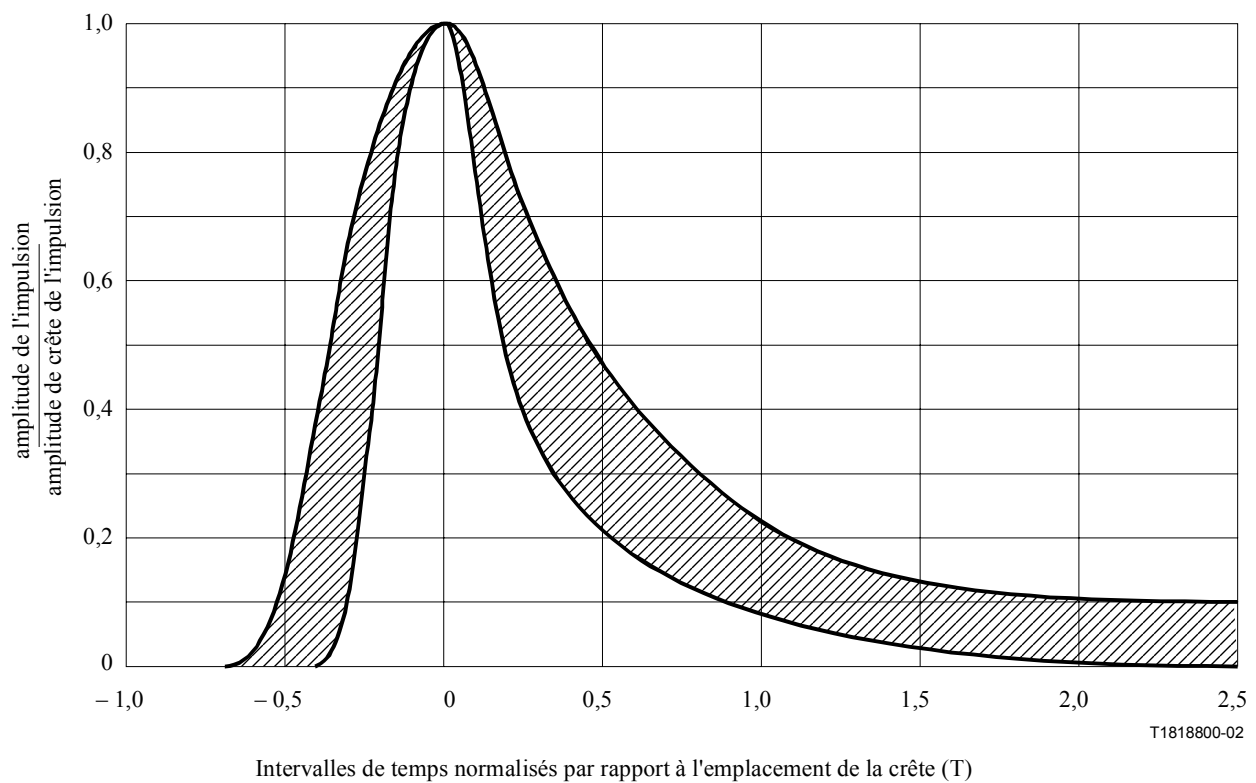


Figure 11/G.703 – Gabarit de l'impulsion pour l'interface à paire symétrique à 6312 kbit/s

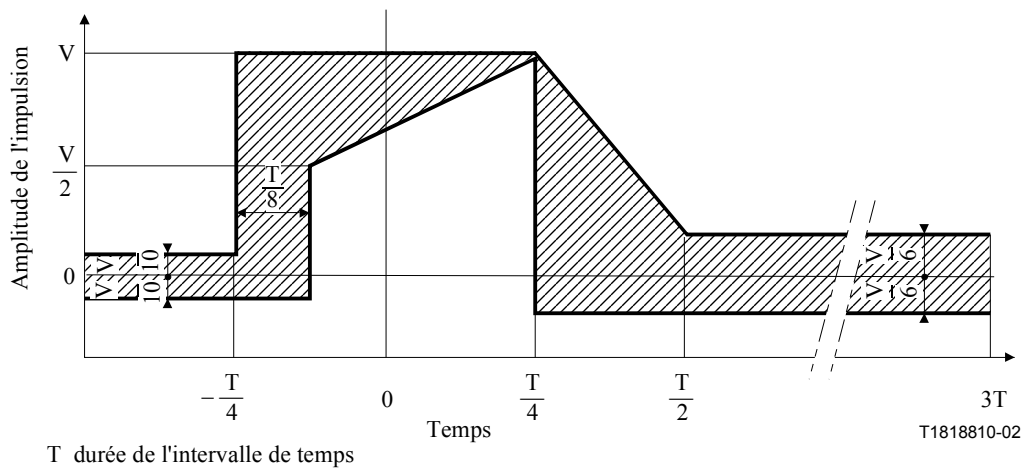


Figure 12/G.703 – Gabarit de l'impulsion pour l'interface à paire coaxiale à 6312 kbit/s

7 Interface à 32 064 kbit/s

L'interconnexion des signaux à 32 064 kbit/s aux fins de transmission a lieu dans un répartiteur numérique.

Débit nominal: 32 064 kbit/s

Précision sur le débit: $\pm 10 \times 10^{-6}$ ($\pm 320,6$ bit/s).

Une seule paire coaxiale sera utilisée pour chaque sens de transmission.

L'impédance de charge pour les essais est de $75 \Omega \pm 5\%$ (résistive); la méthode de mesure est la méthode directe.

Le code à utiliser est un code AMI (code bipolaire alternant) embrouillé.

La forme d'une impulsion isolée, mesurée au point où le signal arrive dans le répartiteur, doit s'inscrire à l'intérieur du gabarit de la Figure 13.

	T	Equation de la courbe
Courbe inférieure	$-0,36 \leq T < -0,30$	$5,76T + 2,07$
	$-0,30 \leq T < 0$	$0,5 \left[1 + \sin \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,25} \right) \right]$
	$0 \leq T < 0,22$	$0,5 \left[1 + \sin \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,16} \right) \right]$
	$0,22 \leq T$	$0,1 e^{-3,42(T-0,3)}$
Courbe supérieure	$-0,65 \leq T < 0$	$1,05 [1 - e^{-4,6(T+0,65)}]$
	$0 \leq T < 0,25$	$0,5 \left[1 + \sin \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,28} \right) \right]$
	$0,25 \leq T$	$0,11 + 0,407 e^{-2,1(T-0,29)}$

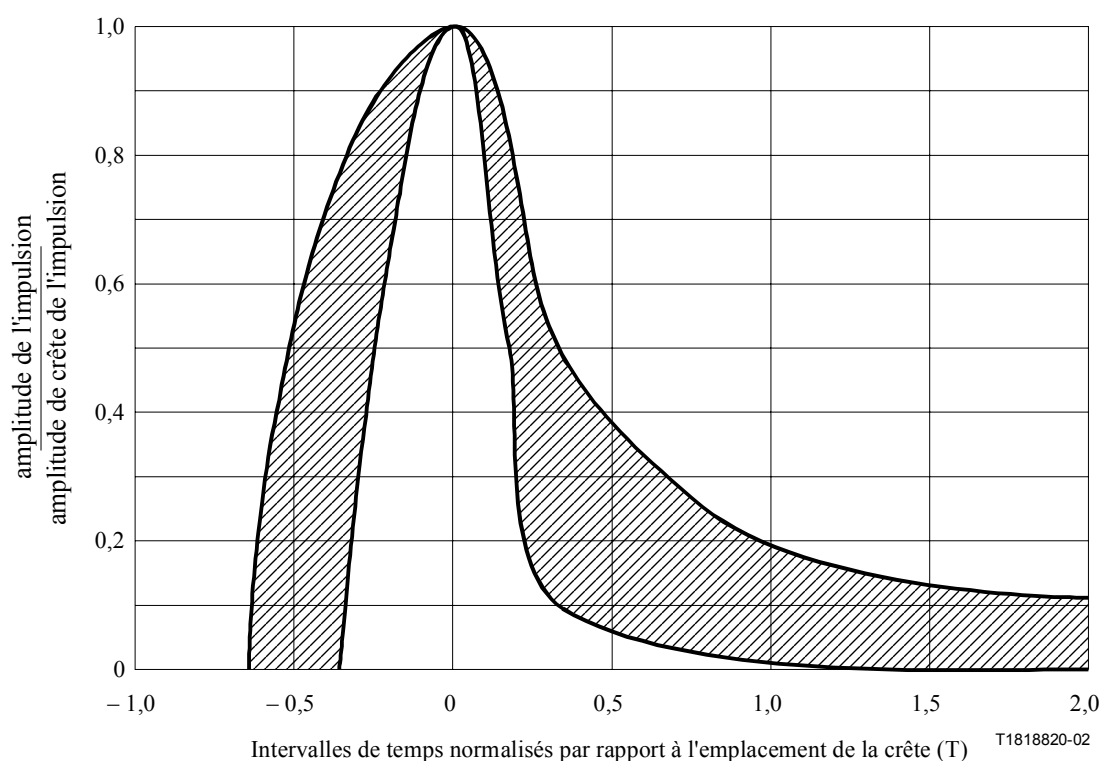


Figure 13/G.703 – Gabarit de l'impulsion pour l'interface à paire coaxiale à 32 064 kbit/s

Dans un intervalle de temps contenant un 0 (état A), la tension ne doit pas dépasser la plus grande des deux valeurs suivantes: valeur produite dans cet intervalle de temps par les autres impulsions à l'état Z inscrite à l'intérieur du gabarit de la Figure 13 ou $\pm 0,1$ de l'amplitude de crête de l'impulsion de crête de l'impulsion à l'état Z.

Pour une séquence émise uniquement composée de 1, la puissance mesurée au point où le signal arrive dans le répartiteur dans une bande de 3 kHz est la suivante:

- 16 032 kHz: +5 dBm à +12 dBm;
- 32 064 kHz: inférieure d'au moins 20 dB au niveau de puissance à 16 032 kHz.

Impédance des connecteurs et paires coaxiales dans le répartiteur: $75 \Omega \pm 5\%$.

Caractéristiques de gigue:

- voir le § 5.1/G.824 concernant la gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie;
- voir le § 7.2.3/G.824 concernant la tolérance sur la gigue à l'accès d'entrée.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

8 Interface à 44 736 kbit/s (E32)

L'interface à 44 736 kbit/s est spécifiée au Tableau 6.

Tableau 6/G.703 – Interface numérique à 44 736 kbit/s

Paramètre	Caractéristiques
Débit nominal	44 736 kbit/s
Précision du débit	En mode autosynchronisé, non asservi, la précision du débit en ligne doit être au moins égale à $\pm 895 \text{ bit/s}$ ($\pm 20 \times 10^{-6}$).
Code en ligne	B3ZS (bipolaire avec substitution de trois zéros)
Structure de trame	Le signal doit avoir la structure de trame définie dans la Rec. UIT-T G.752 de manière à assurer la transmission par tous les types d'équipements de transport à 44 736 kbit/s. La structure de trame n'est pas requise pour le multiplexage en signaux DSN de niveau supérieur.
Support physique	Il faut utiliser une ligne coaxiale asymétrique pour chaque sens de transmission.
Impédance de charge aux essais	Une charge d'essai résistive de $75 \Omega \pm 5\%$ doit être utilisée à l'interface pour l'évaluation de la forme d'impulsion et la mesure des paramètres électriques spécifiés ci-après.
Amplitude de l'impulsion	L'amplitude (Note 1) d'une impulsion isolée doit être comprise entre 0,36 V et 0,85 V en crête.
Forme de l'impulsion	La forme de toute impulsion approchant l'impulsion isolée (qui est précédée de deux zéros et suivie d'un zéro ou plus) doit être conforme au gabarit de la Figure 14. Voir 5.2 pour les procédures admissibles dans la vérification de conformité. Ce gabarit inclut une marge de $\pm 3\%$ dans la tension de crête de l'impulsion à tous les points du gabarit par rapport au gabarit de la version antérieure. Les formules définissant les divers segments de droite qui constituent le gabarit sont énumérées à la suite de la figure.
Niveau de puissance	Le niveau de puissance à large bande d'un signal AIS (conforme à la Rec. UIT-T G.704) mesuré à l'aide d'une sonde à la bande de fréquences de travail de 200 MHz doit être compris entre $-4,7 \text{ dBm}$ et $+3,6 \text{ dBm}$, y compris les effets d'une gamme de longueurs de câble de connexion comprises entre 68,6 m (225 pieds) et 137,2 m (450 pieds). Un filtre passe-bas de bande passante uniforme et d'une fréquence de coupure de 200 MHz doit être utilisé. Les caractéristiques de coupure progressive de ce filtre n'ont pas d'importance; ou une autre caractéristique de niveau de puissance, pour les signaux exclusivement composés de "1" (Note 2) est utile dans la qualification de certains équipements. Elle requiert que, dans une bande de $3 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$ centrée à 22 368 kHz, la puissance soit comprise entre $-1,8 \text{ dBm}$ et $+5,7 \text{ dBm}$. Elle requiert de plus que, dans une bande de $3 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$ centrée à 44 736 kHz, la puissance soit inférieure de 20 dB au moins à la puissance à 22 368 kHz.

Tableau 6/G.703 – Interface numérique à 44 736 kbit/s (*fin*)

Paramètre	Caractéristiques
Asymétrie de l'impulsion	1) Le rapport entre l'amplitude des impulsions isolées positives et l'amplitude des impulsions isolées négatives doit être compris entre 0,90 et 1,10. 2) Les impulsions isolées positives et les impulsions isolées négatives doivent être conformes au gabarit de la Figure 14.
Courant continu	Aucun courant continu ne doit être appliqué à l'interface.
Accès de vérification	Il faut prévoir un accès au signal à l'interface pour la vérification des présentes caractéristiques du signal.
NOTE 1 – Bien que des caractéristiques de tension et de puissance soient données pour faciliter la qualification des signaux à l'interface, les valeurs ne sont pas équivalentes. Les caractéristiques de tension sont données pour des impulsions isolées, tandis que les niveaux de puissance sont spécifiés pour un signal AIS ou, alternativement, un signal composé exclusivement de "1" (un). NOTE 2 – Le signal composé exclusivement de "1" n'est pas réalisable dans le cadre de la structure de trame spécifiée dans la Rec. UIT-T G.752 et on ne le trouve pas dans les réseaux de télécommunication d'Amérique du Nord.	

Tous les signaux se présentant à l'interface à 44 736 kbit/s doivent remplir chacune des conditions énumérées.

Une impulsion isolée (voir la forme d'impulsion au Tableau 6) à l'interface à 44 736 kbit/s doit s'inscrire dans le gabarit représenté à la Figure 14. Les formules définissant les divers segments de droite qui constituent le gabarit sont indiquées à la suite de cette figure. Dans celle-ci, l'axe vertical représente l'amplitude normée de l'impulsion. L'axe horizontal représente le temps, exprimé en intervalles unitaires. Pour 44 736 kbit/s, l'intervalle unitaire est de 22,4 ns.

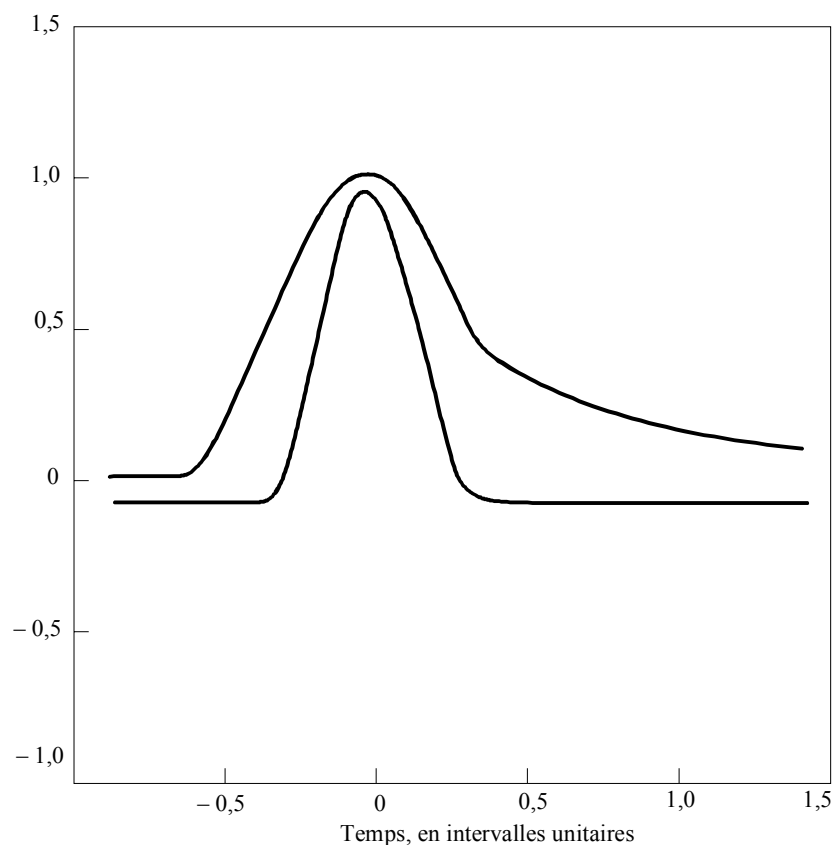
Pour assurer le bon fonctionnement des équipements de transmission et des équipements de multiplexage d'ordre supérieur, tous les trains de bits à 44 736 kbit/s doivent utiliser la structure de trame définie dans la Rec. UIT-T G.752.

Caractéristiques de gigue:

- voir le § 5.1/G.824 concernant la gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie;
- voir le § 7.2.4/G.824 concernant la tolérance sur la gigue à l'accès d'entrée.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

Amplitude normée



Portée de l'axe des temps (en intervalles unitaires)	Equation de l'amplitude normée
Courbe supérieure	
$-0,85 \leq T \leq -0,68$	0,03
$-0,68 \leq T \leq 0,36$	$0,5 \left\{ 1 + \sin \left[\frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,34} \right) \right] \right\} + 0,03$
$0,36 \leq T \leq 1,4$	$0,08 + 0,407 e^{-1,84(T-0,36)}$
Courbe inférieure	
$-0,85 \leq T \leq -0,36$	-0,03
$-0,36 \leq T \leq 0,36$	$0,5 \left\{ 1 + \sin \left[\frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0,18} \right) \right] \right\} - 0,03$
$0,36 \leq T \leq 1,4$	-0,03

T1528680-02

Figure 14/G.703 – Gabarit et équations d'une impulsion isolée à l'interface à 44 736 kbit/s

9 Interface à 2048 kbit/s (E12)

9.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 2048 kbit/s.

Précision du débit: $\pm 50 \times 10^{-6}$ ($\pm 102,4$ bit/s).

Code: haute densité bipolaire d'ordre 3 (HDB3) (on trouvera une description de ce code dans l'Annexe A).

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

9.2 Spécifications aux accès de sortie

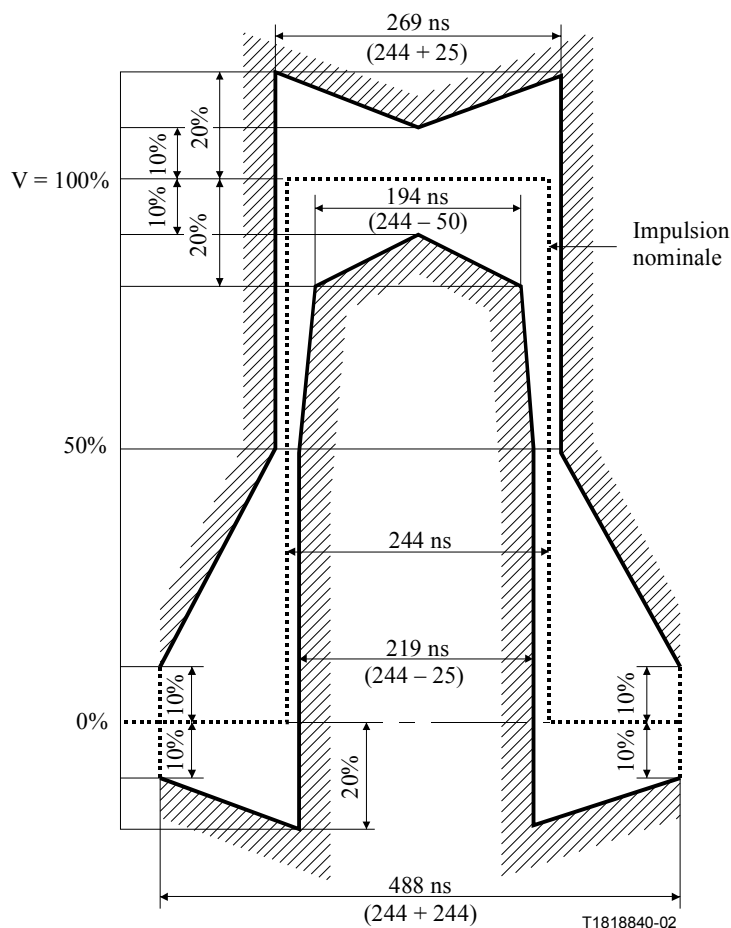
Voir le Tableau 7.

Tableau 7/G.703 – Interface numérique à 2048 kbit/s

Forme de l'impulsion (forme nominale rectangulaire)	Pour un signal valide, tous les états Z doivent être conformes au gabarit (voir la Figure 15) quel que soit le signe. La valeur V correspond à la valeur nominale de crête	
Paire(s) dans chaque sens de la transmission	Une paire coaxiale (voir 9.4)	Une paire symétrique (voir 9.4)
Impédance de charge pour les essais	75 ohms resistive	120 ohms resistive
Tension nominale de crête d'une impulsion	2,37 V	3 V
Tension de crête en l'absence d'impulsion	$0 \pm 0,237$ V	$0 \pm 0,3$ V
Largeur nominale de l'impulsion	244 ns	
Valeur du rapport entre les amplitudes respectives des impulsions positives et des impulsions négatives, au point milieu d'une impulsion	0,95 à 1,05	
Valeur du rapport entre les largeurs respectives des impulsions positives et des impulsions négatives, à la moitié de l'amplitude nominale	0,95 à 1,05	
Gigue maximale crête à crête à un accès de sortie	Voir le § 5.1/G.823	

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
51 à 102	6
102 à 3072	8



NOTE – La valeur V correspond à la valeur nominale de crête.

Figure 15/G.703 – Gabarit de l'impulsion à l'interface à 2048 kbit/s

9.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente à l'accès d'entrée doit être conforme à la définition qui précède, mais modifié par les caractéristiques de la paire d'interconnexion. On admettra que l'affaiblissement de cette paire suit une loi en $\sqrt{f}$ et qu'il est compris entre 0 et 6 dB à la fréquence 1024 kHz. L'affaiblissement en question doit tenir compte de toute perte due à la présence d'un répartiteur numérique entre les équipements.

Pour la gigue admissible à l'accès d'entrée, voir le § 7.1.2/G.823.

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
51 à 102	12
102 à 2048	18
2048 à 3072	14

Pour assurer une protection satisfaisante contre les réflexions du signal qui peuvent se produire à l'interface en raison des irrégularités d'impédance aux répartiteurs numériques et aux accès de sortie numériques, il faudrait que les accès d'entrée satisfassent aux conditions suivantes:

Il faut ajouter à un signal composite nominal, codé en HDB3 avec une forme d'impulsion telle que celle définie dans le gabarit d'impulsion, un signal perturbateur ayant la même forme d'impulsion que celle du signal utile. Le signal perturbateur doit avoir un débit compris dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais ne doit pas être synchrone avec le signal utile. Le signal perturbateur doit être combiné avec le signal utile dans un réseau de combinaison, avec un affaiblissement global nul sur le trajet du signal et avec une impédance nominale de 75 Ω (dans le cas d'une interface à paires coaxiales) ou de 120 Ω (dans le cas d'une interface à paires symétriques) pour donner un rapport signal à perturbation de 18 dB. Le contenu binaire du signal perturbateur doit être conforme aux dispositions de la Rec. UIT-T O.151 (séquence de $2^{15} - 1$ bit). Il ne doit pas y avoir d'erreurs lorsque le signal combiné, subissant un affaiblissement pouvant atteindre l'affaiblissement maximal spécifié pour les câbles d'interconnexion, sera appliqué à l'accès d'entrée.

NOTE – On considère qu'un récepteur ayant un seuil adaptable (non fixe) résiste mieux aux réflexions et qu'il est donc préférable de l'utiliser.

9.4 Mise à la terre du conducteur extérieur ou du blindage

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale ou le blindage de la paire symétrique doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – Les conducteurs extérieurs des câbles coaxiaux sont connectés directement au réseau équipotentiel au niveau des interfaces d'émission et de réception et, en raison des différences de potentiel de la terre existant à chaque extrémité du câble, il se peut qu'un courant brouilleur s'écoule dans le conducteur extérieur, par les connecteurs et par le circuit d'entrée du récepteur, avec pour effet d'entraîner des erreurs, voire des dommages permanents. Pour éviter un tel problème, on peut introduire une isolation DC entre le conducteur extérieur et le réseau équipotentiel au niveau de l'interface de réception. La méthode d'isolation DC choisie ne doit pas compromettre la conformité sur le plan de la compatibilité électromagnétique de l'équipement et de l'installation tout entière.

NOTE 3 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

10 Interface à 8448 kbit/s (E22)

10.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 8448 kbit/s.

Précision du débit : $\pm 30 \times 10^{-6}$ ($\pm 253,4$ bit/s).

Code: haute densité bipolaire d'ordre 3 (HDB3) (on trouvera une description de ce code dans l'Annexe A).

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

10.2 Spécifications aux accès de sortie

Voir le Tableau 8.

Tableau 8/G.703 – Interface numérique à 8448 kbit/s

Forme de l'impulsion (forme nominale rectangulaire)	Tous les états Z d'un signal valide doivent être conformes au gabarit (voir Figure 16), quel que soit le signe
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire coaxiale (voir 10.4)
Impédance de charge pour les essais	75 ohms resistive
Tension de crête nominale d'une impulsion	2,37 V
Tension de crête en l'absence d'impulsion	0 V $\pm$ 0,237 V
Largeur nominale d'une impulsion	59 ns
Rapport de l'amplitude des impulsions positives à l'amplitude des impulsions négatives au point milieu de la largeur d'une impulsion	0,95 à 1,05
Rapport de la largeur des impulsions positives à la largeur des impulsions négatives à la moitié de l'amplitude nominale	0,95 à 1,05
Gigue maximale crête à crête à un accès de sortie	Voir le § 5.1/G.823

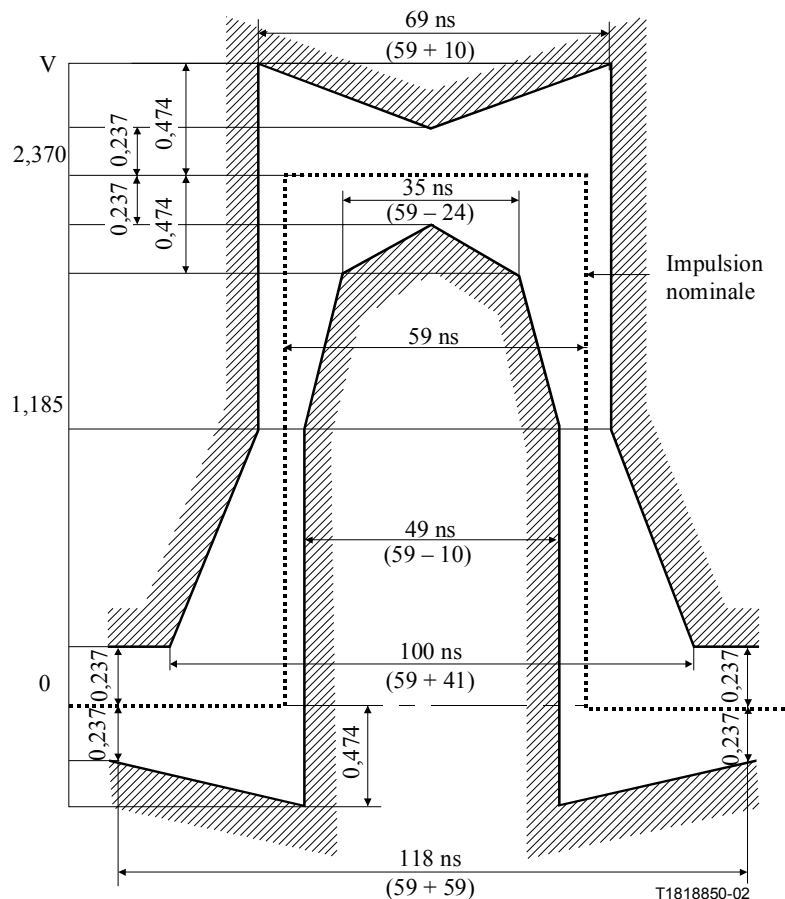


Figure 16/G.703 – Gabarit de l'impulsion à l'interface à 8448 kbit/s

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
211 à 422	6
422 à 12 672	8

10.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente à l'accès d'entrée doit être conforme à la définition qui précède, mais modifié par les caractéristiques des paires d'interconnexion. On admettra que l'affaiblissement de cette paire suit une loi en $\sqrt{f}$ et qu'il est compris entre 0 et 6 dB à la fréquence 4224 kHz. L'affaiblissement en question doit tenir compte de toute perte due à la présence d'un répartiteur numérique entre les équipements.

Pour la gigue admissible à l'accès d'entrée, voir le § 7.1.3/G.823.

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
211 à 422	12
422 à 8448	18
8448 à 12 672	14

Pour assurer une protection satisfaisante contre les réflexions du signal qui peuvent se produire à l'interface en raison des irrégularités d'impédance aux répartiteurs numériques et aux accès de sortie numériques, il faudrait que les accès d'entrée satisfassent aux conditions suivantes:

il faut ajouter à un signal composite nominal, codé en HDB3 avec une forme d'impulsion telle que celle définie dans le gabarit d'impulsion, un signal perturbateur ayant la même forme d'impulsion que celle du signal utile. Le signal perturbateur doit avoir un débit compris dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais ne doit pas être synchrone avec le signal utile. Le signal perturbateur doit être combiné avec le signal utile dans un réseau de combinaison, avec un affaiblissement global nul sur le trajet du signal et avec une impédance nominale de 75 Ω pour donner un rapport signal à perturbation de 20 dB. Le contenu binaire du signal perturbateur doit être conforme aux dispositions de la Rec. UIT-T O.151 (séquence de $2^{15} - 1$ bit). Il ne doit pas y avoir d'erreurs lorsque le signal combiné, subissant un affaiblissement pouvant atteindre l'affaiblissement maximal spécifié pour les câbles d'interconnexion, sera appliqué à l'accès d'entrée.

10.4 Mise à la terre du conducteur extérieur

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

11 Interface à 34 368 kbit/s (E31)

11.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 34 368 kbit/s

Précision du débit: $\pm 20 \times 10^{-6}$ (± 688 bit/s)

Code: HDB3 (on trouvera une description de ce code à l'Annexe A).

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

11.2 Spécifications aux accès de sortie

Voir le Tableau 9.

Tableau 9/G.703 – Interface numérique à 34 368 kbit/s

Forme de l'impulsion (forme nominale rectangulaire)	Tous les états Z d'un signal valide doivent être conformes au gabarit (voir la Figure 17), quel que soit le signe.
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire coaxiale (voir 11.4)
Impédance de charge pour les essais	75 ohms resistive
Tension de crête nominale d'une impulsion	1,0 V
Tension de crête en l'absence d'impulsion	0 V $\pm$ 0,1 V
Largeur nominale de l'impulsion	14,55 ns
Rapport amplitude des impulsions positives/amplitude des impulsions négatives au centre d'un intervalle d'impulsion	0,95 à 1,05
Rapport largeur des impulsions positives/largeur des impulsions négatives à la moitié de l'amplitude nominale	0,95 à 1,05
Gigue maximale crête à crête à un accès de sortie	Voir le § 5.1/G.823

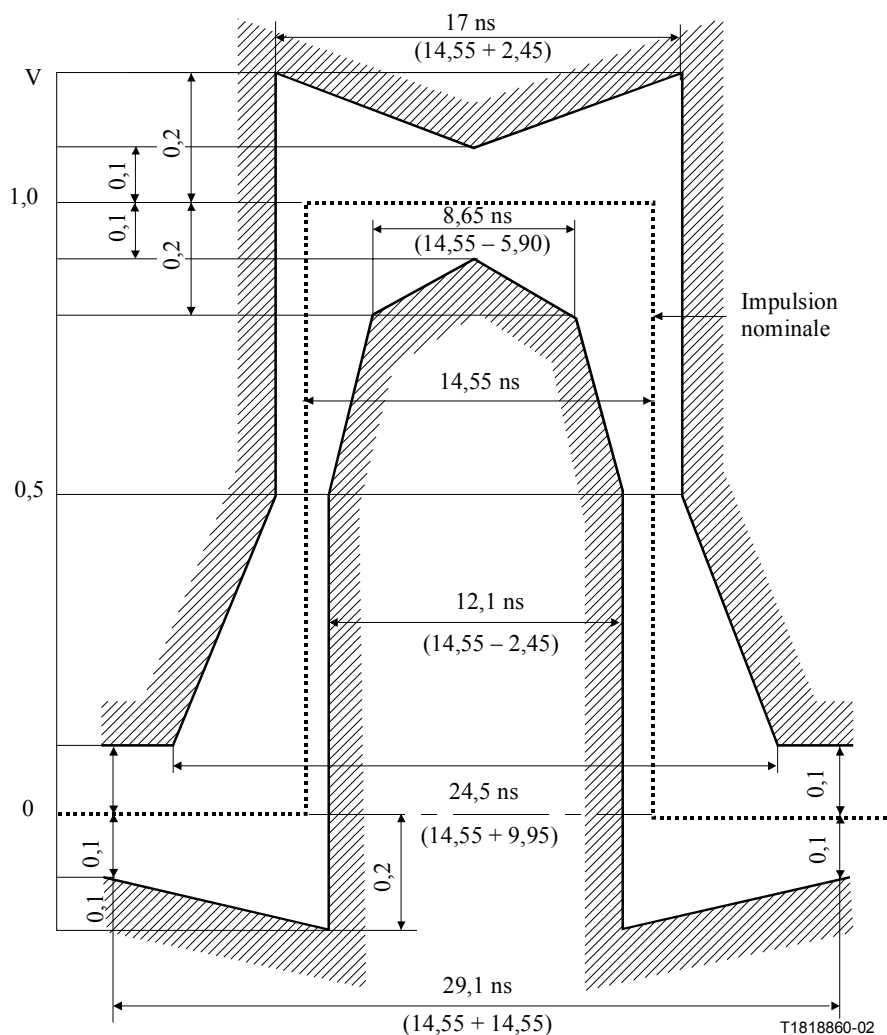


Figure 17/G.703 – Gabarit de l'impulsion à l'interface à 34 368 kbit/s

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
860 à 1720	6
1720 à 51 550	8

11.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente à l'accès d'entrée doit être conforme à la définition qui précède, mais modifié par les caractéristiques du câble d'interconnexion. On admettra que l'affaiblissement de ce câble suit une loi en $\sqrt{f}$ et qu'il est compris entre 0 et 12 dB à 17 184 kHz.

Pour la gigue admissible à l'accès d'entrée, voir le § 7.1.4/G.823.

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
860 à 1720	12
1720 à 34 368	18
34 368 à 51 550	14

Pour assurer une protection satisfaisante contre les réflexions du signal qui peuvent se produire à l'interface en raison des irrégularités d'impédance aux répartiteurs numériques et aux accès de sortie numériques, il faut que les accès d'entrée satisfassent aux conditions suivantes:

Il faut ajouter à un signal composite nominal, codé en HDB3 avec une forme d'impulsion telle que celle définie dans le gabarit d'impulsion, un signal perturbateur ayant la même forme d'impulsion que celle du signal utile. Le signal perturbateur doit avoir un débit compris dans les limites spécifiées dans la présente Recommandation, mais ne doit pas être synchrone avec le signal utile. Le signal perturbateur doit être combiné avec le signal utile dans un réseau de combinaison, avec un affaiblissement global nul sur le trajet du signal et avec une impédance nominale de 75 Ω pour donner un rapport signal à perturbation de 20 dB. Le contenu binaire du signal perturbateur doit être conforme aux dispositions de la Rec. UIT-T O.151 (séquence de $2^{23} - 1$ bit). Il ne doit pas y avoir d'erreurs lorsque le signal combiné, subissant un affaiblissement pouvant atteindre l'affaiblissement maximal spécifié pour les câbles d'interconnexion, sera appliqué à l'accès d'entrée.

11.4 Mise à la terre du conducteur extérieur

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale doit être connecté du réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

12 Interface à 139 264 kbit/s (E4)

12.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 139 264 kbit/s

Précision du débit: $\pm 15 \times 10^{-6}$ (± 2089 bit/s)

Codage: signaux à inversions codées (CMI, *coded mark inversion*) (on trouvera une description de ce code dans l'Annexe A).

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

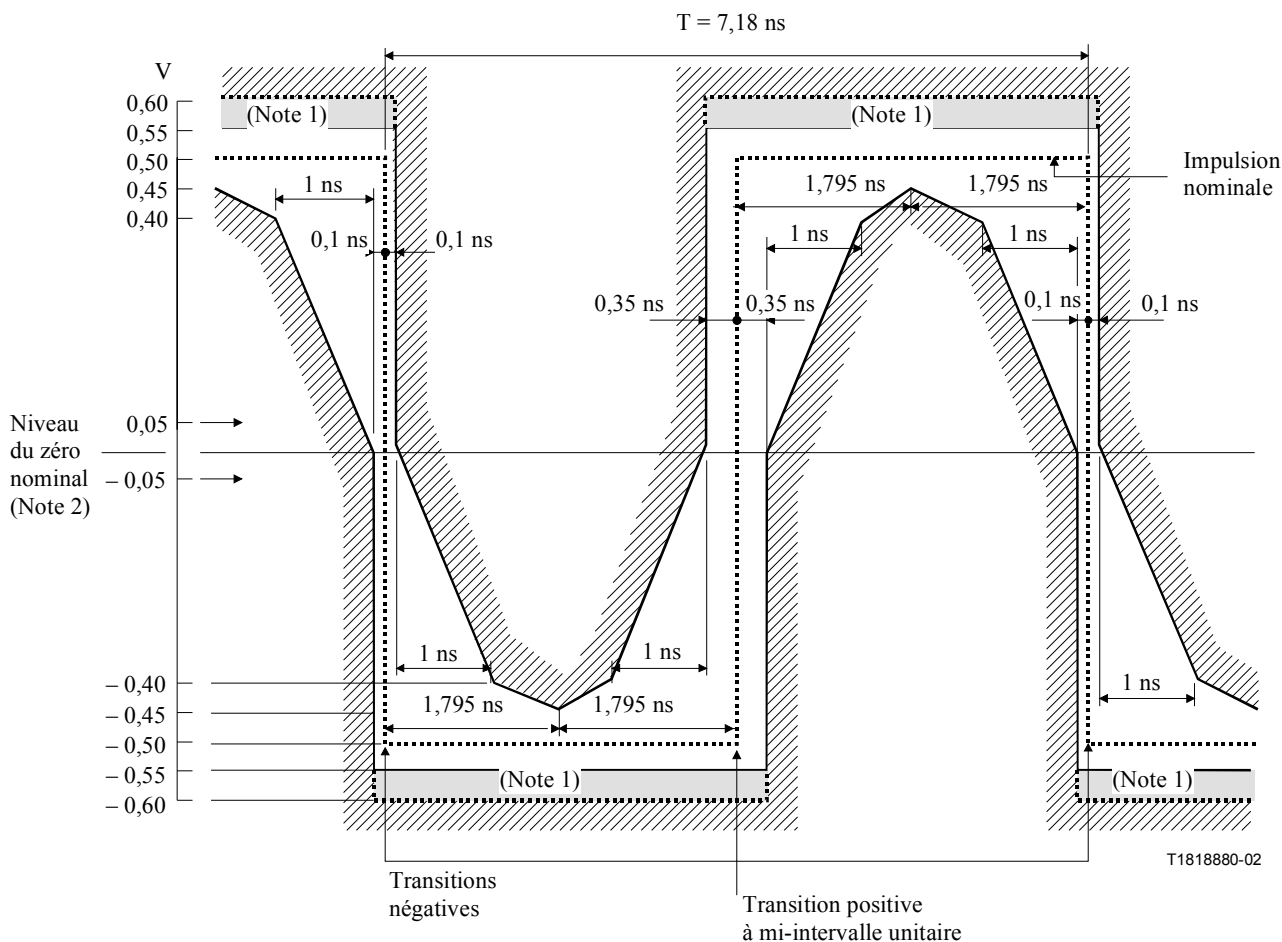
12.2 Spécifications aux accès de sortie

Les spécifications aux accès de sortie figurent dans le Tableau 10 et dans les Figures 18 et 19.

NOTE – Une méthode fondée sur la mesure du niveau du composant fondamental de la fréquence d'un signal correspondant à une séquence de 0 binaires (et à une séquence de 1 binaires), ainsi que sur la mesure du niveau des harmoniques 2 (et éventuellement 3), est considérée comme parfaitement adéquate pour s'assurer de la conformité figurant dans le Tableau 10. Les valeurs correspondantes pour les harmoniques sont à l'étude.

Tableau 10/G.703 – Interface numérique à 139 264 kbit/s

Forme de l'impulsion	Nominalement rectangulaire et conforme aux gabarits des Figures 18 et 19
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire coaxiale
Impédance de charge pour les essais	75 Ω (résistive)
Tension crête à crête	1 $\pm$ 0,1 V
Temps de montée entre 10% et 90% de l'amplitude mesurée "en régime permanent"	≤ 2 ns
Tolérances sur les transitions (rapportées à la valeur moyenne des points d'amplitude à 50% des transitions négatives)	Transitions négatives: $\pm 0,1$ ns Transitions positives aux limites de l'intervalle unitaire: $\pm 0,5$ ns Transitions positives à mi-intervalle unitaire: $\pm 0,35$ ns
Affaiblissement d'adaptation	≥ 15 dB dans la plage de fréquences comprise entre 7 MHz et 210 MHz
Gigue maximale crête à crête à un accès de sortie	Voir le § 5.1/G.823



NOTE 1 – L'amplitude maximale "en régime permanent" ne doit pas dépasser la limite de 0,55 V. Les dépassements et autres régimes transitoires peuvent se situer dans la zone en tireté limitée par les niveaux d'amplitude de 0,55 V et 0,6 V, sous réserve qu'ils n'excèdent pas le niveau en régime permanent de plus de 0,05 V. On étudie actuellement la possibilité d'autoriser des dépassements supérieurs par rapport au niveau en régime permanent.

NOTE 2 – Pour toutes les mesures utilisant ces gabarits, il convient, à l'aide d'une capacité ayant une valeur d'au moins 0,01 μF , de coupler en courant alternatif le signal à l'entrée de l'oscilloscope utilisé pour les mesures.

Le niveau zéro nominal pour les deux gabarits doit être aligné sur la trace de l'oscilloscope sans signal d'entrée. Une fois que le signal est appliqué, on peut ajuster la position verticale de la trace en vue d'atteindre les limites des gabarits. L'ajustement doit être le même pour les deux gabarits et ne doit pas dépasser $\pm 0,05$ V. On peut vérifier ces conditions en supprimant de nouveau le signal d'entrée et en s'assurant que la trace est à $\pm 0,05$ V du niveau zéro nominal des gabarits.

NOTE 3 – Chaque impulsion d'une séquence codée d'impulsions doit respecter les limites du gabarit quel que soit l'état des impulsions précédentes et suivantes, les deux gabarits d'impulsions étant positionnés de manière identique par rapport à une référence d'horloge commune, c'est-à-dire que leurs points nominaux de début et de fin coïncident.

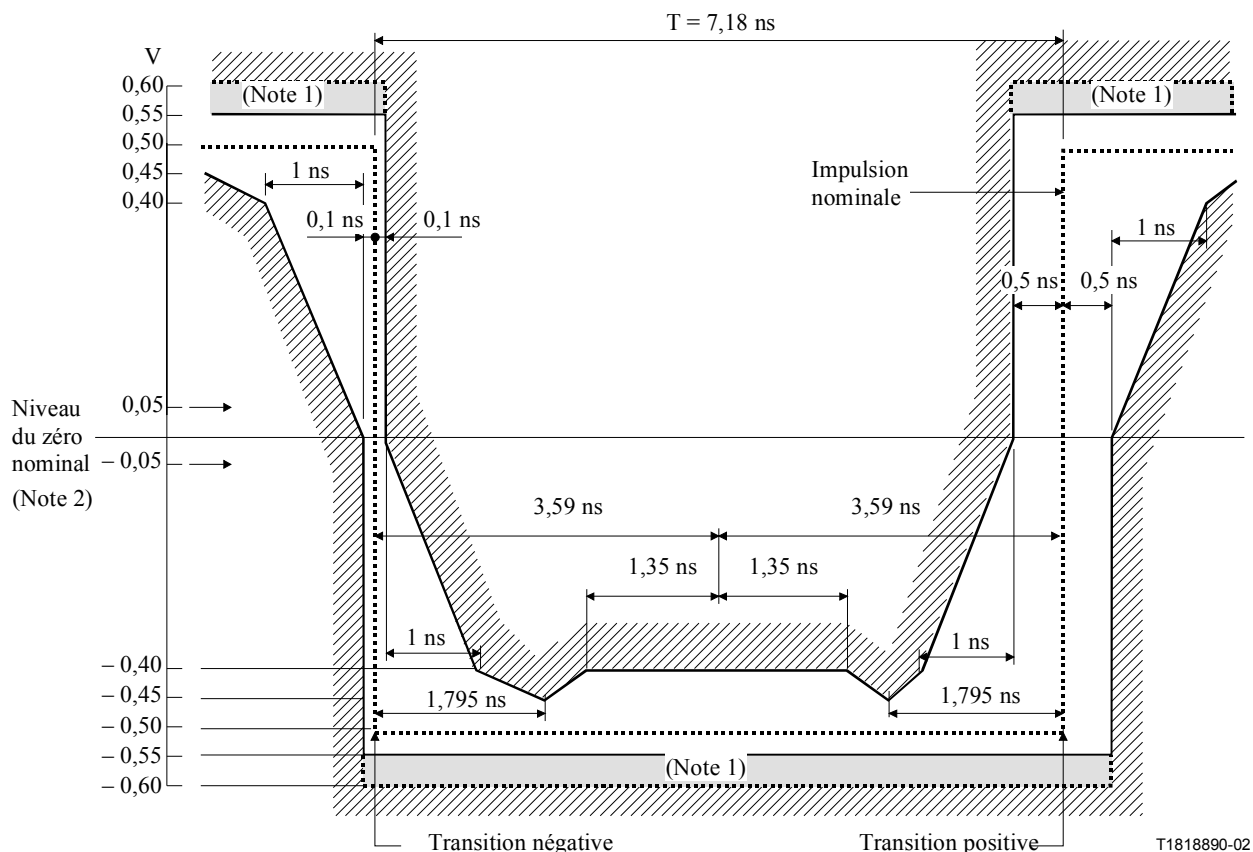
Les gabarits tiennent compte de la gigue à haute fréquence produite par le brouillage entre symboles dans la sortie, mais pas de la gigue du signal d'horloge associé à la source du signal d'interface.

Pour déterminer la conformité de l'impulsion avec son gabarit en utilisant un oscilloscope, il est important que les oscillogrammes successifs des impulsions se recouvrent afin de supprimer les effets de la gigue à basse fréquence. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans ce but: a) déclenchement de l'oscilloscope sur l'onde mesurée ou b) verrouillage des circuits de sortie de l'impulsion et de l'oscilloscope sur le même signal d'horloge.

Ces techniques devront faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Pour ces gabarits, le temps de montée et le temps de descente doivent être mesurés entre $-0,4$ V et $+0,4$ V; ils ne doivent pas dépasser 2 ns.

Figure 18/G.703 – Gabarit d'une impulsion correspondant à un élément binaire 0 à l'interface 139 264 kbit/s



NOTE 1 – L'amplitude maximale "en régime permanent" ne doit pas dépasser la limite de 0,55 V. Les dépassements et autres régimes transitoires peuvent se situer dans la zone en tireté limitée par les niveaux d'amplitude de 0,55 V et 0,6 V, sous réserve qu'ils n'excèdent pas le niveau en régime permanent de plus de 0,05 V. On étudie actuellement la possibilité d'autoriser des dépassements supérieurs par rapport au niveau en régime permanent.

NOTE 2 – Pour toutes les mesures utilisant ces gabarits, il convient, à l'aide d'un condensateur ayant une capacité d'au moins 0,01 μ F, de coupler en courant alternatif le signal à l'entrée de l'oscilloscope utilisé pour les mesures.

Le niveau zéro nominal pour les deux gabarits doit être ajusté pour correspondre à la trace de l'oscilloscope sans signal d'entrée. Une fois que le signal est appliqué, on peut régler la position verticale de la trace en vue d'atteindre les limites des gabarits. Le réglage doit être le même pour les deux gabarits et ne doit pas dépasser $\pm 0,05$ V. On peut vérifier ces conditions en supprimant de nouveau le signal d'entrée et en s'assurant que la trace est à $\pm 0,05$ V du niveau zéro nominal des gabarits.

NOTE 3 – Chaque impulsion d'une séquence codée d'impulsions doit respecter les limites du gabarit pertinent quel que soit l'état des impulsions précédentes et suivantes, les deux gabarits d'impulsions étant positionnés de manière identique par rapport à une référence d'horloge commune, c'est-à-dire que leurs points nominaux de début et de fin coïncident.

Les gabarits tiennent compte de la gigue à haute fréquence produite par le brouillage entre symboles dans la sortie, mais pas de la gigue du signal d'horloge associé à la source du signal d'interface.

Pour déterminer la conformité de l'impulsion avec le gabarit en utilisant un oscilloscope, il est important que les oscillogrammes successifs des impulsions se recouvrent afin de supprimer les effets de la gigue à basse fréquence. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans ce but: a) déclenchement de l'oscilloscope sur l'onde mesurée ou b) verrouillage des circuits de sortie de l'impulsion et de l'oscilloscope sur le même signal d'horloge.

Ces techniques devront faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Pour ces gabarits, le temps de montée et le temps de descente doivent être mesurés entre $-0,4$ V et $+0,4$ V; ils ne doivent pas dépasser 2 ns.

NOTE 5 – L'impulsion inverse aura des caractéristiques identiques, compte tenu du fait que la tolérance d'horloge au niveau des transitions négative et positive est respectivement $\pm 0,1$ ns et $\pm 0,5$ ns.

Figure 19/G.703 – Gabarit d'une impulsion correspondant à un élément binaire 1 à l'interface 139 264 kbit/s

12.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente aux accès d'entrée doit être conforme à la définition du Tableau 10 et des Figures 18 et 19, modifié par les caractéristiques des paires d'interconnexion.

On admettra que l'affaiblissement de la paire coaxiale suit approximativement une loi en $\sqrt{f}$, l'affaiblissement maximal étant de 12 dB à 70 MHz.

Pour la gigue admissible à l'accès d'entrée, voir le § 7.1.5/G.823.

La caractéristique d'affaiblissement d'adaptation devrait être celle qui est spécifiée pour les accès de sortie.

12.4 Mise à la terre du conducteur extérieur

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

13 Interface de synchronisation à 2048 kHz (T12)

13.1 Caractéristiques générales

L'emploi de cette interface est recommandé chaque fois qu'il est nécessaire d'assurer la synchronisation d'un équipement numérique au moyen d'un signal extérieur à 2048 kHz.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

13.2 Spécifications aux accès de sortie

Voir le Tableau 11 pour les caractéristiques générales et le Tableau 11a pour les caractéristiques de précision en fréquence.

Tableau 11/G.703 – Interface à l'horloge numérique à 2048 kHz

Forme de l'impulsion	Le signal doit être conforme au gabarit (voir Figure 20). La valeur V correspond à la valeur de crête maximale. La valeur V ₁ correspond à la valeur de crête minimale.	
Type de paire	Paire coaxiale (voir Note au 13.4)	Paire symétrique (voir Note au 13.4)
Impédance de charge pour les essais	75 Ω (résistive)	120 Ω (résistive)
Tension de crête maximale (V _{op})	1,5	1,9
Tension de crête minimale (V _{op})	0,75	1,0
Gigue maximale à un accès de sortie	Voir le Tableau 5/G.823 (Note)	
NOTE – Cette valeur s'applique aux équipements de synchronisation du rythme. D'autres valeurs peuvent être spécifiées pour les accès de sortie de rythme des liaisons numériques qui transmettent le rythme du réseau.		

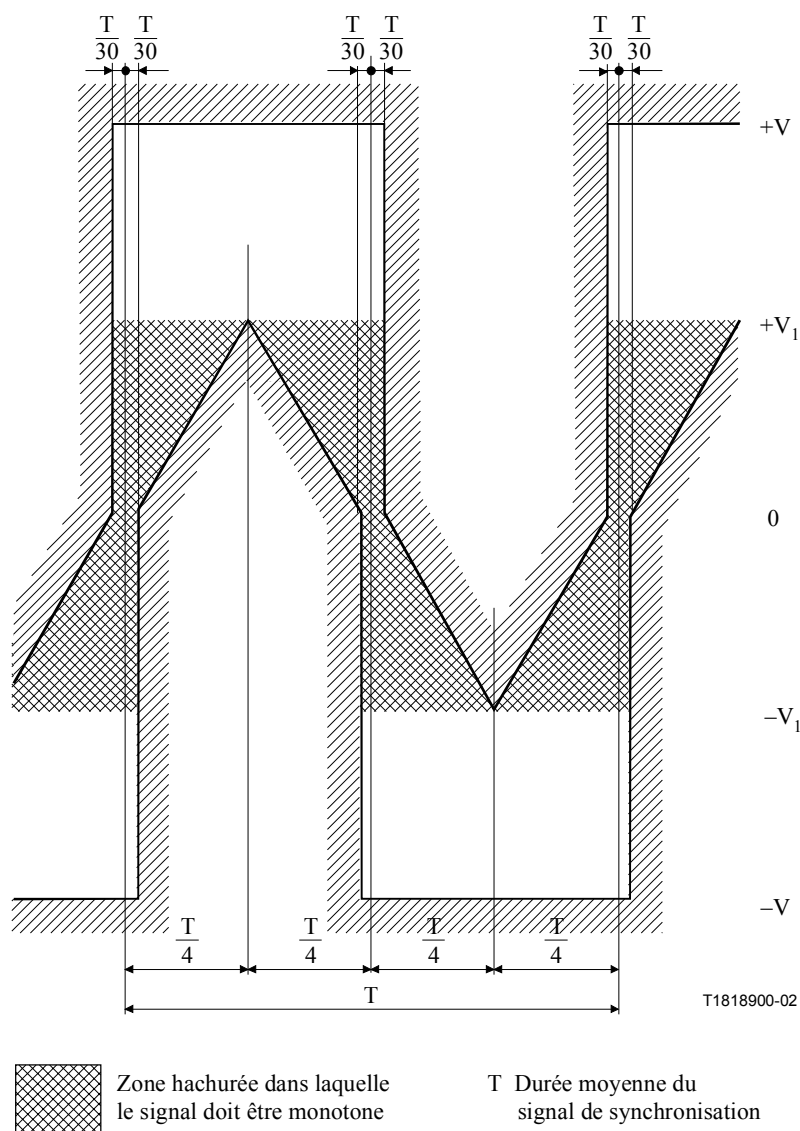


Figure 20/G.703 – Forme du signal présent à un accès de sortie de l'interface de synchronisation à 2048 kHz

Tableau 11a/G.703 – Horloge numérique à 2048 kHz – Précision en fréquence aux accès de sortie

Interface de sortie	Précision requise
Horloge de référence primaire – PRC	Voir Rec. UIT-T G.811
Unité de distribution de synchronisation – SSU	Voir Rec. UIT-T G.812
Horloge d'équipement SDH – SEC	$4,6 \times 10^{-6}$ – Voir également Rec. UIT-T G.813
Autres interfaces (Note)	$\pm 50 \times 10^{-6}$
NOTE – Interfaces de synchronisation définies dans la version 1998 de la présente Recommandation.	

13.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente aux accès d'entrée doit être conforme à la définition qui précède, moyennant la modification due aux caractéristiques de la paire d'interconnexion.

On admettra que l'affaiblissement de cette paire suit une loi en $\sqrt{f}$, et qu'il est compris entre 0 et 6 dB à la fréquence de 2048 kHz (valeur minimale). L'affaiblissement en question doit couvrir toute perte due à la présence d'un répartiteur numérique entre les équipements.

L'accès d'entrée doit pouvoir admettre un signal numérique présentant ces caractéristiques électriques, mais modulé par une gigue. Voir le Tableau 11b.

L'affaiblissement d'adaptation à 2048 kHz doit être ≥ 15 dB.

**Tableau 11b/G.703 – Horloge numérique à 2048 kHz –
Tolérance de bruit aux accès d'entrée**

Interface d'entrée	Tolérance de gigue
Horloge de référence primaire – PRC	Non applicable.
Unité de distribution de synchronisation – SSU	Voir Rec. UIT-T G.812
Horloge d'équipement SDH – SEC	Voir également Rec. UIT-T G.813
Autres interfaces (Note)	A étudier
NOTE – Interfaces de synchronisation définies dans la version 1998 de la présente Recommandation.	

13.4 Mise à la terre du conducteur extérieur ou du blindage

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale ou le blindage de la paire symétrique doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

14 Interface à 97 728 kbit/s

L'interconnexion des signaux à 97 728 kbit/s, aux fins de transmission, a lieu au répartiteur numérique.

Débit nominal: 97 728 kbit/s

Précision du débit : $\pm 10 \times 10^{-6}$ (± 978 bit/s).

Une paire coaxiale est utilisée pour chaque sens de transmission.

L'impédance de charge pour les essais est de $75 \Omega \pm 5\%$ (résistive).

Le code à utiliser est un code AMI (code bipolaire alternant) embrouillé¹.

La forme correspondant à l'accès de sortie à 97 728 kbit/s doit s'inscrire à l'intérieur du gabarit de la Figure 21. La forme d'impulsion au point où le signal arrive dans le répartiteur sera modifiée par les caractéristiques du câble d'interconnexion.

¹ Un code AMI est embrouillé par un embrouilleur à réinitialisation à cinq étages avec le polynôme de base: $x^5 + x^3 + 1$.

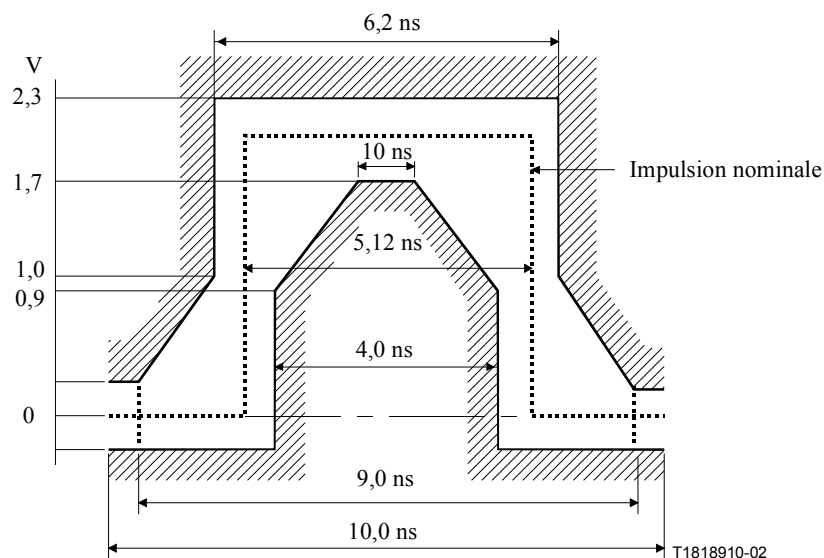


Figure 21/G.703 – Gabarit de l'impulsion à l'accès de sortie à 97 728 kbit/s

Impédance des connecteurs et paires coaxiales dans le répartiteur: $75 \Omega \pm 5\%$.

Caractéristiques de gigue:

- voir le § 5.1/G.824 pour la gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie;
- voir le § 7.2.5/G.824 pour la gigue à tolérer à l'accès d'entrée.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

15 Interface à 155 520 kbit/s – Interface STM-1 (ES1)

15.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 155 520 kbit/s

Précision du débit: $\pm 20 \times 10^{-6}$ (± 3111 bit/s)

Codage: signaux à inversions codées (CMI, *coded mark inversion*) (on trouvera une description de ce code dans l'Annexe A).

Caractéristiques de protection contre la surtension: voir la Rec. UIT-T K.41.

15.2 Spécifications aux accès de sortie

Les spécifications aux accès de sortie figurent dans le Tableau 12 et dans les Figures 22 et 23.

NOTE – Une méthode fondée sur la mesure du niveau de la composante fondamentale d'un signal correspondant à une séquence de 0 binaires (et à une séquence de 1 binaires) ainsi que sur la mesure du niveau des harmoniques 2 et éventuellement 3 est considérée comme parfaitement adéquate pour contrôler les gabarits du Tableau 12. Les valeurs pertinentes des composantes harmoniques sont à l'étude.

Tableau 12/G.703 – Interface numérique à 155 520 kbit/s

Forme de l'impulsion	Rectangulaire et conforme aux gabarits des Figures 22 et 23
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire coaxiale
Impédance de charge pour les essais	75 Ω (résistive)
Tension crête à crête	1 $\pm$ 0,1 V
Temps de montée entre 10% et 90% de l'amplitude mesurée en régime permanent	≤ 2 ns
Tolérances sur les transitions (rapportées à la valeur moyenne des points d'amplitude à 50% des transitions négatives)	Transitions négatives: $\pm 0,1$ ns Transitions positives aux limites de l'intervalle unitaire: $\pm 0,5$ ns Transitions positives à mi-intervalle unitaire: $\pm 0,35$ ns
Affaiblissement d'adaptation	≥ 15 dB dans la plage de fréquences comprise entre 8 MHz et 240 MHz
Gigue maximale crête à crête à un accès de sortie	Voir 5.1/G.825

15.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente aux accès d'entrée doit être conforme à la définition du Tableau 12 et des Figures 22 et 23, moyennant la modification due aux caractéristiques des paires d'interconnexion.

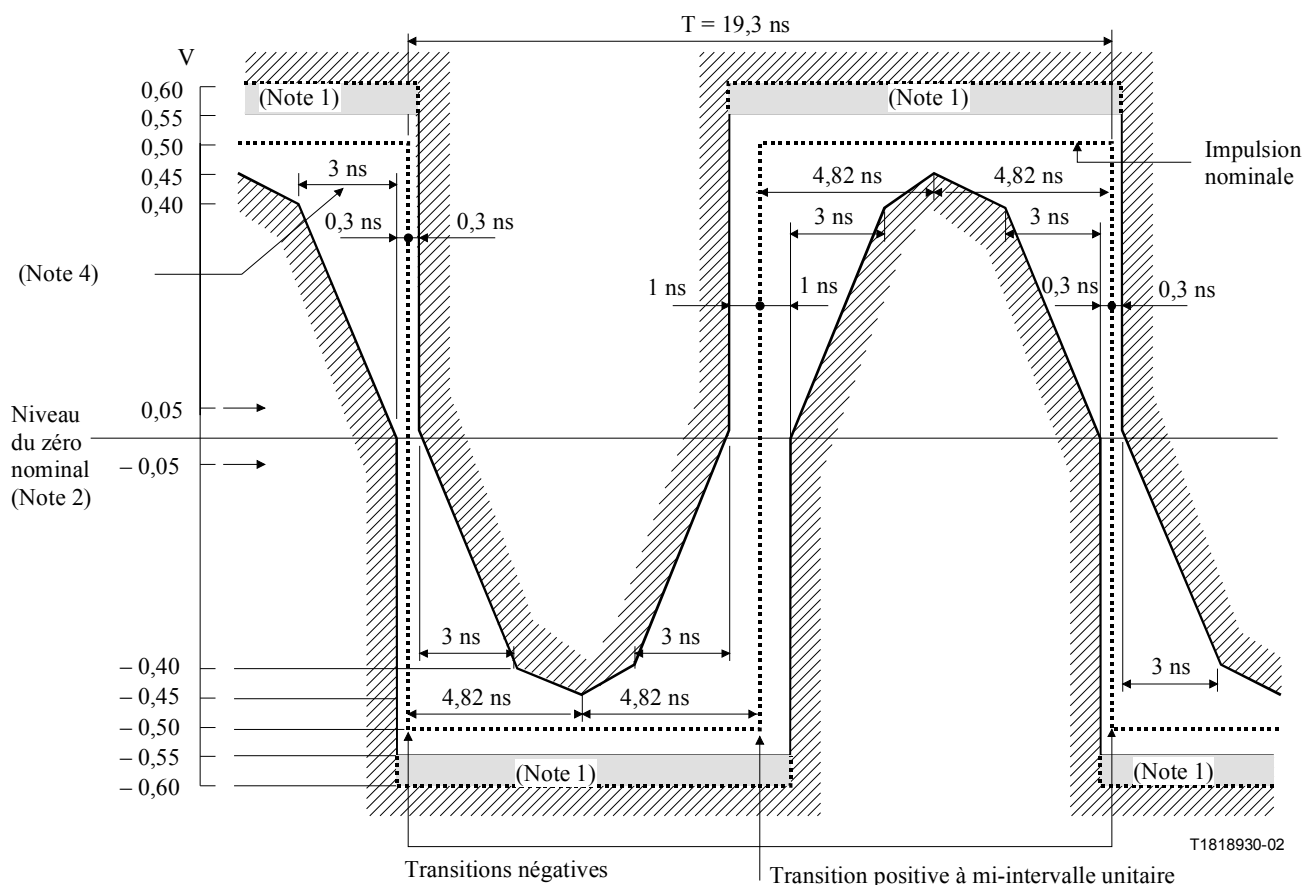
On admettra que l'affaiblissement de la paire coaxiale suit approximativement une loi en $\sqrt{f}$, l'affaiblissement maximal étant de 12,7 dB à 78 MHz.

Pour la valeur de la gigue admissible à l'accès d'entrée, voir 6.1.2.1/G.825.

La caractéristique d'affaiblissement d'adaptation devrait être celle qui est spécifiée pour les accès de sortie.

15.4 Spécifications aux points d'interconnexion

- *Niveau de puissance du signal*: le niveau de puissance à large bande mesuré à l'aide d'une sonde dans une bande de fréquences de travail d'au moins 300 MHz, doit être compris entre $-2,5$ et $+4,3$ dBm. Aucune puissance en courant continu ne doit être transmise à travers l'interface.
- *Diagramme de l'œil*: la Figure 24 représente un gabarit de diagramme de l'œil réalisé avec les niveaux de puissance maximale et minimale indiqués ci-dessus, dans lequel l'amplitude de la tension est normée à 1 et l'échelle de temps spécifiée en termes de la période T de récurrence des impulsions. Les sommets des angles du diagramme de l'œil sont indiqués dans la Figure 24.
- *Terminaison*: on utilise un câble coaxial pour chaque sens de transmission.
- *Impédance*: on utilise une charge d'essai résistive de $75 \Omega \pm 5\%$ pour obtenir le diagramme de l'œil et mesurer les paramètres électriques du signal à l'interface.



NOTE 1 – L'amplitude maximale "en régime permanent" ne doit pas dépasser la limite de 0,55 V. Les dépassements et autres régimes transitoires peuvent se situer dans la zone en tireté limitée par les niveaux d'amplitude de 0,55 V et 0,6 V, sous réserve qu'ils n'excèdent pas le niveau en régime permanent de plus de 0,05 V. On étudie actuellement la possibilité d'autoriser des dépassements supérieurs par rapport au niveau en régime permanent.

NOTE 2 – Pour toutes les mesures utilisant ces gabarits, il convient, à l'aide d'un condensateur ayant une capacité d'au moins 0,01 μ F, de coupler en courant alternatif le signal à l'entrée de l'oscilloscope utilisé pour les mesures.

Le niveau zéro nominal pour les deux gabarits doit être ajusté pour correspondre à la trace de l'oscilloscope sans signal d'entrée. Une fois que le signal est appliqué, on peut régler la position verticale de la trace en vue d'atteindre les limites des gabarits. Le réglage doit être le même pour les deux gabarits et ne doit pas dépasser $\pm 0,05$ V. On peut vérifier ces conditions en supprimant de nouveau le signal d'entrée et en s'assurant que la trace est à $\pm 0,05$ V du niveau zéro nominal des gabarits.

NOTE 3 – Chaque impulsion d'une séquence codée d'impulsions doit respecter les limites du gabarit pertinent quel que soit l'état des impulsions précédentes et suivantes, les deux gabarits d'impulsions étant positionnés de manière identique par rapport à une référence d'horloge commune, c'est-à-dire que leurs points nominaux de début et de fin coïncident.

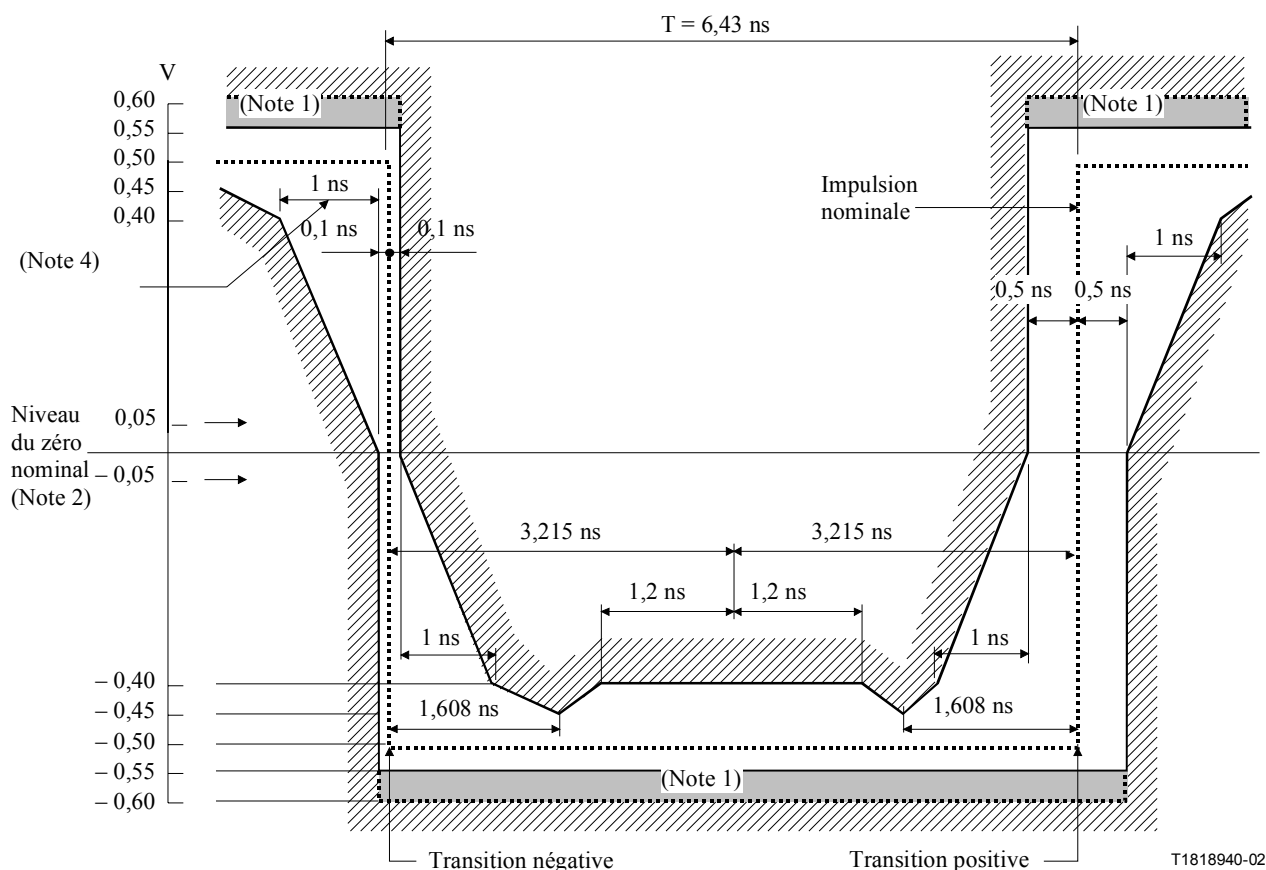
Les gabarits tiennent compte de la gigue à haute fréquence produite par le brouillage entre symboles dans la sortie, mais pas de la gigue du signal d'horloge associé à la source du signal d'interface.

Pour déterminer la conformité de l'impulsion avec le gabarit en utilisant un oscilloscope, il est important que les oscillogrammes successifs des impulsions se recouvrent afin de supprimer les effets de la gigue à basse fréquence. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans ce but: a) déclenchement de l'oscilloscope sur l'onde mesurée ou b) verrouillage des circuits de sortie de l'impulsion et de l'oscilloscope sur le même signal d'horloge.

Ces techniques devront faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Pour ces gabarits, le temps de montée et le temps de descente doivent être mesurés entre $-0,4$ V et $+0,4$ V; ils ne doivent pas dépasser 2 ns.

Figure 22/G.703 – Gabarit d'une impulsion correspondant à un élément binaire 0 (à l'interface 155 520 kbit/s)



NOTE 1 – L'amplitude maximale "en régime permanent" ne doit pas dépasser la limite de 0,55 V. Les dépassements et autres régimes transitoires peuvent se situer dans la zone en tireté limitée par les niveaux d'amplitude de 0,55 V et 0,6 V, sous réserve qu'ils n'excèdent pas le niveau en régime permanent de plus de 0,05 V. On étudie actuellement la possibilité d'autoriser des dépassements supérieurs par rapport au niveau en régime permanent.

NOTE 2 – Pour toutes les mesures utilisant ces gabarits, il convient, à l'aide d'un condensateur ayant une capacité d'au moins 0,01 μF , de coupler en courant alternatif le signal à l'entrée de l'oscilloscope utilisé pour les mesures.

Le niveau zéro nominal pour les deux gabarits doit être ajusté pour correspondre à la trace de l'oscilloscope sans signal d'entrée. Une fois que le signal est appliqué, on peut régler la position verticale de la trace en vue d'atteindre les limites des gabarits.

Le réglage doit être le même pour les deux gabarits et ne doit pas dépasser $\pm 0,05$ V. On peut vérifier ces conditions en supprimant de nouveau le signal d'entrée et en s'assurant que la trace est à $\pm 0,05$ V du niveau zéro nominal des gabarits.

NOTE 3 – Chaque impulsion d'une séquence codée d'impulsions doit respecter les limites du gabarit pertinent quel que soit l'état des impulsions précédentes et suivantes, les deux gabarits d'impulsions étant positionnés de manière identique par rapport à une référence d'horloge commune, c'est-à-dire que leurs points nominaux de début et de fin coïncident.

Les gabarits tiennent compte de la gigue à haute fréquence produite par le brouillage entre symboles dans la sortie, mais pas de la gigue du signal d'horloge associé à la source du signal d'interface.

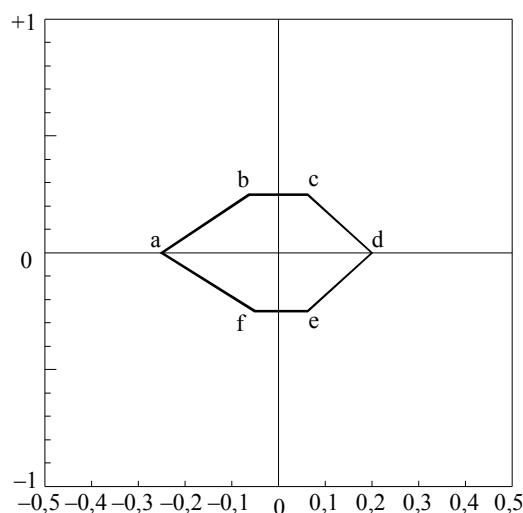
Pour déterminer la conformité de l'impulsion avec le gabarit en utilisant un oscilloscope, il est important que les oscillogrammes successifs des impulsions se recouvrent afin de supprimer les effets de la gigue à basse fréquence. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans ce but: a) déclenchement de l'oscilloscope sur l'onde mesurée ou b) verrouillage des circuits de sortie de l'impulsion et de l'oscilloscope sur le même signal d'horloge.

Ces techniques devront faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Pour ces gabarits, le temps de montée et le temps de descente doivent être mesurés entre $-0,4$ V et $+0,4$ V; ils ne doivent pas dépasser 2 ns.

NOTE 5 – L'impulsion inverse aura des caractéristiques identiques, compte tenu du fait que la tolérance d'horloge au niveau des transitions négative et positive est respectivement $\pm 0,1$ ns et $\pm 0,5$ ns.

Figure 23/G.703 – Gabarit d'une impulsion correspondant à un élément binaire 1 (à l'interface 155 520 kbit/s)



Point	Temps	Amplitude
a	$-0,25 \frac{T}{2}$	0,00
b	$-0,05 \frac{T}{2}$	+0,25
c	$+0,05 \frac{T}{2}$	+0,25
d	$+0,20 \frac{T}{2}$	0,00
e	$+0,05 \frac{T}{2}$	-0,25
f	$-0,05 \frac{T}{2}$	-0,25

T1818950-02

Figure 24/G.703 – Diagramme de l'œil de l'interface STM-1

15.5 Mise à la terre du conducteur extérieur

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

16 Interface à 51 840 kbit/s (Interface STM-0)

16.1 Caractéristiques générales

Débit nominal: 51 840 kbit/s

Précision du débit: $\pm 20 \times 10^{-6}$ (± 1037 bit/s)

Codage: trois codes en ligne peuvent être utilisés:

- a) signaux à inversions codées (CMI, *coded mark inversion*)
- b) code haute densité bipolaire d'ordre 2 (HDB2, *high density bipolar of order 2 code*);
- c) code haute densité bipolaire d'ordre 3 (HDB3, *high density bipolar of order 3 code*).

Une description de ces codes est donnée dans l'Annexe A.

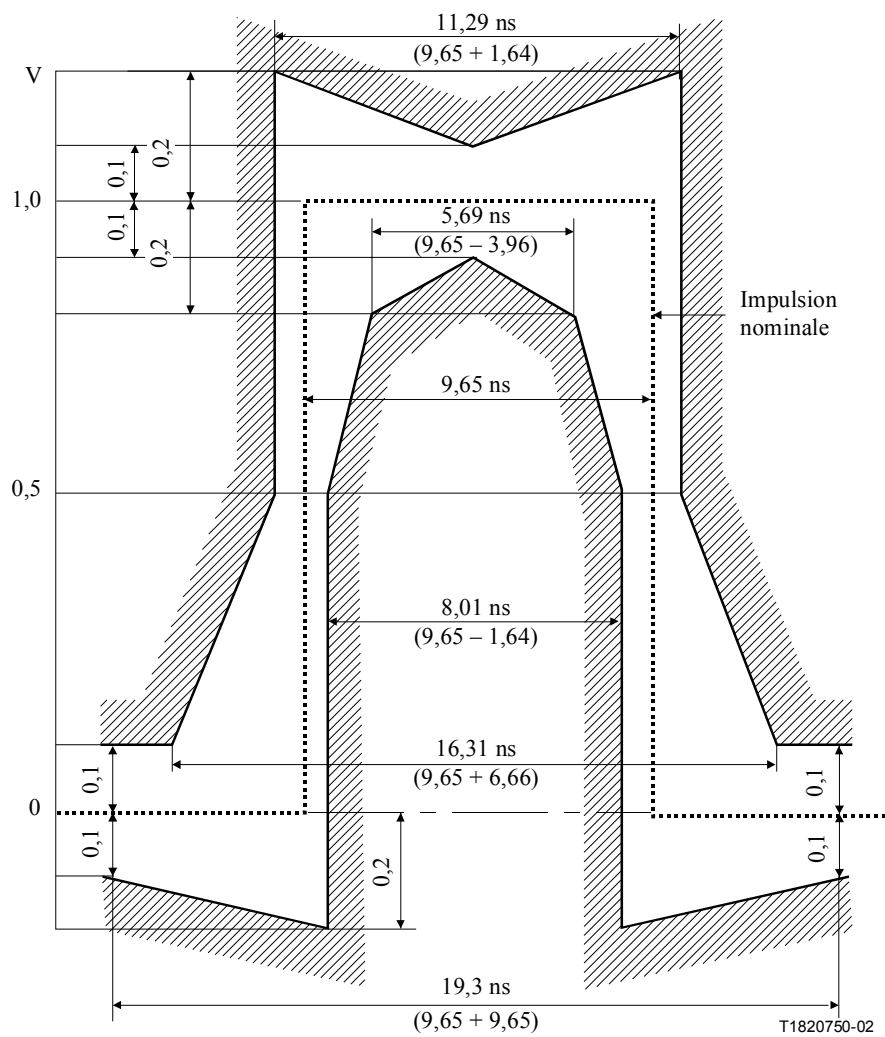
Caractéristiques de protection contre la surtension: voir la Rec. UIT-T K.41.

16.2 Spécifications aux accès de sortie

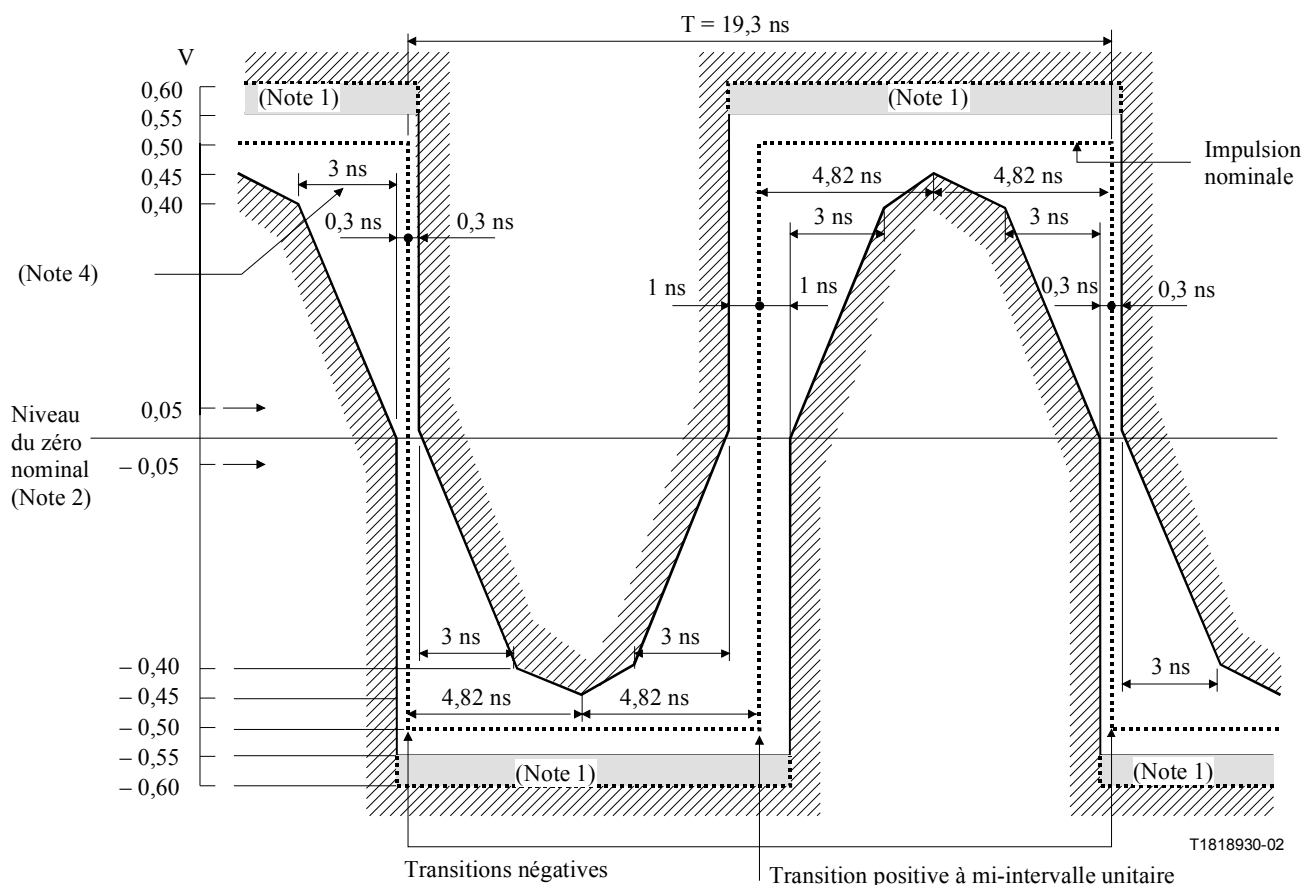
Les spécifications aux accès de sortie figurent dans le Tableau 13.

Tableau 13/G.703 – Interface numérique à 51 840 kbit/s

Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une seule paire coaxiale
Impédance de charge pour les essais	75 Ω (résistive)
Gigue maximale crête à crête à un accès de sortie	1,5 UIpp dans la bande de 100 Hz à 400 kHz 0,15 UIpp dans la bande de 20 kHz à 400 kHz NOTE 1 – Les filtres de mesure passe-haut ont une caractéristique du premier ordre et une pente de –20 dB/décade. Les filtres de mesure passe-bas ont une caractéristique de Butterworth à maximum plat et une pente de –60 dB/décade. NOTE 2 – Les valeurs de gigue pour les signaux STM-0 à codage SMI sont provisoires et devront faire l'objet d'un complément d'étude.
Si des codes HDB2 ou HDB3 sont utilisés:	
Forme de l'impulsion	Pratiquement rectangulaire et conforme au gabarit (Figure 25) quel que soit le signe.
Tension nominale de crête d'un état Z (impulsion)	1,0 V
Tension de crête d'un état A (pas d'impulsion)	0 V $\pm$ 0,1 V
Largeur nominale d'impulsion	9,65 ns
Rapport des amplitudes des impulsions positives et négatives au centre d'un intervalle d'impulsion	de 0,95 à 1,05
Rapport des largeurs d'impulsions positives et négatives à la mi-amplitude nominale	de 0,95 à 1,05
Si un code CMI est utilisé:	
Forme de l'impulsion	Pratiquement rectangulaire et conforme au gabarit (Figures 26 et 27) quel que soit le signe.
Tension crête à crête	1 $\pm$ 0,1 V
Temps de montée entre 10% et 90% de l'amplitude mesurée en régime permanent	$\leq$ 6 ns
Tolérances sur les transitions (rapportées à la valeur moyenne des points d'amplitude à 50% des transitions négatives)	Transitions négatives: $\pm$ 0,3 ns Transitions positives aux limites de l'intervalle unitaire: $\pm$ 1,5 ns Transitions positives à mi-intervalle unitaire: $\pm$ 1 ns



**Figure 25/G.703 – Gabarit de l'impulsion à l'interface à 51 840 kbit/s
(si les codes HDB2 ou HDB3 sont utilisés)**



NOTE 1 – L'amplitude maximale "en régime permanent" ne doit pas dépasser la limite de 0,55 V. Les dépassements et autres régimes transitoires peuvent se situer dans la zone en tireté limitée par les niveaux d'amplitude de 0,55 V et 0,6 V, sous réserve qu'ils n'excèdent pas le niveau en régime permanent de plus de 0,05 V. On étudie actuellement la possibilité d'autoriser des dépassements supérieurs par rapport au niveau en régime permanent.

NOTE 2 – pour toutes les mesures utilisant ces gabarits, il convient, à l'aide d'une capacité ayant une valeur d'au moins 0,01 μF , de coupler en courant alternatif le signal à l'entrée de l'oscilloscope utilisé pour les mesures.

Le niveau zéro nominal pour les deux gabarits doit être aligné sur la trace de l'oscilloscope sans signal d'entrée. Une fois que le signal est appliqué, on peut ajuster la position verticale de la trace en vue d'atteindre les limites des gabarits. L'ajustement doit être le même pour les deux gabarits et ne doit pas dépasser $\pm 0,05$ V. On peut vérifier ces conditions en supprimant de nouveau le signal d'entrée et en s'assurant que la trace est à $\pm 0,05$ V du niveau zéro nominal des gabarits.

NOTE 3 – Chaque impulsion d'une séquence codée d'impulsions doit respecter les limites du gabarit quel que soit l'état des impulsions précédentes et suivantes, les deux gabarits d'impulsions étant positionnés de manière identique par rapport à une référence d'horloge commune, c'est-à-dire que leurs points nominaux de début et de fin coïncident.

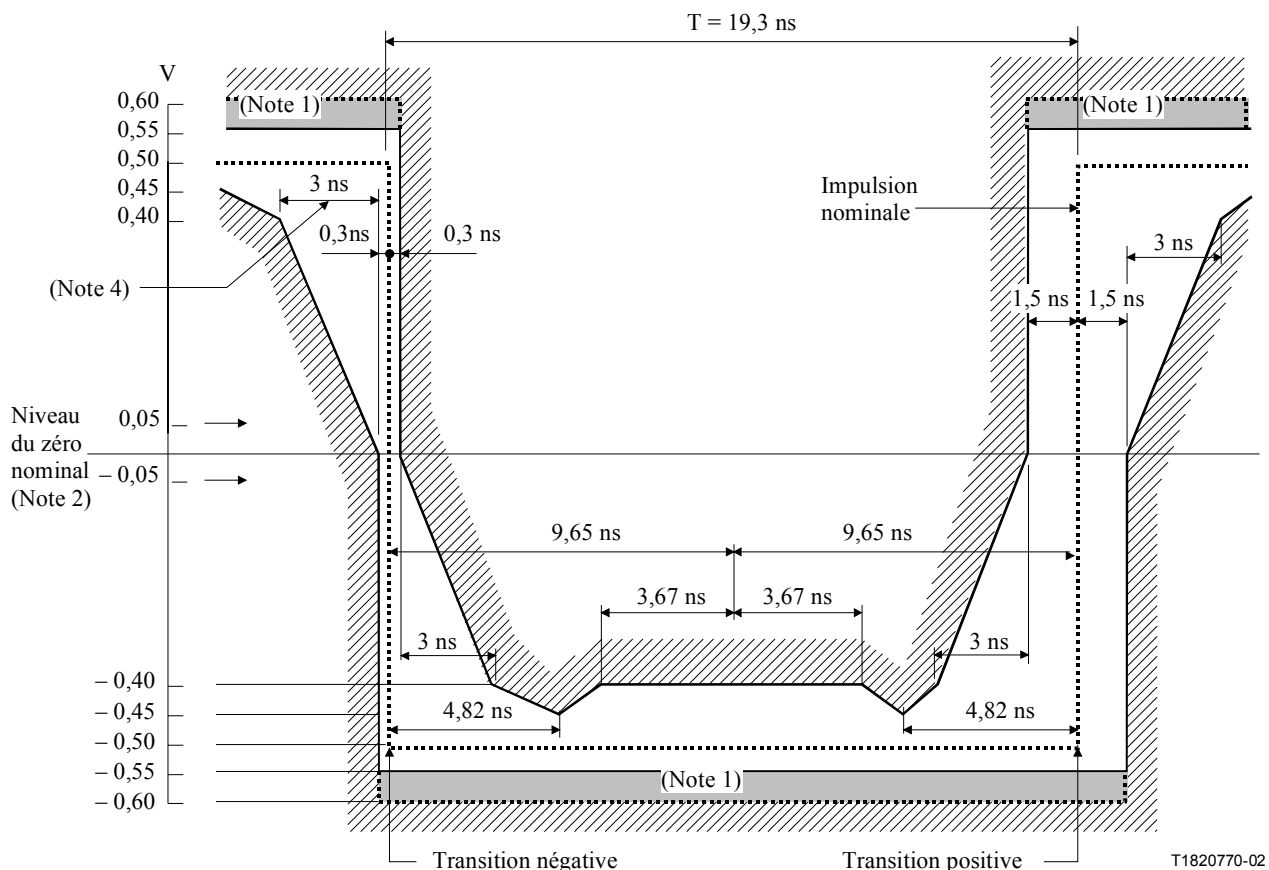
Les gabarits tiennent compte de la gigue à haute fréquence produite par le brouillage entre symboles dans la sortie, mais pas de la gigue du signal d'horloge associé à la source du signal d'interface.

Pour déterminer la conformité de l'impulsion avec son gabarit en utilisant un oscilloscope, il est important que les oscillogrammes successifs des impulsions se recouvrent afin de supprimer les effets de la gigue à basse fréquence. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans ce but: a) déclenchement de l'oscilloscope sur l'onde mesurée ou b) verrouillage des circuits de sortie de l'impulsion et de l'oscilloscope sur le même signal d'horloge.

Ces techniques devront faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Pour ces gabarits, le temps de montée et le temps de descente doivent être mesurés entre $-0,4$ V et $+0,4$ V; ils ne doivent pas dépasser 2 ns.

Figure 26/G.703 – Gabarit d'une impulsion correspondant à un élément binaire 0 (à l'interface 51 840 kbit/s)



NOTE 1 – L'amplitude maximale "en régime permanent" ne doit pas dépasser la limite de 0,55 V. Les dépassements et autres régimes transitoires peuvent se situer dans la zone en tireté limitée par les niveaux d'amplitude de 0,55 V et 0,6 V, sous réserve qu'ils n'excèdent pas le niveau en régime permanent de plus de 0,05 V. On étudie actuellement la possibilité d'autoriser des dépassements supérieurs par rapport au niveau en régime permanent.

NOTE 2 – Pour toutes les mesures utilisant ces gabarits, il convient, à l'aide d'un condensateur ayant une capacité d'au moins 0,01 μF , de coupler en courant alternatif le signal à l'entrée de l'oscilloscope utilisé pour les mesures.

Le niveau zéro nominal pour les deux gabarits doit être ajusté pour correspondre à la trace de l'oscilloscope sans signal d'entrée. Une fois que le signal est appliqué, on peut régler la position verticale de la trace en vue d'atteindre les limites des gabarits. Le réglage doit être le même pour les deux gabarits et ne doit pas dépasser $\pm 0,05$ V. On peut vérifier ces conditions en supprimant de nouveau le signal d'entrée et en s'assurant que la trace est à $\pm 0,05$ V du niveau zéro nominal des gabarits.

NOTE 3 – Chaque impulsion d'une séquence codée d'impulsions doit respecter les limites du gabarit pertinent quel que soit l'état des impulsions précédentes et suivantes, les deux gabarits d'impulsions étant positionnés de manière identique par rapport à une référence d'horloge commune, c'est-à-dire que leurs points nominaux de début et de fin coïncident.

Les gabarits tiennent compte de la gigue à haute fréquence produite par le brouillage entre symboles dans la sortie, mais pas de la gigue du signal d'horloge associé à la source du signal d'interface.

Pour déterminer la conformité de l'impulsion avec le gabarit en utilisant un oscilloscope, il est important que les oscillogrammes successifs des impulsions se recouvrent afin de supprimer les effets de la gigue à basse fréquence. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans ce but: a) déclenchement de l'oscilloscope sur l'onde mesurée ou b) verrouillage des circuits de sortie de l'impulsion et de l'oscilloscope sur le même signal d'horloge.

Ces techniques devront faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 4 – Pour ces gabarits, le temps de montée et le temps de descente doivent être mesurés entre $-0,4$ V et $+0,4$ V; ils ne doivent pas dépasser 6 ns.

NOTE 5 – L'impulsion inverse aura des caractéristiques identiques, compte tenu du fait que la tolérance d'horloge au niveau des transitions négative et positive est respectivement $\pm 0,3$ ns et $\pm 1,5$ ns.

Figure 27/G.703 – Gabarit d'une impulsion correspondant à un élément binaire 1 (à l'interface 51 840 kbit/s)

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès de sortie sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
1296 à 2592	6
2592 à 77 760	8

16.3 Spécifications aux accès d'entrée

Le signal numérique qui se présente à l'accès d'entrée doit être conforme à la définition qui précède, mais modifié par les caractéristiques de la paire d'interconnexion. On admettra que l'affaiblissement de cette paire suit une loi en $\sqrt{f}$ et qu'il est compris entre 0 et 12 dB à la fréquence de 25 920 kHz.

Les valeurs minimales d'affaiblissement d'adaptation à l'accès d'entrée sont les suivantes:

Gamme de fréquences (kHz)	Affaiblissement d'adaptation (dB)
1296 à 2592	12
2592 à 51 840	18
51 840 à 77 760	14

La gigue à tolérer à l'accès d'entrée, exprimée en amplitude crête à crête de phase sinusoïdale, doit dépasser les valeurs indiquées dans le diagramme ci-dessous:

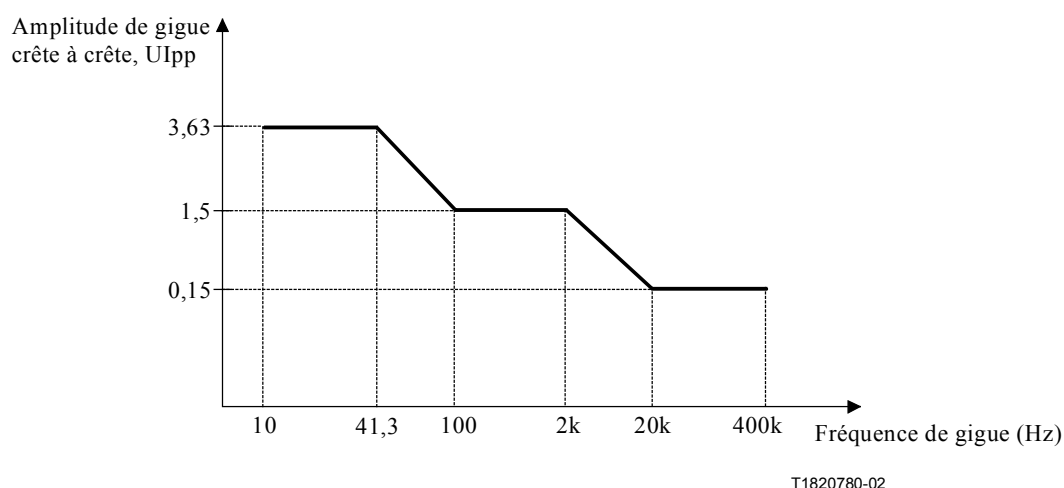


Figure 28/G.703 – Tolérance limite de la gigue d'entrée à 51 840 kbit/s

NOTE – Les valeurs de gigue pour les signaux STM-0 à codage CMI sont provisoires et doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

16.4 Spécifications aux points de brassage

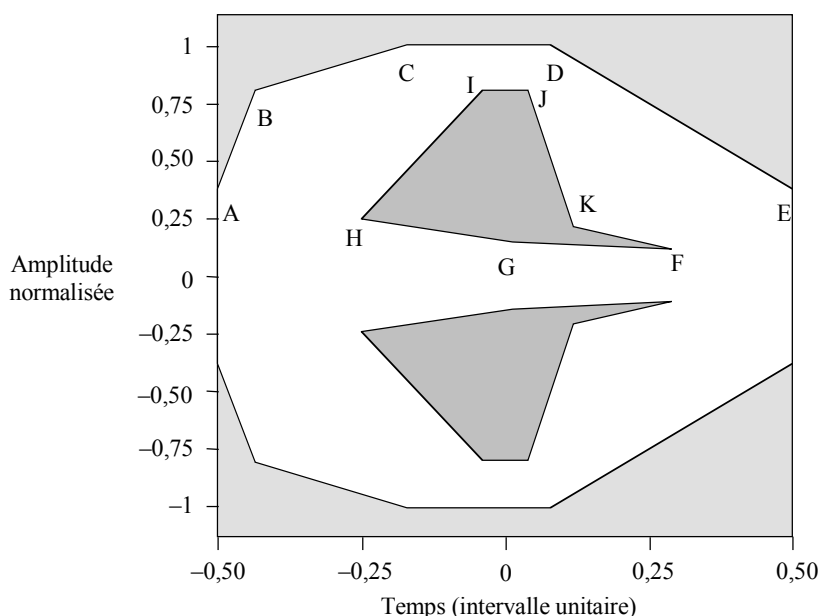
– Niveau de puissance du signal

Le niveau de puissance à large bande, mesuré à l'aide d'une sonde dans une bande de fréquences de travail d'au moins quatre fois la fréquence du débit binaire, doit être compris entre $-2,7$ et $+4,7$ dB, ce qui tient compte aussi bien des variations de l'émetteur que d'une étendue de longueurs de câble connecteur comprise entre 68,6 m et 137 m. Un filtre ayant une caractéristique équivalente à un filtre passe-bas de Butterworth doit être utilisé avec une fréquence de coupure de 207,360 MHz.

Aucune puissance en courant continu ne doit être transmise à travers l'interface.

– Diagramme de l'œil

La Figure 29 représente un gabarit de diagramme de l'œil fondé sur les niveaux de puissance maximale et minimale ainsi que sur les longueurs de câble indiqués ci-dessus. Dans ce gabarit, l'amplitude de tension est normée à 1 et l'échelle de temps est spécifiée en fractions de l'intervalle unitaire. Les régions d'exclusion sont indiquées par des zones hachurées sur la figure. Les sommets des angles du diagramme de l'œil sont indiqués dans la Figure 24.



Sommets des angles de la région extérieure			Sommets des angles de la région intérieure		
Point	Temps	Amplitude	Point	Temps	Amplitude
A	-0,50	0,37	F	0,28	0,12
B	-0,44	0,80	G	0,00	0,16
C	-0,18	1,00	H	-0,25	0,24
D	0,08	1,00	I	-0,04	0,80
E	0,50	0,37	J	0,04	0,80
			K	0,11	0,22

NOTE – Les régions aussi bien intérieures qu'extérieures sont symétriques par rapport à l'axe d'amplitude zéro.

T1820790-02

Figure 29/G.703 – Diagramme de l'œil pour l'interface STM-0

16.5 Mise à la terre du conducteur extérieur

Le conducteur extérieur de la paire coaxiale doit être connecté au réseau équipotentiel à l'accès d'entrée et à l'accès de sortie.

NOTE 1 – Le trajet du câble a de l'importance s'il sort du bloc système. Voir la Rec. UIT-T K.27 pour plus d'informations.

NOTE 2 – L'utilisation de l'isolation du réseau équipotentiel appelle un complément d'étude.

Annexe A

Définition des Codes

La présente annexe définit les codes bipolaires modifiés (voir la définition 9005 de la Rec. UIT-T G.701) dont l'utilisation est spécifiée dans la présente Recommandation.

Dans ces codes, les éléments 1 binaires sont généralement représentés par des impulsions alternées positives et négatives, et les éléments 0 binaires par des états A. Il existe des exceptions, comme indiqué pour les différents codes, lorsque les séquences d'éléments 0 binaires successifs se produisent dans le signal binaire.

Dans les définitions ci-dessous, B représente une impulsion insérée conforme aux signaux à inversions codées (définition 9004 de la Rec. UIT-T G.701) et V représente la violation de bipolarité (définition 9007 de la Rec. UIT-T G.701).

Le codage des signaux binaires conformément aux règles spécifiées dans la présente annexe comprend des bits de verrouillage de trames, etc.

A.1 Définition de B3ZS (appelé aussi HDB2) et de HDB3

Chaque bloc de 3 zéros successifs (ou 4) est remplacé respectivement par 00V (ou 000V) ou B0V (B00V). On choisit 00V (ou 000V) ou B0V (ou B00V) de façon à obtenir un nombre pair d'impulsions B entre des impulsions V consécutives. En d'autres termes, les impulsions V successives ont une polarité alternée de sorte qu'aucune composante continue n'est introduite.

A.2 Définition de B6ZS et B8ZS

Chaque bloc de 6 zéros successifs (ou 8) est remplacé respectivement par 0VB0VB (ou 000VB0VB).

A.3 Définition du codage CMI

Les signaux à inversions codées (CMI) est un codage à deux niveaux sans retour à zéro du signal, dans lequel un 0 binaire est codé de sorte que le niveau de signal A_1 et le niveau de signal A_2 sont atteints consécutivement, chacun durant un demi-intervalle de temps ($T/2$).

L'élément binaire 1 est codé en un signal de niveau A_1 ou en un signal de niveau A_2 , pendant un intervalle de temps (T) entier, de façon que le niveau alterne pour des "1" binaires successifs.

La Figure A.1 propose un exemple.

NOTE 1 – Pour un "0" binaire, il y a toujours une transition positive au milieu de l'intervalle de temps.

NOTE 2 – Pour un "1" binaire:

- a) il y a une transition positive au début de l'intervalle de temps si le niveau était A_1 dans l'intervalle précédent;
- b) il y a une transition négative au début de l'intervalle de temps si le dernier "1" binaire était codé en un signal de niveau A_2 .

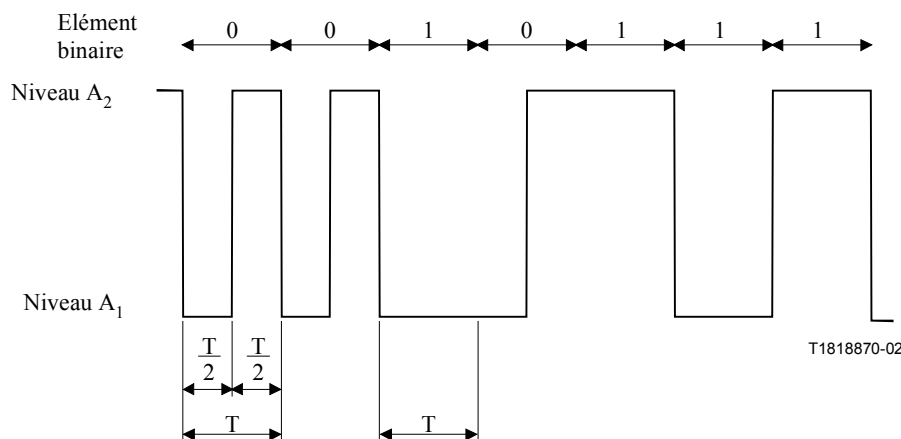


Figure A.1/G.703 – Exemple de signal binaire codé en CMI

Appendice I

Spécification à 1544 kbit/s dans la version de 1991 de la présente Recommandation

I.1 Généralités

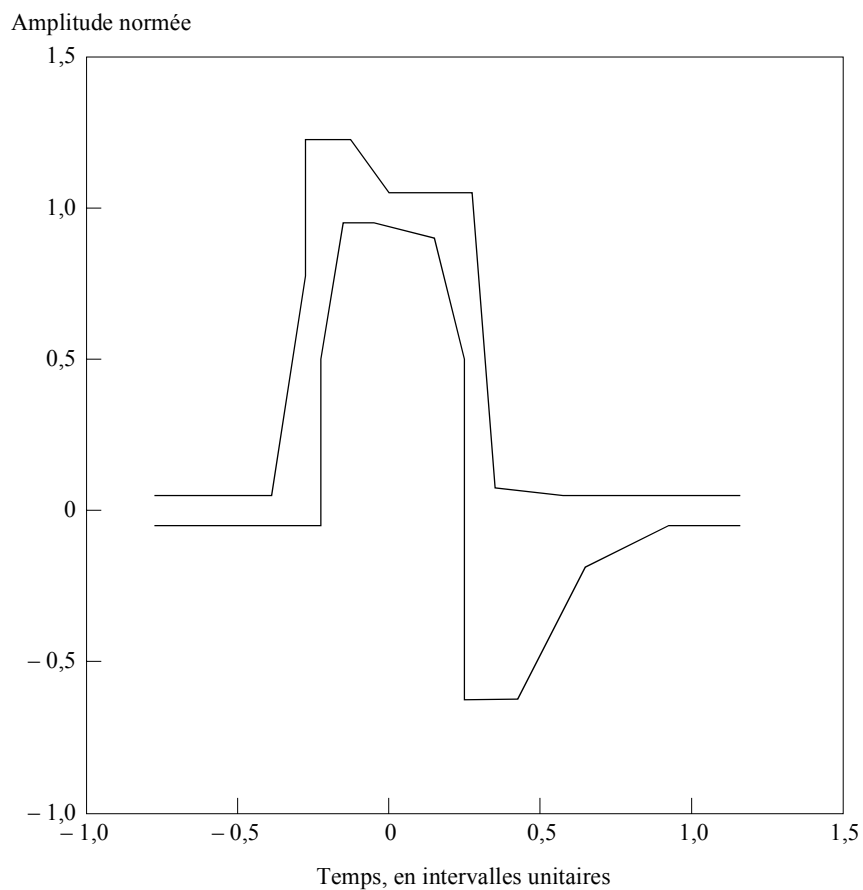
Le présent appendice décrit une ancienne interface à 1544 kbit/s qui incluait un gabarit d'impulsion dont la marge de dépassement supérieur sur le front arrière de l'impulsion était bien plus grande que celle de la norme courante. Bien que l'actuel gabarit d'impulsion ait été répandu, depuis la fin des années 1970, dans un certain nombre de publications relatives à la compatibilité des réseaux, les équipements conçus conformément à l'ancienne spécification peuvent être nombreux dans le réseau. En conséquence, il est nécessaire que les concepteurs d'équipements soient avertis de la nature des signaux pouvant être transmis à ces équipements.

I.2 Spécification de l'interface

La plupart des paramètres de l'interface contenus dans le Tableau 4, y compris les niveaux de puissance et les amplitudes de l'impulsion, s'appliquent à l'ancienne interface. Une différence importante réside dans la tolérance de débit en ligne. L'ancienne spécification exige une tolérance de $\pm 130 \times 10^{-6}$, qui reflète une technologie ancienne, aujourd'hui dépassée, dans les circuits de transmetteurs de ligne.

I.3 Gabarit de l'impulsion

La Figure I.1 représente le gabarit d'une impulsion à 1544 kbit/s correspondant à l'ancienne spécification de l'interface. Il est fondé sur des équipements émettant des impulsions avec un dépassement supérieur sur le front arrière de l'impulsion bien plus grand que ne l'autorise la norme actuelle.



Courbe des valeurs minimales		Courbe des valeurs minimales	
Temps	Amplitude normée	Temps	Amplitude normée
-0,77	-0,05	-0,77	0,05
-0,23	-0,05	-0,39	0,05
-0,23	0,5	-0,27	0,8
-0,15	0,95	-0,27	1,22
-0,04	0,95	-0,12	1,22
0,15	0,9	0,0	1,05
0,23	0,5	0,27	1,05
0,23	-0,62	0,34	0,08
0,42	-0,62	0,58	0,05
0,66	-0,2	1,16	0,05
0,93	-0,05		
1,16	-0,05		

T1528690-02

Figure I.1/G.703 – Gabarit et sommets des angles d'une ancienne interface à 1544 kbit/s

Appendice II

Spécification des interfaces à 64 et 6312 kHz pour utilisation au Japon

II.1 Interface de synchronisation à 64 kHz

Les signaux d'horloge à 64 kHz provenant de l'équipement ont les fréquences de:

- a) 64 kHz + 8 kHz;
- b) 64 kHz + 8 kHz + 400 Hz.

Ces signaux consistent en un code AMI avec

- a) violation bipolaire à 8 kHz;
- b) suppression de la violation bipolaire à 8 kHz tous les 400 Hz.

La structure des signaux d'horloge à 64 kHz est illustrée sur les Figures II.1 et II.2.

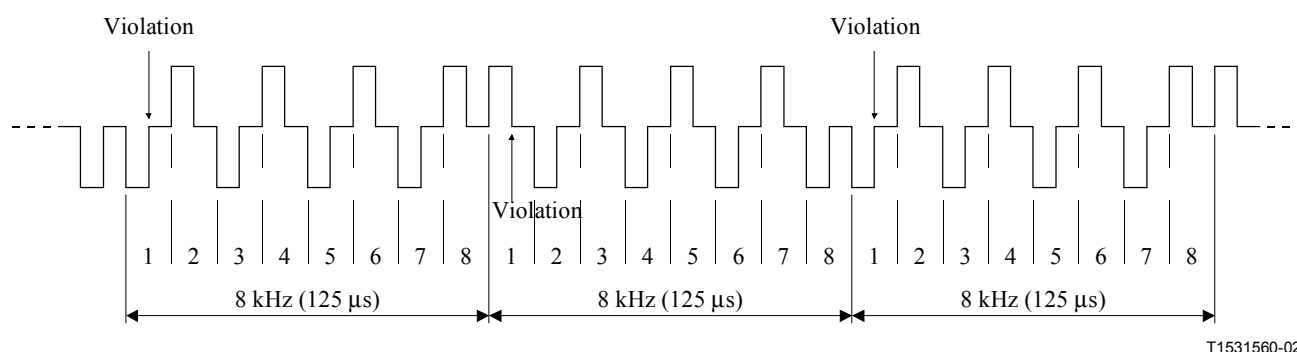


Figure II.1/G.703 – Structure des signaux pour l'interface à horloge à 64 kHz avec une fréquence de 64 kHz + 8 kHz

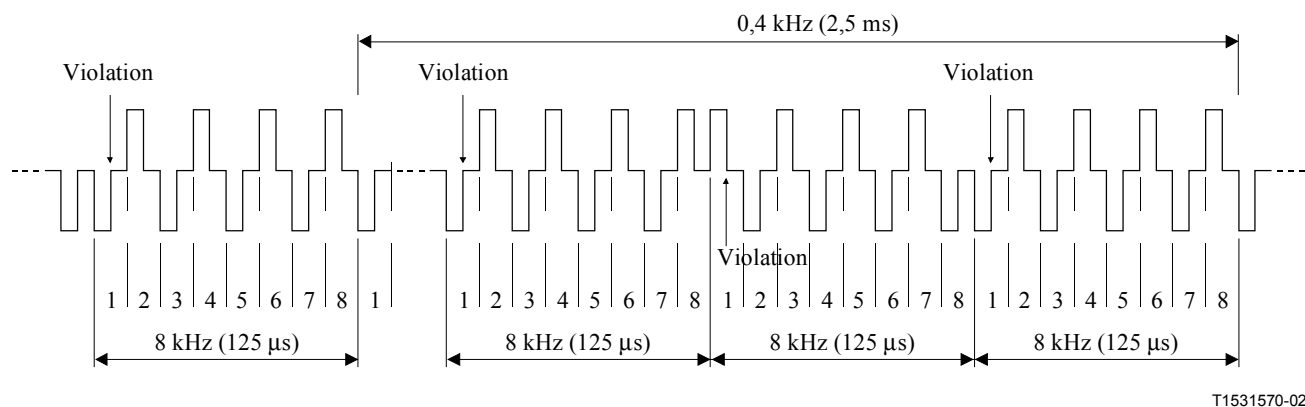


Figure II.2/G.703 – Structure des signaux pour l'interface à horloge avec une fréquence de 64 kHz + 8 kHz + 400 Hz

Les spécifications des signaux d'horloge à 64 kHz aux accès d'entrée et de sortie sont indiquées respectivement dans les Tableaux II.1 et II.2.

Tableau II.1/G.703 – Spécification du signal d'horloge à 64 kHz à l'accès d'entrée

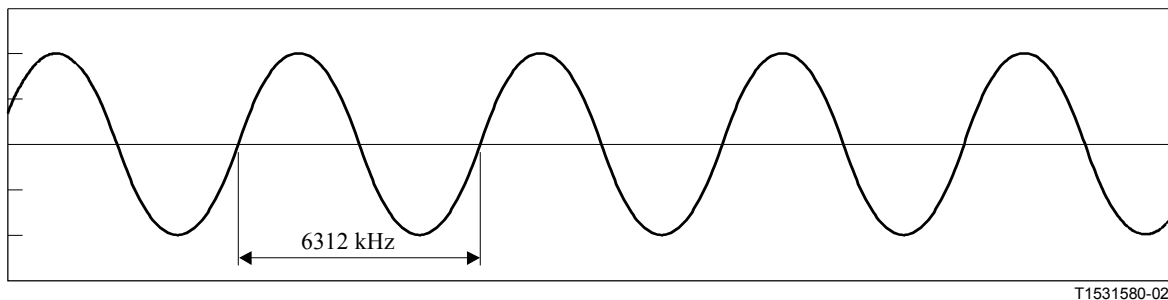
Fréquence	a) 64 kHz + 8 kHz ou b) 64 kHz + 8 kHz + 400 Hz
Format du signal	a) AMI avec violation bipolaire à 8 kHz b) AMI avec suppression de la violation bipolaire à 8 kHz tous les 400 Hz
Condition d'alarme	Il ne doit pas y avoir d'alarme lorsque l'amplitude est comprise entre 0,63 et 1,1 V _{0-p}

Tableau II.2/G.703 – Spécification du signal d'horloge à 64 kHz à l'accès de sortie

Fréquence	a) 64 kHz + 8 kHz ou b) 64 kHz + 8 kHz + 400 Hz
Impédance de charge	110 Ω (résistive)
Support de transmission	Câble (paire symétrique)
Largeur de l'impulsion (FWHM)	$\leq 7,8 \pm 0,78 \mu\text{s}$
Amplitude	$\leq 1 \text{ V}_{0-p} \pm 0,1 \text{ V}$

II.2 Interface de synchronisation à 6312 kHz

Le signal d'horloge à 6312 kHz est représenté sur la Figure II.3. Les spécifications des signaux d'horloge à 6312 kHz aux accès d'entrée et de sortie sont indiquées respectivement aux Tableaux II.3 et II.4.

**Figure II.3/G.703 – Forme d'onde du signal d'horloge à 6312 kHz****Tableau II.3/G.703 – Spécification d'un signal d'horloge à 6312 kHz à l'accès d'entrée**

Fréquence	6312 kHz
Format du signal	Onde sinusoïdale
Condition d'alarme	Il ne doit pas y avoir d'alarme lorsque l'amplitude est comprise entre -16 dBm et +3 dBm

Tableau II.4/G.703 – Spécification d'un signal d'horloge à 6312 kHz à l'accès de sortie

Fréquence	6312 kHz
Impédance de charge	75 Ω (résistive)
Support de transmission	Câble (paire coaxiale)
Amplitude	0 dBm $\pm$ 3 dB

Appendice III

Spécification d'interface à 3152 kbit/s à utiliser en Amérique du Nord (d'après l'Annexe A/G.931)

Débit nominal: 3152 kbit/s.

Précision du débit nominal: $\pm 30 \times 10^{-6}$ (± 95 bit/s).

Spécification des accès: voir le Tableau III.1.

Tableau III.1/G.703 – Interface numérique à 3152 kbit/s

Paramètre	Caractéristiques
Débit nominal	3152 kbit/s
Précision du débit	$\pm 30 \times 10^{-6}$ (± 95 bit/s)
Impédance de charge pour les essais	$100 \Omega \pm 5\%$ (résistive)
Code en ligne	AMI (Notes 1 et 2)
Forme de l'impulsion	Nominalement rectangulaire
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire torsadée symétrique (Note 3)
Amplitude nominale	3,0 V (Note 4)
Largeur (à mi-amplitude)	159 ± 30 ns
Temps de montée et de descente (de 20% à 80% d'amplitude)	≤ 50 ns (la différence entre les temps de montée et de descente doit être de 0 ± 20 ns)
Puissance du signal (tout numérique, mesuré dans une largeur de bande de 10 MHz)	$16,53 \pm 2$ dBm [le rapport du terme (puissance en impulsions positives) sur le terme (puissance en impulsions négatives) doit être $0 \pm 0,5$ dB]
NOTE 1 – Un code AMI doit être utilisé, dont les définitions figurent à l'Annexe A/G.703. NOTE 2 – Afin de garantir des informations de rythme adéquates, la densité d'impulsions minimale, mesurée sur une série quelconque de 130 intervalles de temps consécutifs, doit être de 1 sur 8. L'objectif prévu est que la densité des impulsions à long terme soit égale à 0,5. Afin d'assurer une qualité adéquate des systèmes en terme de gigue, les circuits d'extraction du rythme doivent avoir un facteur $Q = 1200 \pm 200$, qui soit représentable par un simple réseau accordé. NOTE 3 – Une seule paire torsadée symétrique doit être utilisée dans chaque sens de transmission. Le connecteur du répartiteur relié à une paire de fils d'entrée de signal dans le répartiteur est appelé <i>connecteur d'entrée</i>. Le connecteur du répartiteur relié à une paire de fils de sortie de signal du répartiteur est appelé <i>connecteur de sortie</i>. NOTE 4 – La tension crête à crête dans un intervalle de temps contenant un zéro (état A) produit par d'autres impulsions répondant aux spécifications du Tableau III.1, ne doit pas dépasser 0,1 de l'amplitude en crête d'impulsion.	

Les caractéristiques de gigue maximale crête à crête à l'accès de sortie et de gigue à tolérer à l'accès d'entrée feront l'objet d'un complément d'étude.

Caractéristiques de protection contre les surtensions: voir la Rec. UIT-T K.41.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication