



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.961

(11/1988)

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

Réseaux numériques, sections numériques et systèmes
de ligne numérique – Section numérique et systèmes de
transmission numérique accès usager RNIS

**Système de transmission numérique en lignes
locales métalliques pour accès RNIS au débit
binaire de base**

Réédition de la Recommandation du CCITT G.961 publiée
dans le Livre Bleu Fascicule III.5 (1989)

NOTES

- 1 La Recommandation G.961 du CCITT a été publiée dans le fascicule III.5 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).
- 2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 2006

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.

Recommandation G.961

SYSTÈME DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN LIGNES LOCALES MÉTALLIQUES POUR ACCÈS RNIS AU DÉBIT BINAIRE DE BASE

(Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

1.1 Portée

La présente Recommandation couvre les caractéristiques et les paramètres d'un système de transmission numérique du côté réseau de TR1 pour constituer une partie de la section numérique pour l'accès RNIS au débit binaire de base.

Le système permettra la transmission:

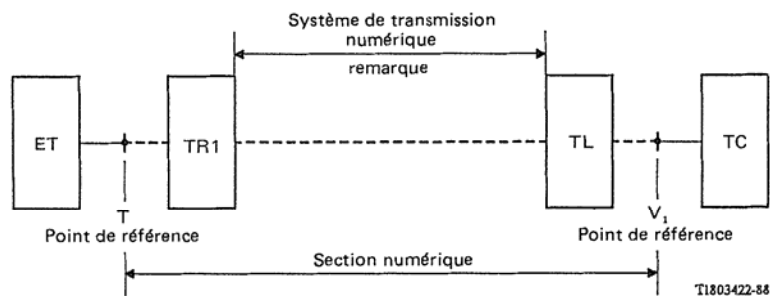
- duplex,
- indépendante de la séquence des bits,

de deux canaux B et d'un canal D, tels qu'ils sont définis dans la Recommandation I.412, ainsi que l'accomplissement des fonctions supplémentaires de la section numérique, telles qu'elles sont définies dans la Recommandation I.603 pour l'exploitation et la maintenance.

La terminologie utilisée dans la présente Recommandation est très spécifique et ne figure pas dans les autres Recommandations qui traitent de terminologie. L'annexe B à la Recommandation G.960 contient en conséquence la liste des termes utilisés dans la présente Recommandation, avec leur définition.

1.2 Définitions

La figure 1/G.961 indique les limites du système de transmission numérique par rapport à la section numérique.



Remarque – Dans la présente Recommandation, l'expression système de transmission numérique désigne un système en ligne utilisant des lignes métalliques. Il peut être nécessaire d'utiliser un régénérateur intermédiaire.

FIGURE 1/G.961

Limites de la section numérique et du système de transmission numérique

La notion de section numérique est utilisée pour permettre une description des fonctions et des procédures, ainsi qu'une définition des caractéristiques de réseau. On notera que les points de référence T et V₁ ne sont pas identiques et que la section numérique n'est donc pas symétrique.

La notion de système de transmission numérique est utilisée pour permettre la description des caractéristiques d'une mise en œuvre, utilisant un moyen de transmission déterminé, servant de support à la section numérique.

1.3 Objectifs

Considérant que la section numérique entre le central local et l'utilisateur est un élément clé de l'introduction réussie du RNIS dans le réseau, on tient compte des caractéristiques suivantes pour la spécification:

- observer la performance d'erreur spécifiée dans la Recommandation G.960;
- fonctionner sur les lignes locales existantes, 2 fils, non chargées, les lignes en fils nus étant exclues;

- parvenir à une occupation de 100% du câble pour l'accès de base RNIS, sans sélection de paires, réarrangements ou retrait de ponts de dérivation (PD) présents dans de nombreux réseaux;
- étendre à la majorité des usagers, sans utilisation de régénérateurs, les services fournis par l'accès de base RNIS. Dans les quelques cas restants, des arrangements spéciaux peuvent être nécessaires;
- coexistence, dans la même unité de câble, avec la plupart des services existants, comme téléphonie et transmission de données dans bande téléphonique;
- prise en considération de différents règlements nationaux concernant IEM;
- alimentation en énergie à partir du réseau, dans des conditions normales ou réduites, par l'accès de base, lorsque l'Administration fournit cette facilité;
- capacité à permettre les fonctions de maintenance.

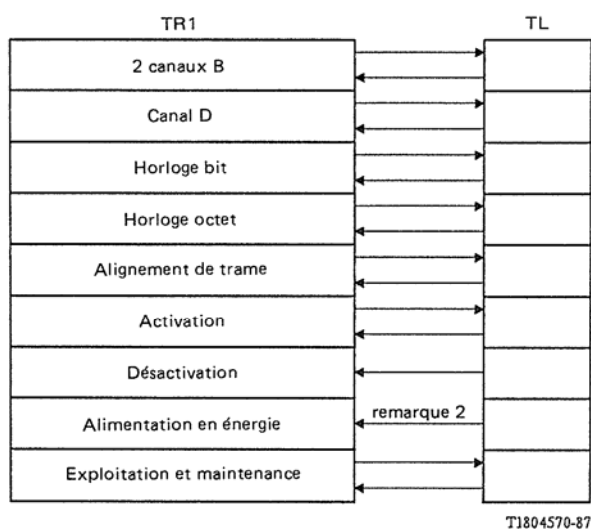
1.4 Abréviations

Un certain nombre d'abréviations est utilisé dans la présente Recommandation. Certaines d'entre elles sont couramment utilisées dans la configuration de référence RNIS tandis que d'autres sont uniquement créées pour ladite Recommandation. Ces dernières sont énumérées ci-après:

TEB	taux d'erreur sur les bits
PD	pont de dérivation
CISPR	Comité international spécial des perturbations radioélectriques (fait maintenant partie de la CEI)
CL	canal de commande du système de ligne
ECH	annulation d'écho
IEM	interférence électromagnétique
LLN	ligne locale numérique
STN	système de transmission numérique
NEXT	paradiaphonie
PSP	perte somme puissance
MCT	multiplex compression temps
IU	intervalle unitaire

2 Fonctions

La figure 2/G.961 représente les fonctions du système de transmission numérique en lignes locales métalliques.



Remarque 1 – L'utilisation optionnelle d'un régénérateur doit être prévue.

Remarque 2 – Cette fonction est optionnelle.

FIGURE 2/G.961

Fonctions du système de transmission numérique

2.1 *Canal B*

Cette fonction fournit, pour chaque sens de transmission, deux canaux indépendants à 64 kbit/s pour utilisation comme canaux B (définition donnée dans la Recommandation I.412).

2.2 *Canal D*

Cette fonction fournit, pour chaque sens de transmission, un canal D au débit binaire de 16 kbit/s (définition donnée dans la Recommandation I.412).

2.3 *Horloge bit*

Cette fonction fournit l'horloge bit (élément de signal) permettant à l'équipement de réception d'extraire l'information du train composite de bits. L'horloge bit pour la direction TR1 vers LT sera dérivée de la base de temps reçue par TR1 de LT.

2.4 *Horloge octet*

Cette fonction fournit une horloge octet à 8 kHz pour les canaux B. Elle sera dérivée du verrouillage de trame.

2.5 *Verrouillage de trame*

Cette fonction permet à TR1 et TL de récupérer les voies multiplexées par répartition dans le temps.

2.6 *Activation à partir de TL ou TR1*

Cette fonction rétablit le système de transmission numérique (STN), entre TL et TR1, dans son état normal de fonctionnement. Les procédures nécessaires à la mise en œuvre de cette fonction sont décrites au § 6 de la présente Recommandation.

L'activation à partir de TL ne peut s'appliquer qu'au STN seulement, ou au STN plus l'équipement d'utilisateur. Lorsque l'équipement d'utilisateur n'est pas connecté, le STN peut encore être activé.

Remarque – Les fonctions nécessaires au fonctionnement et à la maintenance de TR1 et d'un régénérateur (le cas échéant), ainsi que les procédures d'activation/désactivation, sont combinées en une capacité de transport à transmettre avec les canaux 2B + D. Cette capacité de transport est appelée canal CL.

2.7 *Désactivation*

Cette fonction est spécifiée pour permettre à TR1 et au régénérateur (le cas échéant) d'être mis dans un mode de faible consommation d'énergie ou pour réduire la diaphonie à l'intérieur d'un système au détriment d'autres systèmes. Les procédures et l'échange d'information sont décrits au § 6 de la présente Recommandation. Cette désactivation ne doit être initialisée que par le central (TC). Voir la remarque figurant au § 2.6.

2.8 *Alimentation en énergie*

Cette fonction permet l'alimentation à distance d'un régénérateur (le cas échéant) et de TR1. La fourniture d'un courant de veille est recommandée.

Remarque – La fourniture d'une alimentation en ligne de l'interface utilisateur/réseau (puissance normale ou réduite), telle qu'elle est définie dans la Recommandation I.430, est exigée de certaines Administrations.

2.9 *Opérations et maintenance*

Cette fonction assure les actions et informations recommandées décrites dans la Recommandation I.603.

Les catégories de fonctions suivantes ont été identifiées:

- commande de maintenance (par exemple, commande de boucle dans le régénérateur ou TR1);
- information de maintenance (par exemple, erreurs de ligne);
- indication de conditions défectueuses;
- information concernant l'alimentation en énergie dans TR1.

Voir la remarque figurant au § 2.6.

3 Moyen de transmission

3.1 Description

Le moyen de transmission par lequel le système de transmission numérique est appelé à fonctionner est le réseau de distribution en lignes locales.

Un réseau de distribution en lignes locales emploie des câbles à paires pour fournir un service à ses usagers.

Dans un tel réseau, les usagers sont connectés au commutateur local par des lignes locales.

Une ligne locale métallique doit simultanément assurer des transmissions numériques bidirectionnelles pour l'accès de base RNIS entre TL et TR1.

Pour simplifier l'établissement d'accès de base RNIS, un système de transmission numérique doit pouvoir fonctionner de manière satisfaisante sur la majorité des lignes locales métalliques, sans conditionnement spécial. La pénétration maximale des lignes locales métalliques s'obtient en maintenant à un minimum les conditions à observer par le RNIS.

Dans le texte qui suit, l'expression ligne locale numérique (LLN) désigne une ligne locale métallique répondant aux exigences minimales RNIS.

3.2 Exigences minimales RNIS

- a) pas de bobines de charge;
- b) pas de fils nus;
- c) en présence de PD, certaines restrictions peuvent s'imposer. Le § 4.2.1 traite de configurations PD types autorisées.

3.3 Caractéristiques physiques des LLN

Pour répondre aux exigences minimales RNIS, la LLN est généralement faite d'un ou plusieurs segments de paire torsadée raccordés par épissure. Dans un réseau de distribution type en lignes locales, ces segments de paire torsadée se trouvent dans différents types de câble, comme l'indique la figure 3/G.961.

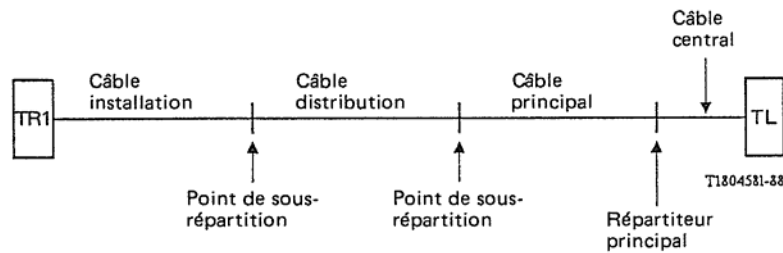


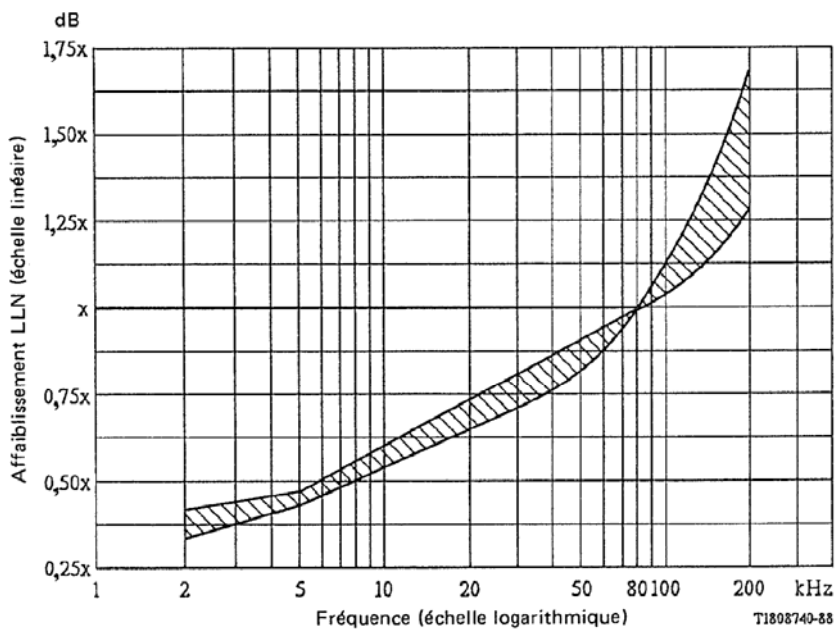
FIGURE 3/G.961

Modèle physique LLN

3.4 Caractéristiques électriques LLN

3.4.1 Affaiblissement d'insertion

L'affaiblissement de la LLN ne sera pas linéairement proportionnel à la caractéristique de fréquence. Pour toute LLN de segments d'un diamètre donné, sans PD et avec affaiblissement d'insertion de x dB à 80 kHz, le comportement type de l'affaiblissement d'insertion en fonction de la fréquence est conforme à la figure 4/G.961.



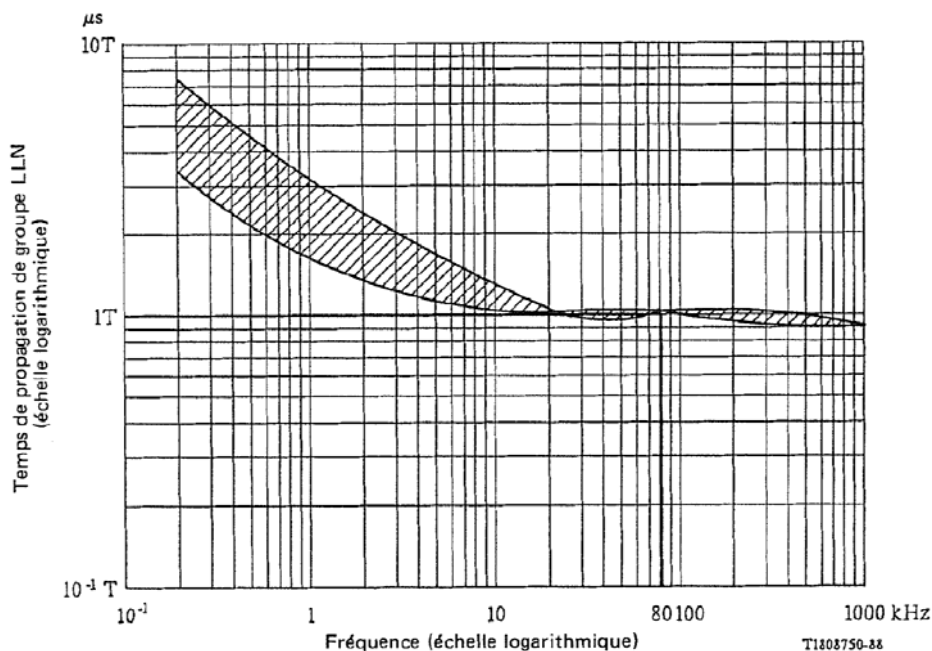
Remarque — La valeur maximale de x va de 37 dB à 50 dB à 80 kHz. La valeur minimale peut être proche de zéro.

FIGURE 4/G.961

Caractéristique type de l'affaiblissement d'insertion en l'absence de PD

3.4.2 *Temps de propagation de groupe*

La figure 5/G.961 indique les grandeurs types des valeurs du temps de propagation de groupe LLN en fonction de la fréquence.



Remarque — La valeur maximale du temps de propagation dans un seul sens (T) va de 30 à 60 microsecondes à 80 kHz.

FIGURE 5/G.961

Caractéristique type du temps de propagation de groupe

3.4.3 Impédance caractéristique

La figure 6/G.961 indique les grandeurs types des parties réelle et imaginaire de l'impédance caractéristique de paires torsadées dans différents types de câble.

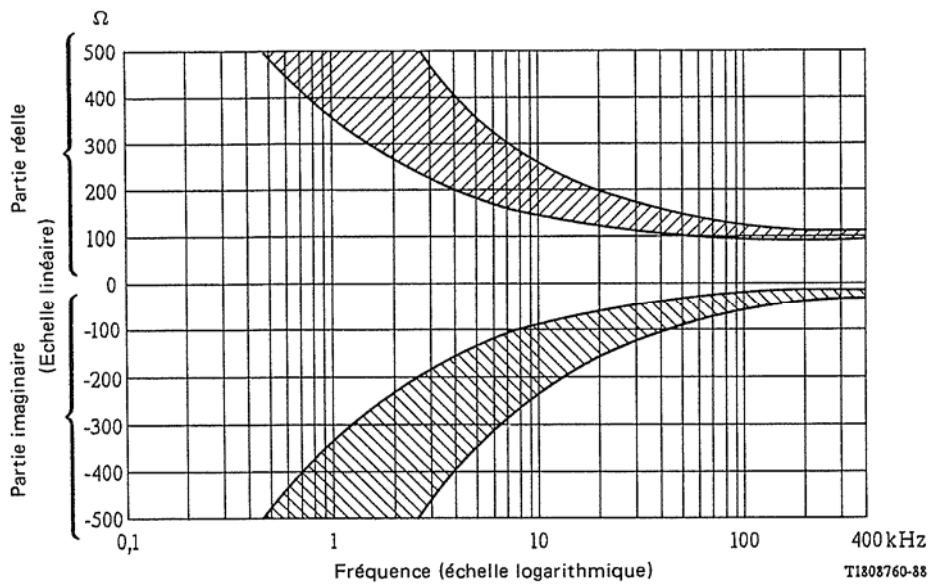


FIGURE 6/G.961

Grandeurs types des valeurs des parties réelle et imaginaire de l'impédance caractéristique

3.4.4 Paradiaphonie (NEXT)

La LLN présentera un affaiblissement de couplage diaphonique fini pour les autres paires partageant le même câble. Dans le cas NEXT le plus défavorable, la perte de somme de puissance (PSP) varie de 44 à 57 dB à 80 kHz (voir le § 4.2.2).

L'affaiblissement LLN et la PSP ont été indépendamment spécifiés. Il n'est toutefois pas nécessaire d'observer simultanément tous les points des deux gammes de valeurs. La figure 7/G.961 représente une combinaison affaiblissement LLN/PSP pour définir la gamme de fonctionnement combinée.

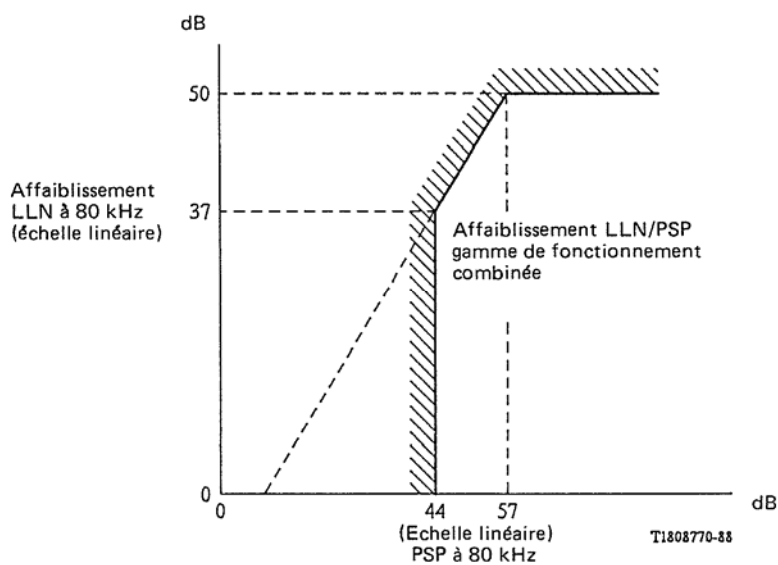


FIGURE 7/G.961

Représentation combinée affaiblissement LLN/PSP gamme de fonctionnement

3.4.5 Dissymétrie par rapport à la terre

La LLN présente une symétrie par rapport à la terre. La dissymétrie par rapport à la terre est exprimée par l'affaiblissement de conversion longitudinale. La figure 8/G.961 donne les valeurs dans le cas le plus défavorable.

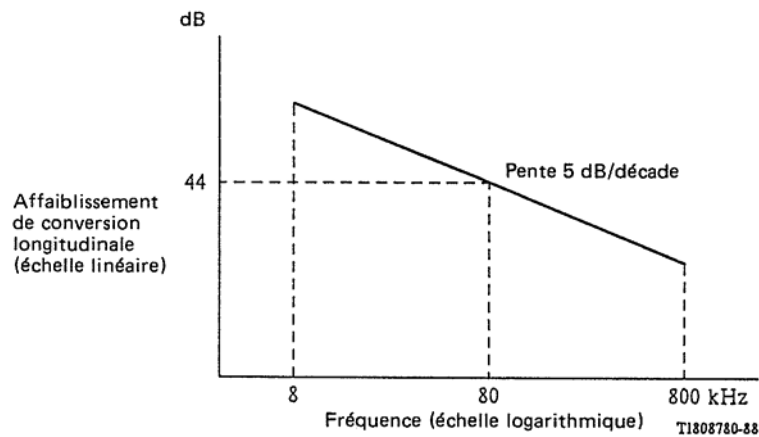


FIGURE 8/G.961

Affaiblissement de conversion longitudinale/fréquence – cas le plus défavorable

3.4.6 Bruit impulsif

La LLN présentera du bruit impulsif résultant des autres systèmes qui partagent le même câble, ainsi que d'autres sources.

4 Performance du système

4.1 Qualité de fonctionnement requise

En ce qui concerne la section numérique, les limites de performance sont spécifiées au § 4 de la Recommandation G.960. La performance du système de transmission numérique doit être telle que ces limites de performance soient atteintes. A cette fin, un système de transmission numérique doit passer en laboratoire des tests de fonctionnement spécifiques. Ces tests sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

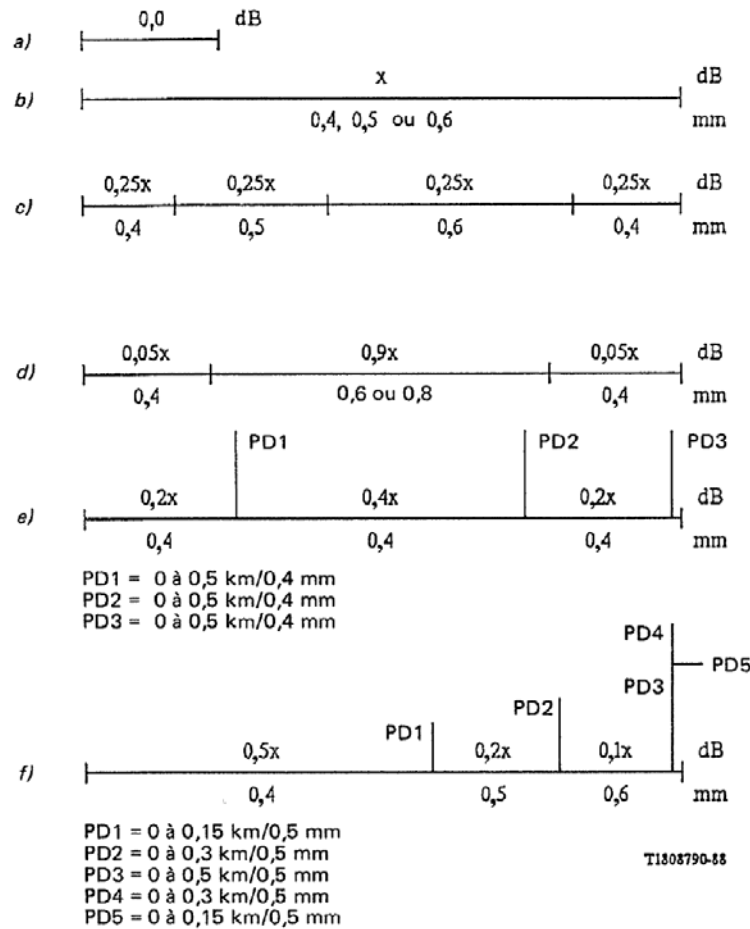
4.2 Mesures de performance

Les mesures de performance en laboratoire d'un système de transmission numérique déterminé demandent les préparatifs suivants:

- définition d'un certain nombre de modèles LLN pour représenter les caractéristiques physiques et électriques rencontrées dans les réseaux de distribution en lignes locales;
- simulation de l'environnement électrique dû à l'affaiblissement de couplage diaphonique fini causé aux autres paires du même câble;
- simulation de l'environnement électrique dû au bruit impulsif;
- spécification des tests de performance en laboratoire pour vérifier que les limites de performance mentionnées au § 4.1 seront observées.

4.2.1 Modèles physiques de la LLN

En vue de la détermination, en laboratoire, de la performance d'un système de transmission numérique assurant l'accès de base RNIS, il faut disposer de quelques modèles représentatifs des LLN qui se trouveront dans un réseau de distribution en lignes locales particulier. Dans chaque modèle, l'affaiblissement maximal est, sur option, réglé entre 37 et 50 dB à 80 kHz pour répondre aux exigences de ce réseau particulier. De même, les longueurs des PD sont sur option fixées dans la gamme définie à la figure 9/G.961.



Remarque 1 – La valeur x varie de 37 à 50 dB à 80 kHz.

Remarque 2 – On peut utiliser des diamètres équivalents. Par exemple, 0,6 mm équivaut à AWG 22 (AWG = American Wire Gauge).

FIGURE 9/G.961

Modèles physiques de la LLN pour essai en laboratoire

4.2.2 Modélisation de la diaphonie à l'intérieur du système

4.2.2.1 Définition de la diaphonie à l'intérieur du système

En règle générale, le bruit diaphonique résulte de l'affaiblissement de couplage fini entre les paires qui partagent le même câble, en particulier les paires physiquement adjacentes. L'affaiblissement de couplage fini entre les paires fait qu'un vestige du signal qui passe sur une LLN (LLN perturbatrice) est couplé dans la LLN adjacente (LLN perturbée). C'est ce vestige qui constitue le bruit diaphonique. On admet que la paradiaphonie (NEXT) est le type de diaphonie dominant. La NEXT à l'intérieur du système, ou self-NEXT, se produit quand toutes les paires qui, dans un câble, se perturbent les unes les autres sont utilisées pour le même système de transmission numérique. La NEXT entre systèmes se produit quand les paires qui sont utilisées pour des systèmes de transmission numérique différents interfèrent entre elles. La définition de la NEXT entre systèmes n'est pas traitée dans la présente Recommandation.

Le bruit de self-NEXT couplé dans une LLN perturbée à partir d'un certain nombre de LLN perturbatrices est représenté comme causé par une seule LLN perturbatrice équivalente, avec un affaiblissement de couplage/caractéristique de fréquence désigné par PSP. La figure 10/G.961 représente le cas le plus défavorable de PSP dans un réseau de distribution en lignes locales. On admet que toutes les PSP ont des terminaisons à résistance de R_o ohms. La valeur de R_o va de 110 à 150 ohms.

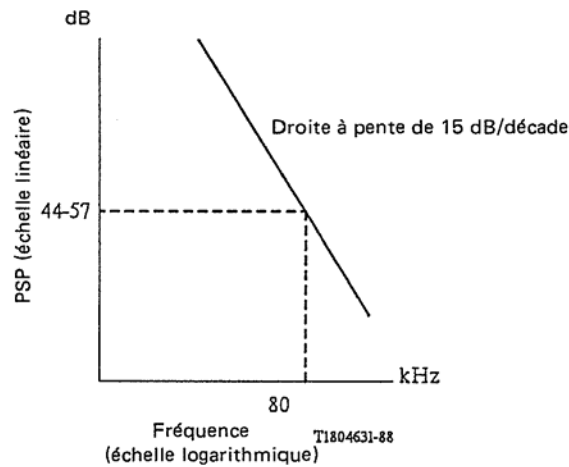


FIGURE 10/G.961

Perte somme puissance (PSP) – cas le plus défavorable

4.2.2.2 Arrangement de mesure

Pour tester la performance des systèmes de transmission numérique, il faut simuler le bruit self-NEXT. Ce bruit couplé dans le récepteur de la LLN perturbée dépend:

- a) du spectre de puissance du signal numérique transmis. Le spectre de puissance est fonction du code de ligne et du filtre de transmission;
- b) de la forme du spectre due à la caractéristique PSP de la figure 10/G.961.

L'arrangement de mesure de la figure 11/G.961 est utilisable pour mesurer la performance en présence de bruit diaphonique à l'intérieur du système.

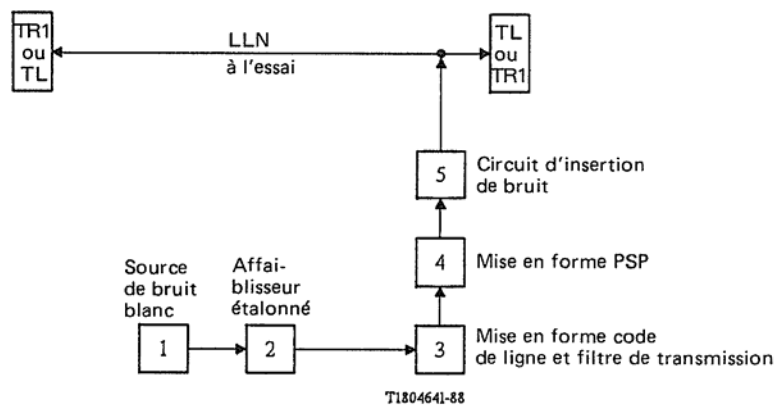


FIGURE 11/G.961

Simulation et mesure du bruit diaphonique

L'arrangement de mesure de la figure 11/G.961 est décrit ci-après:

- a) la case 1 représente une source de bruit blanc de densité spectrale constante. Le spectre est uniformément plat de 100 Hz à 500 kHz, puis s'abaisse progressivement à raison de • 20 dB/décade;
- b) la case 2 représente un affaiblissement réglable;
- c) la case 3 représente un filtre qui met en forme le spectre de puissance pour qu'il corresponde à un code de ligne et à un filtre de transmission particulier;
- d) la case 4 représente un filtre qui met en forme le spectre de puissance conformément à la caractéristique PSP de la figure 10/G.961;

- e) la case 5 représente un circuit d'insertion de bruit qui couple le bruit diaphonique simulé dans la LLN sans perturber sa performance. L'impédance de sortie du circuit d'insertion doit donc être élevée par rapport à l'ordre de grandeur de l'impédance caractéristique de la LLN à l'essai. Une valeur $\bullet 4,0 \text{ k}\Omega$ dans la gamme de fréquence 0-1000 kHz est recommandée.

Les cases 3, 4 et 5 de la figure 11/G.961 sont des représentations théoriques. Selon les réalisations particulières, on peut peut-être les combiner en un seul circuit. L'arrangement de mesure de la figure 11/G.961 est étalonné conformément à ce qui suit:

- a) terminaison de la sortie de la case 5 par une résistance d'une valeur de $Ro/2$ ohms et mesure de la valeur efficace (valeur quadratique moyenne) réelle de la tension en travers de cette résistance dans une largeur de bande partant de 100 Hz pour dépasser 500 kHz. La puissance dissipée dans la résistance $Ro/2$ est de 3 dB plus élevée que la puissance couplée dans le récepteur de la LLN à l'essai;
- b) la forme du spectre de bruit mesurée en travers de la résistance $Ro/2$ doit répondre aux conditions suivantes:
 - $\pm 1 \text{ dB}$ pour les valeurs inférieures de 0 dB à 10 dB à la crête théorique;
 - $\pm 3 \text{ dB}$ pour les valeurs inférieures de 10 dB à 20 dB à la crête théorique.
 Aux fins de mesures, une largeur de bande de résolution $\leq 10 \text{ kHz}$ est recommandée;
- c) le facteur de crête de la tension de bruit en travers de la résistance $Ro/2$ doit être $\bullet 4$. Cette valeur fixe à son tour les caractéristiques de la portée dynamique des circuits utilisés dans l'arrangement de mesure.

Avec l'arrangement de mesure étalonné comme il est plus haut spécifié, on peut injecter dans la LLN, pendant le contrôle de sa performance, un bruit diaphonique causé, à l'intérieur du système, par le cas le plus défavorable de PSP. Le niveau de bruit peut être poussé ou réduit pour déterminer les marges positive ou négative de performance.

4.2.3 Modélisation du bruit impulsif

4.2.3.1 Définition du bruit impulsif

L'énergie du bruit impulsif semble concentrée dans de courts intervalles de temps aléatoires pendant lesquels il atteint des niveaux substantiels. Le reste du temps, les effets du bruit impulsif sont négligeables.

4.2.3.2 Arrangement de mesure

La figure 12/G.961 représente un arrangement possible pour la mesure du bruit impulsif.

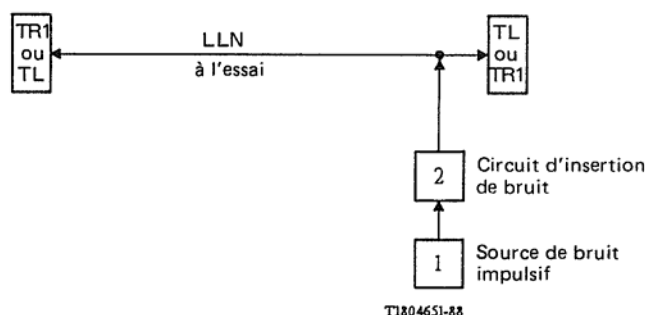
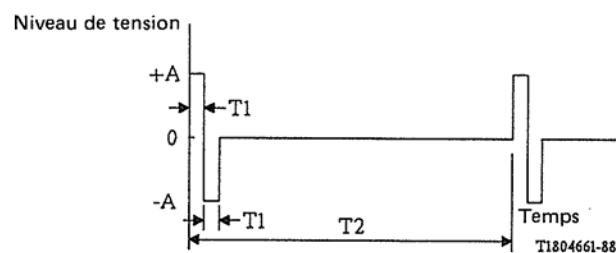


FIGURE 12/G.961

Simulation et mesure du bruit impulsif

La source du bruit impulsif de la figure 12/G.961 demande un complément d'étude. Deux classes possibles de signaux de bruit impulsif sont décrites ci-après:

- bruit blanc de niveau de densité spectrale uniforme de $5-10 \text{ } 10 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ et la largeur de bande > 4 fois la fréquence de Nyquist du système particulier. Le facteur de crête du bruit doit être > 4 ;
- forme d'onde particulière, représentée à la figure 13/G.961.



A Niveau de crête, provisoirement fixé à 100 mV
 T1 Durée de l'impulsion, provisoirement fixée à des périodes de 3 bauds
 T2 Période \gg T1

Remarque – Dans certains réseaux de distribution en lignes locales, et à titre d'option nationale, les mesures de la performance de bruit diaphonique sont estimées suffisantes pour évaluer un système de transmission numérique déterminé. En pareil cas, des règles techniques appropriées sont appliquées à la LLN pour la protéger contre le bruit impulsif.

FIGURE 13/G.961

Forme d'onde possible du bruit impulsif simulé

4.2.4 Mesures de performance

Il faut cinq types de mesures pour décrire la performance globale d'un système de transmission numérique, afin de savoir s'il est propre à fonctionner dans le réseau de distribution en lignes locales modélisé dans la présente Recommandation.

4.2.4.1 Portée dynamique

La performance de portée dynamique décrit la capacité d'un système de transmission numérique particulier de fonctionner avec des signaux reçus dont le niveau est très variable. Dans la figure 9/G.961, les modèles 1 et 2 de la LLN présentent un affaiblissement qui va de très réduit (0 dB) à très élevé (37-50 dB à 80 kHz).

Quand on procède à des mesures avec les modèles 1 et 2 de la LLN (figure 9/G.961), aucune erreur ne doit être observée pendant une quelconque période de mesure de 15 minutes (valeur provisoire) au cours du contrôle d'un quelconque canal B.

La spécification des séquences de données à utiliser pour cette mesure demande un complément d'étude.

4.2.4.2 Immunité à l'écho

Les autres modèles LLN de la figure 9/G.961 sont utilisés pour mesurer la performance des systèmes de transmission numérique en présence de PD et/ou de changements de diamètre.

Aucune erreur ne doit se produire, dans chacun de ces modèles, pendant une période de mesure quelconque de 15 minutes (valeur provisoire) au cours du contrôle d'un quelconque canal B.

La spécification des séquences de données à utiliser pour la mesure demande un complément d'étude.

4.2.4.3 Diaphonie à l'intérieur du système

Si l'on utilise l'arrangement de diaphonie décrit au § 4.2.2.2, avec injection, dans chaque modèle LLN de la figure 9/G.961, d'un bruit diaphonique simulé, le taux observé d'erreur sur les bits doit être $\leq 10^{-6}$ (valeur provisoire).

Quand les mesures du taux d'erreur sur les bits sont faites dans un canal B, une période de mesure d'au moins 15 minutes (valeur provisoire) est requise.

Les marges de performance sont déterminées dans chacun des modèles LLN. La définition d'une marge positive minimale de performance demande un complément d'étude. Cette définition est nécessaire pour tenir compte de l'affaiblissement supplémentaire LLN dû aux épissures et aux effets de l'environnement (par exemple, changements de température).

La spécification des séquences de données à utiliser pour la mesure demande un complément d'étude.

4.2.4.4 Bruit impulsif

Pour étude ultérieure.

4.2.4.5 Tensions longitudinales induites par les lignes électriques

Pour étude ultérieure.

5 Méthode de transmission

Le système de transmission assure la transmission duplex sur les lignes locales à 2 fils métalliques. La transmission duplex aura lieu grâce à l'emploi d'annuleurs d'écho (ECH) ou de multiplexage par compression dans le temps (MTC). Avec la méthode ECH, illustrée par la figure 14/G.961, l'annuleur d'écho fournit une réplique de l'écho du signal transmis et cette réplique est soustraite du total du signal reçu. L'écho est le résultat d'un équilibrage imparfait des discontinuités hybride et impédance dans la ligne.

Avec la méthode MTC ou méthode «mode salves» représentée à la figure 15/G.961, les transmission sur la LLN sont séparées dans le temps («salves»). Les blocs de bits (salves) sont alternativement envoyés dans chaque direction. Les salves passent par des mémoires tampons à chaque terminal émetteur-récepteur de façon que le train de bits, à l'entrée et à la sortie du terminal émetteur-récepteur MTC, demeure continuellement au débit binaire R. Sur la ligne, le débit binaire doit être supérieur à 2R afin qu'un intervalle de repos sépare les salves; cet intervalle étant à prévoir pour couvrir le temps de transmission et le temps d'inversion émetteur/récepteur (commutation de Sn et de Se dans la figure 15/G.961).

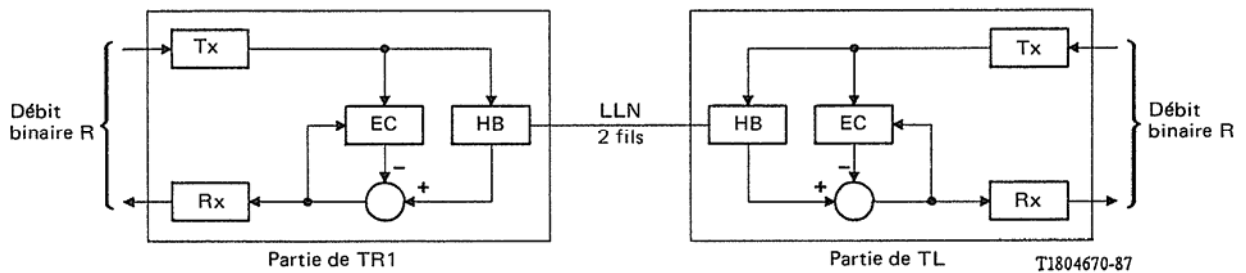
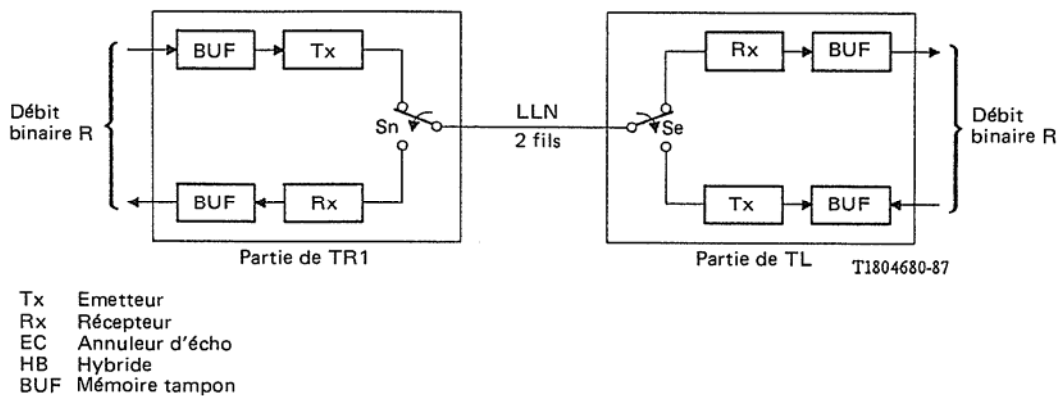


FIGURE 14/G.961

Diagramme fonctionnel, méthode ECH



Tx Emetteur
 Rx Récepteur
 EC Annuleur d'écho
 HB Hybride
 BUF Mémoire tampon

FIGURE 15/G.961

Diagramme fonctionnel, méthode MTC

6 Activation/désactivation

6.1 Considérations générales

Les capacités fonctionnelles de la procédure activation/désactivation sont spécifiées dans la Recommandation G.960. Le système de transmission doit observer les conditions spécifiées dans ladite Recommandation. Il doit en particulier prendre des dispositions pour acheminer les signaux définis dans la Recommandation G.960, nécessaires au déroulement des procédures.

6.2 *Représentation physique des signaux*

Les signaux utilisés dans les systèmes de transmission numérique dépendent de ces systèmes. Ils sont décrits dans l'annexe A et dans les appendices à la présente Recommandation.

7 **Exploitation et maintenance**

7.1 *Fonctions d'exploitation et de maintenance*

Dans les systèmes de transmission numérique utilisant des lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base, les fonctions d'exploitation et de maintenance mises en œuvre sont définies dans la Recommandation G.960.

7.2 *Canal CL*

7.2.1 *Définition du canal CL*

Ce canal est acheminé par le système de transmission numérique, dans les deux sens, entre TL et TR1. Il sert au transfert de l'information concernant l'exploitation, la maintenance et l'activation/désactivation du système de transmission numérique et de la section numérique.

7.2.2 *Caractéristiques du canal CL*

Pour étude ultérieure.

Le nombre minimal des fonctions (optionnelles ou facultatives) que doit permettre le canal CL est à l'étude.

7.3 *Mode transfert des liaisons d'exploitation et de maintenance*

Pour étude ultérieure.

8 **Alimentation en énergie**

8.1 *Considérations générales*

Le présent paragraphe traite de l'alimentation en énergie de TR1, d'un régénérateur (le cas échéant) et de la fourniture d'énergie à l'interface usager-réseau, conformément à la Recommandation I.430, dans des conditions normales ou réduites.

Lorsque les procédures d'activation/désactivation sont appliquées, les modes à puissance réduite à TR1, au régénérateur (le cas échéant) et à TL sont définies.

8.2 *Options d'alimentation en énergie*

On considère les options d'alimentation en énergie dans les conditions normales et dans les conditions réduites. A cette fin, une condition d'alimentation réduite est utilisable après une panne du secteur alternatif à l'emplacement de TR1.

- a) L'alimentation en énergie de TR1 dans les conditions d'alimentation normales sera assurée au moyen de l'une des options suivantes:
 - alimentation en énergie par le secteur alternatif;
 - alimentation à distance par le réseau (ou par un régénérateur, le cas échéant).

Dans les deux cas, TR1 peut fournir de l'énergie à l'interface usager-réseau, conformément à la Recommandation I.430. Cette énergie est dérivée du secteur alternatif ou fournie à distance par le réseau.

- b) L'alimentation en énergie de TR1 dans des conditions réduites, quand elle est assurée, emploie l'une ou l'autre des sources optionnelles suivantes:
 - batterie de réserve;
 - alimentation à distance par le réseau (ou par un régénérateur, le cas échéant).

Dans les deux cas, TR1 peut fournir de l'énergie à l'interface usager-réseau, conformément à la Recommandation I.430.

Le choix des options d'alimentation en énergie s'opère compte tenu des règlements nationaux.

8.3 Méthodes d'alimentation en énergie et de rétablissement de cette alimentation

Deux méthodes d'alimentation en énergie et de rétablissement de cette alimentation sont possibles; elles sont représentées à la figure 16/G.961.

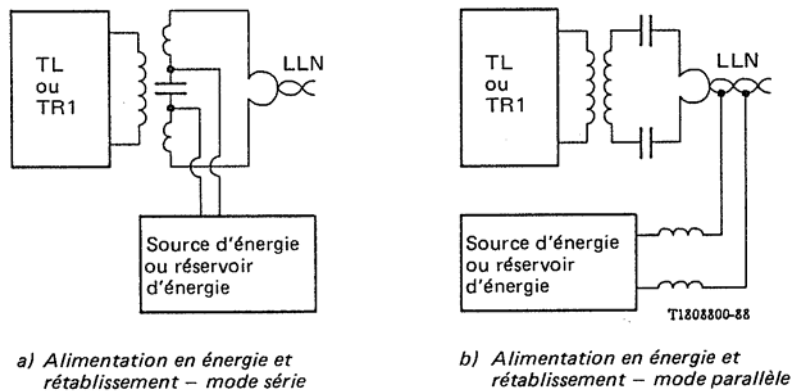


FIGURE 16/G.961

Méthodes d'alimentation en énergie et de rétablissement de cette alimentation

En l'absence de régénérateur sur la LLN entre la TL et la TR1, la source d'énergie peut être, dans les deux cas de la figure 16/G.961, une source à tension constante avec limitation de courant ou une source à courant constant avec limitation de tension.

En présence d'un régénérateur, les deux méthodes d'alimentation et de rétablissement de l'alimentation en énergie représentées à la figure 16/G.961 demeurent applicables. Toutefois, quand une source à tension constante est utilisée à TL, le réservoir d'énergie que constitue le régénérateur est connecté en parallèle à la LLN et quand une source à courant constant est utilisée à TL, le réservoir d'énergie que constitue le régénérateur est connecté en série à la LLN. La configuration résultante est représentée à la figure 17/G.961.

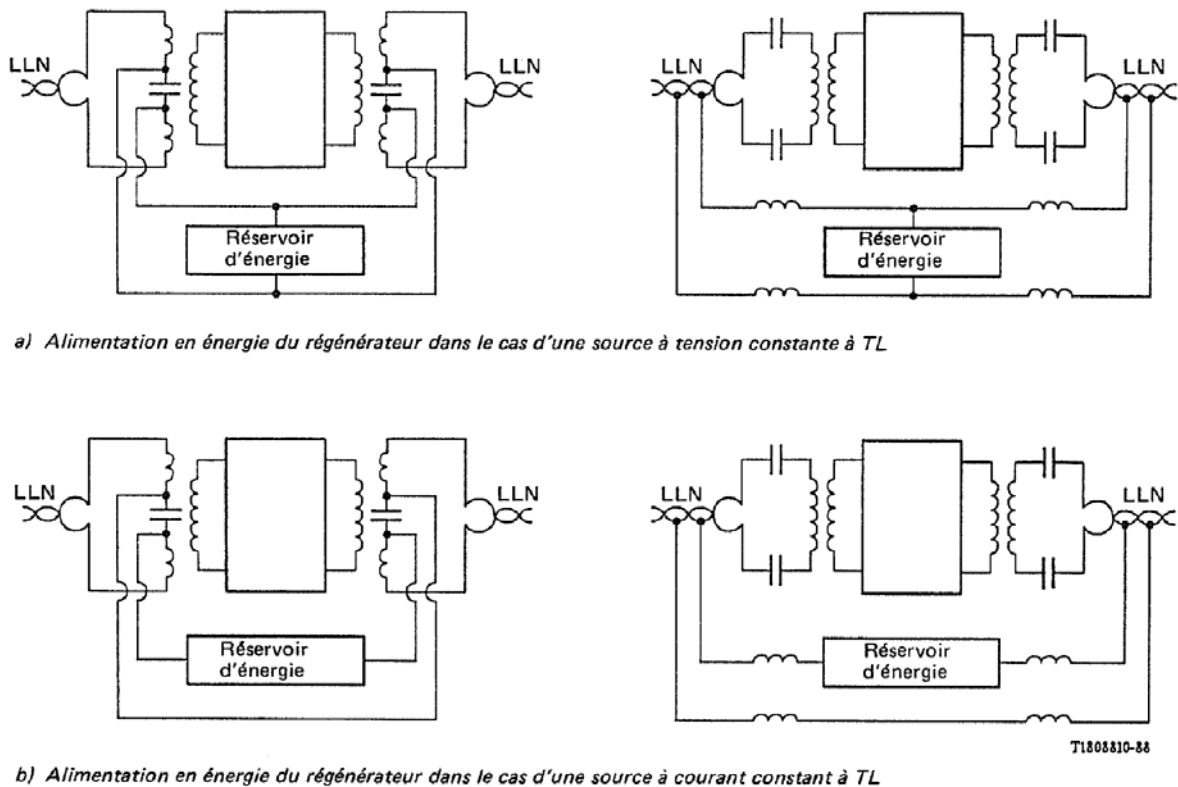


FIGURE 17/G.961

Alimentation en énergie du régénérateur

8.4 *Résistance LLN*

Ce paramètre est du ressort particulier du réseau local individuel et n'entre donc pas dans le cadre de la présente Recommandation. Sa valeur maximale dépend de la tension de sortie de TL, de la consommation d'énergie de TR1 et du régénérateur (le cas échéant) et de l'arrangement de l'alimentation en énergie pour l'interface usager-réseau.

8.5 *Courant de veille*

TR1 fournira une terminaison en continu pour permettre la circulation d'un courant de veille minimal (valeur à définir) y compris le mode à énergie réduite ou dans le cas d'une alimentation locale en énergie de TR1.

8.6 *Aspects TL*

Une limitation de courant pour la configuration «tension source» ou une limitation de la tension pour la configuration «courant source» est nécessaire. Les valeurs seront fixées compte tenu des publications pertinentes de la CEI et des règlements nationaux relatifs à la sécurité.

De courtes surcharges du courant d'alimentation sont tolérables (condition de charge du condensateur du convertisseur continu/continu dans TR1).

8.7 *Conditions d'alimentation de TR1 et du régénérateur*

8.7.1 *Conditions d'alimentation de TR1*

- a) état actif sans fourniture d'énergie à l'interface usager-réseau à définir;
- b) état actif, y compris fourniture d'énergie réduite à l'interface usager-réseau, comme le définit la Recommandation I.430: à définir;
- c) état actif, y compris fourniture normale d'énergie à l'interface usager-réseau, comme le définit la Recommandation I.430: à définir;
- d) mode alimentation réduite: à définir.

8.7.2 *Caractéristiques d'alimentation du régénérateur*

Pour étude ultérieure.

8.8 *Limitation des transitoires de courant*

La vitesse de variation du courant tiré du réseau par TR1 ou le régénérateur ne doit pas dépasser X mA/ μ s. La valeur de X est à définir.

9 **Conditions de l'environnement**

9.1 *Conditions climatiques*

On trouve dans la Publication 721-3 de la CEI des climatogrammes applicables au fonctionnement des équipements TR1 et TL en des emplacements où ils sont protégés et en des emplacements où ils ne sont pas protégés contre les conditions climatiques. Le choix des classes s'opère à l'échelon national.

9.2 *Protection*

9.2.1 *Isolation*

On peut identifier une isolation en différents points de TR1:

- entre l'interface de ligne et le point de référence T;
- entre l'interface de ligne ou le point de référence T et le secteur alternatif (définition générale dans le guide 105 de la CEI et dans la Publication 950 de la CEI; les conditions d'essai peuvent cependant varier selon les pays);
- entre l'interface de ligne et la terre de protection de secteur alternatif.

9.2.2 *Protection contre les surtensions*

- conforme aux Recommandations K.12 et K.20 pour TL,
- conforme aux Recommandations K.12 et K.21 pour TR1.

9.3 *Compatibilité électromagnétique*

9.3.1 *Vulnérabilité - Niveaux des émissions par rayonnement ou par conduction pour les équipements TL ou TRI*

Dépasse le cadre de la présente Recommandation. Tenir compte de la Publication 22 du CISPR et des règlements nationaux.

9.3.2 *Limitation de la puissance de sortie fournie à la ligne*

Etant donné la valeur limitée de la perte par conversion longitudinale qui se produit aux hautes fréquences dans la ligne, ainsi que la limitation des rayonnements conforme à la Publication 22 du CISPR et aux règlements nationaux, la puissance de sortie sera limitée. Les valeurs spécifiques dépassent le cadre de la présente Recommandation.

ANNEXE A

(à la Recommandation G.961)

Structure générale d'un appendice traitant des caractéristiques électriques

A.0 *Caractéristiques électriques*

Bref aperçu du système de transmission numérique.

Remarque – La présente annexe est conçue comme un guide pour présenter la description des systèmes de transmission numérique et n'impose aucune contrainte aux systèmes pour lesquels elle sera utilisée.

A.1 *Code en ligne*

Dans les deux sens de transmission, le code en ligne est . . . et le système de codage est . . .

A.2 *Débit de symboles*

Le débit de symboles est déterminé par le code en ligne, le débit binaire du courant d'information et la structure de trame. Le débit de symboles est . . . kbauds.

A.2.1 *Précision des horloges*

A.2.1.1 *Précision de l'horloge TRI non asservie*

La précision de l'horloge non asservie dans TR1 sera de $\pm . . . 1 \cdot 10^{-6}$.

A.2.1.2 *Tolérance applicable à l'horloge TL*

TR1 et TL accepteront de TC une précision d'horloge de $\pm . . . 1 \cdot 10^{-6}$.

A.3 *Structure de trame*

La structure de trame contient un mot de trame, N fois $(2B + D)$ et un canal CL.

Mot de trame	N fois $(2B + D)$	Canal CL
--------------	---------------------	----------

A.3.1 *Longueur de trame*

Dans une trame, le nombre N d'intervalles $(2B + D)$ est . . .

A.3.2 *Répartition des bits dans la direction TL-TR1*

La figure A-1/G.961 indique la répartition des bits.

A FOURNIR POUR CHAQUE CAS SPÉCIFIQUE

FIGURE A-1/G.961

Répartition des bits dans la direction TL-TR1

A.3.3 *Répartition des bits dans la direction TR1-TL*

La figure A-2/G.961 indique la répartition des bits.

A FOURNIR POUR CHAQUE CAS SPÉCIFIQUE

FIGURE A-2/G.961

Répartition des bits dans la direction TR1-TL

A.4 *Mot de trame*

Le mot de trame sert à attribuer les positions de bits aux canaux $2B + D + CL$. Il peut cependant être utilisé pour d'autres fonctions.

A.4.1 *Mot de trame dans la direction TL-TR1*

Le code de mot de trame sera . . .

A.4.2 *Mot de trame dans la direction TR1-TL*

Le code de mot de trame sera . . .

A.5 *Procédure de verrouillage de trame*

A.6 *Multitrame*

Pour que la répartition des bits du canal CL s'effectue dans de plus nombreuses trames contiguës, on peut utiliser une structure de multitrame. Le début de la multitrame est déterminé par le mot de trame. Dans une multitrame, le nombre total des trames est de . . .

A.6.1 *Mot de multitrame dans la direction TR1-TL*

La multitrame sera identifiée par . . .

A.6.2 *Mot de multitrame dans la direction TL-TR1*

La multitrame sera identifiée par . . .

A.7 *Décalage de trame entre multitrame TL-TR1 et TR1-TL*

TR1 synchronisera sa trame sur la trame reçue dans la direction TL-TR1 et transmettra sa trame avec un décalage.

A.8 *Canal CL*

A.8.1 *Débit binaire*

A.8.2 *Structure*

A.8.3 *Protocoles et procédures*

A.9 *Embrouillage*

L'embrouillage sera appliqué aux canaux 2B + D et l'algorithme d'embrouillage sera le suivant:

- dans la direction TL-TR1;
- dans la direction TR1-TL.

A.10 *Activation/désactivation*

Description de la procédure activation/désactivation du système, y compris les options qui sont mises en œuvre et celles qui ne le sont pas.

Voir aussi le § 5 de la Recommandation G.960.

A.10.1 *Signaux utilisés pour l'activation*

Liste et définition des signaux utilisés pour activation/désactivation (SIG):

- signaux utilisés pour début (CL indisponible);
- bits dans le canal CL dans une trame déjà établie.

A.10.2 *Définition des temporisateurs intérieurs*

A.10.3 *Description des procédures d'activation* (fondée sur la séquence fléchée pour les cas exempts d'erreur)

- activation en provenance du côté réseau;
- activation en provenance du côté usager.

A.10.4 *Tableau des transitions d'état TR1 en fonction de INFO, SIG, temporisateurs intérieurs*

La description des boucles et des options qui peuvent être mises en œuvre est telle que la mise en œuvre minimale soit clairement identifiée.

A.10.5 *Tableau des transitions d'état TL en fonction de EF, SIG, temporisateurs intérieurs*

La description des boucles et des options qui peuvent être mises en œuvre est telle que la mise en œuvre minimale soit clairement identifiée.

A.10.6 *Temps d'activation*

Voir les § 5.5.1 et 5.5.2 de la Recommandation G.960.

A.11 *Gigue*

Le but des tolérances applicables à la gigue est de faire en sorte que les limites spécifiées dans la Recommandation I.430 soient observées grâce aux limites fixées à la gigue dans les systèmes de transmission sur lignes locales. Les limites de la gigue indiquées ci-après doivent être respectées quelle que soit la longueur de la ligne locale et qu'il y ait ou non inclusion d'un régénérateur, à condition que les caractéristiques du moyen de transmission leur conviennent (voir le § 3). Les limites doivent être observées quels que soient les schémas de bits dans les canaux B, D et CL.

A.11.1 *Tolérance de gigue applicable aux signaux d'entrée TR1*

La TR1 observera les objectifs de performance relatifs au dérapage/gigue aux valeurs maximales (J_1 , J_2) indiquées à la figure A-3/G.961, pour les fréquences de la gigue simple allant de F_1 Hz à F_3 kHz ($F_3 = 1/4 F_6$, $F_6 =$ fréquence du débit de symboles), superposées sur la source des signaux d'essai. TR1 observera aussi les objectifs de performance relatifs au dérapage par jour, jusqu'à . . . IU crête à crête quand la vitesse minimale de variation de phase est . . . IU/heure.

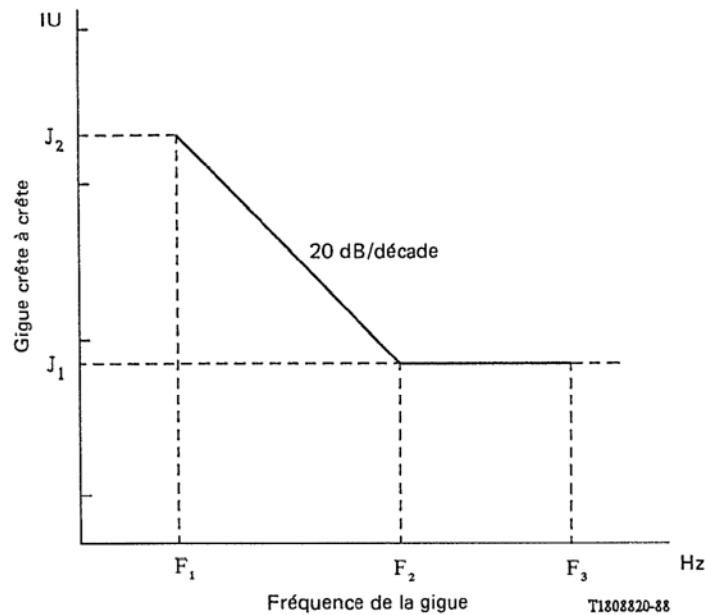
A.11.2 *Limitations de la gigue à la sortie de TR1*

Le dérapage et la gigue spécifiés au § A.11.1 étant superposés sur le signal d'entrée TR1, la gigue du signal transmis sur TR1 dans la direction du réseau sera conforme à ce qui suit:

- a) La gigue sera inférieure ou égale à . . . IU crête à crête et inférieure à . . . IU valeur efficace quand elle sera mesurée avec un filtre passe-haut à coupure progressive de 20 dB/décade au-dessous de $M \cdot F_2$ Hz ($M \cdot 1$).
- b) La gigue de phase du signal de sortie, par rapport à la phase du signal d'entrée (en provenance du réseau), ne dépassera pas . . . IU crête à crête ou . . . IU valeur efficace quand elle sera mesurée avec un filtre passe-bande à coupure progressive de 20 dB/décade au-dessus de $N \cdot F_2$ Hz ($N \cdot 2$) et de 20 dB/décade au-dessous de $K \cdot F_k$ ($F_k \ll 1$). Ces conditions sont applicables dans le cas d'une gigue superposée à la phase du signal d'entrée, comme il est spécifié au § A.11.1 pour les fréquences individuelles jusqu'à F_2 Hz.

A.11.3 Conditions d'essai pour la mesure de la gigue

Etant donné la transmission bidirectionnelle sur les 2 fils et l'important brouillage entre symboles, aucune transition de signal bien définie n'est disponible au point 2 fils TR1.



Remarque – Deux solutions possibles sont proposées:

- un point d'essai est prévu dans TR1 afin de mesurer la gigue sur un signal non perturbé;
- un émetteur-récepteur normalisé TL, comprenant une ligne locale artificielle, est défini comme instrument d'essai.

FIGURE A-3/G.961

Gigue sur signal d'entrée TR1 – Minimum admissible

A.12 Caractéristiques de la sortie de l'émetteur de TR1 à TL

Les spécifications suivantes s'appliquent uniquement avec une impédance de charge de . . .

A.12.1 Amplitude des impulsions

L'amplitude, de zéro à la valeur de crête nominale, de l'impulsion maximale sera de . . . V et la tolérance sera de . . . \pm . . . %.

A.12.2 Forme des impulsions

La forme de l'impulsion sera conforme au gabarit d'impulsion de la figure . . .

A.12.3 Puissance du signal

La puissance moyenne du signal sera comprise entre . . . dBm et . . . dBm.

A.12.4 Spectre de puissance

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance ne dépassera pas les contours indiqués à la figure . . .

A.12.5 Non-linéarité des signaux de l'émetteur

Il s'agit d'une mesure de l'écart entre la hauteur idéale de l'impulsion et la non-linéarité de l'impulsion individuelle.

La méthode de mesure demande un complément d'étude.

A.13 Terminaison émetteur/récepteur

A.13.1 Impédance

Dans les directions respectives de TR1 ou de TL, l'impédance nominale entrée/sortie sera de . . .

A.13.2 *Affaiblissement d'adaptation*

L'affaiblissement d'équilibrage de l'impédance sera plus prononcé que l'affaiblissement indiqué par les contours de la figure . . .

A.13.3 *Perte par conversion longitudinale*

La perte par conversion longitudinale sera la suivante:

. . . kHz . . . dB

. . . kHz . . . dB

APPENDICE I

(à la Recommandation G.961)

Caractéristiques électriques d'un système de transmission MMS 43

I.1 *Code en ligne*

Pour chaque direction de transmission, le code en ligne est un code d'état de surveillance modifié représentant 4 bits sous la forme de 3 symboles ternaires de niveaux +, 0 ou - (MMS 43). Le détail du plan de codage est donné à la figure I-1/G.961. A noter que les numéros figurant dans les colonnes de chacun des 4 alphabets S1 . . . S4 sont ceux de l'alphabet à utiliser pour le codage du bloc de 4 bits qui suit. Les bits et les symboles de gauche sont ceux qui sont transmis ou reçus les premiers.

	S1	S2	S3	S4
0001	0 - + 1	0 - + 2	0 - + 3	0 - + 4
0111	- 0 + 1	- 0 + 2	- 0 + 3	- 0 + 4
0100	- + 0 1	- + 0 2	- + 0 3	- + 0 4
0010	+ - 0 1	+ - 0 2	+ - 0 3	+ - 0 4
1011	+ 0 - 1	+ 0 - 2	+ 0 - 3	+ 0 - 4
1110	0 + - 1	0 + - 2	0 + - 3	0 + - 4

1001	+ - + 2	+ - + 3	+ - + 4	- - - 1
0011	0 0 + 2	0 0 + 3	0 0 + 4	- - 0 2
1101	0 + 0 2	0 + 0 3	0 + 0 4	- 0 - 2
1000	+ 0 0 2	+ 0 0 3	+ 0 0 4	0 - - 2
0110	- + + 2	- + + 3	- + + 2	- - + 3
1010	+ + - 2	+ + - 3	+ - - 2	+ - - 3
1111	+ + 0 3	0 0 - 1	0 0 - 2	0 0 - 3
0000	+ 0 + 3	0 - 0 1	0 - 0 2	0 - 0 3
0101	0 + + 3	- 0 0 1	- 0 0 2	- 0 0 3
1100	+ + + 4	- + - 1	- + - 2	- + - 3

Remarque — Un bloc ternaire reçu 000 est décodé en binaire 0000.

FIGURE I-1/G.961

Code MMS 43

I.2 *Débit des symboles*

Le débit des symboles est de 120 kbauds.

I.2.1 *Spécifications relatives au rythme*

I.2.1.1 *Précision de l'horloge indépendante de TR1*

La tolérance de l'horloge indépendante de TR1 est de ± 100 ppm.

I.2.1.2 *Tolérance sur le rythme fourni à TL*

La tolérance du signal de rythme fourni à TL est de ± 1 ppm.

I.3 *Structure des trames*

Chaque trame contient un mot de verrouillage de trame, des données 2B + D et le canal CL. Il n'est pas utilisé de multitrame.

I.3.1 *Longueur des trames*

Chaque trame a une longueur de 120 symboles ternaires et correspond à 1 ms. Chaque trame contient 108 symboles (correspondant à 144 bits) acheminant des données 2B + D.

I.3.2 *Attribution des symboles dans la direction TL vers TR1*

Dans la direction TL vers TR1, les 120 symboles de chaque trame sont utilisés comme suit:

- symboles 1 à 84: 2B + D;
- symbole 85: canal CL;
- symboles 110 à 120: mot de verrouillage de trame.

I.3.3 *Attribution des symboles dans la direction TR1 vers TL*

Dans la direction TR1 vers TL, la structure de la trame est identique à celle de la trame dans la direction inverse.

La trame émise par TR1 est synchronisée sur celle reçue de TL.

I.4 *Mot de verrouillage de trame*

I.4.1 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TL vers TR1*

Le mot de verrouillage de trame dans la direction TL vers TR1 est:

+++----+--+

I.4.2 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TR1 vers TL*

Le mot de verrouillage de trame dans la direction TR1 vers TL est:

-+---+----+++

I.5 *Procédure de verrouillage de trame*

Le système de transmission est considéré comme synchrone si le mot de verrouillage de trame a été identifié dans la même position pendant 4 trames consécutives. On admet qu'il y a perte du synchronisme si la position détectée ne coïncide pas avec la position attendue pendant 60 . . . 200 trames consécutives.

I.6 *Multitrame*

Les multitrames ne sont pas utilisées.

I.7 *Décalage de trame à TR1*

A TR1, le mot de verrouillage de trame transmis sur la ligne par TR1 intervient $60 \pm$ symboles (0,5 ms) plus tard que celui qui a été reçu à l'entrée de TR1, la mesure commençant avec le premier symbole de chaque mot de verrouillage de trame.

I.8 *Canal CL*

I.8.1 *Débit binaire*

Le débit binaire du canal CL (voie de maintenance) est 1 kbit/s.

I.8.2 Structure

Aucune structure spécifique n'est définie pour les messages transparents.

I.8.3 Protocoles et procédures

Les messages transparents sur le canal CL utilisent les polarités «0» et «-» du symbole CL du signal en ligne. Les polarités «0» et «+» servent à demander une boucle 2B + D dans TR1 ou dans un répéteur intermédiaire. Une utilisation transparente du canal CL peut surclasser ces commandes de boucle.

I.9 Embrouillage

Afin de minimaliser la corrélation entre les symboles arrivants et les symboles transmis, on utilise l'embrouillage, qui n'est appliqué que sur les canaux 2B + D.

Le polynôme d'embrouillage n'est pas le même dans les deux directions TR1 vers TL et TL vers TR1:

- dans la direction TL vers TR1: $1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$
- dans la direction TR1 vers TL: $1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$

\oplus étant la somme modulo deux et x^{-k} les données retardées par k intervalles de symboles.

I.10 Activation/désactivation

L'activation/désactivation doit permettre d'utiliser un état de coupure d'alimentation, notamment pour les applications dans lesquelles TR1 est alimentée à partir de TL par la ligne locale. L'activation à partir de l'état d'alimentation réduite peut être demandée par les deux extrémités à l'aide d'un signal en salve de 7,5 kHz. Les collisions sont résolues grâce à la durée et au rythme de répétition de ces salves.

Les procédures relatives au système de ligne viennent appuyer les procédures au point de référence T pour la commande des communications conformément à la Recommandation I.430 et l'action de formation de boucle 1 (dans TL), 1A (dans le régénérateur) et 2 (dans TR1) conformément à la Recommandation I.603. Les boucles sont transparentes.

Les temporisateurs 1 et 2 (définis dans la Recommandation I.430) sont situés comme suit:

- le temporisateur 1 dans la couche 1 TC ou dans TC,
- le temporisateur 2 dans TR1.

L'activation du système de ligne à des fins de maintenance, par exemple, pour la surveillance du taux d'erreur, est possible, même si aucun ET n'est connecté à l'interface au point de référence T.

La transmission d'INFO 2 à l'interface du point de référence T est déclenchée par la synchronisation du système de ligne dans la direction TL vers TR1.

I.10.1 Signaux utilisés pour l'activation

Les éléments de signaux suivants sont utilisés comme moyen de commander/indiquer la progression au cours de l'activation/désactivation sur la ligne locale:

SIG 0	TR1 vers TL et TL vers TR1 Pas de signal.
SIG 1W	TR1 vers TL Signal de réveil (tonalité de 7,5 kHz); indique à l'entité de couche 1 du commutateur local qu'elle doit passer à l'état alimentation en énergie et assurer l'activation du système de ligne et de l'interface au point de référence T. Ce signal sert aussi à réveiller l'accusé de réception de SIG 2W.
SIG 2W	TL vers TR1 Signal de réveil (tonalité de 7,5 kHz); indique à TR1 qu'elle doit passer à l'état d'alimentation en énergie et s'apprêter à une synchronisation sur un signal arrivant de TL. Ce signal sert aussi à réveiller l'accusé de réception de SIG 1W.
SIG 1	TR1 vers TL Signal contenant une information de verrouillage de trame et permettant la synchronisation du récepteur dans TL. Il informe TL que TR1 s'est synchronisée sur SIG 2.
SIG 2	TL vers TR1 Signal contenant une information de verrouillage de trame et permettant la synchronisation du récepteur dans TR1.

SIG 1A	TR1 vers TL Signal similaire à SIG 1 mais sans information de verrouillage de trame.
SIG 3	TR1 vers TL Signal contenant une information de verrouillage de trame et permettant la synchronisation du récepteur dans TL. Il indique à TC que l'interface au point de référence T est synchronisée dans les deux directions de transmission (sauf dans le cas des boucles 2 et 1A).
SIG 4H	TL vers TR1 Signal demandant à TR1 d'établir une totale capacité de transfert d'information de couche 1 dans les deux directions de transmission.
SIG 4	TL vers TR1 Signal contenant une information de verrouillage de trame et des données d'exploitation sur les canaux B et D.
SIG 5	TR1 vers TL Signal contenant une information de verrouillage de trame et des données d'exploitation sur les canaux B et D.
SIG 2-L2	TL vers TR1 Signal semblable à SIG 2, mais contenant une demande de boucle 2.
SIG 4H-L2	TL vers TR1 Signal demandant à TR1 d'actionner la boucle 2 et d'établir la capacité de transfert d'information de couche 1 dans la direction TL vers ET (boucle 2 transparente).
SIG 4-L2	Signal semblable à SIG 4 mais contenant une demande de boucle 2.

Tous ces signaux, à l'exception de SIG 1W et SIG 2W sont des signaux continus. Les signaux de réveil SIG 1W et SIG 2W ne sont émis que pendant des durées spécifiées, mais ils peuvent être répétés s'il n'est pas reçu d'accusé de réception. Les temps de répétition sont spécifiés de manière à garantir un bon interfonctionnement avec la procédure normale d'activation.

Les demandes de boucle sont transmises par recours au canal CL. Aucun autre signal ne nécessite l'emploi du canal CL.

Le canal CL dispose de tous les SIG, exception faite de SIG 0, SIG 1W, SIG 2W et SIG 1A.

I.10.2 Définition des temporisateurs internes

Dans les tableaux de transition d'états et les diagrammes de fonctionnement, les temporisateurs internes suivants sont utilisés:

Tn1 = 13 ms:	temporisateur supervisant la répétition du signal de réveil SIG 2W provenant de TL.
T11 = 7 ms:	temporisateur supervisant la répétition du signal de réveil SIG 1W provenant de TR1.
T12 = 1 ms:	temporisateur définissant la durée de SIG 4H et SIG 4H-L2.
T13 = 1 ms:	temporisateur garantissant que, dans des conditions d'absence de défaillance, le PH-AI est transmis le premier dans ET, puis dans TL/TC, ce qui protège la première trame de couche 2 (couche 3 – message d'établissement du côté réseau).
T14 = 12 ms:	temporisateur servant à lancer la transmission de SIG 2 lorsque le bouclage 1 est demandé.
T15 = 0,1 . . 1 s:	temporisateur supervisant la procédure de désactivation (dans TC).

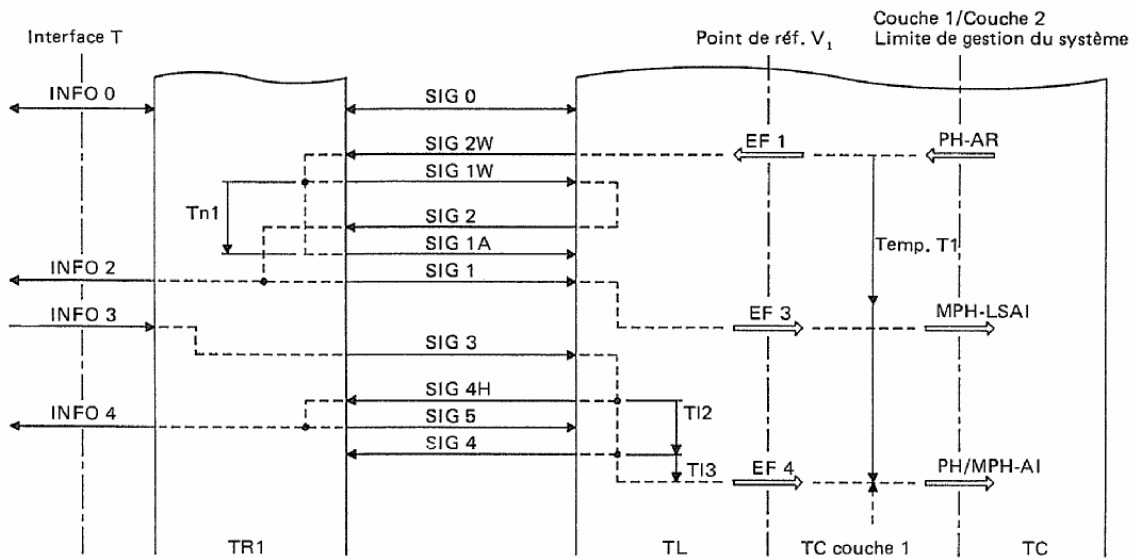
I.10.3 Description de la procédure d'activation

Les procédures d'activation/désactivation sont décrites à la figure I-2/G.961 dans le cas d'absence de défaillance.

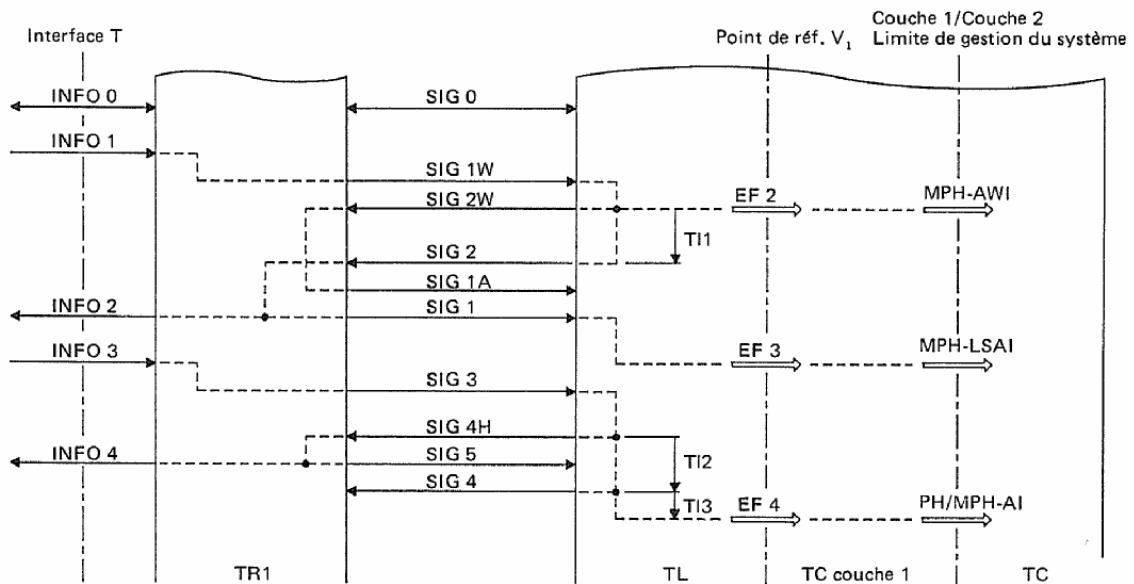
Le temporisateur T1 (situé dans la couche 1 TC) et le temporisateur T2 (situé dans TR1) sont conformes aux spécifications de la Recommandation I.430. Les éléments fonctionnels (EF) sont définis dans la Recommandation G.960, § 5.4.1.3, et les primitives le sont aux § 5.4.2.2 et 5.4.2.3 de la Recommandation G.960.

I.10.4 Tableau de transition des états de TR1

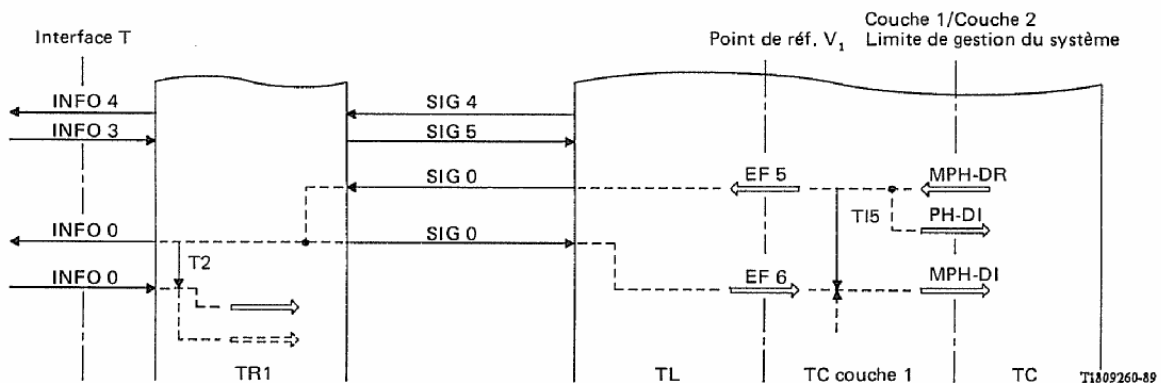
Le tableau de transition des états de TR1 est décrit au tableau I-1/G.961: les INFO(rmations) sur l'interface au point de référence T sont rattachées aux SIG(naux) sur le système de ligne et vice versa.



a) Activation à partir du côté réseau



b) Activation à partir du côté usager



c) Désactivation

FIGURE I-2/G.961

**Procédures d'activation/désactivation: diagrammes de fonctionnement
(situation sans défaillance)**

TABLEAU I-1/G.961

Tableau de transition de l'état de TR1

Etat	TR 1.1	TR 1.2	TR 1.3	TR 1.4	TR 1.5	TR 1.6	TR 1.7	TR 1.8	TR 1.9	TR 1.10	TR 2.1	TR 2.2
Signal reçu \ Signal émis	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO 2	INFO X (remarque 2)	INFO 2	INFO 4 (remarque 4)
	SIG 0	SIG 1W	SIG 1W	SIG 1A	SIG 1	SIG 3	SIG 5	SIG 0	SIG 5	SIG 0 (remarque 3)	SIG 3	SIG 5 (remarque 5)
INFO 0	-	-	-	-	-	-	TR 1.9	TR 1.1	-	-	-	-
INFO 1	TR 1.2	-	-	-	-	-	/	-	-	/	-	/
INFO 3	/	/	/	/	TR 1.6	-	-	-	TR 1.7	/	-	-
SIG 0	-	-	-	ST.T2; TR 1.8	ST.T2; TR 1.8	ST.T2; TR 1.8	ST.T2; TR 1.8	-	ST.T2; TR 1.8	ST.T2; TR 1.8	ST.T2; TR 1.8	ST.T2; TR 1.8
SIG 2W	ST. Tn1; TR 1.3	TR 1.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SIG 2	/	-	-	TR 1.5	-	-	/	/	/	/	TR 1.6 ou -	/
SIG 4H	/	/	/	/	/	TR 1.7	-	/	/	/	TR 1.7	/
SIG 4	/	/	/	/	/	/	-	/	-	-	/	TR 1.7
Exp. de T2 (remarque 1)	-	-	-	-	-	-	-	TR 1.1	-	-	-	-
Perte de verrouillage de trame interface T	/	/	/	/	/	-	TR 1.9	-	-	-	/	/
Perte de verrouillage de trame système en ligne	/	/	/	/	TR 1.10	TR 1.10	TR 1.10	/	TR 1.10	-	TR 1.10	TR 1.10
Exp. du temporisateur interne Tn1	/	/	TR 1.4	/	/	/	/	/	/	/	/	/

TABLEAU I-1/G.961 (suite)

Etat	TR 1.1	TR 1.2	TR 1.3	TR 1.4	TR 1.5	TR 1.6	TR 1.7	TR 1.8	TR 1.9	TR 1.10	TR 2.1	TR 2.2
Signal reçu \ Signal émis	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO 2	INFO X (remarque 2)	INFO 2	INFO 4 (remarque 4)
	SIG 0	SIG 1W	SIG 1W	SIG 1A	SIG 1	SIG 3	SIG 5	SIG 0	SIG 5	SIG 0 (remarque 3)	SIG 3	SIG 5 (remarque 5)
SIG 2-L2	/	–	–	TR 2.1	TR 2.1 ou –	TR 2.1 ou –	/	/	/	/	–	/
SIG 4H-L2	/	/	/	/	/	TR 2.2	–	/	/	/	TR 2.2	–
SIG 4-L2	/	/	/	/	/	/	TR 2.2	/	TR 2.2	TR 2.2	/	–

– Aucun changement d'état.

/ Impossible selon la définition des procédures de couche physique d'égal à égal ou pour des raisons internes propres au système.

ST.Tx; TR y Déclencher le temporisateur x; passer à l'état TR y.

Remarque 1 – Temporisateur T2 défini dans la Recommandation I.430.

Remarque 2 – INFO X: signal ne contenant pas d'information de verrouillage de trame, c'est-à-dire de ZÉRO binaire.

Remarque 3 – Tout autre signal produisant une indication d'erreur sur le côté TL est admis, en particulier un signal de perte de verrouillage de trame ou un signal indiquant un taux d'erreur excessif.

Remarque 4 – Le bit Echo-D est mis à la valeur ZÉRO binaire.

Remarque 5 – Les canaux B et D sont mis en boucle sur le côté réseau.

Les états suivants sont utilisés:

- TR 1.1 Etat désactivé (mode faible consommation d'énergie). Aucun signal n'est transmis.
- TR 1.2 TR1 émet le signal de réveil SIG 1W vers TL après réception d'INFO 1 en provenance du côté usager, et attend la réception du signal d'accusé de réception de réveil SIG 2W de TL.
- TR 1.3 A la réception du signal de réveil SIG 2W, TR1 répond par l'envoi de SIG 1W et commence à transmettre SIG 1A à l'expiration du temporisateur Tn1, à moins qu'il ne reçoive un nouveau signal de réveil SIG 2W en provenance de TL.
- TR 1.4 Après la fin de la procédure de réveil, TR1 attend que SIG 2 synchronise son récepteur.
- TR 1.5 Le récepteur côté réseau est synchronisé. TR1 envoie SIG 1 vers TL et INFO 2 sur le côté usager afin de déclencher l'activation de l'interface au point de référence T. Il attend la réception d'INFO 3.
- TR 1.6 L'interface au point de référence T est synchronisée dans les deux directions de transmission. TR1 envoie SIG 3 vers TL et attend la réception de SIG 4H.
- TR 1.7 TR1 est pleinement active et envoie INFO 4 sur le côté usager et SIG 5 vers TL. Les canaux B et D sont opérationnels.
- TR 1.8 Attente de l'état de désactivation. TR1 envoie INFO 0 sur le côté usager pour désactiver l'interface au point de référence T et SIG 0 vers TL. Elle attend la réception d'INFO 0 ou l'expiration du temporisateur T2 pour passer à l'état TR 1.1.
- TR 1.9 Cet état fait suite à une perte du signal ou à une perte du verrouillage de trame à l'interface au point de référence T. Aucune indication n'est donnée à TL, conformément à la remarque 3 du tableau 4/I.430.
- TR 1.10 Cet état fait suite à une perte du verrouillage de trame côté ligne. Une indication est transmise sur le côté usager (INFO X) et sur le côté réseau (SIG 0).

Les états suivants appuient l'activation en cas de demande de boucle 2:

- TR 2.1 Le récepteur sur le côté réseau est synchronisé. TR1 envoie SIG 3 à TL et INFO 2 sur le côté usager (boucle transparente). Elle attend la réception de SIG 4H-L2 en provenance de TL.
- TR 2.2 TR1 est pleinement active et envoie INFO 4 sur le côté usager (boucle transparente) et SIG 5 vers TL. La boucle 2 est mise en place et les données 2B + D reçues sont renvoyées à TL.

I.10.5 *Tableau de transition des états de TL*

Le tableau de transition des états de TL est décrit au tableau I-2/G.961. Les SIG(naux) du système de ligne étant reliés aux éléments fonctionnels (EF) au point de référence V₁.

Les états suivants sont utilisés:

- TL 1.1 Etat désactivé. Aucun signal n'est transmis.
- TL 1.2 A réception du signal de réveil SIG 1W, TL répond par l'envoi de SIG 2W et commence à émettre SIG 2 à l'expiration du temporisateur T11, à moins qu'un nouveau signal de réveil SIG 1W ne soit reçu de TR1.
- TL 1.3 TL envoie le signal SIG 2W vers TR1 à réception de EF 1 et attend le signal d'accusé de réception de réveil SIG 1W de TR1.
- TL 1.4 TL envoie SIG 2 vers TR1 et attend l'arrivée de SIG 1 ou de SIG 3 pour synchroniser son récepteur. Lorsque TL est synchronisée et a détecté SIG 1, elle émet EF 3.
- TL 1.5 Le système de transmission en ligne est synchronisé dans les deux directions de transmission. TL attend la réception de SIG 3.
- TL 1.6 Le système de transmission en ligne et l'interface au point de référence T sont synchronisés dans les deux directions de transmission. TL envoie SIG 4H jusqu'à l'expiration du temporisateur T12.
- TL 1.7 Etat pleinement actif. TL envoie SIG 4 vers TR1 et émet EF 4. Les canaux B et D sont pleinement opérationnels.
- TL 1.8 Dans l'attente de l'état de désactivation, TL envoie SIG 0 vers TR1 afin de désactiver le système de ligne et l'interface au point de référence T. TL attend la réception de SIG 0 pour passer à l'état TL 1.1 et pour émettre EF 6.

TABLEAU I-2/G.961

Tableau de transition des états de TL

Etat	TL 1.1	TL 1.2	TL 1.3	TL 1.4	TL 1.5	TL 1.6	TL 1.7	TL 1.8	TL 2.1	TL 2.2	TL 2.3	TL 2.4
Signal émis Signal reçu	SIG 0	SIG 2W	SIG 2W	SIG 2	SIG 2	SIG 4H	SIG 4	SIG 0	SIG 2W	SIG 2	SIG 4H	SIG 4
EF 1	TL 1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EF 5	:	TL 1.8	TL 1.8	TL 1.8	TL 1.8	TL 1.8	TL 1.8	-	TL 1.8	TL 1.8	TL 1.8	TL 1.8
SIG 0	-	-	-	-	EF 7; -	EF 7; -	EF 7; -	EF 6; TL 1.1	-	-	-	-
SIG 1W	ST.T11, EF 2; L 1.2	:	TL 1.4	/	/	/	/	-	-	/	/	/
SIG 1	/	/	/	EF 3; TL 1.5	-	/	/	-	/	-	-	-
SIG 3	/	/	/	ST.T12; TL 1.6	ST.T12; TL 1.6	-	-	-	/	-	-	-
Exp. de temporisateur interne T11	-	TL 1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exp. de temporisateur interne T12	-	-	-	-	-	EF 7; TL 1.4	-	-	-	-	EF 4; TL 2.4	-
Perte de verrouillage de trame système en ligne	/	/	/	/	EF 7; -	EF 7; -	EF 7; -	-	/	/	/	/

TABLEAU I-2/G.961 (suite)

Etat	TL 1.1	TL 1.2	TL 1.3	TL 1.4	TL 1.5	TL 1.6	TL 1.7	TL 1.8	TL 2.1	TL 2.2	TL 2.3	TL 2.4
Signal émis / Signal reçu	SIG 0	SIG 2W	SIG 2W	SIG 2	SIG 2	SIG 4H	SIG 4	SIG 0	SIG 2W	SIG 2	SIG 4H	SIG 4
EF 4	ST.T14; TL 2.1	-	TL 2.2 ou -	TL 2.2 ou -	TL 2.2 ou -	-	-	TL 2.1	:	:	:	:
Exp. de temporisateur interne T14	-	-	-	-	-	-	-	-	TL 2.2	-	-	-
Synch. reçu sur signal de boucle b	/	/	/	-	-	-	-	-	/	ST.T12; TL 2.3	-	-

- Aucun changement d'état.

/ Impossible selon la définition des procédures de couche physique d'égal à égal ou pour des raisons internes propres au système.

: Impossible selon la définition de la couche physique.

a, b; TL x Exécuter une action/émettre un message a et b; passer à l'état TLx.

ST.Tlx Déclencher le temporisateur Tlx.

Les états suivants viennent appuyer l'activation en cas de demande de boucle 1 :

- TL 2.1 TL émet le signal de réveil SIG 2W vers TR1 (boucle transparente) après avoir reçu EF 9 et elle commence à émettre SIG 2 à l'expiration du temporisateur TI4.
- TL 2.2 TL a mis en œuvre la boucle 1 et synchronise son récepteur sur le signal renvoyé en boucle.
- TL 2.3 TL émet SIG 4H jusqu'à l'expiration du temporisateur TI2.
- TL 2.4 TL est pleinement active et envoie SIG 4 vers TR1 (boucle transparente). La boucle 1 est mise en œuvre.

Le tableau de transition des états TL n'est pas affecté par les demandes de boucle 2 et 1A. Les signaux de commande correspondants sont transférés par les canaux C_{V1} et CL.

I.10.6 Temps d'activation

Les temps d'activation sont définis au § 5.5 de la Recommandation G.960:

- a) Temps maximal d'activation dans le cas où l'activation succède immédiatement à une désactivation:
 - sans régénérateur: 210 ms
 - avec régénérateur: 420 ms.
- b) Temps maximal d'activation succédant à la mise sous tension de la ligne:
 - sans régénérateur: 1,5 s
 - avec régénérateur: 3 s.

I.11 Gigue

Les tolérances relatives à la gigue doivent garantir que la limite maximale de gigue sur le réseau (voir la Recommandation G.823) n'est pas dépassée.

De plus, les limites stipulées dans la Recommandation I.430 doivent être respectées par les limites de gigue du système de transmission sur les lignes locales.

Les limites de gigue mentionnées ci-dessous doivent être observées quels que soient la longueur de la ligne locale et le nombre éventuels de répéteurs, à condition d'être couvertes par les caractéristiques du moyen de transmission (voir le § 3). Ces limites doivent être observées quel que soit le signal transmis. Une séquence d'essai appropriée doit faire l'objet d'études complémentaires (voir la Recommandation G.823, § 4).

I.11.1 Limites de la gigue maximale admissible à l'entrée

L'amplitude de la gigue à l'entrée de TR2 doit être limitée par le gabarit de la figure I-3/G.961.

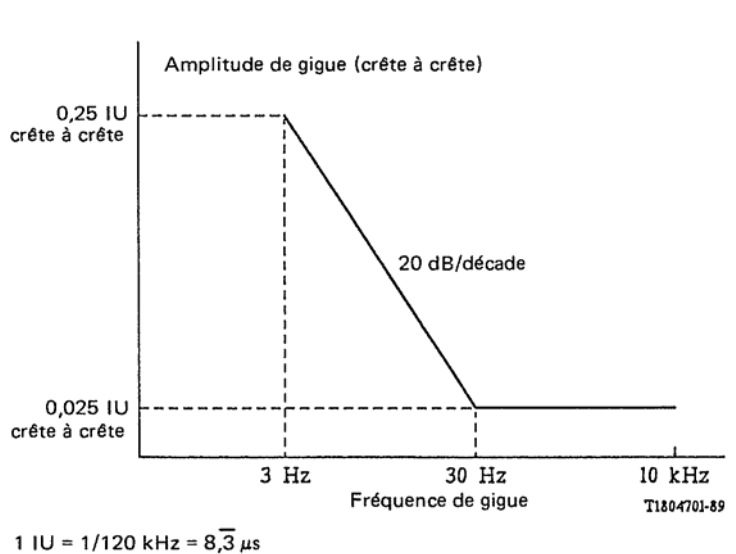


FIGURE I-3/G.961

Gigue sinusoïdale maximale admissible

I.11.2 *Gigue à la sortie de TR1 en l'absence de gigue à l'entrée*

Lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-haut avec une fréquence de coupure à 30 Hz, la gigue à la sortie de TR1 ne doit pas dépasser 0,02 IU crête à crête. En l'absence de filtre, elle ne doit pas dépasser 0,1 IU crête à crête.

I.11.3 *Gigue d'extraction du rythme*

La gigue à la sortie de TR1 doit être très proche de la gigue d'entrée. En conséquence, la fonction de transfert de la gigue de TR1 doit être inférieure à ± 1 dB entre 3 Hz et 30 Hz.

I.11.4 *Conditions à observer pour la mesure de la gigue*

Nécessitent des études complémentaires.

I.12 *Caractéristiques de sortie de l'émetteur*

I.12.1 *Amplitude des impulsions*

L'amplitude d'une impulsion isolée émise doit être de $2\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$ avec une impédance de charge de 150 ohms.

I.12.2 *Forme des impulsions*

La forme d'une impulsion isolée émise doit être adaptée au gabarit de la figure I-4/G.961.

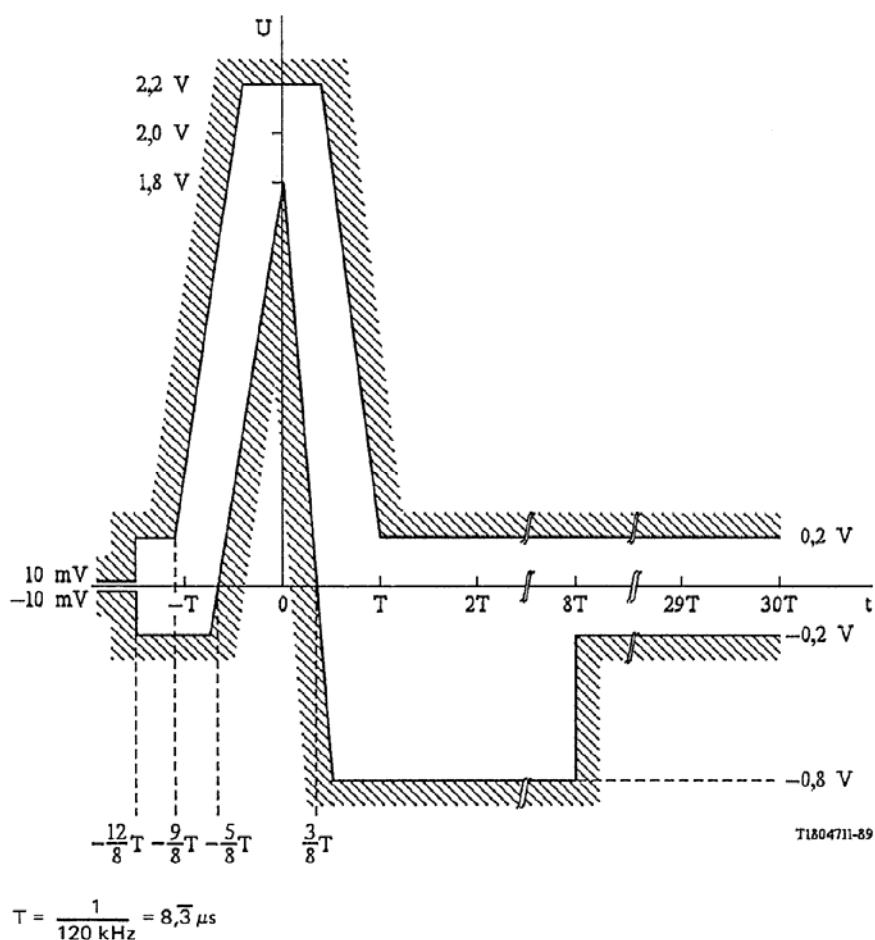


FIGURE I-4/G.961

Gabarit d'une impulsion isolée à l'émission

I.12.3 Puissance du signal

Cette puissance n'est pas spécifiée.

I.12.4 Spectre de puissance

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance doit être conforme à la figure I-5/G.961.

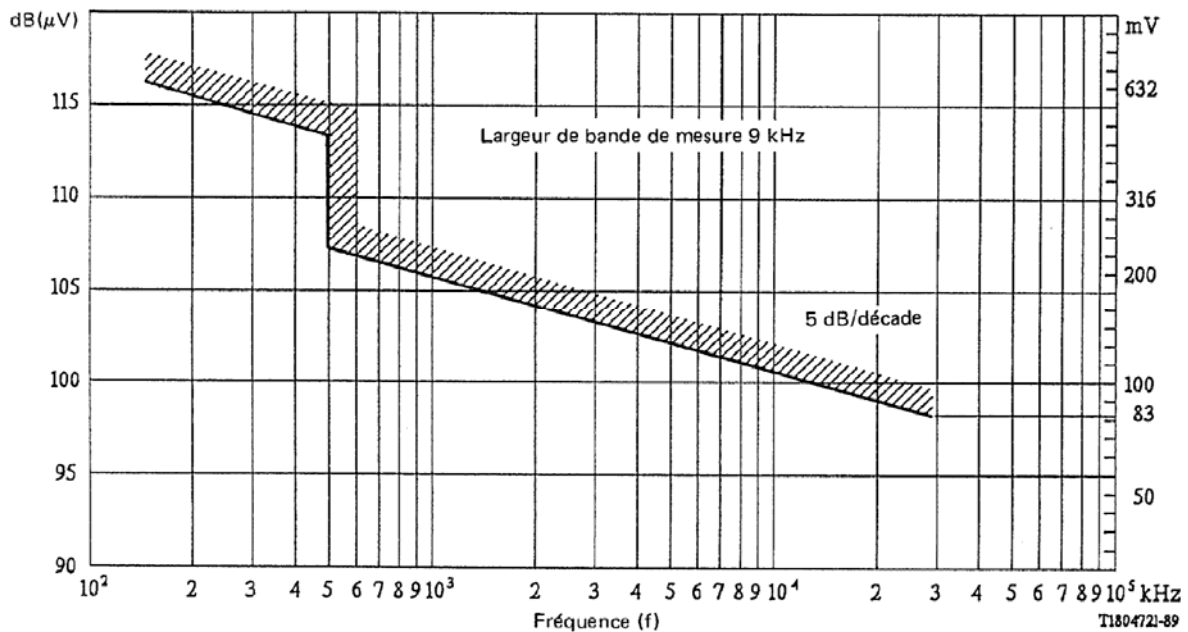


FIGURE I-5/G.961

Limites du spectre de la puissance émise

I.12.5 Non-linéarité du signal de l'émetteur

Cette non-linéarité n'est pas spécifiée.

I.13 Terminaison émetteur/récepteur

I.13.1 Impédance

L'impédance nominale entrée/sortie de TR1 et de TL est de 150 ohms.

I.13.2 Affaiblissement d'équilibrage

L'affaiblissement d'équilibrage par rapport à une impédance de 150 ohms \pm 1%, mesurée pour TR1 ou pour TL, doit dépasser les limites indiquées à la figure I-6/G.961.

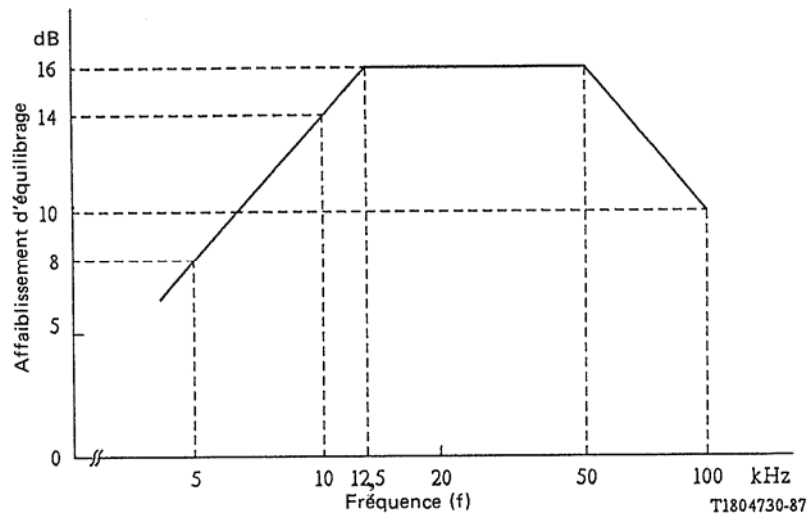


FIGURE I-6/G.961

Affaiblissement d'équilibrage de TR1 et de TL

I.13.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

L'affaiblissement de conversion longitudinale à l'interface de la ligne pour TL comme pour TR1 doit dépasser les limites indiquées à la figure I-7/G.961.

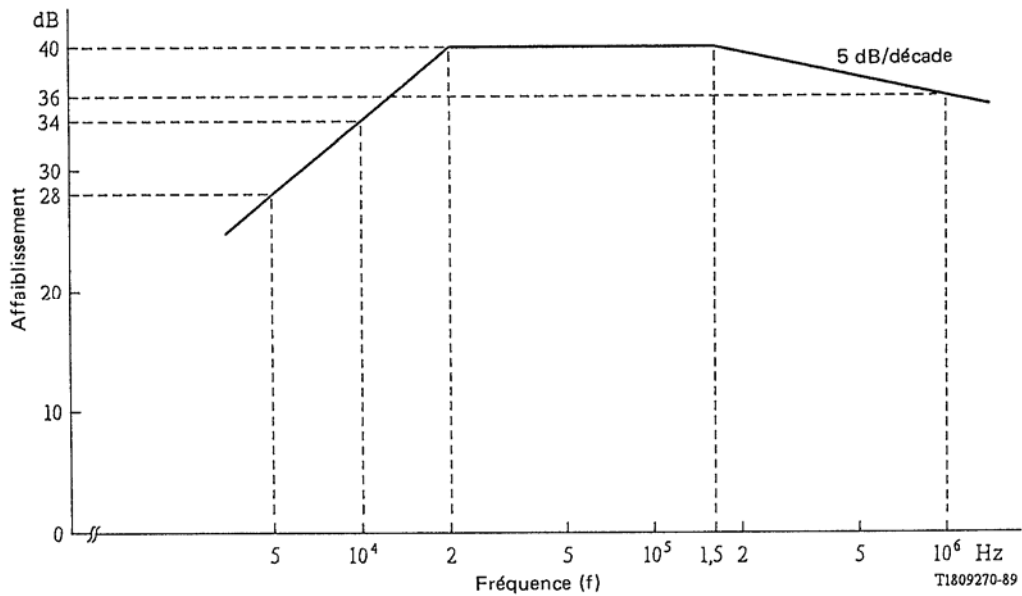


FIGURE I-7/G.961

Affaiblissement de conversion longitudinale

APPENDICE II

(à la Recommandation G.961)

Caractéristiques électriques d'un système de transmission 2B1Q

II.1 *Code en ligne*

Le code en ligne est le code 2B1Q (2 binaire, 1 quaternaire). Il s'agit d'un code à 4 niveaux utilisé sans redondance.

Le train de bits qui entre dans TR1 en provenance de l'interface au point de référence T (ou dans TL en provenance de TC) doit être groupé par paires de bits aux fins de conversion en symboles quaternaires appelés quats. La figure II-1/G.961 montre le rapport des bits dans les canaux B et D aux quats. Les bits des canaux B et D sont embrouillés avant codage. Les bits M_1 à M_6 du canal CL sont aussi réunis par paires, codés et embrouillés de façon identique.

Données	Temps →								
	B ₁				B ₂				D
Paire de bits	$b_{11}b_{12}$	$b_{13}b_{14}$	$b_{15}b_{16}$	$b_{17}b_{18}$	$b_{21}b_{22}$	$b_{23}b_{24}$	$b_{25}b_{26}$	$b_{27}b_{28}$	d_1d_2
N° de quats (relatif)	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9
N° de bits	8				8				2
N° de quats	4				4				1

- b_{11} Premier bit de l'octet B₁ tel qu'il est reçu au point de référence T
- b_{18} Dernier bit de l'octet B₁ tel qu'il est reçu au point de référence T
- b_{21} Premier bit de l'octet B₂ tel qu'il est reçu au point de référence T
- b_{28} Dernier bit de l'octet B₂ tel qu'il est reçu au point de référence T
- d_1d_2 Bits consécutifs du canal D
(d_1 est le premier bit de la paire telle qu'elle est reçue au point de référence T)
- q_i ième quat par rapport au début du domaine donné de données 2B + D de 18 bits

Remarque – Il y a 12 domaines 2B + D de 18 bits par trame de base de 1,5 ms.

FIGURE II-1/G.961

Codage 2B1Q de domaines 2B + D

Chaque paire successive de bits embrouillés dans le train de données binaires est convertie en un symbole quaternaire pour être émis par les émetteurs selon qu'il est spécifié ci-dessous.

Premier bit (signe)	Second bit (grandeur)	Symbole quaternaire (quat)
1	0	+ 3
1	1	+ 1
0	1	- 1
0	0	- 3

Au récepteur, chaque symbole quaternaire est converti en une paire de bits par inversion du tableau ci-dessus, désembrouillé et un train de bits représentant les canaux B et D et un canal CL contenant des bits M pour la maintenance et d'autres fins est reconstitué. Les bits des canaux B et D sont placés dans leur ordre correct par inversion des relations indiquées à la figure II-1/G.961.

II.2 Débit de la ligne en bauds

Le débit des symboles sur la ligne est de 80 kbauds.

II.2.1 Tolérance sur le rythme

II.2.1.1 Tolérance sur le rythme de TR1

La tolérance sur le rythme de l'horloge indépendante de TR1 est de ± 100 ppm.

II.2.1.2 Tolérance sur le rythme de TL

La tolérance sur le rythme fourni à TL est de ± 5 ppm.

II.3 Structure de trame

Une trame compte 120 symboles quaternaires transmis pendant un intervalle nominal de 1,5 ms. Chaque trame contient un mot de verrouillage de trame, des données 2B + D et des bits du canal CL, comme indiqué à la figure II-2/G.961.

Trame	← 1,5 ms →		
	MVT/MVTI	$12 \times (2B + D)$	CL
Fonction	Mot de verrouillage de trame	2B + D	Supplémentaires
N° des quats	9	108	3
Position des quats	1-9	10-117	118-120
N° des bits	18	216	6
Position des bits	1-18	19-234	235-240

quat Symbole quaternaire = 1 baud

-3, -1, +1, +3 Noms de symboles

2B + D Canaux de données d'utilisateur B₁, B₂ et D

MVT Mot de verrouillage de trame (code de 9 symboles) = +3 +3 -3 -3 -3 +3 -3 +3 +3

MVTI Mot de verrouillage de trame inversé (ou complémentaire) = -3 -3 +3 +3 +3 -3 +3 -3 -3

CL Bits de canaux M, M₁ à M₆

Remarque — Dans la direction TR1 vers réseau, les trames sont décalées de 60 ± 2 quats par rapport aux trames dans la direction réseau vers TR1.

FIGURE II-2/G.961

Structure de trame du système de transmission 2B1Q

II.3.1 Longueur d'une trame

Une trame contient 12 intervalles 2B + D, chaque intervalle comptant 18 bits.

II.3.2 Attribution des bits dans la direction TL vers TR1

L'attribution des bits d'une trame est indiquée aux figures II-1/G.961 et II-2/G.961.

II.3.3 Attribution des bits dans la direction TR1 vers TL

Voir le § II.3.2.

II.4 Mot de verrouillage de trame (MVT)

Le mot de verrouillage de trame sert à attribuer les positions de bits aux canaux B, D et CL. Il peut aussi être utilisé pour la synchronisation des bauds.

II.4.1 Mot de verrouillage de trame dans la direction TL vers TR1

Le code à appliquer au mot de verrouillage de trame dans toutes les trames, exception faite de la première trame d'une multitrame est:

$$\text{MVT} = +3 \ +3 \ -3 \ -3 \ -3 \ +3 \ -3 \ +3 \ +3$$

Le code à appliquer au mot de verrouillage de trame de la première trame d'une multitrame est un mot de verrouillage de trame inversé (MVTI):

$$\text{MVTI} = -3 \ -3 \ +3 \ +3 \ +3 \ +3 \ -3 \ +3 \ -3 \ -3$$

II.4.2 Mot de verrouillage de trame dans la direction TR1 vers TL

Voir le § II.4.1.

II.5 Procédure de verrouillage de trame

Cette procédure n'est pas spécifiée.

II.6 Multitrame

Pour permettre l'attribution des bits du canal CL sur plus d'une trame, on utilise une multitrame. Le début d'une multitrame est déterminé par le mot de verrouillage de trame inversé. Le nombre de trames contenu dans une multitrame est égal à huit.

II.6.1 Mot de verrouillage de multitrame dans la direction TR1 vers TL

Voir le § II.4.1.

II.6.2 Mot de verrouillage de multitrame dans la direction TL vers TR1

Voir le § II.4.1.

II.7 Décalage de trame entre trames dans la direction TL-TR1 et trames dans la direction TR1-TL

TR1 synchronise les trames émises sur les trames reçues (direction TL vers TR1). Les trames émises sont décalées par rapport aux trames reçues de 60 ± 2 quats (c'est-à-dire d'environ 0,75 ms).

II.8 Canal CL

II.8.1 Débit binaire

Le débit binaire du canal CL est de 4 kbit/s.

II.8.2 Structure

Quarante-huit bits d'une multitrame sont utilisés pour le canal CL et sont appelés bits M.

Vingt-quatre bits par multitrame (2 kbit/s) sont attribués à une voie d'exploitation incorporée (VEI) qui appuie les besoins de communication d'exploitation entre le réseau et TR1.

Douze bits par multitrame (1 kbit/s) sont attribués à une fonction de contrôle de redondance cyclique (CRC).

Douze bits par multitrame (1 kbit/s) sont attribués à d'autres fonctions et peuvent servir de bits de réserve comme l'indique la figure II-3/G.961.

		Verrouillage de trame	2B + D	Bits M ₁ – M _r CL (supplémentaires)					
Positions quat		1-9	10-117	118s	118m	119s	119m	120s	120m
Positions bit		1-18	19-234	235	236	237	238	239	240
Multi-trame n°	Trame de base n°	Mot de verrouillage de trame	2B + D	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
TL à TR1									
A	1	MVTI	2B + D	VEI _{a1}	VEI _{a2}	VEI _{a3}	ACT	1	1
	2	MVT	2B + D	VEI _{dm}	VEI _{i1}	VEI _{i2}	DEA	1	EBED
	3	MVT	2B + D	VEI _{i3}	VEI _{i4}	VEI _{i5}	1	CRC ₁	CRC ₂
	4	MVT	2B + D	VEI _{i6}	VEI _{i7}	VEI _{i8}	1	CRC ₃	CRC ₄
	5	MVT	2B + D	VEI _{a1}	VEI _{a2}	VEI _{a3}	1	CRC ₅	CRC ₆
	6	MVT	2B + D	VEI _{dm}	VEI _{i1}	VEI _{i2}	1	CRC ₇	CRC ₈
	7	MVT	2B + D	VEI _{i3}	VEI _{i4}	VEI _{i5}	1	CRC ₉	CRC ₁₀
	8	MVT	2B + D	VEI _{i6}	VEI _{i7}	VEI _{i8}	1	CRC ₁₁	CRC ₁₂
B, C, ...									
TR1 à TL									
1	1	MVTI	2B + D	VEI _{a1}	VEI _{a2}	VEI _{a3}	ACT	1	1
	2	MVT	2B + D	VEI _{dm}	VEI _{i1}	VEI _{i2}	PS ₁	1	EBED
	3	MVT	2B + D	VEI _{i3}	VEI _{i4}	VEI _{i5}	PS ₂	CRC ₁	CRC ₂
	4	MVT	2B + D	VEI _{i6}	VEI _{i7}	VEI _{i8}	NTM	CRC ₃	CRC ₄
	5	MVT	2B + D	VEI _{a1}	VEI _{a2}	VEI _{a3}	DFE	CRC ₅	CRC ₆
	6	MVT	2B + D	VEI _{dm}	VEI _{i1}	VEI _{i2}	1	CRC ₇	CRC ₈
	7	MVT	2B + D	VEI _{i3}	VEI _{i4}	VEI _{i5}	1	CRC ₉	CRC ₁₀
	8	MVT	2B + D	VEI _{i6}	VEI _{i7}	VEI _{i8}	1	CRC ₁₁	CRC ₁₂
2, 3, ...									

1	Réserve = bit pour normalisation future; mis à UN
VEI	Voie d'exploitation incorporée
a	Bit d'adresse
dm	Indicateur de données/de message
i	Information (données/message)
MVT	Mot de verrouillage de trame
MVTI	Mot de verrouillage de trame inversé
s	Bit de signe (premier bit) d'un quat
m	Bit de grandeur (deuxième bit) d'un quat
ACT	Bit d'activation (mis à UN pendant l'activation)
PS ₁ , PS ₂	Bits d'état d'alimentation (mis à ZÉRO pour indiquer une difficulté en ce domaine)
NTM	Bit de mode d'essai de TR1 (mis à ZÉRO pour indiquer le mode d'essai)
DfE	Bit de démarrage à froid exclusivement (mis à ZÉRO pour indiquer le démarrage à froid exclusivement)
CRC	Contrôle de redondance cyclique: couvre 2B + D et M4
1	Bit le plus significatif
2	Bit significatif suivant
	etc.
DEA	Bit de désactivation (mis à ZÉRO pour annoncer la désactivation)
EBED	Bit d'erreur sur un bloc à l'extrémité distante (mis à ZÉRO pour une multitrame erronée)

Remarque 1 – Dans la direction TR1 vers réseau, les multitrames sont décalées de 60 ± 2 quats (0,75 ms environ) par rapport aux multitrames dans la direction réseau vers TR1. Tous les bits autres que ceux du mot de verrouillage de trame sont embrouillés.

Remarque 2 – $8 \times$ trames de base de 1,5 ms \rightarrow multitrame de 12 ms.

FIGURE II-3/G.961

Technique de multitrame 2B1Q et assignation des bits supplémentaires

II.8.3 Protocole et procédures

Les fonctions du canal CL (bits M) spécifiées ci-dessous sont fondées sur l'attribution des bits de la multitrame définie à la figure II-3/G.961.

II.8.3.1 Fonction de surveillance des erreurs

II.8.3.1.1 Contrôle de redondance cyclique (CRC)

Les bits CRC sont les bits M₅ et M₆ des trames 3 à 8 de la multitrame. Le CRC est un code de détection d'erreur qui doit être généré à partir des bits appropriés de la multitrame et inséré dans le train de bits par l'émetteur. Au récepteur, un CRC calculé à partir des mêmes bits est comparé avec la valeur de CRC reçue dans le train de bits. Si les deux valeurs diffèrent, il y a au moins une erreur dans les bits couverts par le contrôle dans la multitrame.

II.8.3.1.2 Algorithmes CRC

Le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) est calculé à l'aide du polynôme:

$$P(x) = x^{12} \oplus x^{11} \oplus x^3 \oplus x^2 \oplus x \oplus 1$$

dans lequel

\oplus = sommation modulo 2.

La figure II-4/G.961 illustre une méthode permettant de générer le code CRC pour une multitrame donnée. Au début d'une multitrame, toutes les cellules d'enregistreur sont vidées. Les bits de verrouillage de multitrame qui doivent être couverts par le CRC sont alors rythmés et introduits dans le générateur à partir de la gauche. Pendant les bits qui ne sont pas couverts par le CRC (MVT, MVTI, M₁, M₂, M₃, M₅ et M₆), l'état du générateur de CRC est gelé et il n'y a aucun changement d'état dans aucune des phases. Une fois que le dernier bit de verrouillage de multitrame devant être couvert par le CRC a été introduit dans la cellule d'enregistreur 1, les 12 cellules d'enregistreur contiennent le code CRC de la multitrame suivante. Entre ce point et le début de la multitrame suivante, le contenu des cellules d'enregistreur est stocké pour transmission dans le domaine CRC de la multitrame suivante. A noter que le bit de verrouillage de multitrame CRC1 réside dans la cellule d'enregistreur 12, CRC2 dans la cellule d'enregistreur 11, et ainsi de suite.

Remarque – Les UN et les ZÉRO binaires venant de l'interface au point de référence T et les bits correspondants provenant du réseau (par le point de référence V_i) doivent être traités respectivement comme des UN et des ZÉRO binaires aux fins du calcul du CRC.

II.8.3.1.3 *Bits couverts par le CRC*

Les bits CRC doivent être calculés à partir des bits du canal D, des deux canaux B et des bits M₄.

II.8.3.2 *Autres fonctions des bits M*

Un certain nombre d'opérations de l'émetteur-récepteur et de fonctions de maintenance est assuré par les bits M₄, M₅ et M₆ dans la multitrame. Ces bits sont définis dans les paragraphes qui suivent.

II.8.3.2.1 *Bit d'erreur de bloc à l'extrémité distante (EBED)*

Un seul bit de chaque multitrame est attribué au transport du bit d'erreur de bloc à l'extrémité distante (bit EBED). Ce dernier est mis à UN s'il n'y a pas d'erreur CRC dans la multitrame, et à ZÉRO si la multitrame contient une erreur CRC. Le bit EBED doit être placé dans la multitrame partante disponible suivante et renvoyé à l'expéditeur. Les bits EBED peuvent être surveillés afin d'établir la qualité de fonctionnement du récepteur de l'extrémité distante.

II.8.3.2.2 *Bit d'action*

Le bit d'action est le bit M₄ dans la première trame de la multitrame transmise par l'un ou l'autre des émetteurs-récepteurs. Il est utilisé comme un élément de la séquence de démarrage afin d'indiquer qu'un émetteur-récepteur est prêt pour une communication de couche 2 (voir le § II.10.5).

II.8.3.2.3 *Bit DEA*

Le bit DEA est le bit M₄ de la deuxième trame des multitrames transmises par TL (voir le § II.3 et la figure II-3/G.961). Il est utilisé par TL pour indiquer à TR1 son intention de désactiver (voir le § II.10.1.5.2). Afin de permettre une détection fiable du bit DEA lorsque l'on veut indiquer une intention de désactiver, l'état correspondant (ZÉRO binaire) doit être transmis dans trois multitrames successives afin qu'il soit mis fin à la transmission du signal.

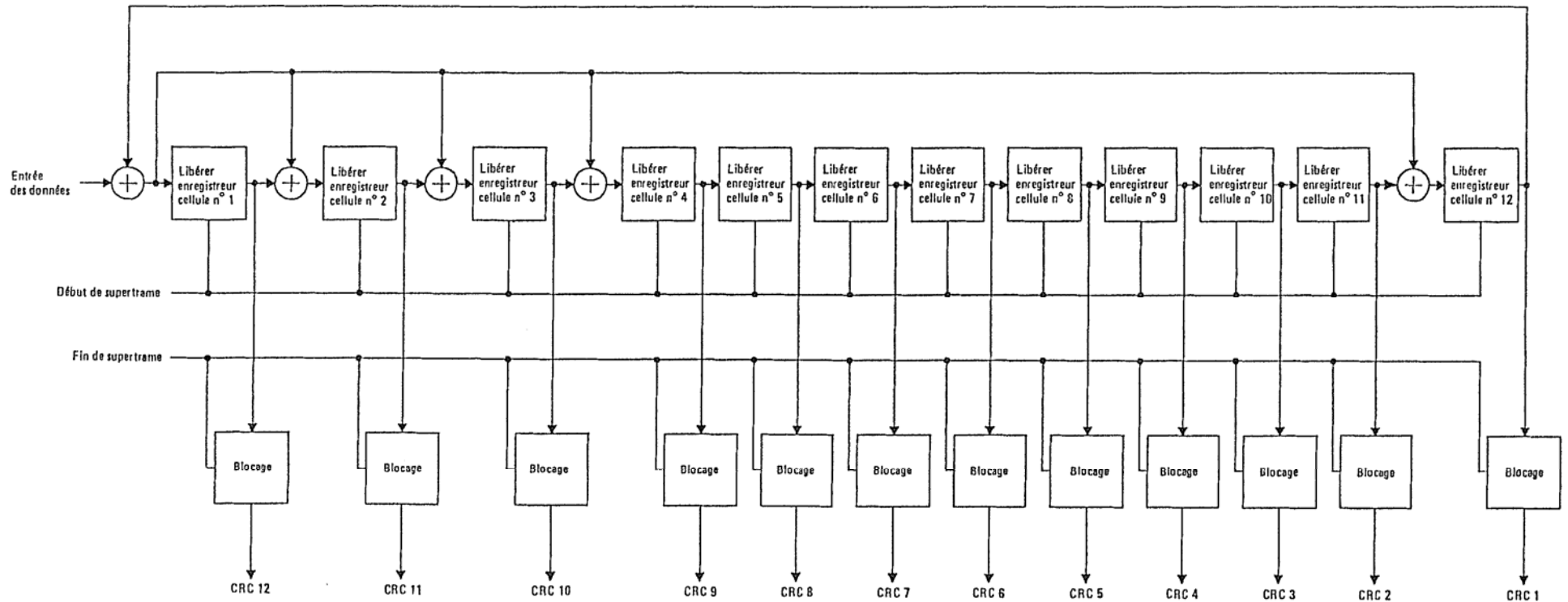
II.8.3.2.4 *Bits d'état TR1 sous tension*

Deux bits de chaque multitrame (voir la figure II-3/G.961) servent à indiquer l'état TR1 sous tension. Le tableau II-1/G.961 montre les assignations des bits d'état sous tension et les messages et définitions correspondants.

TR1 doit avoir une réserve d'énergie suffisante pour transmettre l'indication d'interruption pendant 3 multitrames au minimum.

II.8.3.2.5 *Bit indicateur de mode d'essai de TR1*

Un bit, NTM, de chaque multitrame (voir la figure II-3/G.961) transmis par TR1 à TL sert à indiquer que TR1 est dans un mode d'essai initié par l'utilisateur. On considère que TR1 est en mode d'essai lorsque le canal D ou l'un des canaux B sont impliqués dans une action de maintenance déclenchée localement par l'utilisateur. En mode d'essai, TR1 peut être indisponible pour le service ou incapable d'exécuter les actions demandées par des messages VEI. Ce bit doit être un UN binaire pour indiquer un fonctionnement normal ou un ZÉRO binaire pour indiquer le mode d'essai.



T1809/280-39

FIGURE II-4/G.961
Générateur CRC-12

TABLEAU II-1/G.961

Assignations et messages du bit d'état sous tension

Etat de TR1	Valeurs binaires de ps_1, ps_2	Définition
Alimentation normale	11	Alimentations primaire et secondaire normales
Coupure de l'alimentation secondaire	10	Alimentation primaire normale, mais alimentation secondaire marginale, indisponible ou non assurée
Coupure de l'alimentation primaire	01	Alimentation primaire marginale ou indisponible, alimentation secondaire normale
Interruption	00	Alimentations primaire et secondaire marginales ou indisponibles. TR1 risque de cesser son fonctionnement normal sous peu

II.8.3.2.6 *Bit de démarrage à froid exclusivement (bit DFE)*

Le bit DFE est le bit M_4 de la cinquième trame d'une multitrame transmise par TR1. Il sert à indiquer les capacités de démarrage de l'émetteur-récepteur TR1. Si TR1 dispose d'un émetteur-récepteur à démarrage à froid exclusivement selon la définition donnée à l'alinéa 4) du § II.10, ce bit est mis à UN. Dans les autres cas, il est mis à ZÉRO dans le signal SN3.

II.8.3.2.7 *Bits en réserve*

Tous les bits en M_4, M_5 et M_6 qui n'ont pas d'autres assignations sont réservés pour normalisation ultérieure. Les bits en réserve sont mis à UN avant l'opération d'embrouillage.

II.8.3.3 *Fonctions de voie d'exploitation incorporée (VEI)*

Ving-quatre bits par multitrame (2 kbit/s) sont attribués à une voie d'exploitation incorporée (VEI) qui répond aux besoins de communication d'exploitation entre le réseau et TR1.

II.8.3.3.1 *Trame VEI*

Une trame VEI se compose de 12 bits synchronisés sur la multitrame:

Bits	3	1	8
Fonctions assurées	Domaine d'adresse	Indicateur données/message	Domaine d'information

Le domaine d'adresse de 3 bits peut être utilisé pour indiquer jusqu'à sept emplacements. Seule la spécification de l'adresse des messages destinés à la TR1 relève de la présente Recommandation. Les adresses additionnelles concernent des éléments de réseau intermédiaires lorsque le système est utilisé pour étendre un accès impliquant des systèmes supports.

Les bits indicateurs de données ou de messages doivent être mis à UN pour indiquer que le domaine d'information contient un message d'exploitation. Ils doivent être mis à ZÉRO pour indiquer que le domaine d'information contient des données numériques. 256 messages peuvent être codés dans ce domaine d'information.

Deux trames VEI exactement doivent être transmises par multitrame. Elles se composent de bits M_1, M_2 et M_3 (voir la figure II-3/G.961).

II.8.3.3.2 Mode d'exploitation

Le protocole VEI fonctionne dans un mode répétitif commande/réponse. Trois messages consécutifs identiques correctement adressés doivent être reçus avant l'initiation d'une action. Un seul message dépendant du réseau, doit être en instance (ne faisant pas encore l'objet d'un accusé de réception) à un moment donné à la suite d'une VEI d'accès de base.

Le réseau envoie en continu un message adressé de manière appropriée. Pour provoquer l'action désirée dans l'élément adressé, le réseau doit continuer à envoyer ce message jusqu'à ce qu'il reçoive trois trames VEI consécutives identiques en provenance du dispositif indiqué dans l'adresse et acceptant la trame VEI transmise. Lorsque le réseau cherche à activer une fonction VEI, des messages autonomes venant de TR1 interfèrent avec la confirmation de réception d'un message VEI valide. L'envoi par TR1 et la réception par le réseau de trois messages consécutifs identiques correctement adressés «impossible d'exécuter» constitue pour le réseau une notification que TR1 ne dispose pas de la fonction demandée, auquel cas le réseau peut abandonner sa tentative.

L'élément adressé exécute l'action lorsque, et seulement lorsque, trois trames VEI consécutives, identiques et correctement adressées ont été reçues et contiennent un message reconnu par l'élément adressé. TR1 répond à tous les messages reçus. Sa réponse devrait être un écho de la trame VEI reçue, renvoyé vers le réseau, avec les deux exceptions décrites ci-dessous. Toute réponse ou trame VEI d'écho doit figurer dans la trame VEI de retour disponible suivante, ce qui permet un temps de traitement d'environ 0,75 ms.

Si TR1 ne reconnaît pas le message dans une trame VEI correctement adressée, elle renverra après la réception de la troisième trame VEI consécutive identique correctement adressée, au lieu d'un écho, un message «impossible d'exécuter» dans la trame VEI disponible suivante.

Si TR1 reçoit des trames VEI portant une adresse autre que sa propre adresse (000) ou une adresse de diffusion (111), elle doit renvoyer au réseau dans la trame VEI disponible suivante une trame VEI contenant le message «état de maintien» et sa propre adresse (l'adresse TR1, 000).

La spécification du protocole ne comporte pas de disposition concernant des messages autonomes en provenance de TR1.

Toutes les actions que doit exécuter TR1 doivent être bloquantes et permettre l'intervention simultanée d'actions multiples initiées par VEI. Un message distinct sera envoyé au réseau pour effectuer le déblocage.

II.8.3.3.3 Adressage

TR1 doit reconnaître une adresse TR1 et une adresse de diffusion, qui se présentent comme suit:

	Nœud	Adresse
	TR1	000
Diffusion	(tous les nœuds)	111

En cas d'envoi d'un message «impossible d'exécuter», TR1 utilise l'adresse 000.

II.8.3.3.4 Définition de fonctions VEI demandées

- 1) *Boucle 2B + D*: cette fonction demande à TR1 de boucler le train de bits de données de l'utilisateur (2B + D) vers le réseau. Il s'agit d'une boucle complète, qui peut être transparente ou non, mais qui, en tout état de cause, continuera à fournir un signal suffisant pour que ET maintienne la synchronisation sur TR1.
- 2) *Boucle canal B1 (ou canal B2)*: cette fonction demande à TR1 de boucler un canal B donné vers le réseau. La boucle de ce canal B peut donner des possibilités de maintenance voie par voie sans totalement interrompre le service pour l'utilisateur. Il s'agit d'une boucle transparente.
- 3) *Retour à la normale*: ce message vise à libérer toutes les opérations en instance commandées par VEI et à remettre le processeur VEI à son état initial.
- 4) *Accusé de réception d'«impossibilité d'exécuter»*: confirmation que TR1 a validé la réception d'un message VEI, mais que ce message VEI ne figure pas dans le menu de TR1.

- 5) *Demande de CRC erronés*: message demandant l'envoi de CRC erronés vers le réseau jusqu'à son annulation par retour à la normale.
- 6) *Notification de CRC erronés*: message notifiant à TR1 que des CRC intentionnellement erronés seront émis par le réseau jusqu'à l'annulation indiquée par retour à la normale.
- 7) *Etat de maintien*: message envoyé par le réseau pour maintenir le processeur VEI de TR1 et toutes opérations actives commandées par VEI à leur état actuel. Ce message peut aussi être envoyé par TR1 vers le réseau pour indiquer que TR12 a reçu une trame VEI comportant une adresse incorrecte.

II.8.3.3.5 Codes de fonctions VEI demandées

Le tableau II-2/G.961 indique les codes correspondant à chacune des fonctions définies au § II.8.3.3.4 ci-dessus.

TABLEAU II-2/G.961

Messages requis pour le mode VEI commande/réponse

Message	Code du message	Origine (o) & destination (d)	
		Réseau	TR1
Boucle 2B + D	0101 0000	o	d
Boucle canal B ₁	0101 0001	o	d
Boucle canal B ₂	0101 0010	o	d
Demande de CRC erronés	0101 0011	o	d
Notification de CRC erronés	0101 0100	o	d
Retour à la normale	1111 1111	o	d
Etat de maintien	0000 0000	d/o	o/d
Impossibilité d'exécuter	1010 1010	d	o

Soixante-quatre messages VEI ont été réservés pour des applications non normalisées dans les quatre blocs suivants de 16 codes chacun (x est UN ou ZÉRO): 0100 xxxx, 0011 xxxx, 0010 xxxx et 0001 xxxx. Tous les codes restants, non définis dans le tableau II-2/G.961 et non réservés pour des applications non normalisées, sont réservés en vue d'une normalisation ultérieure. Ainsi donc, 184 codes associés avec des adresses TR1 (000) et des adresses de diffusion (111) sont disponibles en vue d'une normalisation future (ce qui correspond à un total de 256 codes, moins 8 codes définis dans le tableau, moins encore 64 codes pour applications non normalisées).

Remarque – La réservation de codes pour des applications non normalisées n'en confirme en rien l'utilisation. L'emploi de tels messages ne doit en rien interférer avec le protocole VEI. TR1 et TL acceptant des messages associés à des applications non normalisées peuvent ne pas interfonctionner correctement.

II.9 Embrouillage

Le train de données dans chaque direction de transmission doit être embrouillé selon un polynôme du 23^e ordre (voir la figure II-5/G.961) avant son insertion dans MTV.

Dans la direction TL vers TR1, ce polynôme est:

$$1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$$

dans lequel:

\oplus = sommation modulo 2.

Dans la direction TR1 vers TL, ce polynôme est:

$$1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23}$$

dans lequel:

\oplus = sommation modulo 2.

Le train de données binaires est reconstitué au récepteur qui applique aux données embrouillées reçues le polynôme déjà appliqué par l'émetteur.

Remarque – Les UN et les ZÉRO binaires qui entrent dans l'émetteur-récepteur TR1 en provenance de l'interface au point de référence T ou dans l'émetteur-récepteur TL en provenance du réseau doivent apparaître respectivement comme des UN et des ZÉRO binaires à l'entrée de l'embrouilleur. De même, au cours de la transmission/réception du mot de verrouillage de trame ou du mot de verrouillage de trame inversé, l'état de l'embrouilleur doit rester inchangé. (Attention: il est fréquent que les bits d'entrée soient tous des UN, par exemple, au cours des périodes de repos ou du démarrage. Pour pouvoir embrouiller ces UN, l'état initial de l'enregistreur d'embrouillage à décalage doit être exclusivement composé de 1.)

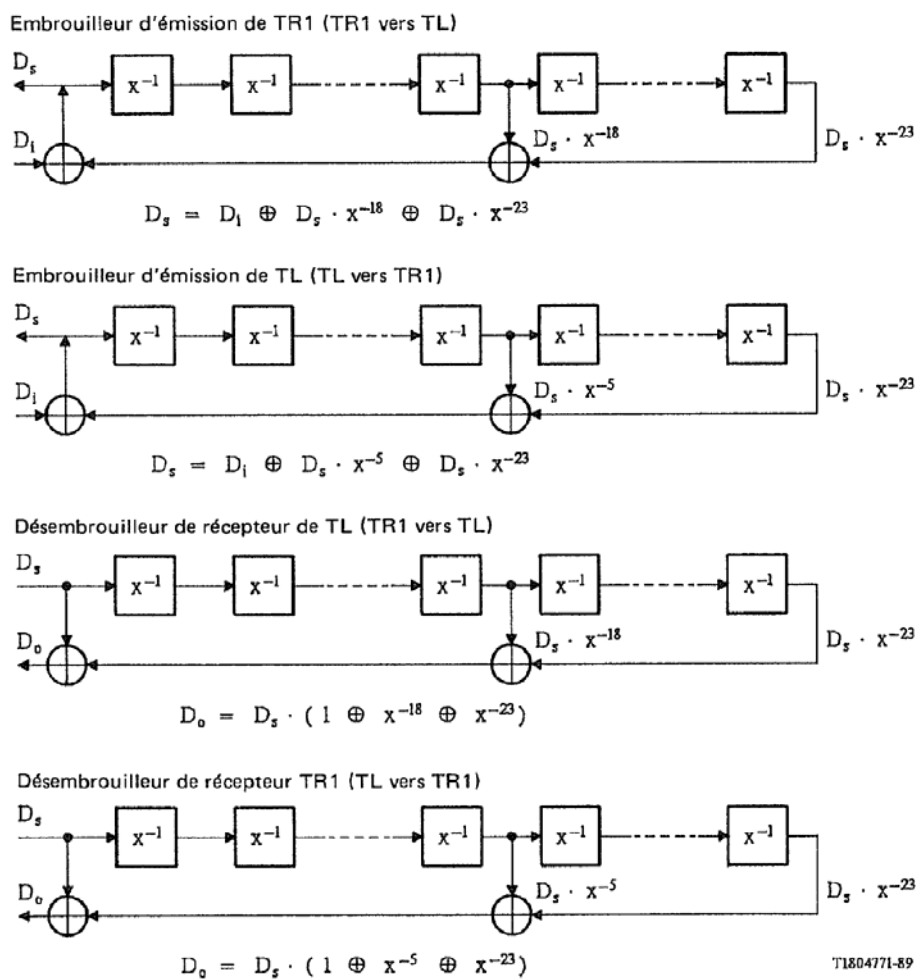


FIGURE II-5/G.961

Embrouilleur et désembrouilleur

II.10 Activation/désactivation

Le lecteur trouvera ci-dessous des spécifications et des exemples relatifs aux demandes d'activation/désactivation, aux indicateurs d'activation et de désactivation et aux indicateurs d'erreurs. Le système de transmission peut réaliser des boucles mais il n'en est pas fait état dans les exemples. Le système de transmission peut également être activé sans que ce soit le cas de l'interface au point de référence T. Aucune disposition ne concerne l'appui de l'activation du système de transmission sans que soit activée l'interface au point de référence T, mais une telle possibilité n'est pas interdite (par exemple, par emploi de bits du canal CL en réserve).

Les définitions suivantes sont données en vue de clarifier les spécifications qui vont suivre:

- 1) *Démarrage*: processus caractérisé par une séquence de signaux produits par TL et par TR1. Le démarrage entraîne l'établissement du mode d'asservissement, c'est-à-dire la synchronisation des récepteurs et l'apprentissage des égaliseurs et des annuleurs d'écho en sorte que les conditions d'une transmission bidirectionnelle soient remplies.
- 2) *Démarrage à chaud*: processus qui s'applique aux émetteurs-récepteurs répondant aux conditions optionnelles de temps d'activation pour démarrage à chaud une fois qu'ils ont été synchronisés et qu'ils ont répondu par la suite à une demande de désactivation. Le démarrage à chaud ne s'applique que s'il n'y a eu aucun changement des caractéristiques de la ligne et des équipements. Les émetteurs-récepteurs qui répondent aux conditions du démarrage à chaud sont appelés émetteurs-récepteurs pour démarrage à chaud.
- 3) *Démarrage à froid*: processus de démarrage applicable aux émetteurs-récepteurs qui ne répondent pas aux conditions optionnelles de temps d'activation pour le démarrage à chaud ou qui ont été continuellement dans un état de désactivation à la suite d'une demande de désactivation de la TR1. Le démarrage à froid s'applique également s'il y eu des modifications des caractéristiques de la ligne, de l'équipement ou des deux. Un démarrage à froid commence toujours à partir de l'état réinitialisation.
- 4) *Démarrage à froid exclusivement (DFE)*: les émetteurs-récepteurs TR1 qui ne répondent pas aux conditions optionnelles de temps d'activation pour démarrage à froid (voir le § II.10.6) sont appelés émetteurs-récepteurs pour démarrage à froid exclusivement.
- 5) *Réinitialisation*: l'état réinitialisation se compose de deux sous-états: le sous-état réinitialisation à la réception et le sous-état réinitialisation complète. Dans la suite de la présente Recommandation, le terme réinitialisation désignera toujours le sous-état réinitialisation complète.

L'état réinitialisation n'a aucune conséquence sur l'état de convergence des coefficients de l'égaliseur ou de l'annuleur d'écho de l'émetteur-récepteur. Les états réinitialisation s'appliquent aussi bien aux émetteurs-récepteurs pour démarrage à froid exclusivement qu'aux émetteurs-récepteurs pour démarrage à chaud.

Dans le cas de mises en œuvre particulières de l'émetteur-récepteur, les états (ou sous-états) réinitialisation peuvent signifier des états internes différents, éventuellement multiples.

- 6) *Réinitialisation complète*: le sous-état réinitialisation complète est un état dans lequel l'émetteur-récepteur a détecté la perte du signal en provenance de l'extrémité opposée et n'émet pas lui-même (n'envoie pas un signal sur la boucle).

L'émetteur-récepteur passe à l'état réinitialisation complète à la suite de sa mise sous tension.

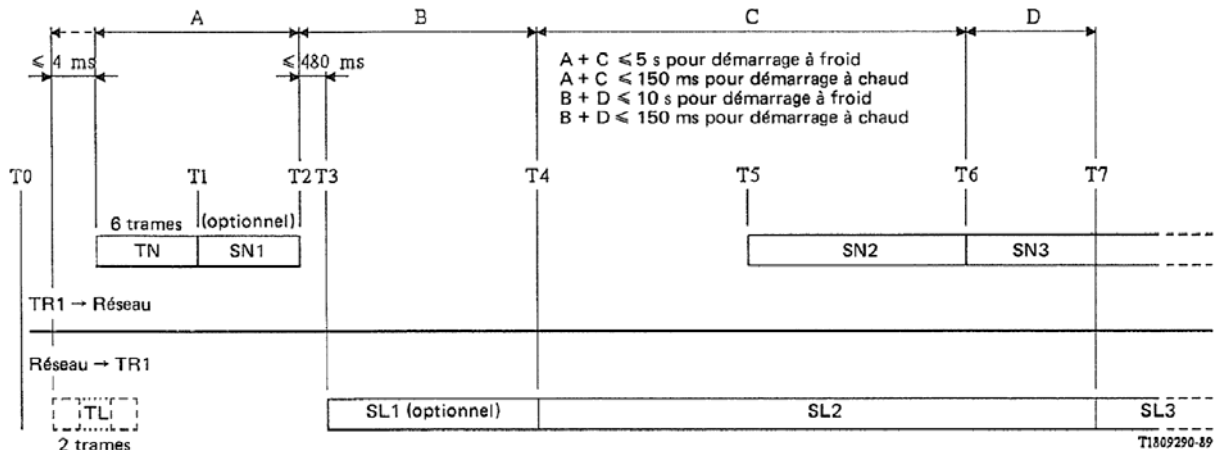
Lorsqu'elle est à l'état réinitialisation complète, TR1 ne peut entreprendre une transmission que pour demander le service. Dans toutes les autres conditions, lorsque l'interface a été désactivée, TR1 doit demeurer au repos, c'est-à-dire qu'elle ne peut commencer à émettre de signaux avant d'avoir reçu le signal TL en provenance du réseau.

- 7) *Réinitialisation à la réception*: il s'agit d'un état transitoire dans lequel TR1 a détecté la perte du signal de l'extrémité opposée et n'est pas en train d'émettre (envoi d'un signal sur la boucle) et où, de plus, elle n'est pas habilitée à commencer la séquence de démarrage (émission d'une tonalité de réveil), mais où elle doit pouvoir répondre à la séquence de démarrage (détection d'une tonalité de réveil). TR1 doit rester dans cet état pendant au moins 40 ms après avoir détecté la perte du signal reçu, comme le spécifient les § II.10.2.5.2 et II.10.2. A l'issue de ce délai, l'émetteur-récepteur doit passer à l'état réinitialisation complète.

II.10.1 Signaux utilisés pour l'activation

II.10.1.1 Signaux utilisés lors du démarrage

La figure II-6/G.961 définit les signaux produits par les émetteurs-récepteurs au cours du démarrage. Ces signaux s'appliquent pendant les deux types de démarrage (démarrage à froid et démarrage à chaud). Pendant le démarrage, les signaux à l'interface se composent de séquences de symboles de la forme définis au § II.12.2.



Temps: Description d'événement ou d'état:

T0 Etat réinitialisation

T1 Le réseau et TR1 sont réveillés

T2 TR12 cesse d'émettre, indiquant qu'elle est prête à recevoir un signal

T3 Le réseau répond à la fin du signal et commence à émettre un signal vers TR1

T4 Le réseau commence à émettre le signal SL2 vers TR1, indiquant qu'il est prêt à recevoir le signal SN2

T5 TR1 commence à émettre le signal SN2 vers le réseau, indiquant qu'elle a acquis une trame MVT et détecté le signal SL2

T6 TR1 a acquis le marqueur de multitrame et est pleinement opérationnelle

T7 Le réseau a acquis le marqueur de multitrame et est pleinement opérationnel

FIGURE II-6/G.961

Séquence d'états pour le démarrage d'un émetteur-récepteur

A l'exception des tonalités de réveil (TN et TL), l'embrouilleur est utilisé de façon normale dans la formulation des signaux. Par exemple, la figure II-7/G.961 montre des UN pour les bits des canaux B et D et des bits supplémentaires dans le signal SN1. Ces UN sont embrouillés avant codage, ce qui produit des impulsions aléatoires dans ces positions à l'interface.

Sauf indication contraire dans la figure II-7/G.961, toutes les séquences d'impulsions sont réunies en trames et multitrames conformément à la structure de trame normale indiquée aux figures II-1/G.961, II-2/G.961 et II-3/G.961, toutes les impulsions représentant des bits embrouillés, exception faite de ceux du mot de verrouillage de trame. Les signaux TN et TL sont des tonalités de 10 kHz générées par répétition du schéma suivant de symboles non embrouillés et non réunis dans une trame:

... +3 +3 +3 +3 -3 -3 -3 -3 ...

II.10.1.2 Débit en ligne pendant le démarrage

Pendant le démarrage, le réseau produit des symboles à un débit nominal en ligne compris entre les marges de tolérance spécifiées au § II.2.1.2.

Le débit des symboles en provenance de TR1 est de 80 kbauds \pm 100 ppm.

Signal	Mot de verrouillage de trame (MVT)	Multitrème (MVTI)	2B + D	M	Démarrage	Arrêt	Temps (trames)
TN	± 3‡	± 3‡	± 3‡	± 3‡	†	†	6
SN1	Présent	Absent	1	1	T1	T2	–
SN2	Présent	Absent	1	1	T5	T6	–
SN3	Présent	Présent	Normal ⁺	Normal	T6	*	–
TL	± 3‡	± 3‡	± 3‡	± 3‡	†	†	2
SL1	Présent	Absent	1	1	T3	T4	–
SL2	Présent	Présent	0	Normal	T4	T7	–
SL3	Présent	Présent	Normal ⁺	Normal	T7	*	–

‡ Tonalités ayant un schéma alternatif de quatre symboles de +3 suivis de quatre symboles de –3 sans mot de verrouillage de trame

† Voir la figure II-6/G.961 et le § II.10.1.3 pour les temps de démarrage et d'arrêt de ce signal

TN, TL Tonalités produites par TR1 ou TL respectivement (voir le § II.10.1.1)

SNx, SLx Schémas d'impulsions produits respectivement par TR1 ou par TL

Tx Notation se rapportant aux instants de transition définis à la figure II-6/G.961

Absent Sous-multitrème, cette notation signifie simplement qu'un mot de verrouillage de trame est transmis au lieu d'un mot de verrouillage de trame inversé

Normal Signifie que des bits M sont transmis à la ligne 2 fils comme requis en exploitation normale; par exemple, des bits CRC, VEI et des bits indicateurs valides sont transmis

Normal⁺ Sauf pour réaliser une boucle, les bits 2B + D demeurent à l'état antérieur (signal SN2 ou SL2) jusqu'à ce que les deux bits action indiquent la parfaite transparence des canaux B et D (c'est-à-dire que les bits 2B + D des signaux SN3 et SL3 restent à UN et à ZÉRO respectivement jusqu'à ce que la transparence soit réalisée aux deux extrémités de LLN).

* Les signaux SN3 et SL3 se poursuivent indéfiniment (ou jusqu'à désactivation).

FIGURE II-7/G.961

Définitions des signaux utilisés pour le démarrage

II.10.1.3 Séquence de démarrage

La figure II-6/G.961 montre la séquence des signaux à l'interface qui sont générés par les émetteurs-récepteurs. Les points de transition dans la séquence sont également définis à la figure II-7/G.961. Pour de plus amples informations sur les événements à l'interface au point de référence T, le lecteur est prié de se référer à la Recommandation I.430.

II.10.1.4 Réveil

Lorsque des émetteurs-récepteurs répondant aux conditions optionnelles de démarrage à chaud ou que des TR1 pour démarrage à froid exclusivement, disposant de la possibilité optionnelle d'initier la procédure de démarrage, sont dans l'état réinitialisation ou sont désactivés après avoir répondu à une demande de désactivation, ils peuvent commencer le démarrage en émettant une tonalité conforme à la définition de la figure II-7/G.961.

II.10.1.5 *Indicateurs de progression*

II.10.1.5.1 *Activation*

Dans la direction TR1 vers TL, le bit d'action demeure à ZÉRO jusqu'au moment où l'équipement de l'utilisateur indique la progression en étant prêt à émettre. L'action correspondante au point de référence T de l'équipement d'utilisateur est la réception du signal INFO 3. Pour communiquer cette indication de progression, le bit d'action provenant de TR1 est mis à la valeur UN. Si l'on admet que le signal INFO 3 intervienne avant T6 et T7, cette indication de progression n'affecte pas les symboles additionnels à l'interface jusqu'à T6, les bits additionnels pouvant alors devenir normaux et pouvant ne pas être détectés par TL avant T7.

Après l'événement T7 (figure II-6/G.961) et après que le bit d'action = UN eut été reçu en provenance de TR1, TL fait passer le bit d'action à UN pour communiquer qu'elle est prête pour une communication de couche 2 (voir le § II.8.3.2.2).

II.10.1.5.2 *Désactivation*

Les émetteurs-récepteurs à l'état actif qui répondent aux conditions optionnelles de temps d'activation pour le démarrage à chaud doivent cesser d'émettre en se fondant sur le bit DEA (voir le § II.8.3.2.3) et sur la perte subséquente du signal reçu. Le bit DEA en provenance de TL doit être mis à UN avant que l'activation ne débute. TL doit annoncer la désactivation en faisant passer le bit DEA à ZÉRO.

TL doit émettre des bits DEA = ZÉRO dans au moins trois multitrames avant d'interrompre ses émissions. Elle doit cesser l'émission avant d'émettre un bit DEA dans la multitrame qui suit la multitrame dans laquelle le bit DEA = ZÉRO est transmis pour la dernière fois. Au cours de la multitrame comportant le bit DEA = ZÉRO, TR1 a le temps de se préparer à la désactivation. Après avoir détecté la perte du signal venant de TL, TR1 doit cesser d'émettre, passer à l'état réinitialisation de réception et passer à l'état désactivé. Son temps de réponse à la perte du signal reçu doit être tel que TR1 passe à l'état réinitialisation de réception dans les 40 ms qui suivent l'apparition de la transition à l'absence de signal à son interface. Ainsi que le spécifient les définitions données au début du § II.10, elle ne saurait initier la transmission d'une tonalité de réveil au moins pendant les 40 ms qui suivent l'arrêt de ses émissions; elle passe alors à l'état réinitialisation complète. TL passe à l'état réinitialisation complète après avoir détecté la perte du signal reçu.

Les émetteurs-récepteurs TL qui ne répondent pas aux conditions optionnelles de temps d'activation pour le démarrage à chaud doivent émettre en permanence des bits DEA mis à UN.

II.10.2 *Temporisateursdémarrage*

Des temporisateurs doivent être utilisés pour établir le passage aux états réinitialisation. A l'apparition de l'une quelconque des conditions suivantes:

- 1) impossibilité de réaliser le démarrage en moins de 15 s (qu'il s'agisse du démarrage à froid ou à chaud);
- 2) perte du signal reçu pendant plus de 480 ms; ou
- 3) perte de synchronisation pendant plus de 480 ms;

un émetteur-récepteur doit répondre comme suit: dans les cas 1) ou 3), il doit interrompre l'émission et, en cas de détection ultérieure de perte du signal reçu, il doit passer à l'état réinitialisation de réception. Son temps de réponse à une perte de signal [dans les cas 1) ou 2)] doit être tel qu'il passe à l'état réinitialisation de réception et puisse répondre à la génération de la tonalité de réveil par l'émetteur-récepteur de l'extrémité distante dans les 40 ms qui suivent l'arrêt de l'émission par l'émetteur-récepteur de l'extrémité distante. Dans le cas 2), l'émetteur-récepteur doit immédiatement passer dans l'état réinitialisation de réception. Ainsi que le spécifie le § II.10 [alinéa 7)], un émetteur-récepteur doit rester dans l'état réinitialisation de réception pendant 40 ms au moins, après quoi, il passe à l'état réinitialisation complète. L'émetteur-récepteur ne peut initier la transmission d'une tonalité de réveil tant qu'il est à l'état réinitialisation de réception.

Dans les cas 2) et 3), ces conditions s'appliquent aux émetteurs-récepteurs après le démarrage, c'est-à-dire après que la synchronisation de multitrame soit réalisée (voir T6 et T7 sur la figure II-6/G.961 respectivement pour les émetteurs-récepteurs TR1 et TL).

De plus, une TR1 doit passer à l'état réinitialisation complète si elle ne reçoit aucun signal dans un délai de 480 ms; elle cesse ensuite d'émettre TN ou SN1 si ce signal est émis (voir T2 à T3 sur les figures II-6/G.961 et II-7/G.961).

II.10.3 Description de la procédure d'activation

II.10.3.1 Activation par l'équipement d'utilisateur

Tandis que TR1 et TL demeurent à l'état désactivé après avoir reçu une demande de désactivation et lui avoir répondu, ou tandis qu'elles sont dans un état réinitialisation, une demande d'activation en provenance de l'équipement d'utilisateur provoque l'envoi du signal TN (tonalité) de TR1 vers TL. Lorsque la TL reçoit le signal TN, elle doit rester silencieuse jusqu'à la fin du signal provenant de la TR1, suit ensuite le reste de la séquence, comme indiqué aux figures II-6/G.961 et II-7/G.961. S'il apparaît que TL cherche alors l'activation, elle peut émettre sans danger une tonalité TL pendant l'émission de la tonalité TN.

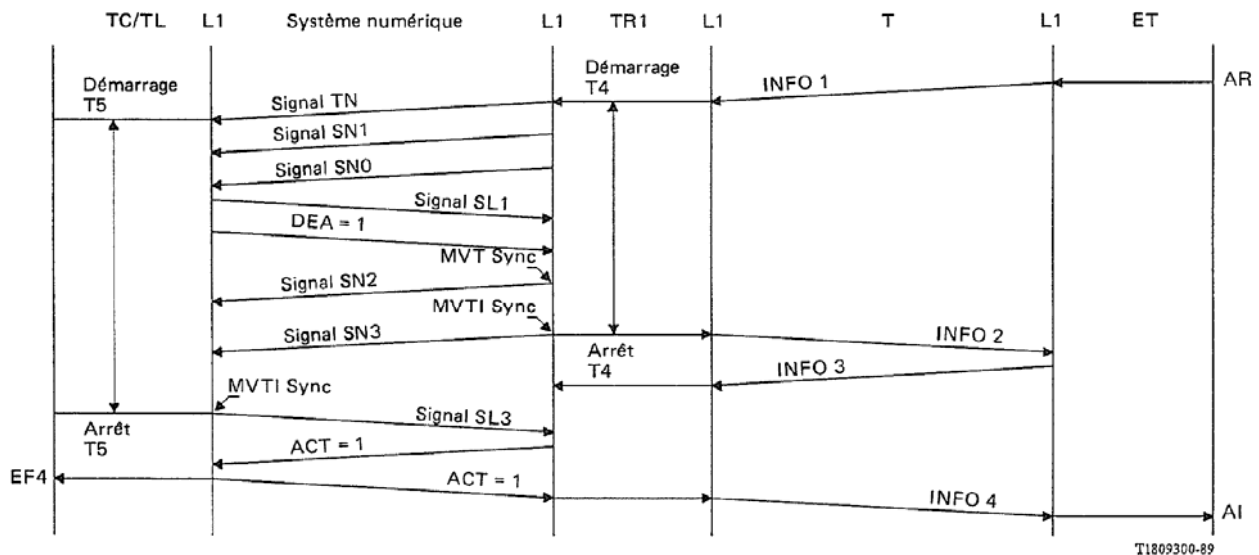
Pendant que TR1 est dans l'état réinitialisation, elle peut initier une transmission mais seulement pour demander le service. Dans toutes les autres conditions dans lesquelles le système a été désactivé, TR1 doit demeurer au repos, c'est-à-dire qu'elle ne peut commencer à émettre aucun signal tant qu'elle n'a pas reçu de signal TL en provenance de TL.

II.10.3.2 Activation en provenance du réseau

Tandis que TR1 et TL restent désactivées après avoir reçu une demande de désactivation et y avoir répondu, ou pendant qu'elles sont dans un état de réinitialisation, une demande d'activation en provenance de TL provoque l'envoi d'un signal TL vers TR1. A réception du signal TL, TR1 répond par l'envoi du signal TN dans les 4 ms qui suivent le début du signal TL. Le reste de la séquence suit comme indiqué sur les figures II-6/G.961 et II-7/G.961.

II.10.3.3 Tableaux de séquences

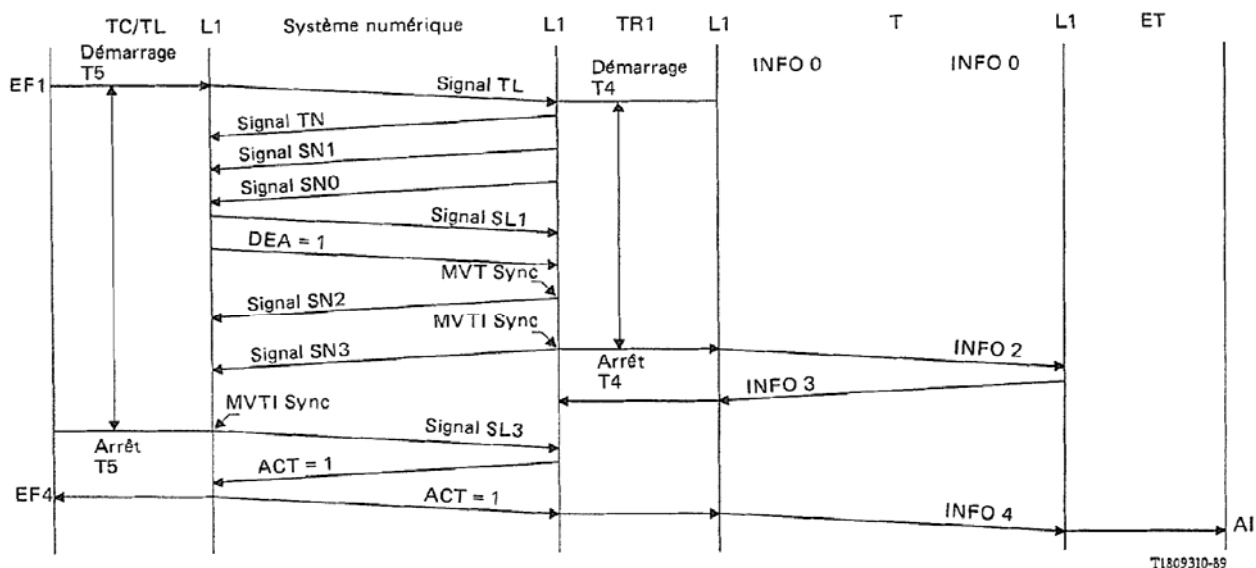
Les figures II-8/G.961 et II-9/G.961 contiennent des exemples de tableaux de séquences d'activation par le terminal et par l'équipement TC.



Remarque — La réception d'INFO 3 et du signal SL3 à TR1 peut théoriquement se faire dans l'ordre inverse.

FIGURE II-8/G.961

Activation initiale par l'équipement terminal



Remarque – La réception d'INFO 3 et du signal SL3 à TR1 peut théoriquement se faire dans l'ordre inverse.

FIGURE II-9/G.961

Activation initiale par le commutateur

II.10.3.4 *Transparence*

Dans les deux directions, la transparence de la transmission par TR1 doit être assurée après que TR1 soit passée dans l'état pleinement opérationnel (T6) et que le bit action venant de TL et le bit DEA aient tous deux la valeur UN. L'état pleinement opérationnel de TL signifie que TR1:

- 1) a reçu le rythme des bits et la synchronisation de trame du signal arrivant de TL;
- 2) a reconnu le marqueur de multiframe en provenance de TL;
- 3) a pleinement convergé les coefficients de son annuleur d'écho et de son égaliseur.

La transparence de la transmission dans les deux directions à TL doit être assurée lorsque TL:

- 1) atteint un état pleinement opérationnel (T7);
- 2) détecte la présence d'un marqueur de multiframe provenant de TR1;
- 3) reçoit de TR1 un bit d'action = UN.

Un état pleinement opérationnel à TL signifie que TL:

- 1) a déduit la phase de rythme des bits du signal arrivant de TR1, ainsi que la synchronisation de trame;
- 2) a reconnu le marqueur de multiframe en provenance de TR1;
- 3) a pleinement convergé les coefficients de son annuleur d'écho et de son égaliseur.

Après que TL et TR1 aient toutes deux réalisé la transparence dans les deux directions, les bits d'action continuent à refléter le fait que TL et l'équipement terminal sont prêts pour une communication de couche 2. Dans la direction TR1 vers TL, le bit d'action reflète l'état du côté TR1 de l'interface. Chaque fois que, pour une raison quelconque, une extrémité n'est plus prête à communiquer à la couche 2 (par exemple parce qu'un terminal est déconnecté), elle doit faire passer son bit d'action à ZÉRO. Tout changement d'état de ce bit doit être répété dans trois multitrames consécutives au moins.

II.10.4 Tableau de transition des états pour TR1

Le tableau II-3/G.961 contient un exemple de tableau de transition des états de TR1 en fonction des INFO, des SIG et des temporisateurs.

TABLEAU II-3/G.961

Tableau de transition des états de TR1 en fonction des INFO, SIG et des temporisateurs

Événement	Nom de l'état	Hors tension	Réinitialisation complète	Alerte	Apprentissage EC	Convergence EC	Sync. MVT	Sync. MVTI	Attente activation	Actif	Attente désactivation	Panne	ET inactif	Réinitialisation à la réception
	Code de l'état	TR0	TR1 (T0)	TR2	TR3 (T1)	TR4 (T2)	TR5 (T5)	TR6 (T6)	TR7	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12
	Tx (remarque 6)	Signal SN0 INFO 0	Signal SN0 INFO 0	Signal TN INFO 0	Signal SN1 INFO 0	Signal SN0 INFO 0	Signal SN2 INFO 0	Signal SN3 ACT=0 INFO 2	Signal SN3 ACT=1 INFO 2	Signal SN3 ACT=1 INFO 4	Signal SN3 (remarque 7) INFO 0	Signal SN0 INFO 0	Signal SN3 ACT=0 INFO 2	Signal SN0 INFO 0
Sous-tension		TR1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coupure de l'alimentation		-	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0	TR0
Signal INFO 1 reçu en T (remarques 1 et 2)		/	ST.T4 TR2	-	-	-	-	-	-	/	/	-	/	-
Signal INFO 3 reçu en T (remarques 1 et 3)		/	/	/	/	/	/	TR7	-	-	-	-	TR7	/
Signal INFO 0 reçu en T (remarques 1 et 4)		/	-	-	-	-	-	-	TR11	TR11	-	-	/	-
Fin de tonalité TN (9 ms)		/	/	TR3	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Tonalité TL reçue		/	ST.T4 TR2	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T4 STP.T6 TR2
Annuleur d'écho convergé		/	-	-	TR4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synch. trame de base (MVT)		/	/	/	/	TR5	-	-	-	-	-	-	-	-
Synch. multitrame (MVTI)		/	/	/	/	/	STP.T4 TR6	-	-	-	-	-	-	-
DEA = 0 reçue (remarque 6)		/	/	/	/	/	/	TR9	TR9	TR9	-	-	TR9	-
ACT = 0 reçue		/	/	/	/	/	/	-	-	TR7	-	-	-	-
ACT = 1 et DEA = 1 reçues		/	/	/	/	/	/	-	TR8 AI	-	-	-	-	-
Perte de synchronisation (> 480 ms)		/	/	/	/	/	/	TR10	TR10	TR10	-	-	TR10	-
Perte du signal (> 480 ms)		/	/	/	/	ST.T6 TR1	ST.T6 TR12	ST.T6 TR12	ST.T6 TR12	ST.T6 TR12	/	/	ST.T6 TR12	-
Expiration du temporisateur T4 (15 secondes)		/	-	TR10	TR10	TR10	TR10	/	/	/	/	-	/	-
Perte du signal (< 40 ms)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T6 TR12	ST.T6 TR12	/	/
Expiration du temporisateur T6 (40 ms)		/	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	TR1

Remarque – En ce qui concerne les symboles, les abréviations et les remarques, se reporter après le tableau II-4/G.961.

II.10.5 *Tableau de transition des états pour TL*

Le tableau II-4/G.961 contient un exemple de tableau de transition des états de TL en fonction des EF, des SIG et des temporisateurs.

TABLEAU II-4/G.961

Tableau de transition des états de TL en fonction de EF, SIG et des temporisateurs

Evénement	Nom de l'état	Hors tension	Réinitialisation complète	Alerte	Réveil	Apprentissage EC	Convergence EC	Sync. MVT	Sync. MVTI	Actif	Alerte désactivation	Panne	Attente désactivation	Réinitialisation à la réception													
	Code de l'état														TL0	TL1 (T0)	TL2	TL3 (T1)	TL4 (T3)	TL5 (T4)	TL6	TL7 (T7)	TL8	TL9	TL10	TL11	TL12
	Tx														SL0	SL0	Signal TL	SL0	Signal SL1	Signal SL2 DEA = 1 ACT = 0	Signal SL2 DEA = 1 ACT = 0	Signal SL3 DEA = 1 ACT = 0	Signal SL3 DEA = 1 ACT = 1	Signal SL3 DEA = 0 ACT = 0	SL0	SL0	SL0
Sous-tension		TL1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-													
Coupure de l'alimentation		-	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0 EF7	TL0													
Demande d'activation (EF1)		/	ST.T5 TL2	-	-	-	-	-	-	/	/	-	-	-													
Demande de désactivation (EFS) (remarque 8)		/	/	/	/	/	/	TR7	-	-	-	-	TR7	/													
Fin de tonalité (TL) (3 ms)		/	/	TL3	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/													
Tonalité reçue (TN)		/	ST.T5 TL3	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T5 STP.T7 TL3													
Perte de l'énergie du signal		/	-	-	TL4	-	/	/	/	/	/	/	/	-													
Annuleur d'écho convergé		/	-	-	-	TL5	-	-	-	-	-	-	-	-													
Synch. trame de base (MVT)		/	/	/	/	/	TL6	-	-	-	-	-	-	-													
Synch. multitrame (MVTI)		/	/	/	/	/	/	STP.T5 TL7	-	-	-	-	-	-													
ACT = 0 reçue		/	/	/	/	/	/	/	-	TL7 EF6,7	-	-	-	-													
ACT = 1 reçue		/	/	/	/	/	/	/	TL8 EF4	-	-	-	-	-													
Perte de synchronisation (> 480 ms)		/	/	/	/	/	/	/	TL10 EF7	TL10 EF6,7	-	-	-	-													
Perte du signal (> 480 ms)		/	/	/	/	/	/	ST.T7 TL12 EF7	ST.T7 TL12 EF7	ST.T7 TL12 EF6,7	-	/	/	/													
Fin de la dernière multitrame avec DEA = 0 (remarque 9)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	TL11	/	/	/													
Expiration du temporisateur T5 (15 secondes)		/	-	TL10 EF7	TL10 EF7	TL10 EF7	TL10 EF7	TL10 EF7	/	-	/	-	/	/													
Perte du signal (< 40 ms)		/	-	/	/	/	/	/	/	/	/	ST.T7 TL12	TL11	-													
Expiration du temporisateur T7 (40 ms)		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	TL11													

Symboles, abréviations et remarques pour les tableaux II-3/G.961 et II-4/G.961

–	Aucun changement, aucune action
/	Situation impossible
EF1	Élément de fonction, correspond à une demande d'activation primitive - PH-AR
EF4	Élément de fonction, correspond à une indication d'activation primitive - PH/MPH-AI
EF5	Élément de fonction, correspond à une demande de désactivation primitive - MPH-DR
EF6	Élément de fonction, correspond à une indication de désactivation primitive - MPH-DI
EF7	Élément de fonction, correspond à une indication d'erreur primitive
TR n	Passer à l'état «TR n »
TL n	Passer à l'état «TL n »
ST.T n	Démarrer le temporisateur T n
STP.T n	Arrêter le temporisateur T n
SL0	Aucun signal

Remarque 1 – Ces événements sont initiés par la matrice d'état fini (MEF) «G» définie dans la Recommandation I.430 et communiquée à «TR» MEF par des messages.

Remarque 2 – L'action de cette condition est semblable à celle d'un événement «demande d'activation».

Remarque 3 – Cette condition indique que le trajet des données d'utilisateur (canaux 2B + D) dans la direction ET vers TR1 est transparent pour les données d'utilisateur.

Remarque 4 – Cette condition indique que le trajet des données d'utilisateur (canaux 2B + D) dans la direction ET vers TR1 n'est pas transparent pour les données d'utilisateur.

Remarque 5 – Événement prioritaire par rapport à l'action reçue = ZÉRO pour le démarrage à chaud de TR1. Il pourrait être négligé si TR1 ne veut pas désactiver (TR1 pour démarrage à froid seulement).

Remarque 6 – Bien que les signaux INFO au point de référence T soient indiqués comme des signaux d'émission dans la «TR» MEF, la «TR» MEF ne les contrôle pas directement. Ils ne sont cités qu'à titre d'information.

Remarque 7 – Les signaux émis dans cet état demeurent inchangés par rapport aux signaux émis pendant l'état précédent (par exemple, bit d'action = ZÉRO, si TR6 ou TR11 précédaient, ou = UN si TR7 ou TR8 précédaient).

Remarque 8 – Cet événement doit provoquer la désactivation de TR1 dans le cas d'un émetteur pour démarrage à froid exclusivement ou d'un émetteur pour démarrage à chaud.

Remarque 9 – Cet événement doit se produire après la réception de trois multitrames au minimum. Voir le § II.10.1.5.2.

II.10.6 Temps d'activation

TL et TR1 achèveront le processus de démarrage, y compris la synchronisation et l'apprentissage des égaliseurs jusqu'au moment où elles atteindront les critères de performance dans les délais suivants: les émetteurs-récepteurs pour démarrage à froid exclusivement seront synchronisés en moins de 15 s. Les émetteurs-récepteurs conformes aux conditions optionnelles de temps d'activation pour démarrage à chaud seront synchronisés en moins de 300 ms en cas de démarrage à chaud et en moins de 15 s en cas de démarrage à froid. Le délai de démarrage à froid de 15 s est réparti de telle sorte que TR1 bénéficie de 5 s et TL de 10 s. Dans le cas du démarrage à chaud, le temps de démarrage est également réparti entre TR1 et TL qui bénéficient chacune de 150 ms (voir les détails à la figure II-6/G.961).

Remarque – Le délai de 300 ms n'est valable que pour des essais en laboratoire. Aucun temporisateur de 300 ms n'est mis en œuvre dans les boucles réelles en service (voir la définition du démarrage à chaud et du démarrage à froid au § II.10).

Comme l'indique la figure II-6/G.961, les conditions relatives au temps de démarrage s'étendent de la tonalité de réveil jusqu'à T7 et ne tiennent pas compte du temps d'activation de l'équipement terminal d'utilisateur. Les temps d'activation concernent uniquement la ligne locale numérique (LLN) et ne concernent pas seulement la totalité de la liaison d'accès à l'utilisateur, qui peut faire intervenir des systèmes à courants porteurs.

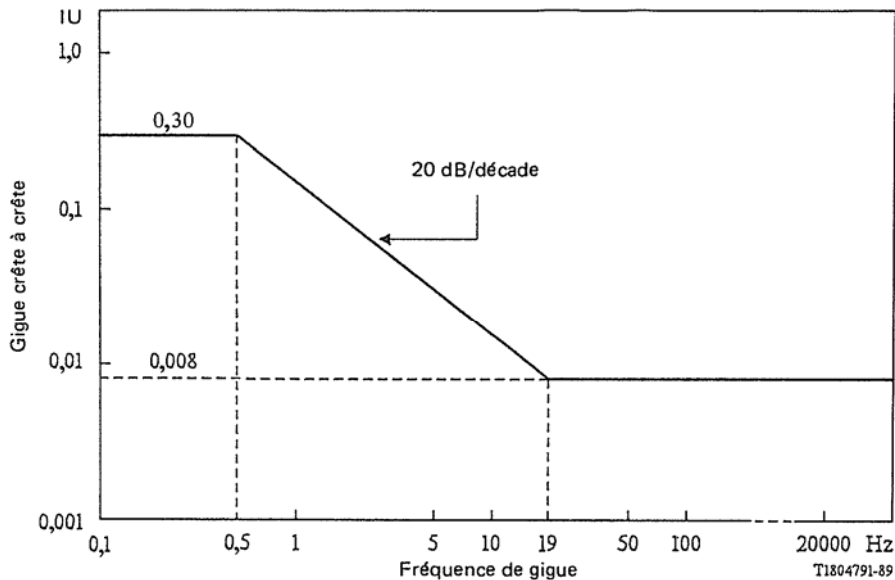
Remarque – La valeur indiquée dans la Recommandation G.960 est de 10 s (il s'agit là d'une valeur correspondant à 95% des cas).

II.11 Gigue

Pour assurer le respect des conditions de gigue définies dans la Recommandation I.430, la gigue sur le signal de rythme reconstitué à l'horloge de TR1 ne doit pas dépasser les limites spécifiées à la figure 9/I.430 et au § 8.3.1 de la Recommandation I.430. Les tolérances sur la gigue visent à garantir que les limites de la Recommandation I.430 sont confirmées par les limites de gigue du système de transmission utilisé sur les lignes d'abonné. Les limites de gigue indiquées ci-dessous doivent être observées quelle que soit la longueur de la ligne d'abonné, qu'il y ait un répéteur ou non, sous réserve qu'elles soient couvertes par les caractéristiques du moyen de transmission. Ces limites doivent être observées quel que soit le signal émis. Dans cette Recommandation, la gigue est spécifiée sous forme d'intervalles unitaires (IU) du signal à la rapidité nominale de 80 kbauds (12,5 μ s).

II.11.1 Tolérance sur la gigue du signal d'entrée à TR1

TR1 doit respecter les objectifs de performance avec une amplitude maximale de dérapage/gigue conforme aux spécifications de la figure II-10/G.961 pour la gigue sur une seule fréquence entre 0,1 Hz et 20 kHz, superposée à la source du signal d'essai, le débit de symboles du signal reçu se situant dans la gamme de 80 kbauds \pm 5 ppm. TR1 doit aussi respecter les objectifs de performance avec dérapage de 1,44 IU (crête à crête) par jour, le taux maximal de changement de phase étant de 0,06 IU/heure.



Remarque — Intervalle unitaire (IU) = 12,5 μ s.

FIGURE II-10/G.961

Gigue sinusoidale admissible sur le signal d'entrée à TR1

II.11.2 Limitations de la gigue à la sortie de TR1

Avec les dérapage/gigue spécifiés au § II.11.1, exception faite du cas où ils se superposent au signal d'entrée TR1, la gigue sur le signal émis par TR1 en direction de TL doit être conforme aux conditions suivantes, le débit de symboles du signal reçu étant compris dans la gamme de 80 kbauds \pm 5 ppm, comme il est spécifié au § II.2:

- 1) la gigue doit être égale ou inférieure à 0,04 IU crête à crête et inférieure à 0,01 IU efficace lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-haut ayant une décroissance de 6 dB/octave au-dessous de 100 Hz;

- 2) la gigue dans la phase du signal de sortie (le signal transmis en direction de TL) par rapport à la phase du signal d'entrée (en provenance de TL) ne doit pas dépasser 0,05 IU crête à crête et 0,015 IU efficace lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-bande ayant une décroissance de 6 dB/octave au-dessus de 40 Hz et au-dessous de 1,0 Hz. (A noter que la coupure à 1,0 Hz garantit que la différence moyenne dans la phase des signaux d'entrée et de sortie est déduite.) Cette condition s'applique avec la gigue superposée dans la phase du signal d'entrée, comme il est spécifié au § II.11.1 dans le cas des fréquences isolées jusqu'à 19 Hz;
- 3) l'écart maximal (crête) de la phase du signal de sortie par rapport à sa différence nominale (moyenne à long terme) par rapport à la phase du signal d'entrée (en provenance de TL) ne doit pas dépasser 0,1 IU. Cette condition s'applique en fonctionnement normal, y compris après un démarrage à chaud. (A noter que cela signifie que, si un état d'activation succède à un état de désactivation conformément aux conditions de démarrage à chaud, la différence moyenne à long terme sur la phase du signal de sortie par rapport à la phase du signal d'entrée doit être fondamentalement inchangée.)

II.11.3 *Conditions d'essai pour la mesure de la gigue*

En raison de la transmission bidirectionnelle sur 2 fils et d'un grave brouillage intersymbole, il n'y a pas de transitions bien définies du signal au point 2 fils de TR1.

Deux solutions possibles sont proposées:

- 1) un point d'essai est prévu dans TR1 pour la mesure de la gigue avec un signal non perturbé;
- 2) un émetteur-récepteur TL normalisé, y compris une ligne de transmission artificielle, est défini comme appareil d'essai.

II.12 *Caractéristiques de sortie des émetteurs de TR1 et de TL*

Les spécifications suivantes s'appliquent avec une impédance de charge résistive de 135 ohms sur une bande de fréquences de 0 Hz à 160 kHz.

II.12.1 *Amplitude des impulsions*

La crête nominale de l'impulsion la plus forte doit être de 2,5 V (voir la figure II-11/G.961).

II.12.2 *Forme des impulsions*

Les impulsions émises doivent avoir la forme spécifiée à la figure II-11/G.961. Le gabarit des impulsions pour les quatre symboles quaternaires seront obtenus en multipliant le gabarit d'impulsion normalisé de la figure II-11/G.961 par 2,5 V, 5/6 V, -5/6V ou -2,5 V. Si le signal se compose d'une séquence de symboles réunis en trames avec un mot de synchronisation et des symboles équiprobables dans toutes les autres positions, la puissance moyenne nominale est de 13,5 dBm.

II.12.3 *Puissance du signal*

La puissance moyenne d'un signal composé d'une séquence de symboles réunis en trames avec mot de verrouillage de trame et symboles équiprobables dans toutes les autres positions devrait être comprise entre 13,0 dBm et 14,0 dBm dans la bande de fréquences comprise entre 0 Hz et 80 Hz.

II.12.4 *Densité spectrale de puissance*

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance du signal émis doit être conforme aux indications de la figure II-12/G.961.

II.12.5 *Linéarité de l'émetteur*

II.12.5.1 *Spécifications*

Elle mesure l'écart entre des hauteurs d'impulsions idéales et la non-linéarité des impulsions individuelles. Les signaux émis et reçus ont une linéarité suffisante pour que la non-linéarité efficace résiduelle soit au moins 36 dB au-dessous du signal efficace à l'interface.

Niveau normalisé		Symboles quaternaires			
		+3	+1	-1	-3
A	0,01	0,025 V	0,00833 V	-0,00833 V	-0,025 V
B	1,05	2,625 V	0,8750 V	-0,8750 V	-2,625 V
C	1,00	2,5 V	5/6 V	-0,5/6 V	-2,5 V
D	0,95	2,275 V	0,79167 V	-0,79167 V	-2,275 V
E	0,03	0,075 V	0,025 V	-0,025 V	-0,075 V
F	-0,01	-0,025 V	-0,00833 V	0,00833 V	0,025 V
G	-0,12	-0,3 V	-0,1 V	0,1 V	0,3 V
H	-0,05	-0,125 V	-0,04167 V	0,04167 V	0,125 V

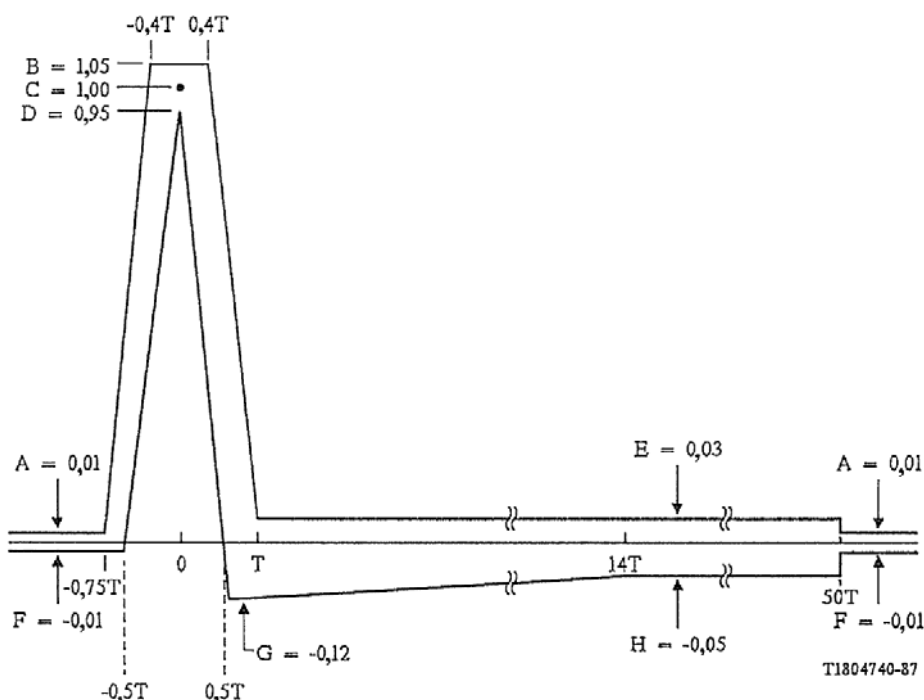


FIGURE II-11/G.961

Impulsion de sortie normalisée (de TR1 ou de TL)

II.12.5.2 *Méthode de mesure de la linéarité*

L'émetteur-récepteur (TL ou TR1) étant bouclé sur une résistance de 135 ohms par une boucle de longueur nulle et entraîné par une séquence binaire arbitraire, la tension qui apparaît aux bornes de la résistance est filtrée (antirepliement), échantillonnée et convertie sous forme numérique (V_{out}) avec une précision qui n'est pas inférieure à 12 bits (voir la figure II-13/G.961). Ces échantillons sont comparés à la sortie d'un filtre linéaire réglable dont l'entrée est le signal entrant dans l'émetteur embrouillé, mis en trames et codé linéairement. Les signaux arrivant au soustracteur peuvent être tous deux sous forme numérique ou sous forme analogique.

Le signal entrant dans le filtre numérique linéaire (données quaternaires d'entrée à la figure II-13/G.961) peut être considéré comme une norme de linéarité. Il peut être produit à partir de la sortie de l'émetteur par un récepteur sans erreur (sans désembrouilleur) ou à partir des données embrouillées de l'émetteur si elles sont disponibles. Si les échantillons introduits dans le filtre réglable sont disponibles sous forme numérique, aucun convertisseur analogique/numérique supplémentaire n'est nécessaire. Qu'ils soient analogiques ou numériques, ces échantillons doivent être dans le rapport 3:1:-1:-3, avec une précision minimale de 12 bits.

Le taux d'échantillonnage des échantillonneurs et des filtres peut être supérieur au débit des symboles et, de façon générale, il sera un multiple de ce taux pour assurer une bonne précision. Mais, il peut être égal au débit des symboles, les valeurs efficaces étant obtenues en calculant la moyenne sur toutes les phases d'échantillon par rapport au signal à l'émetteur.

Du fait que le filtre antirepliement, l'échantillonneur et le convertisseur analogique/numérique qui se trouvent à la sortie de l'émetteur peuvent introduire une perte ou un gain, un bon étalonnage oblige à déterminer $\langle V_{out}^2 \rangle$ à la sortie du filtre comme l'indique la figure II-13/G.961, plutôt que la valeur quadratique moyenne de la sortie même de l'émetteur.

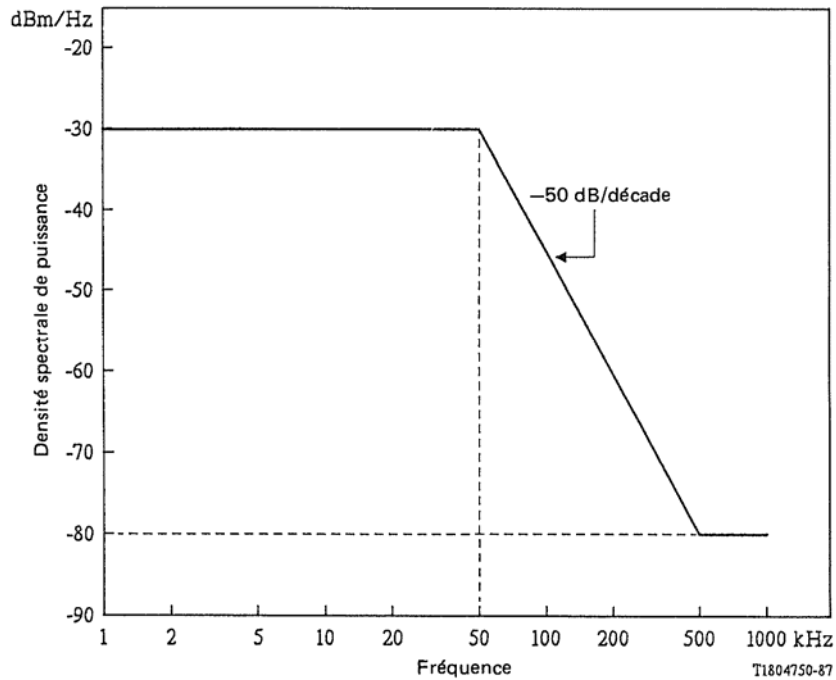


FIGURE II-12/G.961

Limite supérieure de la densité spectrale de puissance du signal émis par TR1 et par TL

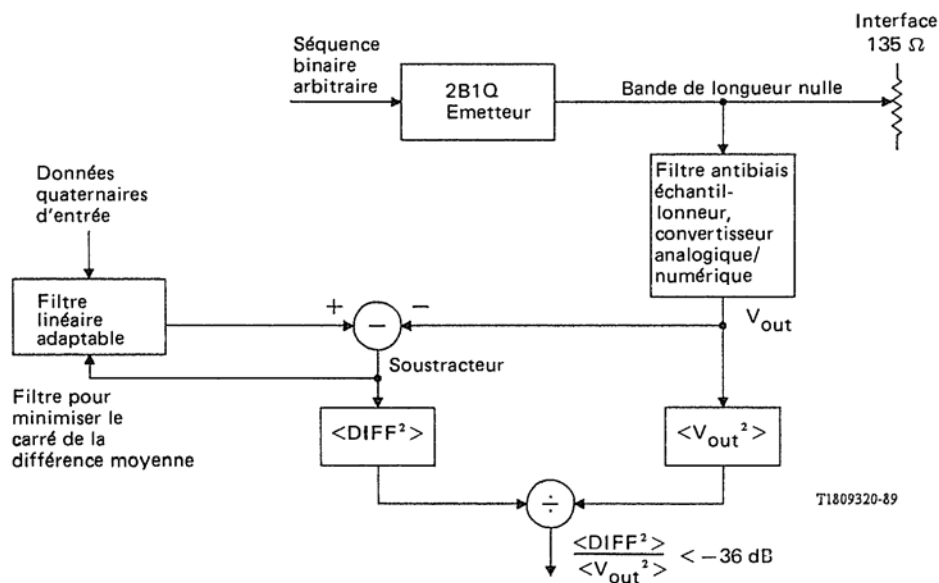


FIGURE II-13/G.961

Mesure de la linéarité de l'émetteur

II.13 *Terminaison de l'émetteur-récepteur*

II.13.1 *Impédance*

L'impédance nominale d'entrée à l'interface en direction de TR1 doit être de 135 ohms.

II.13.2 *Affaiblissement d'équilibrage*

L'affaiblissement d'équilibrage par rapport à 135 ohms sur une bande de fréquences comprise entre 1 kHz et 200 kHz doit avoir la valeur indiquée à la figure II-14/G.961.

II.13.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

II.13.3.1 *Symétrie longitudinale*

La symétrie longitudinale (de l'impédance à la terre) est donnée par la formule:

$$LBal = 20 \log \left| \frac{e_l}{e_m} \right| \text{ dB}$$

dans laquelle:

e_l est la tension longitudinale appliquée (par rapport à l'immeuble ou au fil de terre de TR1).

e_m est la tension métallique résultante aux bornes d'une terminaison de 135 ohms.

La symétrie sera > 60 dB aux fréquences inférieures à 4 kHz et > 55 dB aux fréquences supérieures, jusqu'à 160 kHz.

La figure II-15/G.961 définit une méthode de mesure de la symétrie longitudinale. Si l'on veut appliquer directement cette configuration de mesure, il convient d'effectuer les mesures alors que TR1 est sous tension mais inactive (aucun signal n'étant émis).

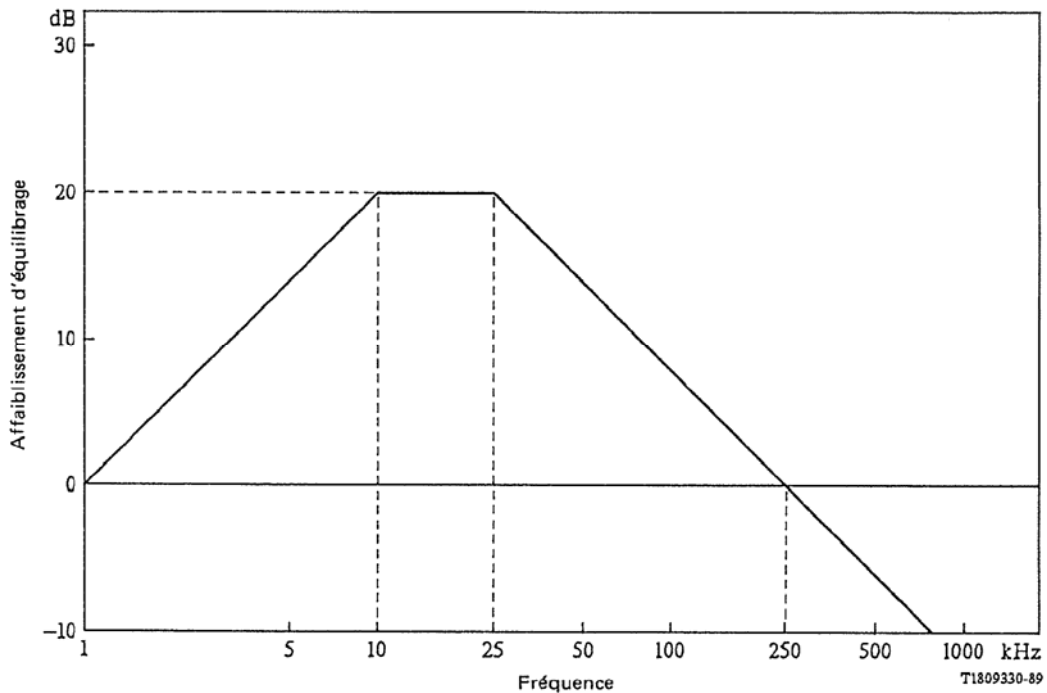
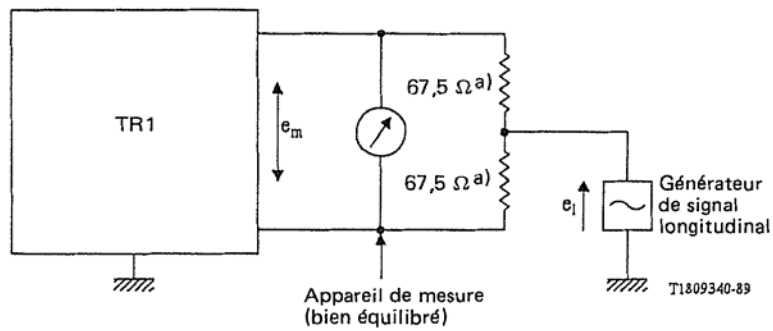


FIGURE II-14/G.961

Affaiblissement d'équilibrage minimal



a) La tolérance sur la symétrie de ces résistances doit être meilleure que 0,03%.

FIGURE II-15/G.961

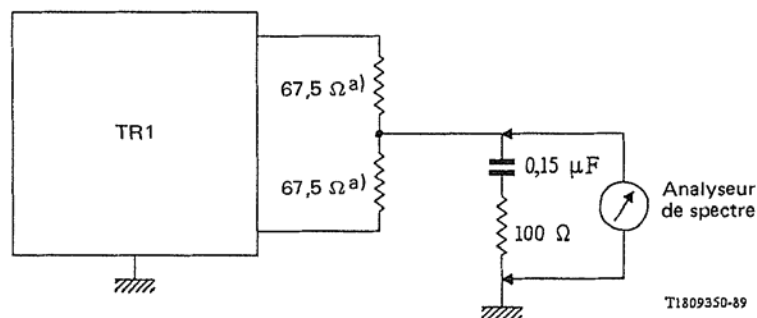
Méthode de mesure de la symétrie longitudinale

II.13.3.2 Tension longitudinale de sortie

La composante longitudinale du signal de sortie de TR1 doit avoir une tension efficace, sur une largeur de bande quelconque de 4 kHz, calculée en moyenne sur une période quelconque d'une seconde, inférieure à -50 dBv entre 100 Hz et 170 kHz, et inférieure à -80 dBv entre 170 kHz et 270 kHz. L'observation de cette limitation est indispensable avec une terminaison longitudinale dont l'impédance est égale ou supérieure à une résistance de 100 ohms en série avec une capacité de $0,15 \mu\text{F}$.

La figure II-16/G.961 définit une méthode de mesure de la tension longitudinale de sortie. Si l'on veut appliquer directement cette configuration d'essai, TR1 devrait être capable de générer un signal en l'absence de signal en provenance de TL.

Pour ces mesures, la référence à la terre sera la terre de l'immeuble.



a) La tolérance sur la symétrie de ces résistances doit être meilleure que 0,1%.

FIGURE II-16/G.961

Méthode de mesure de la tension de sortie longitudinale

APPENDICE III

(à la Recommandation G.961)

Caractéristiques électriques d'un système de transmission AMI

III.0 *Considérations générales*

Le système doit accepter une transmission duplex transparente des deux canaux B à 64 kbit/s et d'un canal D à 16 kbit/s selon les définitions de la Recommandation I.412. La transmission bidirectionnelle sur câbles à paires symétriques est fondée sur des techniques d'annulation d'écho. Une capacité additionnelle de 16 kbit/s est ajoutée à l'information de données à 144 kbit/s résultante pour fournir un canal CL (à des fins de commande, de supervision et de maintenance) et d'autres facilités de transmission.

Les trames du signal transmis contiennent des mots de verrouillage de trame qui incluent une période d'absence de signal en ligne. Ce format de trame permet, lorsque le décalage relatif entre les trames des deux directions de transmission est inférieur aux valeurs spécifiées au § III.7 de simplifier la reprise du rythme, le réglage de l'égaliseur de ligne et la mise à jour de l'annuleur d'écho.

III.1 *Code en ligne*

Dans les deux directions de transmission, il s'agit du code AMI.

Le train d'éléments binaires doit être codé conformément à la règle suivante:

- un UN binaire est représenté par l'absence de signal en ligne;
- un ZÉRO binaire est alternativement représenté par une impulsion positive ou par une impulsion négative.

III.2 *Débit des symboles*

Le débit des symboles est déterminé par le code en ligne, le débit des bits du flux d'information et la structure des trames. Il est de 160 kbauds.

III.2.1 *Spécification du rythme*

III.2.1.1 *Précision des horloges de TR1 indépendantes*

La précision de l'horloge indépendante de TR1 doit être de ± 50 ppm.

III.2.1.2 *Tolérance sur le rythme de TL*

TR1 et TL accepteront une précision de ± 1 ppm sur le rythme fourni par TC.

III.3 *Structure des trames*

La structure des trames contient un mot de verrouillage de trame, 32 fois (2B + D) et un canal CL, ainsi qu'un bit auxiliaire et un bit d'arrêt. Dans les deux directions de transmission, les trames ont la structure générale suivante:

Mot de verrouillage de trame	A	4 [8 (2B + D) + CL]	P
------------------------------	---	---------------------	---

A = Bit auxiliaire

Le bit A de la trame sert à distinguer les directions de transmission et à indiquer l'établissement correct de la procédure d'activation par inversion de polarité.

P = Bit de parité

Le bit P sert à obtenir un nombre pair de ZÉRO binaires dans les trames; il est donc mis à ZÉRO binaire ou à UN binaire selon que le nombre de ZÉRO binaires de la trame est impair ou pair respectivement.

III.3.1 Longueur des trames

Le nombre d'intervalles $(2B + D)$ d'une trame est de 32 tandis que le nombre de bits CL est de 4.

III.3.2 Attribution des bits dans la direction TL vers TR1

L'attribution des bits est indiquée à la figure III-1/G.961.]

Position des bits	Utilisation				
1 à 58	mot de verrouillage de trame				
59	bit auxiliaire				
60 à 67	canal B1	}	premier intervalle $(2B + D)$	} premier bloc [8 $(2B + D) + CL$]	
68 à 75	canal B2				
76 et 77	canal D				
.					
.					
.					
.					
186 à 193	canal B1	}	huitième intervalle $(2B + D)$		
194 à 201	canal B2				
202 et 203	canal D				
204	canal CL				
.					
.					
.					
.					
492 et 493	canal B1	}	premier intervalle $(2B + D)$	} quatrième bloc [8 $(2B + D) + CL$]	
494 à 508	canal B2				
509 et 510	canal D				
.					
.					
.					
621 à 628	canal B1	}	huitième intervalle $(2B + D)$		
629 à 636	canal B2				
637 et 638	canal D				
639	canal CL				
640	bit de parité				

FIGURE III-1/G.961

Attribution des bits dans la direction TL vers TR1

III.3.3 Attribution des bits dans la direction TR1 vers TL

Elle est la même que celle décrite au § III.3.2.

III.4 Mot de verrouillage de trame (MVT)

Le mot de verrouillage de trame sert à attribuer les positions des bits aux canaux $2B + D + CL$ ainsi qu'aux bits A et P. Il peut aussi servir à la reprise du rythme, à la mise à jour de l'annuleur d'écho et au réglage de l'égaliseur de ligne.

III.4.1 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TL vers TRI*

Le code du mot de verrouillage de trame se compose de 57 UN binaires consécutifs (codés sous forme d'absence de signal en ligne) et d'un ZÉRO binaire (impulsion en ligne positive).

III.4.2 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TRI vers TL*

Identique à celui que décrit le § III.4.1.

III.5 *Procédure de verrouillage de trame*

La procédure suivante est appliquée pour le verrouillage de trame:

III.5.1 *Etat 1: verrouillage de trame correct*

Pour passer à l'état verrouillage de trame correct, le mot de verrouillage de trame, le bit auxiliaire et le bit de parité doivent être détectés correctement trois fois de suite.

III.5.2 *Etat 2: préalarme de verrouillage de trame*

Pour passer à l'état de préalarme, il suffit que le mot de verrouillage de trame, le bit auxiliaire et le bit de parité ne soient pas détectés une seule fois.

III.5.3 *Etat 3: perte de verrouillage de trame*

Pour passer à l'état perte de verrouillage de trame, huit contrôles négatifs consécutifs de la condition définie à l'état 1 doivent être observés.

III.6 *Multitrame*

Pour que l'attribution des bits sur le canal CL puisse se faire sur plusieurs trames consécutives, il faut recourir à une structure de multitrame. Le début de la multitrame est déterminé par le contenu du canal CL dans un mot de verrouillage de trame tel qu'il est décrit au § III.6.1. Le nombre total de trames d'une multitrame est de 4.

III.6.1 *Mot de verrouillage de multitrame dans la direction TRI-TL*

La multitrame est identifiée par la détection des bits du canal CL. Le canal CL est en synchronisme avec la trame et on déduit le début d'une multitrame de la vérification d'une imparité sur les quatre bits CL d'une trame. Une trame CL compte 4 bits qui sont codés comme suit:

Structure du canal CL

I	I	I	O	Première trame
I	I	I	P	Deuxième trame
I	I	I	P	Troisième trame
P	P	P	P	Quatrième trame

I représente les bits d'information et P et O les bits de contrôle de parité. Les bits P de la quatrième trame sont réservés à la parité verticale des trames précédentes alors que O est l'imparité de la première trame. L'évaluation de la parité s'effectue par examen des UN binaires. La première trame CL sert aussi au verrouillage de multitrame. Dans l'état de perte du verrouillage de multitrame, il n'est pas tenu compte du canal CL.

III.6.2 *Mot de verrouillage de multitrame dans la direction TL vers TRI*

Comme décrit au § III.6.1.

III.6.3 Procédure de verrouillage de multiframe

Le verrouillage de multiframe est fondé sur une détection correcte de la parité (ou de l'imparité) du canal CL. On admet que le verrouillage de multiframe est correct si les quatre bits de parité correspondent à la séquence horizontale impair, pair, pair, pair et à la séquence verticale pair (voir le § III.6.1). Si cette séquence n'est pas détectée, on admet se trouver dans un état de préalarme de verrouillage de multiframe puis, si une détection correcte n'est pas disponible, on admet se trouver dans un état de perte de verrouillage de multiframe. A partir de l'état de perte de verrouillage de multiframe ou de la condition de préalarme de verrouillage de multiframe, une seule détection correcte de la bonne séquence permet de faire passer le système à l'état de verrouillage correct de multiframe.

III.7 Décalage de trame entre trames TL vers TR1 et trames TR1 vers TL

TR1 synchronise ses trames sur les trames reçues de la direction TL vers TR1 et transmet ses propres trames avec le décalage spécifié au § III.7.1.

Dans TL, le décalage entre les trames dans les deux directions de transmission ne doit pas dépasser la valeur spécifiée au § III.7.2.

III.7.1 Position de trame relative à l'entrée/sortie de TR1

Le premier bit de chaque trame transmise d'une TR1 vers TL doit être retardé, nominalement, de 583 bits par rapport au premier bit de la trame reçue en provenance de TL. La figure III-2/G.961 illustre les positions relatives des bits dans les trames transmises et reçues.

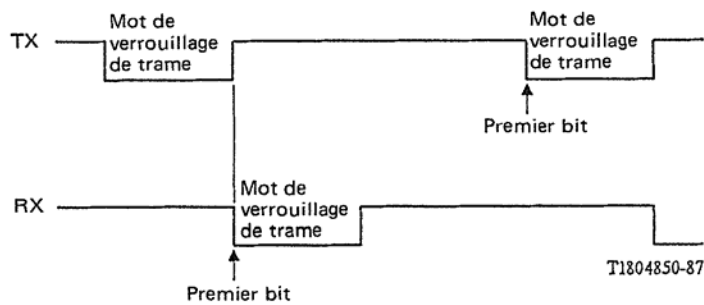


FIGURE III-2/G.961

Diagramme des temps dans TR1

III.7.2 Position relative des trames à l'entrée/sortie de TL

L'écart entre le premier bit de chaque trame émise par une TL vers la TR1 et le premier bit de chaque trame reçue de TR1 ne doit pas dépasser 583 + 13 bits. La figure III-3/G.961 montre les positions relatives des bits des trames émises et des trames reçues.

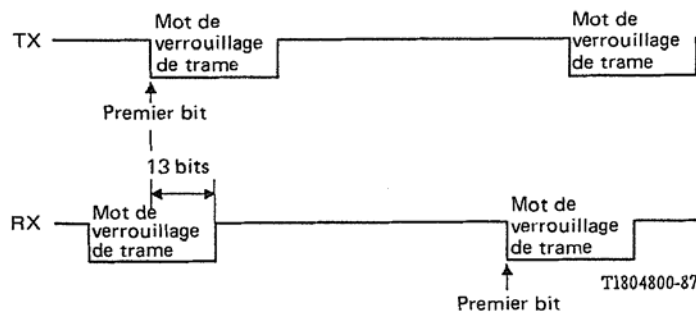


FIGURE III-3/G.961

Diagramme des temps dans TL

III.8 Canal CL

Le canal CL doit servir au transport de l'information d'activation/désactivation aux fins d'essai et de maintenance.

III.8.1 Débit binaire

Le débit binaire du canal CL est de 1 kbit/s.

III.8.2 Structure

L'information à transmettre est organisée en trames de 16 bits (quatre quadruplets dans une multiframe). Chaque trame de 16 bits contient:

- 9 bits d'information;
- 7 bits pour les contrôles de parité et la détection d'erreur et pour le verrouillage de multiframe.

En désignant par I les bits d'information, O les bits d'imparité et P les bits de parité, une trame générique peut être représentée comme indiqué au § III.6.1.

III.8.2.1 Qualité de transmission du canal CL

La qualité de transmission du canal CL doit être:

Avec un taux d'erreur sur les bits de 10^{-3} :

- la probabilité de simulation de trame doit être inférieure à 10^{-10} ;
- la probabilité de non détection d'une trame exacte en 100 ms doit être inférieure à 10^{-10} .

III.8.3 Protocoles et procédures

Les messages sur le canal CL peuvent être divisés en deux catégories:

- a) messages relatifs à la procédure d'activation/désactivation et rapport spontané d'information de maintenance non sollicité par TC;
- b) messages auxiliaires pour la maintenance. Ces fonctions impliquent des actions qui ne peuvent être lancées que par TC et qui peuvent être exécutées pendant l'état pleinement actif.

Les messages de la catégorie a) sont présentés dans un mode continu, c'est-à-dire qu'ils sont transmis en permanence sur le canal CL jusqu'à ce qu'un nouveau message doive être transmis.

Les messages servant à la transmission de ces messages permettent de transmettre des informations sur un ou sur plusieurs multipléts.

La procédure, qui ne peut être lancée que par TL/TC est la suivante:

- TL/TC émet en mode continu le premier message qui contient le premier multiplétt d'information. Le premier multiplétt d'information contient toujours l'adresse de l'équipement de destination vers l'aval (régénérateur, TR1). Ce message est transmis continuellement jusqu'à la réception d'un message d'accusé de réception de l'équipement de destination;
- TL/TC émet de la même façon les messages suivants qui contiennent chacun un multiplétt d'information. L'équipement de destination accuse réception de chaque message émis par TL/TC;
- TC/TL émet un message de fin qui fait l'objet d'un accusé de réception comme n'importe quel autre message;
- si l'équipement de destination doit envoyer une information de réponse, on applique la même procédure que ci-dessus. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de fournir l'adresse, l'équipement de destination étant TL/TC.

III.9 Embrouillage

L'embrouillage est appliqué sur les canaux (2B + D + CL). Le polynôme d'embrouillage est $1 \oplus x^{-9} \oplus x^{-11}$ dans les deux directions de transmission.

On utilise un embrouillage avec circuit de garde à deux seuils pour éviter de longues séquences de UN binaires.

Les figures III-4/G.961 et III-5/G.961 montrent respectivement les circuits d'embrouillage et de désembrouillage.

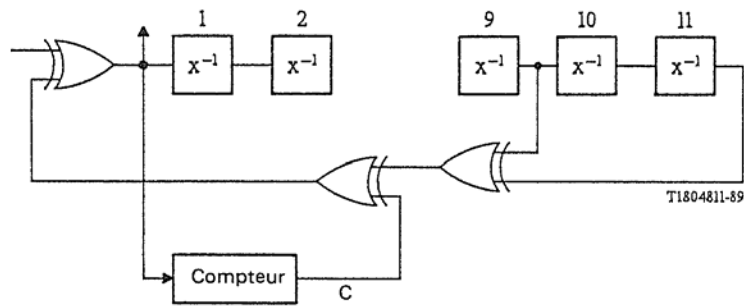


FIGURE III-4/G.961

Circuit d'embrouillage

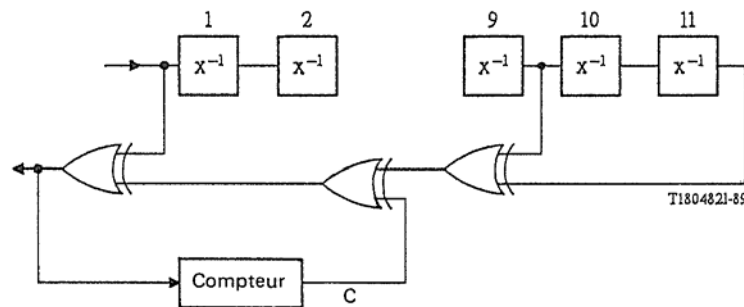


FIGURE III-5/G.961

Circuit de désembrouillage

Le compteur C est augmenté à chaque UN binaire transmis et libéré à chaque ZÉRO binaire transmis. Le compteur émet un ZÉRO binaire lorsque 16 UN binaires ont été transmis consécutivement et fait passer son seuil à 2 si un UN binaire apparaît à nouveau à son entrée. Dans cette condition, le compteur émet un ZÉRO binaire chaque fois que deux UN binaires se succèdent à son entrée. Le seuil est remis à 16 après la transmission du premier ZÉRO binaire.

III.10 *Activation/désactivation*

Les directions dont il est tenu compte dans la définition des procédures d'activation/désactivation peuvent être résumées comme suit:

- à l'état désactivé, il n'y a aucun signal sur la ligne;
- pendant l'activation des signaux appropriés sont émis pour accélérer la convergence de l'égaliseur, la synchronisation des bits et des trames et la convergence de l'annuleur d'écho.

On admet qu'il y a une relation d'asservissement entre TL et TR1, en sorte que si TR1 commence à demander une activation, c'est toujours TL (avec l'aval de TC) qui a l'initiative de poursuivre la procédure, puis la transmission.

Le système accepte l'activation du système de transmission et de l'interface au point de référence T, la seule activation du système de transmission et la désactivation du système de transmission et de l'interface au point de référence T ou de la seule interface au point de référence T.

Des activations à froid et à chaud sont possibles. L'activation à froid commence après la transition déconnexion de l'alimentation-mise sous tension ou à la suite de procédures de maintenance spécifiques. Le démarrage à froid concerne TR1 et TL lorsqu'elles n'ont pas enregistré suffisamment d'informations sur les coefficients de l'annuleur d'écho ou le réglage des égaliseurs, en sorte qu'il faut s'attendre à une longue activation. L'activation à chaud s'applique si TL et TR1 disposent d'informations complètes sur les coefficients de l'annuleur d'écho et sur le réglage des égaliseurs de ligne, en sorte que l'on peut prévoir une activation courte.

Le mode basse énergie se rapporte à un état dans lequel la consommation d'énergie est très faible pour TL comme pour TR1 et dans lequel il n'y a aucun signal en ligne. Cet état permet de diminuer statistiquement l'alimentation par le central. Il est clair que certaines parties du système, en particulier les sections de réception, demeurent actives pour pouvoir détecter les demandes d'activation qui arrivent.

III.10.1 *Signaux utilisés pour l'activation*

III.10.1.1 *Signaux utilisés pour le démarrage (CL non disponible)*

Pendant les procédures d'activation/désactivation, les signaux spécifiques suivants (SIG) sont échangés sur la ligne entre TL et TR:

Vers l'aval (TL vers TR1)

- INFO U0 (IU0): Il n'y a aucun signal sur la ligne.
- INFO U12 (IU12): Tonalité impulsionnelle de 20 kHz obtenue en répétant 72 fois le schéma suivant de 8 symboles en ligne (+ + + + - - - -) toutes les 8 ms et émise en mode semi-duplex.
- INFO U22 (IU22): Tonalité impulsionnelle de 80 kHz obtenue en répétant 291 fois le schéma suivant de 2 symboles en ligne (+ -) toutes les 8 ms et émise en mode semi-duplex.
- INFO U4 (IU4): Transmission en mode duplex. Le signal en ligne a la même structure que le signal utile, mais avec les bits des canaux B1, B2, D et CL à la valeur binaire ZÉRO. Le flux binaire est embrouillé selon une séquence pseudo-aléatoire et codé selon la règle AMI. Le deuxième bit de la trame est mis à la valeur binaire ZÉRO.
- INFO U6 (IU6): Transmission en mode duplex de données opératoires sur les canaux B et D, le canal C sert à acheminer l'information d'activation/désactivation de couche 1, d'essai et de maintenance. Le deuxième bit de la trame est mis à la valeur binaire UN.

Vers l'amont (TR1 vers TL)

- INFO U0 (IU0): Il n'y a aucun signal sur la ligne.
- INFO U11 async.: Tonalité impulsionnelle de 20 kHz obtenue en répétant 72 fois le schéma suivant de 8 symboles en ligne (+ + + + - - - -) toutes les 16 ms et émise en mode semi-duplex.
- INFO U11 sync.: Tonalité impulsionnelle de 20 kHz obtenue en répétant 72 fois le schéma suivant de 8 symboles en ligne (+ + + + - - - -) toutes les 8 ms et émise en mode semi-duplex en synchronisme avec INFO U12 (IU12) en provenance de TL.
- INFO U21 (IU21): Tonalité impulsionnelle de 80 kHz obtenue en répétant 291 fois le schéma suivant de 2 symboles en ligne (+ -) toutes les 8 ms et émise en mode semi-duplex.
- INFO U3 (IU3): Transmission en mode duplex. Le signal en ligne a la même structure de trame que le signal utile, mais avec les bits des canaux B1, B2, D et CL à la valeur binaire ZÉRO. Le flux binaire est embrouillé avec une séquence pseudo-aléatoire et codé selon la règle AMI. Le deuxième bit de la trame est mis à la valeur binaire UN.
- INFO U5 (IU5): Transmission en mode duplex de données opératoires sur les canaux B et D. Le canal CL sert à acheminer l'information d'activation/désactivation de couche 1, d'essai et de maintenance. Le deuxième bit de la trame est mis à la valeur binaire ZÉRO.

III.10.1.2 Bits sur le canal CL

Les bits I (voir le § III.6.1) des canaux CL servent à acheminer les commandes d'activation/désactivation et les commandes/rapports d'essai et de maintenance, alors que les bits P et O servent au contrôle de parité et à la détection d'erreurs et sont codés en conséquence. Seuls les signaux d'activation/désactivation qui sont échangés entre TL et TR1 et qui sont acheminés par le canal CL sont indiqués ci-dessous.

Bits I du canal CL entre TL et TR1

000010001 DEMANDE D'ACTIVATION (AR)

Demande d'activation de toute la couche 1, le système de transmission et l'interface au point de référence T sont activés.

000001111 DEMANDE D'ACTIVATION DU SYSTÈME DE TRANSMISSION (UAR)

Demande d'activation du seul système de transmission. Comme dans le cas de la commande AR, la procédure d'activation est exécutée automatiquement. Si l'interface au point de référence T est active, elle doit être désactivée.

000010011 DEMANDE D'ACTIVATION avec BOUCLE 2 (AR2)

Demande d'activation avec boucle 2 en TR1.

000000001 DEMANDE DE DÉSACTIVATION (DR)

Demande de désactivation du système de transmission. TL et TR1 exécutent automatiquement la procédure de désactivation.

Bits I du canal CL de TR1 vers TL

000001001 RESYNCHRONISATION (RSY)

L'indication RSY est introduite par l'interface T lorsque la synchronisation à l'interface au point de référence T a été perdue et que des données non valides sont disponibles.

000011001 INDICATION D'ACTIVATION (AI)

La procédure d'activation à l'interface au point de référence T a été achevée avec succès jusqu'aux équipements terminaux lorsque l'AI est active.

000011101 INDICATION D'ACTIVATION avec BOUCLE 2 (AIL)

La connexion par la boucle 2 à l'interface T a été établie. Après une commande ARL, le signal d'indication AIL accuse réception de l'arrivée d'une AI.

000001111 INDICATION D'ACTIVATION DU SYSTÈME DE TRANSMISSION (UAI)

Le système de transmission est activé dans TR1 et cette information est transférée à TL/TC, l'interface au point de référence T n'est pas activée.

III.10.2 Définition des temporisateurs internes

Pendant les procédures d'activation/désactivation, on utilise les temporisateurs suivants:

- *Temporisateur A*: situé dans TR1, il a deux significations: pendant la procédure d'activation, il a la valeur de 8 s (limite supérieure du temps d'activation). L'activation réalisée, il prend la valeur de 500 ms (temps de garde pour éviter une désactivation intempestive due à l'interruption du signal ou à la perte de trame en provenance de TL).
- *Temporisateur 2*: situé dans TR1, sa valeur est fixée à 50 ms et il doit éviter toute réactivation intempestive par un TC.

III.10.3 Description de la procédure d'activation

III.10.3.1 Description de la procédure d'activation par TL

La figure III-6/G.961, fondée sur une séquence de fonctionnement, résume la procédure d'activation à partir de TC. La procédure d'activation débute par une demande d'activation (EF1) en provenance de TC. TL commence la procédure en envoyant un EF2 vers TC et en émettant INFO U12 (IU12) sur la ligne. A réception de INFO U11 (IU11) en provenance de TR1, TL transmet INFO U22 (IU22) vers TR1. INFO U22 (IU22) est utilisée par TR1 pour le réglage de l'égaliseur de ligne (seulement en cas de démarrage à froid), la reprise du rythme et le réglage du seuil de décision AMI. Une fois que TR1 a terminé sa procédure d'apprentissage, elle transmet INFO U21 (IU21) vers TL. Ce SIG est utilisé par TL pour le réglage de l'égaliseur de ligne (seulement en cas de démarrage à froid), la reprise du rythme et le réglage des seuils de décision AMI. TL transmet alors INFO U4 (IU4), qui est utilisée par TR1 pour la mise à jour de

l'annuleur d'écho (période d'apprentissage courte en cas de démarrage à chaud, longue en cas de démarrage à froid). A la fin de cette période d'apprentissage, TR1 émet INFO U3 (IU3) qui est utilisée par TL à des fins identiques à celles qui viennent d'être précisées dans le cas de TR1. Une fois terminées toutes les périodes d'apprentissage, TL émet INFO U6 (IU6) (canaux B et D en état d'exploitation), les bits I du canal CL transportant la commande EF1. TR1 répond par INFO U5 (IU5) (canaux B et D en état d'exploitation), avec code EF3 dans les bits I du canal CL si l'interface au point de référence T n'est pas active, puis par INFO U5 (IU5) avec EF4 si l'interface au point de référence T est active.

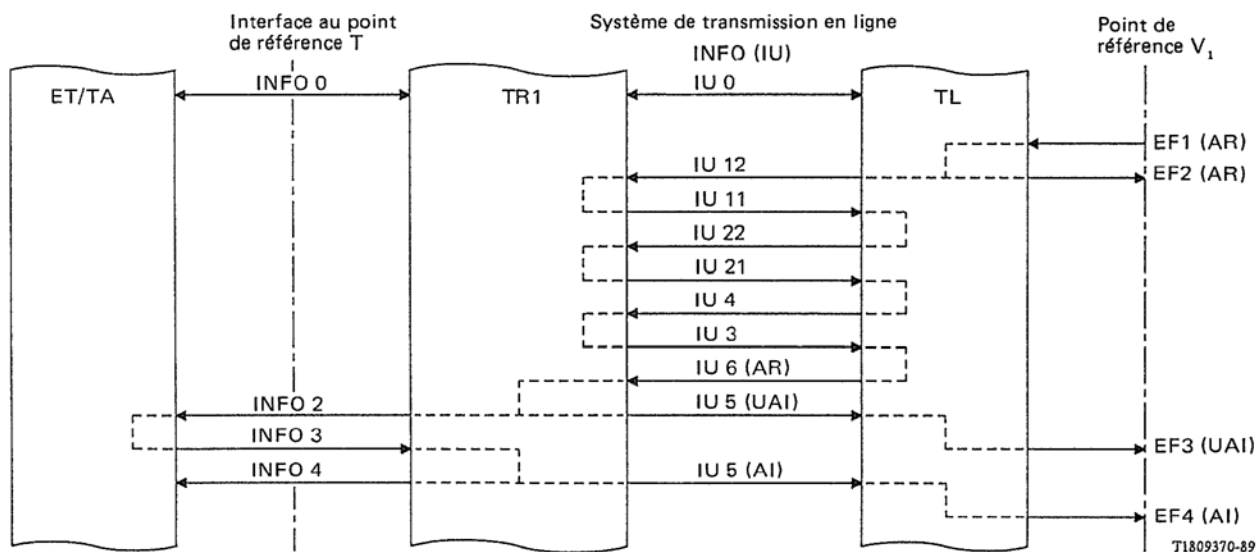


FIGURE III-6/G.961

Activation de couche 1 à partir du réseau

III.10.3.2 Description de la procédure d'activation par TR1

La figure III-7/G.961, fondée sur une séquence de fonctionnement, résume la procédure d'activation à partir du côté usager. Cette procédure débute par une demande d'activation INFO U11 async. (IU11 async) en direction de TL. TL transmet cette information à TC avec EF2 et attend l'envoi d'EF1 par TC pour donner suite à la procédure d'activation. Si TC donne son aval au moyen d'EF1, la procédure d'activation reprend comme indiqué au § III.10.3.1.

III.10.3.3 Description de la procédure de désactivation

La désactivation de la couche 1 est exclusivement exécutée physiquement sous le contrôle complet de TL/TC. La désactivation est lancée par TC qui envoie EF3 vers TL. TL transmet INFO U6 (IU6) avec la commande DR dans les bits I du canal CL. TR1 envoie INFO 0 à l'interface au point de référence T et renvoie INFO U0 (IU0) vers TL. La figure III-8/G.961, fondée sur une séquence de fonctionnement résume cette procédure de désactivation.

III.10.4 Tableau de transition des états de TR1

Le comportement détaillé de la procédure d'activation/désactivation à TR1 est décrit dans le tableau III-1/G.961 en fonction des INFO, des SIG et des temporisateurs internes.

La boucle 2 ne peut être demandée qu'à partir d'un état de désactivation, en sorte que nulle transition de boucle 2 vers un état actif n'est possible.

III.10.5 Tableau de transition des états de TL

Le comportement détaillé de la procédure d'activation/désactivation à TL est décrit dans le tableau III-2/G.961 en fonction des INFO, des SIG et des temporisateurs internes.

La boucle 1 ne peut être demandée qu'à partir d'un état de désactivation, en sorte que nulle transition de boucle 1 vers un état actif n'est possible. Il se peut que, après la boucle 1, une longue activation (démarrage à froid) soit requise, car le système risquerait de perdre toutes les informations sur l'égaliseur de ligne, les coefficients de l'annuleur d'écho, etc.

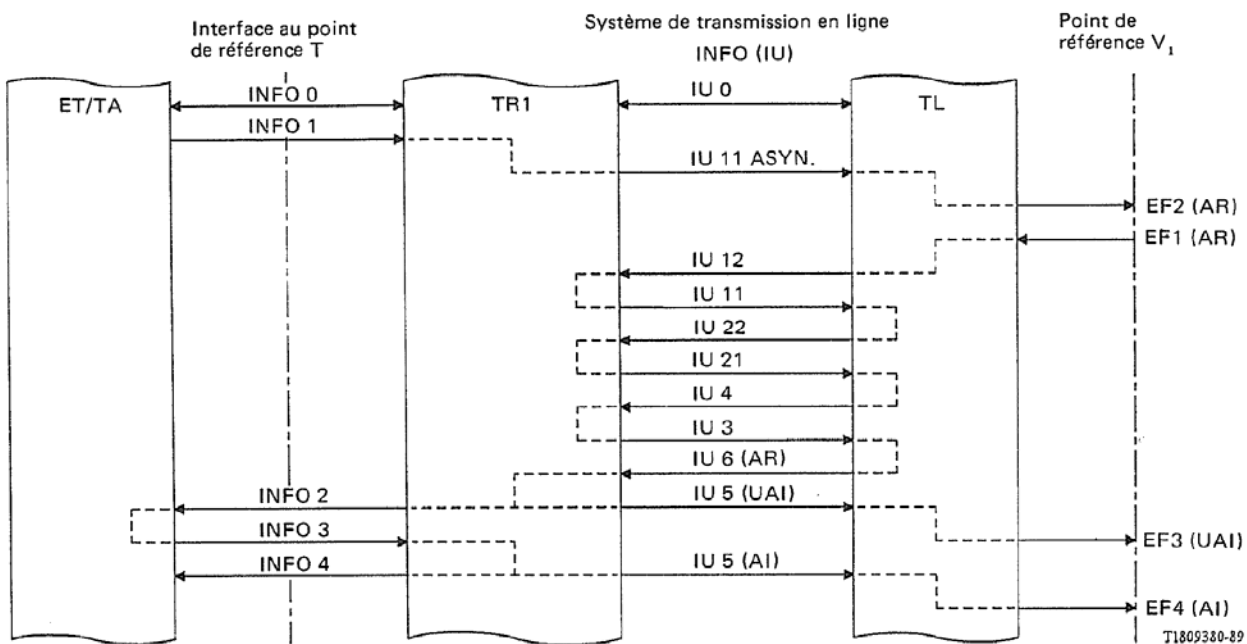


FIGURE III-7/G.961

Activation de couche 1 à partir du côté usager

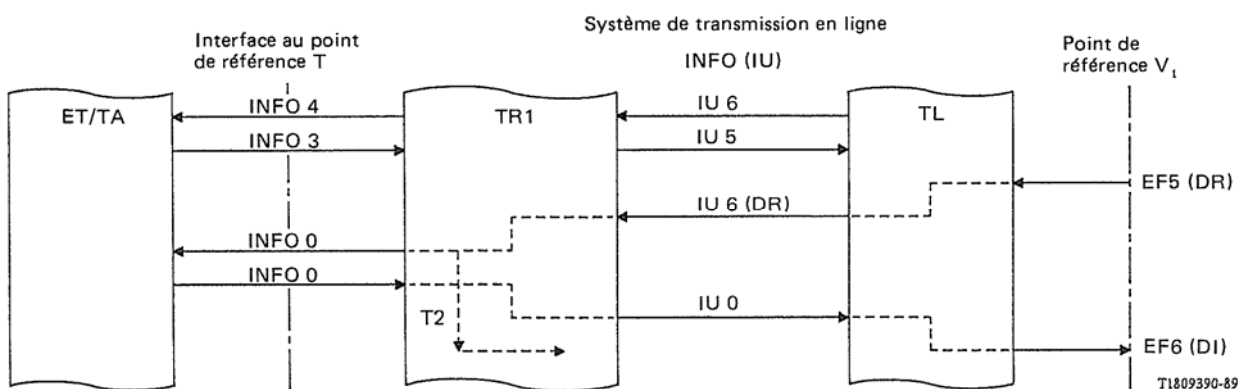


FIGURE III-8/G.961

Désactivation de couche 1

TABLEAU III-1/G.961
Tableau de transition des états de TR1 (matrice d'états internes-TR)

Etat		TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7	TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14	TR15
Nom		Désactivation	Attente d'activation phase 1	Attente d'activation phase 2	Attente d'activation phase 3	Attente d'activation phase 4	Ligne active seulement	Attente activation T int.	Interface T + ligne active	Perte de trame à U en TR6	Perte de trame à U en TR8, 9	Attente désactivation exp. AT	Attente désactivation IU6 (DR)	U interactif boucle 2	Boucle 2 active	Perte de trame à U boucle 2
Signaux Tx	Ligne INFO	IU0	IU11 asy	IU11	IU21	IU3	IU5 + UAI à CL	IU5 + X à CL	IU5 + UAI à CL	IU0	IU0	IU0	IU5 + X à CL	IU5 + UAI ou RSY	IU5 + UAI à CL	IU0
	S/T	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 4	INFO 0	INFO X	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 4	INFO X
L/S	INFO 0	-	-	-	-	-	-	-	TR7	-	-	TR1	TR1	/	TR13	-
	INFO 1	TR2	-	-	-	-	---	-	TR7	-	-	-	-			
	INFO 2													TR14	-	-
	INFO 3	/	/	/	/	/	/	TR8	-	/	-	-	-	/	-	-
	Perte de verrouillage de trame à T int.	/	/	/	/	/	/	/	TR7	/	/	-	-	/	TR13	/
	Expiration T2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	TR1	TR1	/	/	/
	Expiration TA	/	ST.T2 TR11	ST.T2 TR11	ST.T2 TR11	ST.T2 TR11	/	/	/	TR1	ST.T2 TR11	/	/	/	/	ST.T2 TR11
	IU0	-	-	ST.TA	ST.TA	ST.TA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IU12	TR3	TR3	-	ST.TA	ST.TA	/	/	/	/	/	-	-	/	/	/
	IU22	/	/	Stop TA TR4	-	ST.TA	/	/	/	/	/	-	-	/	/	/
LIGNE	IU4	/	/	ST.TA	Stop TA TR5	-	/	/	/	/	-	-	/	/	/	
	IU6 + AR à CL	/	/	/	/	Stop TA TR7	TR7	-	-	/	/	-	-	/	/	
	IU6 + UAR à CL	/	/	/	/	Stop TA TR6	-	/	TR6	/	/	-	-	/	/	
	IU6 + AR2 à CL	/	/	/	/	Stop TA TR13	/	/	/	/	/	-	-	-	-	
	IU6 + DR à CL	/	/	/	/	/	TR1	ST.T2 TR12	ST.T2 TR12	/	/	-	-	ST.T2 TR12	ST.T2 TR12	
	Perte de verrouillage de trame à U int.	/	/	/	/	/	ST.TA TR9	ST.TA TR10	ST.TA TR10	-	-	/	/	ST.TA TR15	ST.TA TR15	
	Reprise de verrouillage de trame à U int.	/	/	/	/	/	/	/	/	Stop TA TR6	Stop TA TR7 ou TR8	/	/	/	/	Stop TA TR13 ou TR14

Remarque – En ce qui concerne les symboles, les abréviations et la remarque, se reporter après le tableau III-2/G.961.

TABLEAU III-2/G.961
Tableau de transition d'état de TL (matrice d'état TL)

Etat		TL1	TL2	TL3	TL4	TL5	TL6	TL7	TL8	TL9	TL10	TL11	TL12	TL13		
Nom		Désactivation	Attente activation	Attente activation phase 1	Attente activation phase 2	Attente activation phase 3	Attente activation phase 4	Ligne active seule	Interface T ou boucle 2 active	Perte de trame à U en TL8	Perte de trame à U en TL7	Indicateur d'erreur distante	Perte de trame à U en TL11	Attente désactivation		
Signaux Tx	Ligne INFO	IU0	IU0	IU12	IU22	IU4	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL	IU6 + EF à CL		
		Nouvel événement RX	EF 6 (D1)	EF 2 (AR)	EF 2 (AR)	EF 2 (AR)	EF 2 (AR)	EF 2 (AR)	EF 3 (UAI)	EF 4 (AI)	EF 7 (RSY)	EF 7 (RSY)	EF 7 (RSY)	EF 7 (RSY)	EF 7 (RSY)	
V ₁	LIGNE	EF 1 (AR)	TL3	TL3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		EF 11 (UAR)	TL3	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		EF 9 (ARL)	TL4	/	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		EF 8 (AR2)	TL3	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		EF 10 (AR4)	TL3	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		EF 5 (DR)	-	-	TL1	TL1	TL1	TL1	TL13	TL13	TL1	TL1	TL13	TL1	-	
		IU11 asyn.	TL2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		IU11	/	TL1	TL4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		IU21	/	TL1	-	TL5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		IU3	/	TL1	-	-	TL6	-	-	-	-	-	-	-	-	
		IU5 + UAI à CL	/	TL1	-	-	-	TL7	-	TL7	-	-	TL7	-	-	
		IU5 + AI à CL	/	TL1	-	-	-	TL8	TL8	-	-	-	TL8	-	-	
		IU5 + AR à CL	/	/	/	/	/	/	/	TL6	/	/	/	/	/	
		IU0	-	TL1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-L8	-	TL1
		IU5 + RSY à CL	/	TL1	-	-	-	-	-	TL11	TL11	-	-	-	-	-
		Perte de verrouillage de trame à U int.	/	/	/	/	/	/	/	TL10	TL9	-	-	TL12	-	TL1
		Reprise de verrouillage de trame à U int.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	TL8	TL7	/	TL11	/

Symboles, abréviations et remarque pour les tableaux III-1/G.961 et III-2/G.961

/	Evénement impossible
–	Aucun changement d'état
	Evénement impossible selon la définition du service de couche 1
INFO IU5 + X	Signal en ligne avec message X sur canal CL
INFO IU6 + X	Signal en ligne avec message X sur canal CL
ST.T2	Départ du temporisateur T2
ST.TA	Départ du temporisateur TA
INFO IU6 + EF	Signal en ligne avec message sur canal CL se rapportant à EF à l'interface V ₁ en provenance de TC1.

Remarque – TR1 émet AR au lieu de UAI sur le canal CL.

III.10.6 *Temps d'activation*

Le temps d'activation à partir d'un démarrage à chaud devrait être inférieur à 300 ms.

Dans le cas d'un démarrage à froid, le temps d'activation devrait être inférieur à 4 secondes.

III.11 *Gigue*

Les tolérances relatives à la gigue doivent garantir que les limites stipulées par la Recommandation I.430 sont confirmées par les limites applicables au système de transmission sur lignes locales. Les limites de gigue mentionnées ci-dessous doivent être observées quelle que soit la longueur de la ligne et indépendamment de la présence d'un régénérateur, à condition d'être couvertes par les caractéristiques du moyen de transmission (voir le § 3). Ces limites doivent être respectées quel que soit le schéma des bits transmis sur les canaux B, D et CL.

III.11.1 *Tolérance relative à la gigue sur le signal entrant dans TR*

TR1 respectera les objectifs de performance avec un dérapage/gigue à la valeur maximale indiquée à la figure III-9/G.961 pour une gigue à une seule fréquence entre 1 Hz et 40 kHz superposée à la source du signal de mesure. TR1 doit également respecter les objectifs de performance relatifs au dérapage maximal par jour de 3 IU crête à crête avec un taux maximal de changement de phase de 0,6 IU/heure.

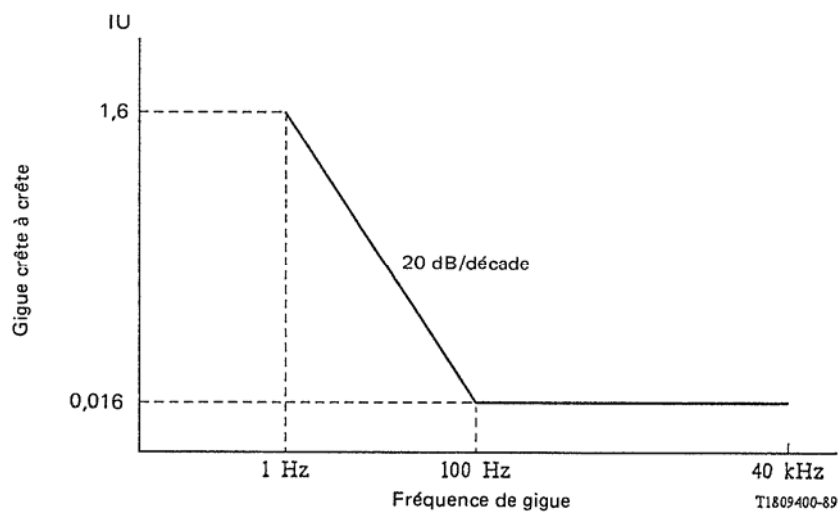


FIGURE III-9/G.961

Gigue minimale admissible sur le signal d'entrée à TR1

III.11.2 *Limite sur la gigue à la sortie de TR*

Avec des dérapages/gigues tels que spécifiés au § II.11.1 superposés au signal entrant dans TR1, la gigue sur le signal émis par TR1 vers le réseau doit être conforme aux indications suivantes:

- a) la gigue doit être égale ou inférieure à 0,08 IU crête à crête et inférieure à 0,02 IU efficace lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-haut ayant une décroissance de 20 dB/décade au-dessous de 100 Hz;
- b) la gigue sur la phase du signal de sortie par rapport à celle sur la phase du signal d'entrée (en provenance du réseau) ne doit pas dépasser 0,08 IU crête à crête ou 0,02 IU efficace lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-bande ayant une décroissance de 20 dB/décade au-dessus de 200 Hz et de 20 dB/décade au-dessous de 0,1 Hz. Cette condition s'applique dans le cas d'une gigue superposée sur la phase du signal d'entrée telle que spécifiée au § III.11.1 pour la gigue sur une seule fréquence au-dessous de 100 Hz.

III.11.3 *Conditions d'essai pour la mesure de la gigue*

Les mesures de gigue ont été exécutées en utilisant des points de mesure.

III.12 *Caractéristiques de sortie des émetteurs de TR1 et de TL*

Les spécifications suivantes s'appliquent avec une impédance de charge de 130 ohms.

III.12.1 *Amplitude des impulsions*

L'amplitude nominale (de zéro à la valeur de crête) de l'impulsion la plus forte doit être de 2 V avec une tolérance de $\pm 10\%$.

III.12.2 *Forme des impulsions*

La forme des impulsions doit être conforme au gabarit de la figure III-10/G.961.

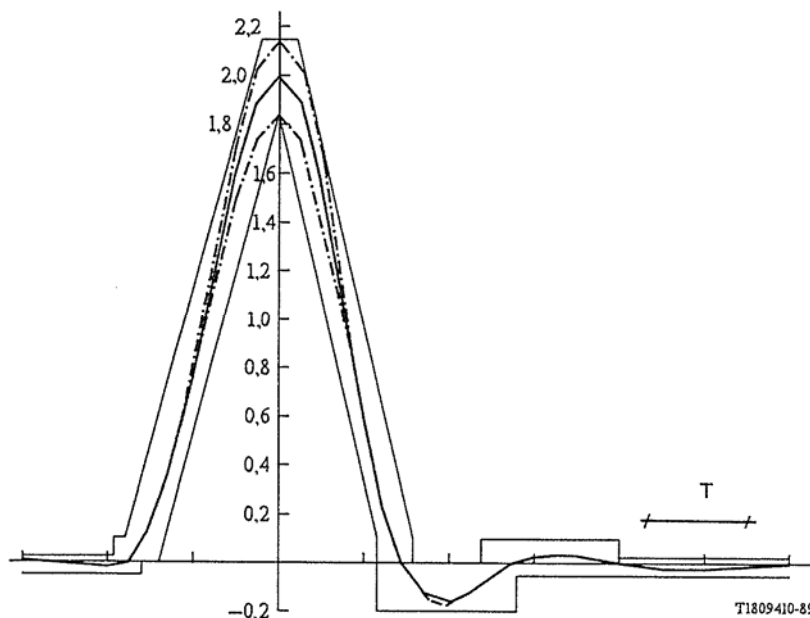


FIGURE III-10/G.961

Gabarit des impulsions émises

III.12.3 *Puissance du signal*

La puissance moyenne du signal est comprise entre 8 dBm et 9 dBm.

III.12.4 *Spectre de puissance*

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance est définie par le gabarit de la figure III-11/G.961.

III.12.5 *Non-linéarité du signal de l'émetteur*

Elle doit être inférieure à 1 %.

III.13 *Terminaison de l'émetteur-récepteur*

III.13.1 *Impédance*

L'impédance nominale d'entrée/sortie respectivement vers TR1 ou vers TL doit être de 130 ohms.

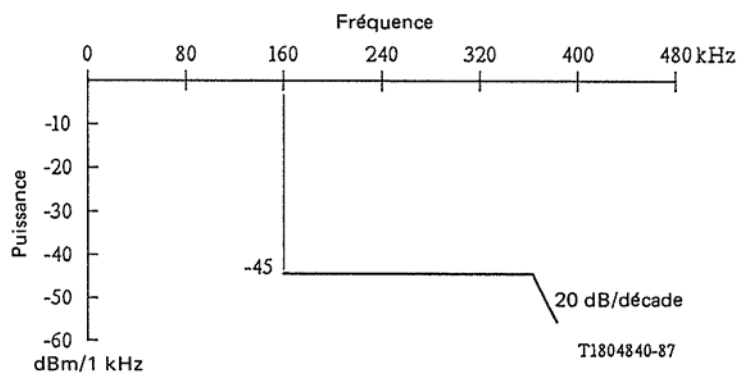


FIGURE III-11/G.961

Gabarit de la densité spectrale de puissance émise

III.13.2 *Affaiblissement d'équilibrage*

L'affaiblissement d'équilibrage de l'impédance doit être supérieur à 11 dB entre 5 et 60 kHz et supérieur à 16 dB entre 60 et 100 kHz.

III.13.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

L'affaiblissement de conversion longitudinale minimal doit avoir la valeur suivante:

- 45 dB jusqu'à 80 kHz;
- 40 dB au-dessus de 80 kHz.

APPENDICE IV

(à la Recommandation G.961)

Caractéristiques électriques d'un système de transmission AMI appliquant la méthode TCM

IV.1 Code en ligne

Le code en ligne est le code AMI dans les deux directions de transmission. Le schéma de codage doit être exécuté de telle sorte qu'un ZÉRO binaire est représenté par une absence de signal en ligne alors qu'un UN binaire l'est alternativement par une impulsion positive ou par une impulsion négative.

IV.2 Débit des symboles

Le débit des symboles est déterminé par le code en ligne, la rapidité du flux d'information et la structure de trame. Le débit des symboles est de 320 kbauds.

IV.2.1 Spécifications de rythme

IV.2.1.1 Précision de l'horloge indépendante de TR1

La précision de l'horloge indépendante de TR1 est de ± 50 ppm.

IV.2.1.2 Tolérance relative au rythme fourni à TR1

TR1 accepte une précision du rythme fourni par TL de ± 10 ppm.

IV.2.1.3 Tolérance relative au rythme à TL

TL accepte une précision du rythme fourni par TC de ± 10 ppm.

IV.3 Structure de trame

La structure de trame contient un mot de verrouillage de trame, N fois $(2B + D)$ et un canal CL.

← 2.5 ms →

Mot de verrouillage de trame	Canal CL	N fois $(2B + D)$	P	Espace
------------------------------	----------	---------------------	---	--------

P Bit de parité: le bit P sert à obtenir un nombre pair de UN binaires dans une trame; à cette fin, il est mis à la valeur binaire UN ou ZÉRO selon que le nombre de UN binaires de la trame est respectivement impair ou pair.

IV.3.1 Longueur des trames

Le nombre N d'intervalles $(2B + D)$ contenu dans une trame est vingt.

IV.3.2 Attribution des bits dans la direction TL vers TR1

La figure IV-1/G.961 représente l'attribution des bits.

IV.3.3 Attribution des bits dans la direction TR1 vers TL

La figure IV-2/G.961, représente l'attribution des bits.

Positions des bits	1~8	9	10	11~13	14~16	XX (remarque)	YY (remarque)	ZZ (remarque)	VV (remarque)	377	378~800
Fonctions	Mot de verrouillage de trame	Bit de contrôle	Bit de verrouillage de multiframe	Bits de contrôle	Bits CRC	Canal B ₁	Canal D	Canal B ₂	Canal D	Bit de parité	Espace (pas de signal en ligne)
		Canal CL									

Remarque – XX = (17 + 18n) jusqu'à (24 + 18n); où n = 0~19.

YY = 25 + 18n ; où n = 0~19.

ZZ = (26 + 18n) jusqu'à (33 + 18n); où n = 0~19.

VV = 34 + 18n ; où n = 0~19.

FIGURE IV-1/G.961

Attribution des bits dans la direction TL vers TR1

Positions des bits	1~8	9	10	11~13	14~16	XX (remarque)	YY (remarque)	ZZ (remarque)	VV (remarque)	377	378~800
Fonctions	Mot de verrouillage de trame	Bit d'information	Bit de verrouillage de multiframe	Bits d'information	Bits CRC	Canal B ₁	Canal D	Canal B ₂	Canal D	Bit de parité	Espace (pas de signal en ligne)
		Canal CL									

Remarque – $XX = (17 + 18n)$ jusqu'à $(24 + 18n)$; où $n = 0 \sim 19$.

$YY = 25 + 18n$; où $n = 0 \sim 19$.

$ZZ = (26 + 18n)$ jusqu'à $(33 + 18n)$; où $n = 0 \sim 19$.

$VV = 34 + 18n$; où $n = 0 \sim 19$.

FIGURE IV-2/G.961

Attribution des bits dans la direction TR1 vers TL

IV.4 *Mot de verrouillage de trame (MVT)*

Le mot de verrouillage de trame sert à attribuer les positions de bits aux canaux $2B + D + CL$. Il peut aussi être utilisé pour d'autres fonctions.

IV.4.1 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TL vers TR1*

Le code pour le mot de verrouillage de trame est «100000M0»; M est un bit alternativement UN et ZÉRO dans chaque trame.

IV.4.2 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TR1 vers TL*

Le code pour le mot de verrouillage de trame est «1000000M»; M est un bit alternativement UN et ZÉRO dans chaque trame.

IV.5 *Procédure de verrouillage de trame*

La procédure de verrouillage de trame est définie ci-dessous.

a) *Etat de verrouillage de trame*

Le système de transmission est considéré comme étant dans l'état de verrouillage de trame si le mot de verrouillage de trame a été identifié dans la même position dans trois trames consécutives.

b) *Etat de perte du verrouillage de trame*

Le système de transmission est considéré comme étant dans l'état de perte de verrouillage de trame si le mot de verrouillage de trame n'a pas été identifié dans la position attendue dans la trame au cours de six trames avant que le mot de verrouillage de trame ne soit identifié dans la position de verrouillage de trame pendant douze trames.

IV.6 *Multitrame*

Pour permettre d'attribuer les bits du canal CL sur plusieurs trames consécutives, on peut utiliser une structure de multitrame. Le début de la multitrame est déterminé par le mot de verrouillage de trame. Le nombre total de trames contenu dans une multitrame est de quatre.

IV.6.1 *Mot de verrouillage de multitrame dans la direction TL vers TR1*

La multitrame est identifiée par le bit de multitrame attribué dans le canal CL. Le code pour le mot de verrouillage de multitrame, qui est défini par les bits de multitrame de quatre trames consécutives dans l'état de verrouillage de trame, est «1000».

IV.6.2 *Mot de verrouillage de multitrame dans la direction TR1 vers TL*

Comme défini au § IV.6.1.

IV.7 *Décalage entre trames dans la direction TL vers TR1 et trames dans la direction TR1 vers TL*

TR1 synchronise sa trame sur la trame reçue dans la direction TL vers TR1 et la transmet avec un décalage. La position de trame relative à l'entrée/sortie de TR1 est définie comme suit. Le premier bit de chaque trame transmise par TR1 vers TL est retardé de 383 à 384 bits par rapport au premier bit de la trame reçue de TL.

IV.8 *Canal CL*

IV.8.1 *Débit binaire*

Le débit binaire du canal CL est de 3,2 kbit/s.

IV.8.2 *Structure*

- a) Trente-deux bits (3,2 kbit/s) sont attribués dans une multitrame à l'usage du canal CL.
- b) Quatre bits (0,4 kbit/s) sont attribués aux bits de verrouillage de multitrame.
- c) Seize bits (1,6 kbit/s) sont attribués aux fonctions de maintenance et de contrôle opérationnel dans la direction TL vers TR1 et à la maintenance et aux fonctions d'information opérationnelle dans la direction TR1 vers TL.
- d) Douze bits (1,2 kbit/s) sont attribués à une fonction de contrôle de redondance cyclique (CRC).

IV.8.3 *Protocoles et procédures*

Les protocoles et procédures de maintenance/commande opérationnelle/information sont les suivants:

- a) les modes de transfert sont axés sur les bits;
- b) les modes d'émission sont continus;
- c) l'identification est confirmée par la réception de bits identiques dans trois multitrames consécutives dans l'état de verrouillage de trame;
- d) la durée des appels de commande est aussi longue que l'identification de la commande d'émission;
- e) la durée des appels d'information est aussi longue que l'identification de l'événement cause.

IV.9 *Embrouillage*

L'embrouillage est appliqué sur les canaux 2B + D, l'algorithme suivant étant utilisé à cette fin:

- dans la direction TL vers TR1: $x^9 \oplus x^5 \oplus 1$
- dans la direction TR1 vers TL: $x^9 \oplus x^5 \oplus 1$

IV.10 *Activation/désactivation*

L'activation/désactivation est définie au § 5 de la Recommandation G.960. Les applications fournies par le système de transmission sont décrites de la façon suivante.

IV.10.1 *Signaux utilisés pour l'activation*

La définition des signaux utilisés pour l'activation/désactivation (SIG) est donnée ci-dessous. Les signaux servant pour le démarrage (aucun bit n'est disponible sur le canal CL) et les bits du canal CL (dans les trames déjà établies) sont définis.

- a) Signaux utilisés pour le démarrage (canal CL non disponible):
 - SIG 0 (TR1 vers TL et TL vers TR1): aucun signal en ligne.
 - SIG 1 (TL vers TR1): un signal qui désactive la ligne et l'interface au point de référence T.
 - SIG 2 (TR1 vers TL): un signal de réveil qui appelle la couche 1 TL qui doit passer à l'état sous tension et permettre l'activation de la ligne et de l'interface au point de référence T. Il est appelé par la réception du signal INFO 1 aux bornes du point de référence T si l'activation vient du côté de l'utilisateur. Ce signal sert aussi comme accusé de réception de réveil pour le signal SIG 3 dans le cas d'une activation venant du côté réseau.
 - SIG 3 (TL vers TR1): un signal de réveil qui appelle la couche 1 TR1 qui doit passer à l'état sous tension et préparer la synchronisation sur un signal arrivant de TL. Ce signal sert aussi d'accusé de réception de réveil pour le signal SIG 2 dans le cas d'une activation venant du côté de l'utilisateur.
 - SIG 4 (TL vers TR1): signal qui contient l'information de verrouillage de trame et qui permet la synchronisation du récepteur de TR1.
 - SIG 5 (TR1 vers TL): signal qui contient l'information de verrouillage de trame et qui permet la synchronisation du récepteur de TL. Il informe TL que TR1 s'est synchronisée sur le signal SIG 4.
- b) Bits du canal CL dans une trame déjà établie:
 - SIG 6 (TL vers TR1): signal qui exige que TR1 établisse toute la capacité de transfert d'information de couche 1 disponible entre TR1 et TL et qui oblige TR1 à activer l'interface T en envoyant le signal INFO 2 par le point de référence T.
 - SIG 7 (TL vers TR1): signal qui exige que TR1 établisse toute la capacité de transfert d'information de couche 1 disponible entre ET et TC en émettant le signal INFO 4 par le point de référence T.
 - SIG 8 (TR1 vers TL): signal qui indique que l'interface au point de référence T est activée et exige que TL fournisse toute la capacité de transfert d'information de couche 1 disponible entre ET et TC. Il est appelé par la réception du signal INFO 3 par le point de référence T.
 - SIG 9 (TL vers TR1): signal qui exige que TR1 établisse toute la capacité de transfert d'information de couche 1 disponible entre TR1 et TL et oblige TR1 à activer la boucle 2.

- SIG 10 (TR1 vers TL): signal qui indique que la boucle 2 est activée dans TR1 et qui oblige TL à fournir toute la capacité de transfert d'information de couche 1 disponible entre TR1 et TL.
- SIG 11 (TL vers TR1 et TR1 vers TL): signal de synchronisation qui contient l'information de verrouillage de trame et les canaux 2B + D + CL.
- SIG 12 (TR1 vers TL): signal qui indique que le récepteur sur le côté interface T de TR1 est passé à l'état de perte de verrouillage de trame.
- SIG 13 (TL vers TR1): signal qui indique que le récepteur sur le côté ligne de TL est passé à l'état de perte de verrouillage de trame et qui contient aussi une fonction telle que le signal SIG 4.
- SIG 14 (TR1 vers TL): signal de synchronisation qui contient l'information de verrouillage de trame et les canaux 2B + D + CL; les bits des canaux 2B + D sont mis à l'état de repos.

Remarque – La définition de l'élément de fonction (EF) au point de référence V₁ est décrite au § 5.4 de la Recommandation G.960. La liste des EF servant à l'activation/désactivation est donnée dans le tableau IV-1/G.961.

TABLEAU IV-1/G.961

Répertoire des éléments de fonction associés aux procédures d'activation/désactivation

EF	Direction	Répertoire
EF 1	TC vers TL	Demande d'activation pour l'interface au point de référence T
EF 5	TC vers TL	Demande de désactivation pour la ligne et l'interface au point de référence T
EF 9	TC vers TL	Demande d'activation pour la boucle 1
EF 8	TC vers TL	Demande d'activation pour la boucle 2
EF 4	TL vers TC	L'interface au point de référence T est activée ou une boucle est établie
EF 3	TL vers TC	La ligne est activée
EF 6	TL vers TC	La ligne et l'interface au point de référence T sont désactivées
EF 7	TL vers TC	Indication d'erreur
EF 2	TL vers TC	Demande de déclenchement du temporisateur T1 dans TC couche 1

IV.10.2 *Définition des temporisateurs internes*

Le temporisateur T2 (voir le § 6 de la Recommandation I.430) se trouve dans la TL de la couche 1.

IV.10.3 *Description de la procédure d'activation*

- a) Activation à partir du côté réseau: voir la figure IV-3/G.961.
- b) Activation à partir du côté usager: voir la figure IV-4/G.961.
- c) Désactivation à partir du côté réseau: voir la figure IV-5/G.961.
- d) Activation de la boucle 2: voir la figure IV-6/G.961.

Remarque 1 – L'activation du seul système de ligne, alors que toute la capacité de transfert d'information est disponible, tandis que l'interface au point de référence T demeure désactivée, n'est pas prévue.

Remarque 2 – Une boucle 1 non transparente dans laquelle aucun signal en ligne n'est transmis au point 2 fils de TL est fournie.

Remarque 3 – Une boucle 2 non transparente sur laquelle INFO 0 est émis par TR1 à l'interface au point de référence T est fournie.

Remarque 4 – L'application d'un répéteur n'est pas possible.

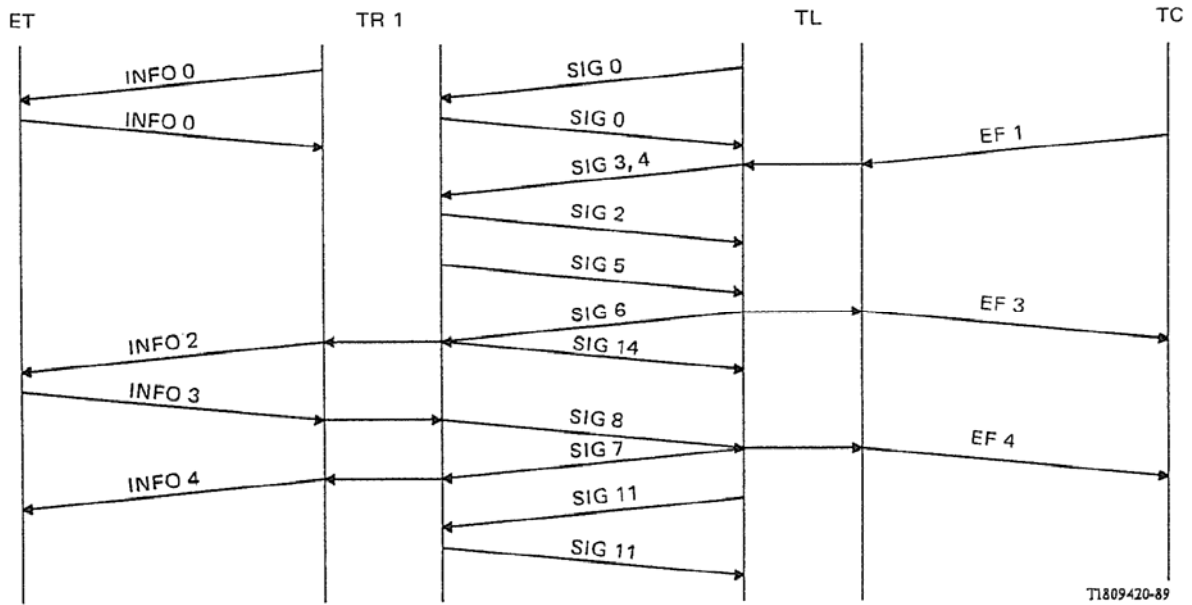


FIGURE IV-3/G.961

Activation depuis le côté réseau

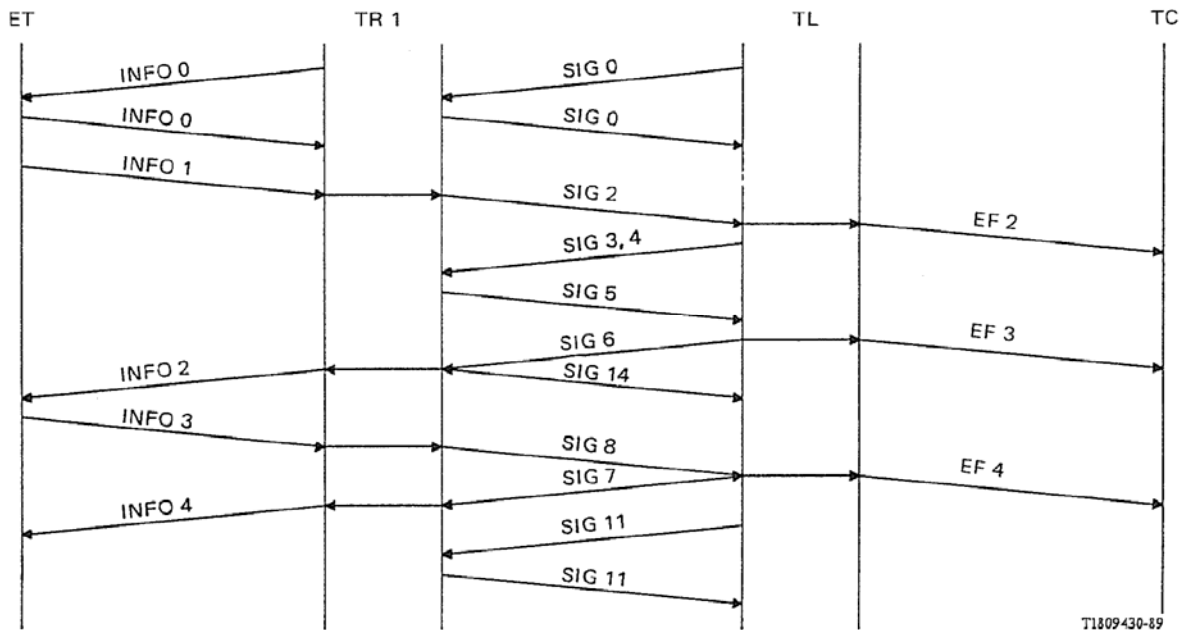


FIGURE IV-4/G.961

Activation depuis le côté usager

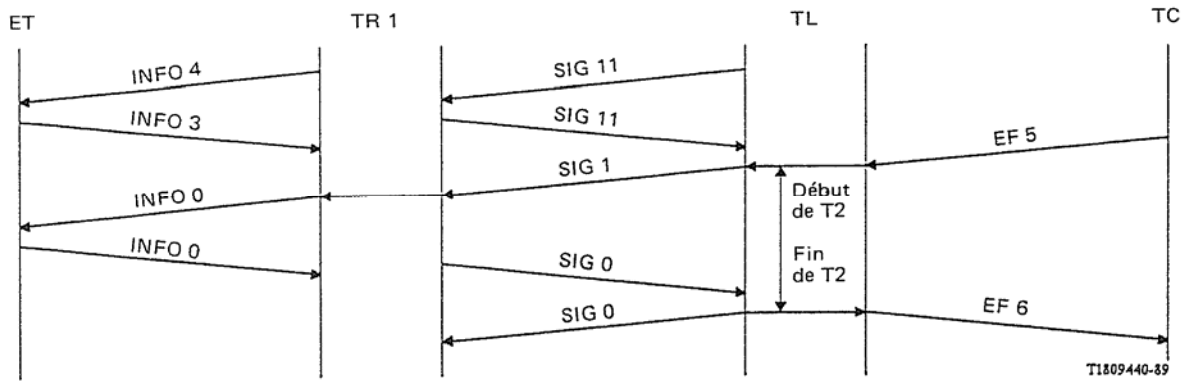


FIGURE IV-5/G.961

Désactivation depuis le côté réseau

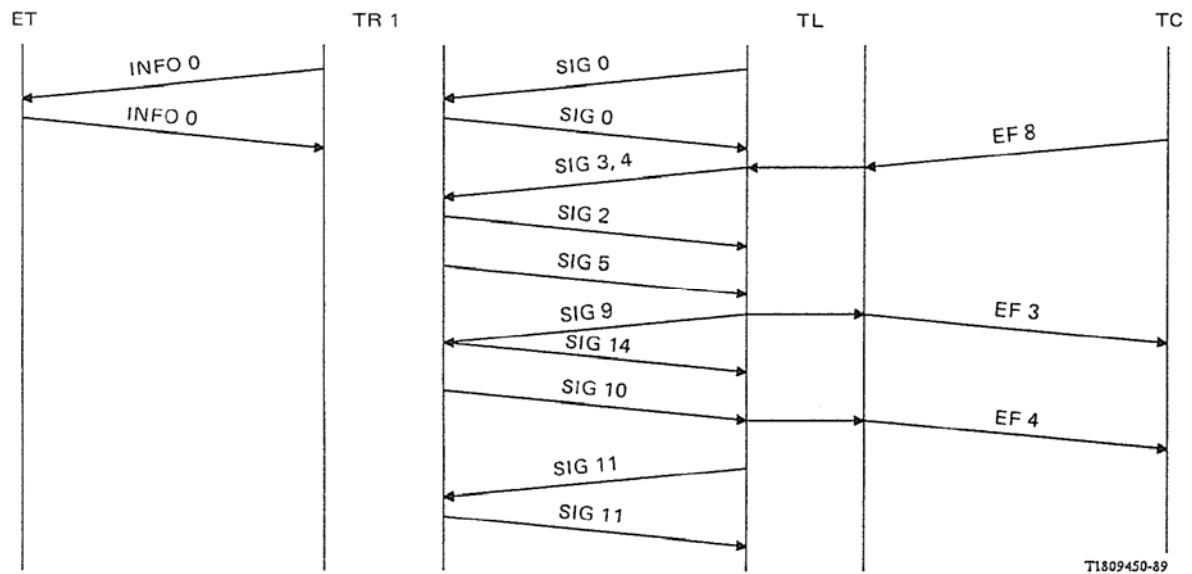


FIGURE IV-6/G.961

Activation de boucle 2

IV.10.4 *Tableau de transition des états de TR1*

Le tableau de transition des états de TR1 en fonction des INFO et des SIG est précisé au tableau IV-2/G.961.

IV.10.5 *Tableau de transition des états de TL*

Le tableau de transition des états de TL en fonction des EF, des SIG et du temporisateur interne T2 est précisé au tableau IV-3/G.961.

TABLEAU IV-2/G.961

Tableau de transition des états de TR1

Événement	Etat	Désactivé	Attente d'activation (aliment.)	Attente d'activation de la ligne côté TR1	Attente d'activation de la ligne côté TL	Ligne activée	Interface T pré-activée	Interface T active	Perte de verrouillage de trame à interface T	Ligne activée	Boucle 2 activée
	Code de l'état										
	Tx										
		TR 1.0	TR 1.1	TR 1.2	TR 1.3	TR 1.4	TR 1.5	TR 1.6	TR 1.7	TR 2.1	TR 2.2
		INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 0	INFO 2	INFO 2	INFO 4	INFO 2	INFO 0	INFO 0
		SIG 0	SIG 2	SIG 2	SIG 5	SIG 14	SIG 8	SIG 11	SIG 12	SIG 14	SIG 10 SIG 11
SIG 1		/	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0	TR 1.0
SIG 3		TR 1.2	TR 1.2	-	-	/	/	/	/	/	/
Ligne côté TR1 activée		/	/	TR 1.3	-	-	-	-	-	-	-
SIG 6		/	/	/	TR 1.4	-	-	-	-	-	-
SIG 7		/	/	/	/	/	TR 1.6	-	-	/	/
SIG 9		/	/	/	TR 2.1	/	/	/	/	-	-
SIG 13		/	/	/	-	TR 1.3	TR 1.3	TR 1.3	TR 1.3	TR 1.3	TR 1.3
Perte de verrouillage de trame à interface T		/	/	/	/	/	TR 1.7	TR 1.7	-	/	/
Perte de verrouillage de trame à ligne côté TR1		/	/	/	TR 1.2	TR 1.2	TR 1.2	TR 1.2	TR 1.2	TR 1.2	TR 1.2
Reception INFO 1		TR 1.1	-	-	-	-	/	/	/	-	-
Réception INFO 3		/	/	/	/	TR 1.5	-	-	TR 1.5	/	/
Boucle 2 établie		/	/	/	/	/	/	/	/	TR 2.2	-

/ Événement impossible

- Pas de changement d'état

TABLEAU IV-3/G.961

Tableau de transition des états de TL

Evéne- ment	Nom de l'état	Désactivé	Attente d'activation de la ligne	Ligne activée	Interface T activée	Attente de désactivation	Perte de verrouillage de trame sur la ligne	Attente d'activation de la ligne	Ligne activée	Boucle 2 activée
	Code de l'état Tx	TL 1.0	TL 1.1	TL 1.2	TL 1.3	TL 1.4	TL 1.5	TL 2.1	TL 2.2	TL 2.3
		SIG 0	SIG 3 SIG 4	SIG 6	SIG 7 SIG 11	SIG 1	SIG 13	SIG 3 SIG 4	SIG 9	SIG 11
SIG 2		EF 2 TL 1.1	–	–	/	/	–	–	/	/
Ligne pleinement active		/	EF 3 TL 1.2	–	–	–	EF 3 TL 1.2	EF 3 TL 2.2	–	–
SIG 8		/	/	EF 4 TL 1.3	–	–	/	/	/	/
SIG 10		/	/	/	/	/	/	/	EF 4 TL 2.3	–
Perte de verrouillage de trame sur la ligne		/	/	EF 7 TL 1.5	EF 7 TL 1.5	–	–	/	EF 7 TL 2.1	EF 7 TL 2.1
SIG 12		/	/	/	EF 7 TL 1.2	–	/	/	/	/
Expiration du temporisateur T2		/	/	/	/	TL 1.0	/	/	/	/
EF 1		TL 1.1	/	/	/	/	/	/	/	/
EF 5		/	Démarrage T2 TL 1.4	Démarrage T2 TL 1.4	Démarrage T2 TL 1.4	/	Démarrage T2 TL 1.4	Démarrage T2 TL 1.4	Démarrage T2 TL 1.4	Démarrage T2 TL 1.4
EF 8		2.1	/	/	/	/	/	/	/	/

/ Evénement impossible

– Pas de changement d'état

IV.10.6 *Temps d'activation*

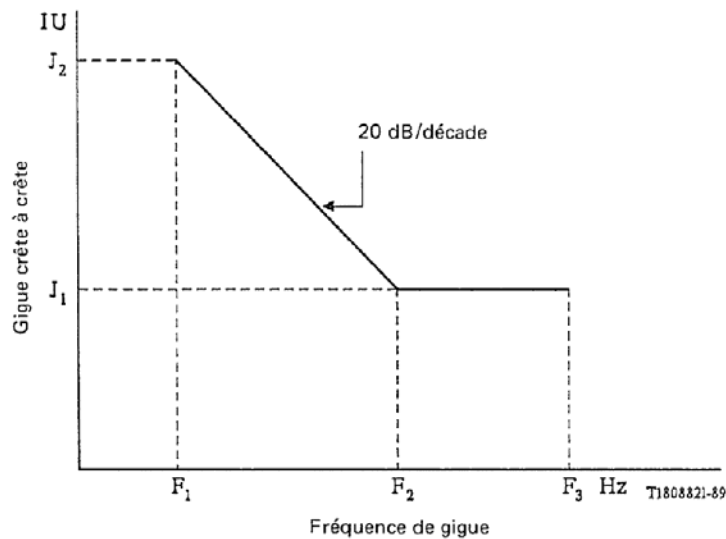
Voir les § 5.5.1 et 5.5.2 de la Recommandation G.960.

IV.11 *Gigue*

La tolérance relative à la gigue vise à garantir que les limites de la Recommandation I.430 sont confirmées par les limites de gigue du système de transmission sur les lignes locales. Les limites de gigue ci-dessous doivent être observées quelle que soit la longueur de la ligne et que cette dernière comporte ou non un régénérateur, sous réserve qu'elle soit couverte localement par les caractéristiques du moyen de transmission (voir le § 3). Ces limites doivent être respectées indépendamment du schéma des bits sur les canaux B, D et CL.

IV.11.1 *Tolérance relative à la gigue sur le signal d'entrée dans TR1*

TR1 doit respecter les objectifs de qualité de transmission lorsque le dérapage/la gigue ont les valeurs maximales indiquées à la figure IV-7/G.961 dans le cas de la gigue à une seule fréquence entre 3 Hz et 80 kHz superposée à la source du signal d'essai. TR1 doit également respecter les objectifs de qualité de transmission avec un dérapage de 1,0 IU crête à crête par jour, le taux maximal de changement de phase étant de 1,0 IU/heure.



$$1 \text{ IU} = \frac{1}{320 \text{ kHz}} = 3,125 \mu\text{s}$$

F ₁	F ₂	F ₃	J ₁	J ₂
3 Hz	30 Hz	80 kHz	0,1 IU	1,0 IU

FIGURE IV-7/G.961

Gigue minimale admissible sur le signal d'entrée à TR1

IV.11.2 *Limites de gigue à la sortie*

Avec le dérapage/la gigue spécifiée au § IV.11.1 superposée au signal d'entrée dans TR1, la gigue sur le signal émis par TR1 vers le réseau doit être conforme aux spécifications suivantes:

- a) La gigue doit être égale ou inférieure à 0,1 IU crête à crête et inférieure à 0,25 IU efficace lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-haut ayant une décroissance de 20 dB/décade au-dessous de 90 Hz.

- b) La gigue sur la phase du signal de sortie par rapport à la phase du signal d'entrée (en provenance du réseau) ne doit pas excéder 0,12 IU crête à crête ou 0,25 IU efficace lorsqu'elle est mesurée avec un filtre passe-bande ayant une décroissance de 20 dB/décade au-dessus de 90 Hz et une décroissance de 20 dB/décade au-dessous de 0,3 Hz. Ces spécifications s'appliquent avec une gigue superposée sur la phase du signal d'entrée, ainsi qu'il est spécifié au § IV.11.1 pour la gigue sur une seule fréquence jusqu'à F_2 Hz.

IV.11.3 Conditions d'essai pour les mesures de gigue

En raison de la transmission bidirectionnelle sur 2 fils et des graves perturbations entre symboles, aucune transition de signaux bien définie n'est disponible au point 2 fils de TR1.

Remarque – Deux solutions possibles sont proposées:

- un point d'essai dans TR1 est prévu pour la mesure de la gigue sur un signal non perturbé;
- un émetteur-récepteur de TL normalisé, y compris une ligne locale artificielle, est défini comme appareil d'essai.

IV.12 Caractéristiques de sortie de l'émetteur de TR1 et TL

Les spécifications suivantes s'appliquent avec une impédance de charge de 110 ohms.

IV.12.1 Amplitude des impulsions

L'amplitude nominale (de zéro à la valeur de crête) de l'impulsion la plus forte doit être de 6 V avec une tolérance de $\pm 10\%$.

IV.12.2 Forme des impulsions

La forme des impulsions doit correspondre au gabarit de la figure IV-8/G.961.

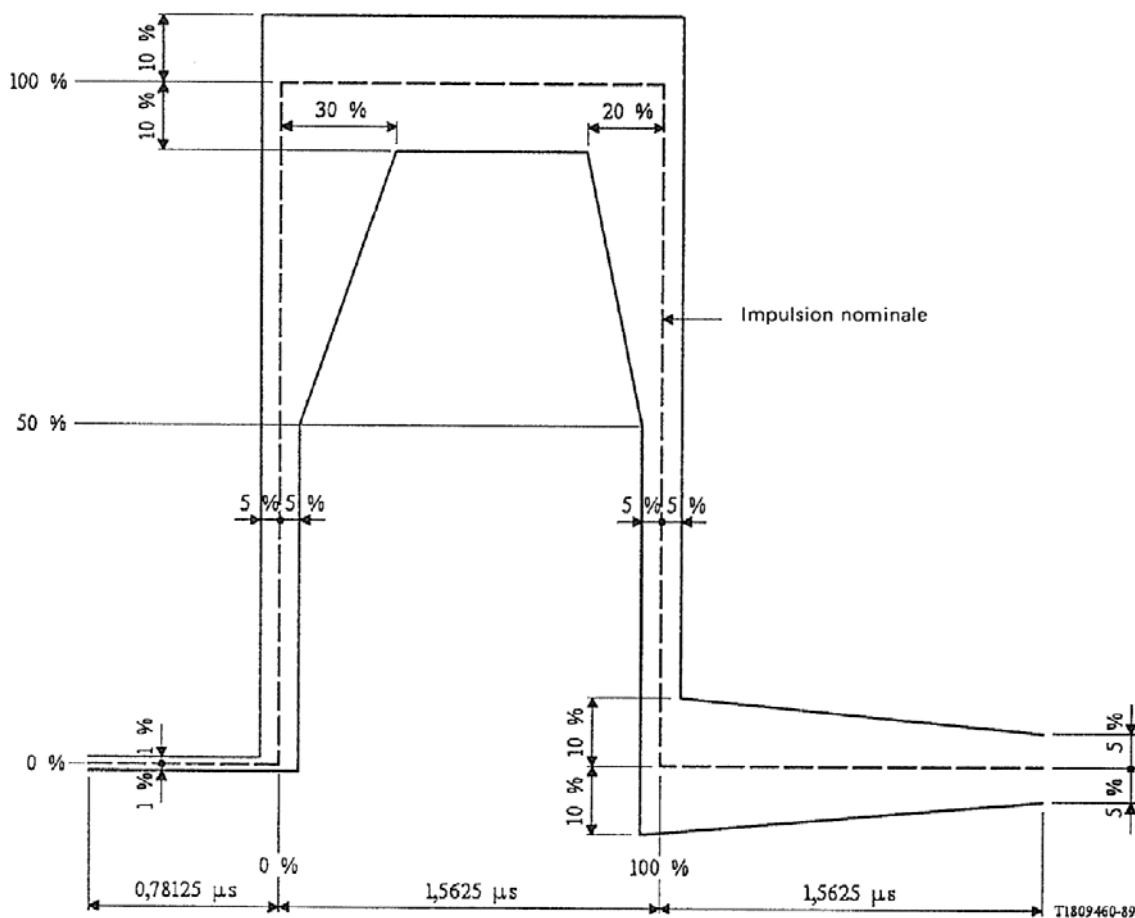


FIGURE IV-8/G.961

Gabarit des impulsions à la sortie de l'émetteur

IV.12.3 Puissance du signal

La puissance moyenne du signal doit être comprise entre 14,5 dBm et 17,1 dBm.

IV.12.4 Spectre de puissance

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance doit être définie par le gabarit de la figure V-9/G.961.

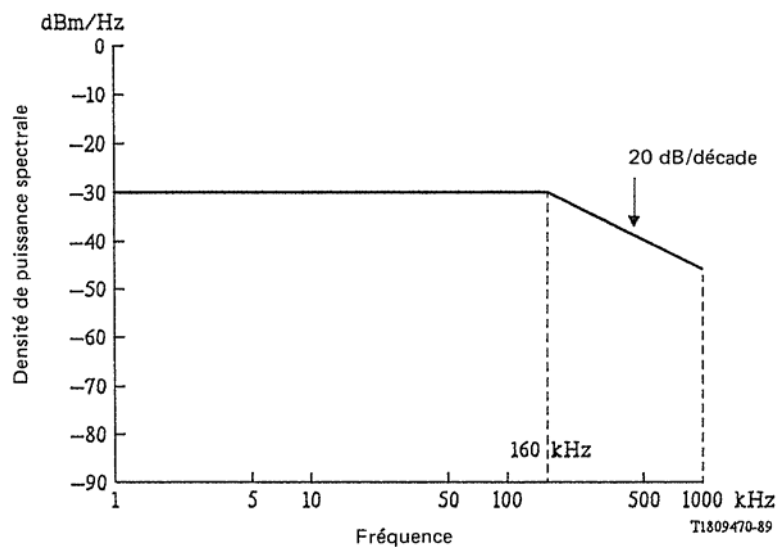


FIGURE IV-9/G.961

Limite supérieure de la densité spectrale de puissance du signal

IV.12.5 Non-linéarité du signal de l'émetteur

Cette non-linéarité mesure l'écart par rapport à l'amplitude idéale des impulsions et à leur non-linéarité individuelle.

L'écart entre les amplitudes positives et négatives des impulsions doit être inférieur à 5%.

La méthode de mesure fera l'objet d'études complémentaires.

IV.13 Terminaison de l'émetteur/récepteur

IV.13.1 Impédance

- L'impédance d'entrée nominale en direction de TR1 ou de TL doit être de 110 ohms.
- L'impédance de sortie nominale en direction de TR1 ou de TL doit être de 30 ohms en présence d'impulsions sortantes et de 110 ohms en l'absence de telles impulsions.

IV.13.2 Affaiblissement d'équilibrage

L'affaiblissement d'équilibrage de l'impédance doit être plus fort que la valeur indiquée sur le gabarit de la figure IV-10/G.961.

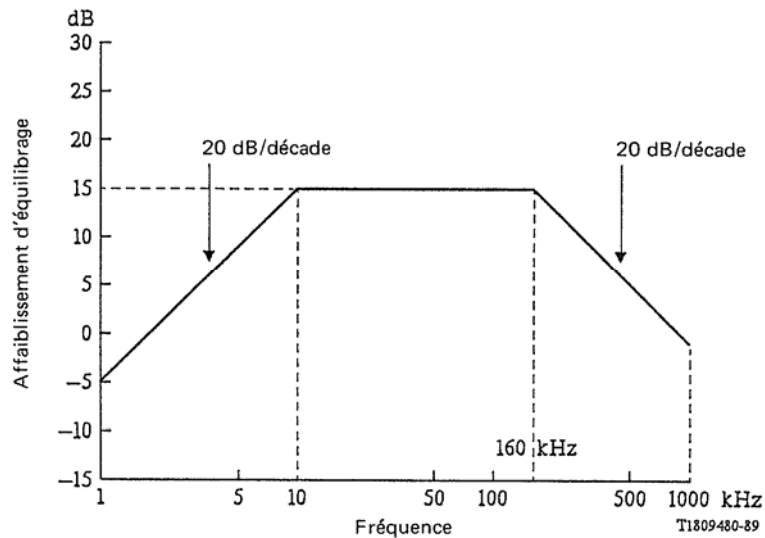


FIGURE IV-10/G.961

Affaiblissement d'équilibrage minimal de l'impédance

IV.13.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

La valeur minimale de l'affaiblissement de conversion longitudinale doit être plus forte que celle indiquée sur le gabarit de la figure IV-11/G.961.

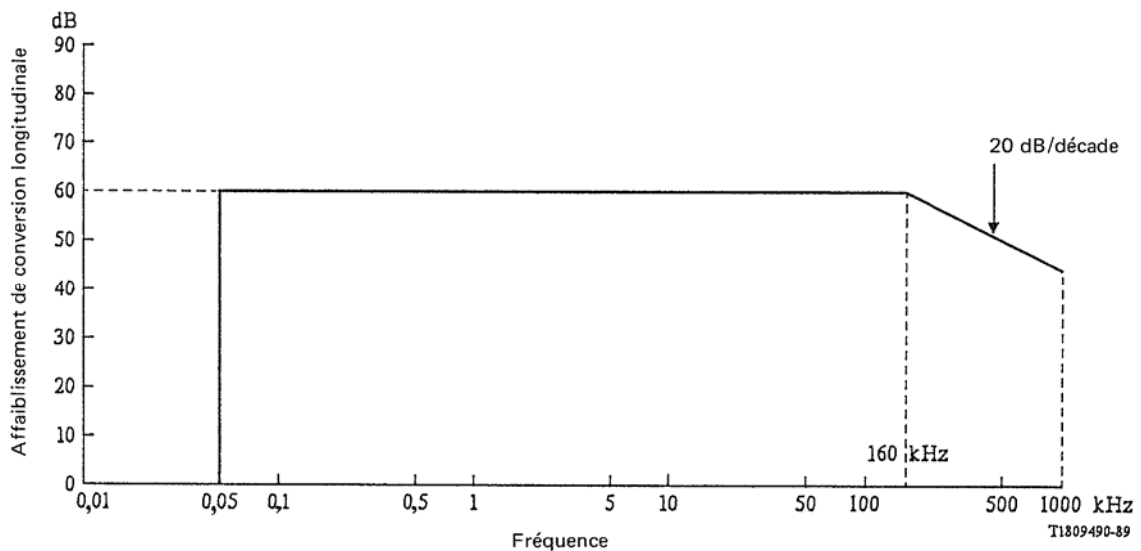


FIGURE IV-11/G.961

Affaiblissement de conversion minimale

**Système de ligne numérique pour l'accès au RNIS
au débit de base avec code en ligne biphase binaire****V.0** *Caractéristiques électriques*

Le présent appendice décrit un système de transmission transparent à 160 kbit/s utilisant des techniques d'annulation d'écho. Le débit de transmission permet d'accepter deux canaux B de 64 kbit/s et un canal D de 16 kbit/s tels qu'ils sont définis dans la Recommandation I.412. La capacité restante de 16 kbit/s permet l'information de verrouillage de trame et une voie auxiliaire.

L'embrouillage des données est exécuté sur la totalité des données réunies en trames au moyen de divers polynômes dans les commutateurs et aux extrémités des abonnés. Un codage biphase est utilisé pour le code en ligne. Le signal codé est filtré et transmis à la ligne à un débit de symboles de 160 kbauds. Les transitions d'éléments de signalisation biphase permettent l'extraction du rythme déduit des données avec une gigue peu importante, l'égalisation pouvant être accomplie par une courte structure de décision par réaction. La prise de décision binaire assure la meilleure immunité contre les perturbations entre symboles et l'écho résiduel et simplifie la conception du récepteur car elle ne nécessite pas de référence CAG/décision.

V.1 *Code en ligne*

Il s'agit d'un code biphase dans les deux directions de transmission de la ligne. Le schéma de codage appliqué est le suivant.

Le ZÉRO binaire est représenté par une transition négative au milieu de la période du bit.

Le UN binaire est représenté par une transition positive au milieu de la période du bit.

Des transitions à la limite du bit se produisent lorsque des bits de données binaires sont identiques.

Le signal binaire codé est alors mis en forme afin d'éliminer les composantes haute fréquence par filtrage.

V.2 *Débit de symboles*

Le débit de symboles est déterminé par le code en ligne, le débit binaire du flux d'information et la structure de trame. Il est de 160 kbauds.

V.2.1 *Spécifications relatives au rythme***V.2.1.1** *Précision de l'horloge indépendante de TR1*

La précision de l'horloge indépendante de TR1 est de ± 230 ppm.

V.2.1.2 *Tolérance sur le rythme de TL*

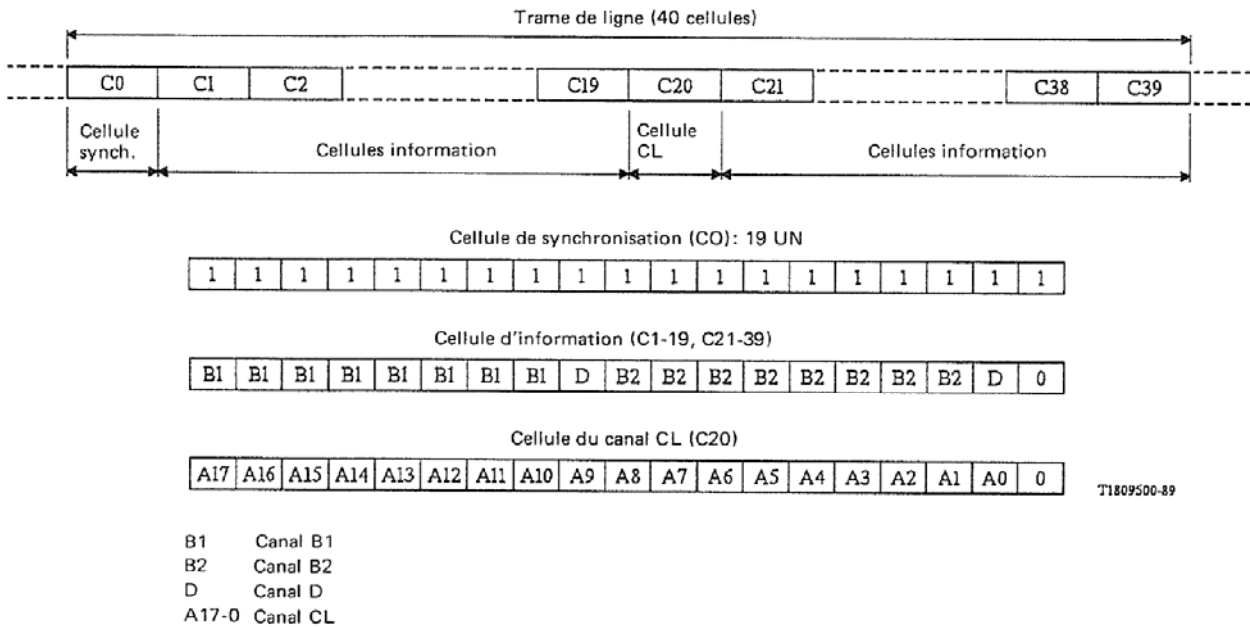
TR1 et TL doivent accepter une précision de rythme en provenance de TL de ± 50 ppm, conformément à la Recommandation G.703.

V.3 *Structure de trame*

La structure de trame contient un mot de verrouillage de trame, N fois ($2B + D$) et un canal CL.

Comme l'indique la figure V-1/G.961, une trame de ligne est définie comme composée de 40 cellules C0 à C39 contenant chacune 19 bits au débit binaire de transmission. La cellule 0 contient un schéma de synchronisation de trame.

Les cellules C1 à C19 et C21 à C39 contiennent les canaux d'abonné B1, B2 et D. La cellule 20 contient un canal CL.



Remarque — L'ordre de transmission va de la gauche vers la droite.

FIGURE V-1/G.961

Structure de trame

V.3.1 *Longueur des trames*

La structure définie pour la trame et le débit en ligne conduisent à une trame de 760 bits d'une durée de 4,75 ms.

V.3.2 *Attribution des bits dans la direction TL vers TRI*

Comme définie au § V.3.

V.3.3 *Attribution des bits dans la direction TRI vers TL*

Comme définie au § V.3.

V.4 *Mot de verrouillage de trame*

V.4.1 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TL vers TRI*

Le mot de verrouillage de trame occupe la cellule C0 de la structure de trame et il consiste en 19 UN consécutifs, ce qui est unique dans la séquence des bits de la trame et qui est garanti par une définition des 9^e bits des cellules C1 à C39 de façon qu'ils aient constamment la valeur ZÉRO.

V.4.2 *Mot de verrouillage de trame dans la direction TRI vers TL*

Comme défini au § V.4.1.

V.5 *Procédure de verrouillage de trame*

Un schéma de verrouillage de trame de 20 bits se composant de 19 UN consécutifs précédés d'un ZÉRO doit être recherché dans le flux de données qui arrive. Le verrouillage de trame est défini comme la réception correcte de trois trames consécutives contenant le schéma de verrouillage de trame dans les positions prévues à l'intérieur de ces trames.

V.5.1 *Surveillance du verrouillage de trame*

La perte du verrouillage de trame est définie comme la détection de trois trames consécutives contenant chacune une ou plusieurs erreurs dans le schéma de verrouillage de trame. La surveillance du verrouillage de trame doit être permanente.

V.5.2 *Détection de la polarité de ligne*

Dans TR1 existe un mécanisme de détection automatique de la polarité de ligne. Un temporisateur de 80 ms n'est déclenché que par une transition d'inactif à actif du signal de détection du signal en ligne en provenance du système de transmission. Ce temporisateur est maintenu à l'état de réinitialisation lorsque le verrouillage de trame est réalisé. Son expiration provoque une inversion de la polarité des données arrivantes et sortantes. Une fois la polarité de ligne déterminée, elle est conservée comme polarité initiale pour les opérations de détection subséquentes. La durée de temporisation de 80 ms est choisie pour tenir compte de la convergence du système de transmission et du temps nécessaire à la réalisation du verrouillage de trame.

Pour éviter la duplication du schéma de verrouillage de trame par une séquence de données dans un flux de données à la suite d'une ligne inversée, les canaux B1, B2 et D dans la direction TL vers TR1 sont réglés entièrement à UN pendant cette partie de la procédure d'activation avant que des données opérationnelles ne leur soient transférées. De plus, au moins un bit de la voie auxiliaire doit aussi être mis à UN pendant la procédure d'activation.

V.6 *Multitrame*

Il n'y a pas de structure de multitrame.

V.7 *Décalage entre trames dans la direction TL vers TR1 et trames dans la direction TR1 vers TL*

A TR1, les trames dans la direction TL vers TR1 et celles dans la direction TR1 vers TL peuvent être dans un état d'alignement quelconque, mais TL doit s'aligner sur le décalage des trames reçues de la ligne par rapport aux trames transmises à la ligne.

V.8 *Canal CL*

Le canal CL a pour but de transférer l'information de maintenance ainsi que les drapeaux données valides et prêt pour les données.

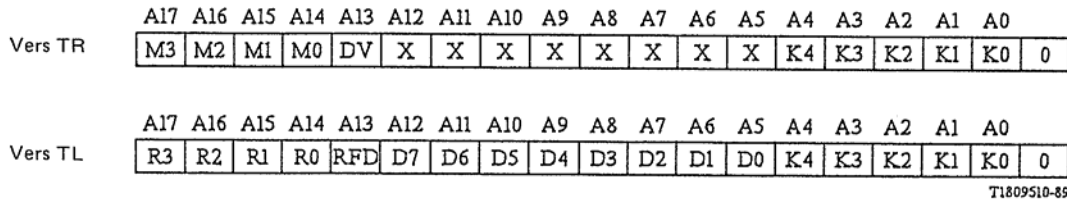
V.8.1 *Débit binaire*

Le canal CL a un débit binaire de 3,8 kbit/s.

V.8.2 *Structure*

La figure V-2/G.961 montre le format du canal CL dans les deux directions TL vers TR1 et TR1 vers TL; il se divise entre les types de domaines suivants:

- a) M3-0: domaine de 4 bits pour le transfert d'une commande de maintenance vers une terminaison de transmission éloignée dont l'identité est incluse dans le codage de la commande;
- b) R3-0: domaine de 4 bits pour le transfert d'une réponse de maintenance vers TL;
- c) DV: drapeau données valides qui indique que dans la direction TL vers TR1 les canaux B1, B2 et D contiennent des données opérationnelles;
- d) RFD: drapeau prêt pour les données qui indique que dans la direction TR1 vers TL les canaux B1, B2 et D contiennent des données opérationnelles;
- e) D7-0: domaine de 8 bits pour le transfert des données de maintenance qui peuvent être associées à une réponse de maintenance;
- f) K4-0: code de contrôle cyclique de 5 bits qui intervient en réponse aux bits A17 à A5 compris de la cellule auxiliaire.



- A17-0 Position des bits dans une cellule du canal CL (voir la figure V-1/G.961)
- M3-0 Commande de maintenance
- R3-0 Réponse de maintenance
- DV Drapeau de données valides
- RFD Drapeau prêt pour les données
- D7-0 Données de maintenance
- KA-0 Contrôle cyclique
- X Inutilisé (mis à UN)

FIGURE V-2/G.961

Format du canal CL

V.8.3 *Protocoles et procédures*

Les opérations de maintenance sont basées sur un protocole commande/réponse d'écho répétitif. Une opération de maintenance débute par la transmission continue de la commande de maintenance requise par TL. Lorsque la terminaison appropriée reçoit la commande validée, elle est continuellement renvoyée en écho vers TL en guise de réponse de maintenance et la commande est traduite en action. Si la commande demande des données, ces dernières sont transmises simultanément dans le domaine données de maintenance. La terminaison continue à renvoyer en écho la commande et à fournir des données tant qu'elle ne reçoit pas les commandes validées appropriées. Dans le cas de réponses non accompagnées de données, le domaine données de maintenance est non défini. TL admet que l'opération de maintenance est achevée lorsqu'elle reçoit une réponse validée correspondant à la commande transmise.

Des boucles sont appliquées au moyen de commandes de maintenance et les données de qualité de transmission du système sont retournées à l'aide du domaine données de maintenance. Des opérations de maintenance peuvent être exécutées chaque fois que la section numérique est activée.

V.8.4 *Sécurité*

Un mécanisme de sécurité intervient en réponse aux bits A17 à A0 compris du canal CL.

La procédure de validation comprend deux étapes:

- a) un code à redondance cyclique de 5 bits K4-0 utilisant les bits A17 à A5 compris du canal CL. Le générateur de code est:

$$g(x) = (1 \oplus x) (1 \oplus x \oplus x^4)$$

Il s'agit d'un code de Hamming qui permet la détection d'erreur sur un bit isolé et la correction d'erreur sur un bit isolé;

- b) une série de bits du canal CL A17 à A5 n'est acceptée comme valable que si les bits en ont été vérifiés/corrigés avec succès et s'ils correspondent aux deux séries précédentes vérifiées et corrigées avec succès. A noter que ces trois séries ne proviennent pas nécessairement de trames de ligne consécutives.

V.9 *Embrouillage*

L'ensemble du flux de données binaires réunies en trames est embrouillé de la façon suivante:

- a) Polynôme d'embrouillage TR1 vers TL

$$1 \oplus x^{-14} \oplus x^{-15}$$

b) Polynôme d'embrouillage TL vers TR1

$$1 \oplus x^{-1} \oplus x^{-15}$$

(\oplus = OU EXCLUSIF)

V.10 Activation/désactivation

Un bit du canal CL est attribué pour utilisation au cours des procédures d'activation et de désactivation. Il s'agit du drapeau données valides dans la direction TL vers TR1 et du drapeau prêt pour les données dans la direction TR1 vers TL. Ces bits ne sont pas inclus dans le protocole de maintenance décrit ci-dessus et agissent comme indications non sollicitées.

V.10.1 Signaux utilisés pour l'activation/désactivation

Les signaux (SIG) utilisés pour l'activation/désactivation sont:

Direction TL vers TR1

Signal	Mot de verrouillage	2B + D	M	DV	K
I0	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
I2	Normal	1	1	0	Normal
I4	Normal	Normal	Normal	1	Normal

Direction TR1 vers TL

Signal	Mot de verrouillage de trame	2B + D	R	RFD	D0-D7	K
I0	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
I1	0	0	0	0	0	0
I31	Normal	0	1	0	Normal	Normal
I3	Normal	Normal	Normal	1	Normal	Normal

V.10.2 Définition des temporisateurs internes

Les temporisateurs suivants se trouvent dans TL:

- le temporisateur 2 (T2) empêche la réactivation involontaire par ET;
- le temporisateur A (TA) est déclenché si SIG I31 arrive en provenance de l'état actif (TL4) de la couche 1; il indique la perte de SIG I3 qui, s'il n'est pas reçu avant l'expiration du temporisateur A, entraîne une désactivation;
- le temporisateur B (TB) est déclenché en cas de perte de verrouillage de trame. Si la reprise du verrouillage de trame n'est pas réalisée avant l'expiration du temporisateur B, une désactivation est entreprise.

La durée des temporisateurs internes sera étudiée ultérieurement.

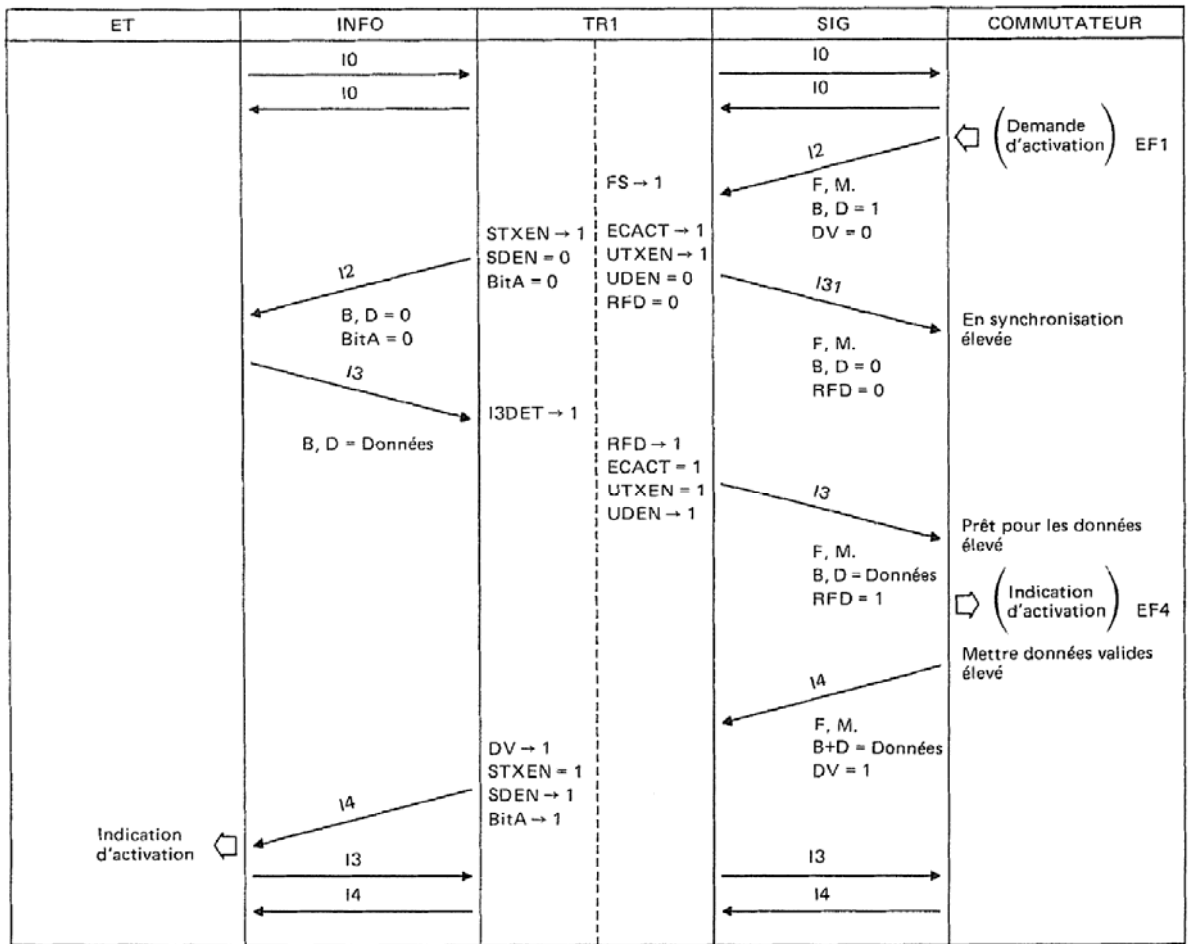
V.10.3 Description des procédures d'activation/désactivation

La figure V-3/G.961 (feuillet 1 sur 3) illustre la méthode d'activation par le réseau. La DEMANDE ACTIVATION PH cause l'envoi de SIG I2 du réseau vers TR1 qui passe à l'état détection du signal en ligne et synchronisation de trame. TR1 envoie alors simultanément INFO 2 vers ET et SIG I31 vers le réseau. En temps opportun, le réseau passe à l'état synchronisé et ET répond à INFO 2 par INFO 3. TR1 signale ce dernier événement au réseau par l'envoi de SIG I3. Au réseau, cet envoi entraîne une indication d'activation. Le réseau répond par l'envoi de SIG I4 vers TR1. A réception de ce signal, TR1 envoie INFO 4 vers ET, ce qui met fin à la procédure d'activation.

La figure V-3/G.961 (feuillet 2 sur 3) illustre l'activation depuis le côté usager. Le processus d'activation est fondamentalement semblable à celui de l'activation par le réseau, sauf que le processus débute par l'envoi d'INFO 1 par ET. Dans ce cas, TR1 lance le processus en émettant SIG I1 vers le réseau qui passe alors à l'état détection du signal en ligne. Le réseau envoie SIG I2 vers TR1. A partir de là, le processus est le même que celui décrit ci-dessus.

La figure V-3/G.961 (feuillet 3 sur 3) illustre la méthode de désactivation. Une demande de désactivation provoque l'arrêt de la transmission du réseau vers TR1 (SIG I0). Après avoir détecté SIG I0, TR1 retourne SIG I1 vers le réseau et INFO 0 vers ET, lequel répond en retournant INFO 0 vers TR1. Après l'avoir reçu, TR1 cesse d'émettre vers le réseau (SIG I0). Au réseau, cela provoque une indication de désactivation, ce qui met fin à la procédure de désactivation.

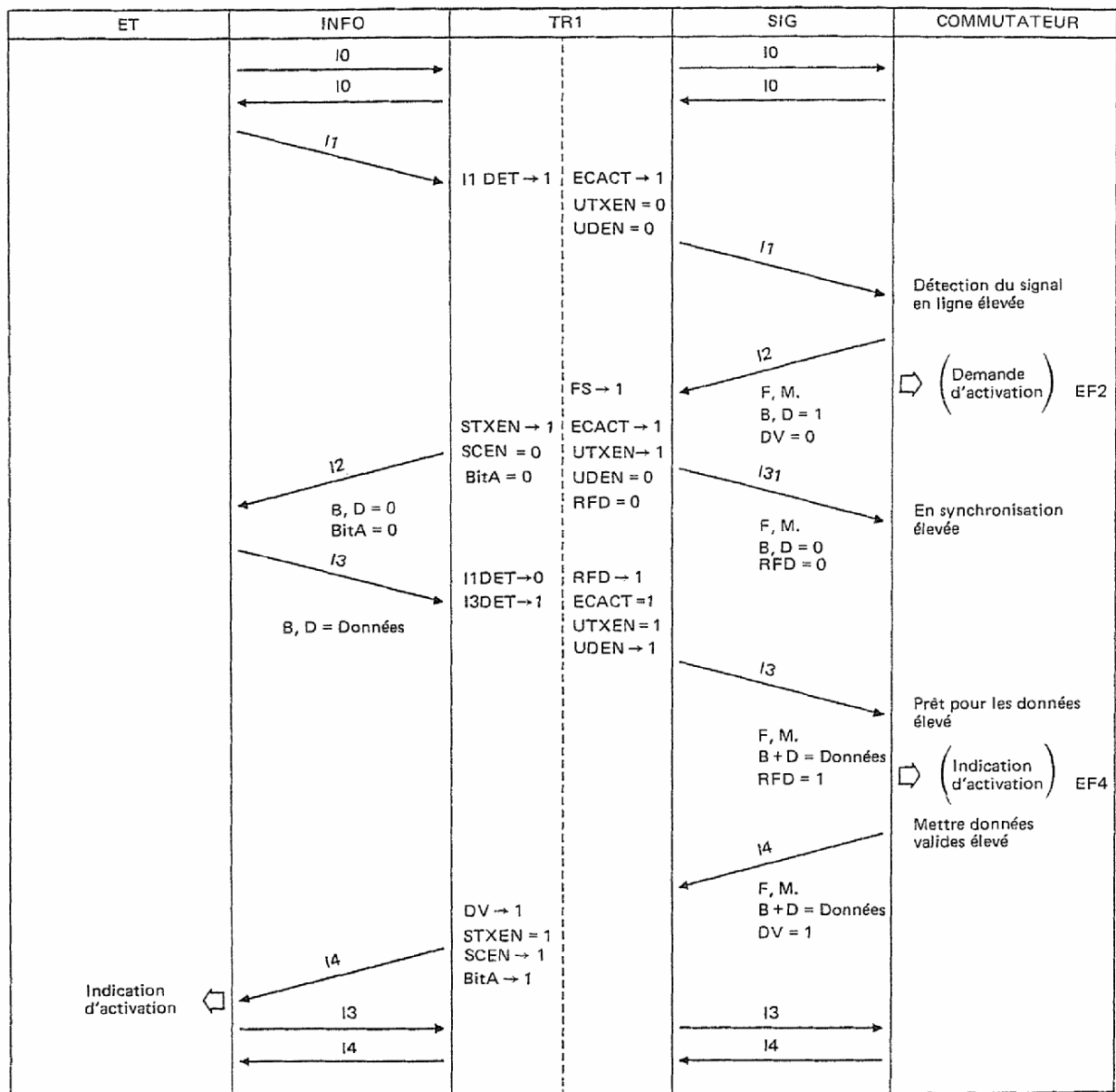
Les définitions des SIG sont données au § V.10.1. Le lecteur trouvera celles des INFO dans la Recommandation I.430.



T1809570-89

FIGURE V-3/G.961 (feuillet 1 sur 3)

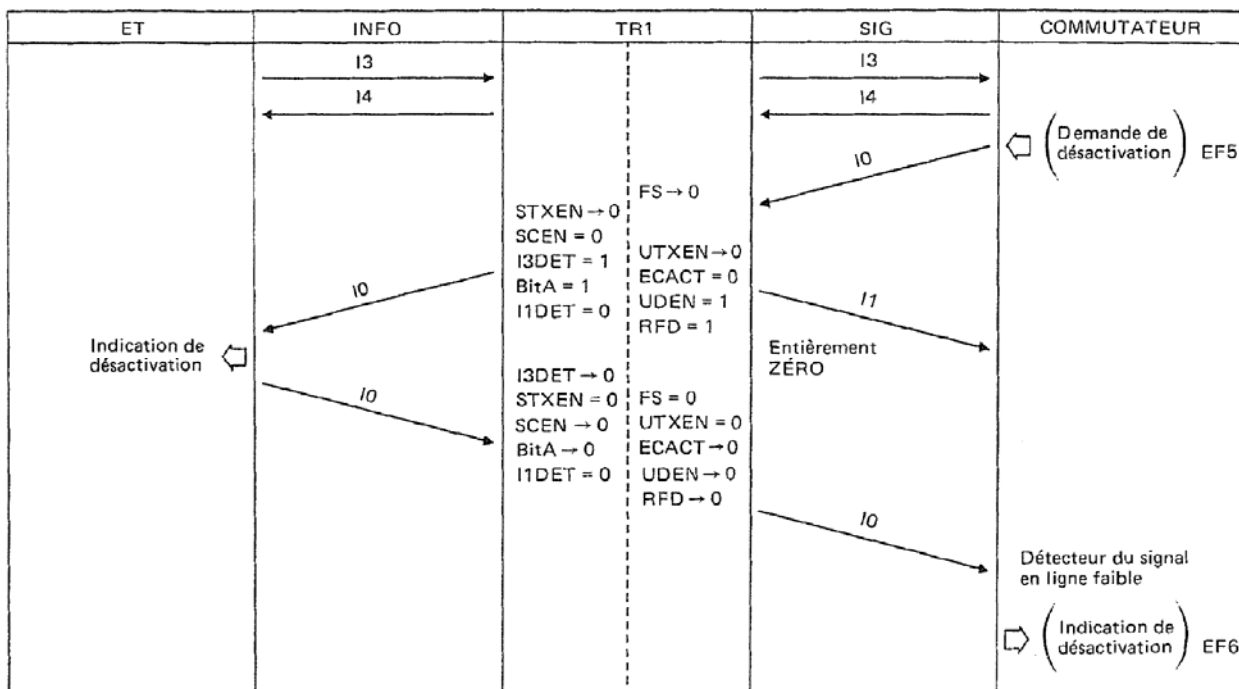
Activation à partir du côté réseau – Activation initiée par le commutateur



T1809530-89

FIGURE V-3/G.961 (feuillet 2 sur 3)

Activation à partir du côté usager – Activation initiée par le terminal



T1209540-89

FIGURE V-3/G.961 (feuillet 3 sur 3)

Désactivation

V.10.4 *Tableau de transition des états de TR1 en fonction des INFO et SIG*

Voir le tableau V-1/G.961.

V.10.5 *Tableau de transition des états de TL en fonction des EF, SIG et des temporisateurs internes*

Voir le tableau V-2/G.961.

V.10.6 *Temps d'activation*

Système de transmission sur câble à paires métalliques.

Temps d'activation maximal qui suit immédiatement une désactivation (sans action de bouclage ou de mise sous tension intermédiaire):

- a) sans régénérateur: 100 ms;
- b) avec régénérateur: 200 ms.

Temps d'activation maximal après mise sous tension de la ligne:

- a) sans régénérateur: 250 ms;
- b) avec régénérateur: 500 ms.

V.11 *Gigue*

Les tolérances concernant la gigue visent à garantir que les limites de la Recommandation I.430 sont confirmées par les limites de la gigue du système de transmission pour les lignes locales.

TABLEAU V-1/G.961

Tableau de transition des états pour l'activation/désactivation de TR1

Etats		TR1	TR2	TR3	TR4	TR5
		Désactivation	Activation en instance	Activation du système	Attente de données valides	Activation couche 1
Evénements	SIG transmis	I0	I1	I31	I3	I3
SIG reçu	I0 (Demande de désactivation)	–	–	I0 TR1	I0 TR1	I0 TR1
	I2 (Demande d'activation)	I2 TR3	I2 TR3	–	–	I2 TR3
	I4 (Données valides)	/	I2 TR3	/	I4 TR5	–
En provenance d'ET	I0 (Indication de désactivation)	–	I0 TR1	–	– TR3	I2 TR3
	I1 (Demande d'activation)	– TR2	–	/	/	/
	I3 (Indication d'activation)	– TR2	–	– TR4	–	–

– Pas de changement

/ Impossible

TABLEAU V-2/G.961

Tableau de transition des états pour l'activation/désactivation de TL

Etats		LT1	LT2	LT3	LT4	LT5	LT6
		Désactivation	Attente d'activation du système	Activation du système	Activation couche 1	Perte de verrouillage de trame	Attente de désactivation
Evénements	SIG transmis	I0	I2	I2	I4	(remarque)	I0
SIG reçu	I0 (Indication de désactivation)	-	-	EF7 -	EF7 -	-	EF6 TL1
	I1 (Demande d'activation)	EF2 TL2	-	/	/	/	-
	I31 (Système activé)	/	EF3 TL3	-	ST.TA TL3	/	-
	I3 (Couche 1 activée)	/	/	ST. TA EF4 TL4	-	/	/
Evénement interne	Perte de verrouillage de trame	/	/	ST. TB TL5	ST. TB TL5	/	-
	Reprise de verrouillage de trame	/	/	/	/	STP. TB TL3	-
	Expiration du temporisateur 2	-	-	-	-	-	EF6 TL1
	Expiration du temporisateur A	-	-	ST. T2 EF7 TL6	-	-	-
	Expiration du temporisateur B	-	-	-	-	ST. T2 EF7 TL6	-
Elément de fonction reçu	EF1	- TL2	/	/	/	/	- TL2
	EF5	-	ST. T2 TL6	ST. T2 TL6	ST. T2 TL6	ST. T2 TL6	-

- Pas de changement

/ Impossible

Remarque – En cas de perte de verrouillage de trame, le SIG transmis par TL ne change pas par rapport à celui qui a été transmis immédiatement avant la perte (c'est-à-dire I2 ou I4).

Signification des symboles des tableaux V-1/G.961 et V-2/G.961

Etats à TR

TR1	Désactivé
TR2	Activation en instance
TR3	Système de transmission activé
TR4	Attente de données valides
TR5	Couche 1 activée

Etats à TL

TL1	Désactivé
TL2	Attente d'activation du système de transmission
TL3	Système de transmission activé
TL4	Couche 1 activée
TL5	Perte de verrouillage de trame
TL6	Attente d'indication de désactivation
ST.T2	Démarrage T2
STP.TA	Arrêt TA

Les définitions des éléments de fonction sont les mêmes que celles de la Recommandation G.960.

V.11.1 *Tolérance relative à la gigue sur le signal d'entrée dans TR1*

Nécessite des études complémentaires.

V.11.2 *Limites de la gigue à la sortie de TR1*

Nécessitent des études complémentaires.

V.11.3 *Conditions d'essai pour les mesures de gigue*

Nécessitent des études complémentaires.

V.12 *Caractéristiques de sortie de l'émetteur de TR1 et de TL*

Les spécifications suivantes s'appliquent avec une impédance de charge de 140 ohms.

V.12.1 *Amplitude des impulsions*

L'amplitude de crête nominale d'une impulsion de signal émis doit être de 1,6 V avec une tolérance de $\pm 5\%$.

V.12.2 *Forme des impulsions*

La forme des impulsions est celle qu'indique la figure V-4/G.961.

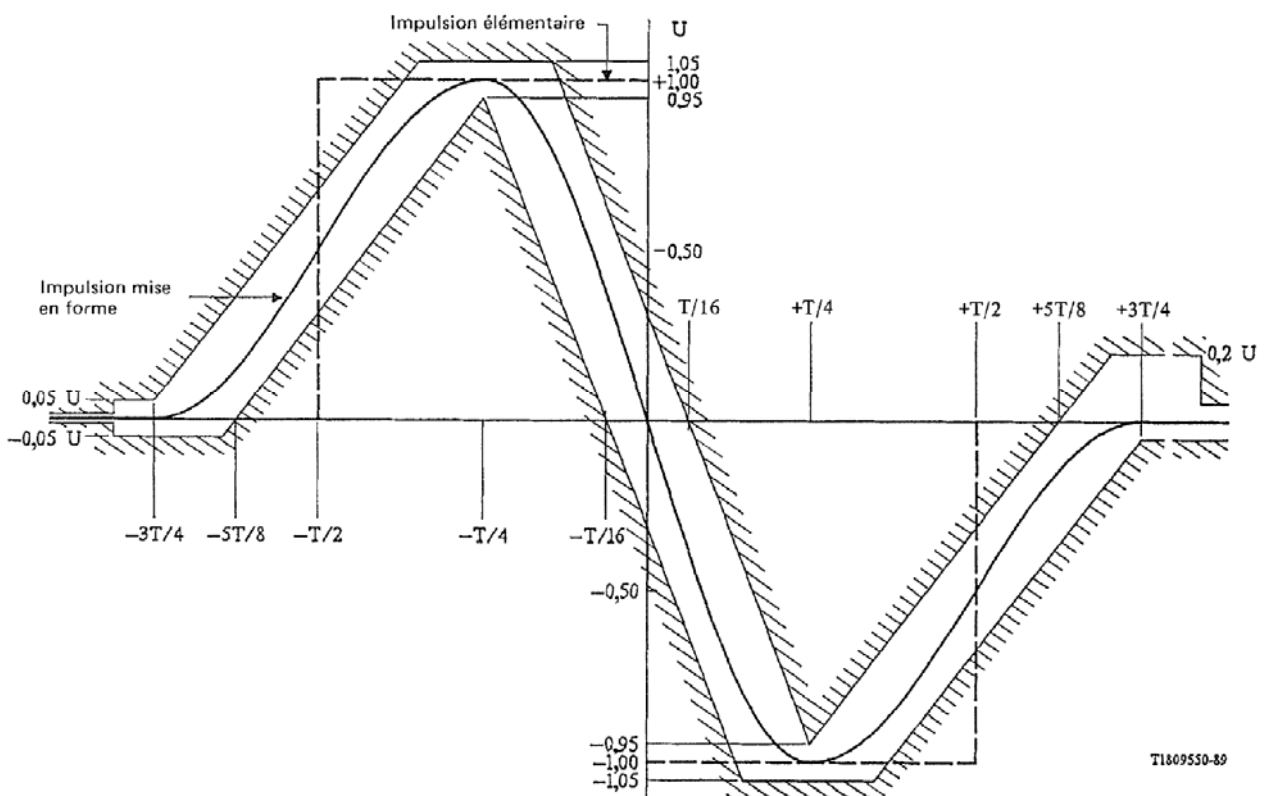


FIGURE V-4/G.961

Forme d'impulsion

V.12.3 *Puissance du signal*

La puissance maximale totale d'émission, calculée en moyenne sur une période quelconque d'une seconde et envoyée à la ligne doit être de +10 dBm.

V.12.4 Spectre de puissance

La limite supérieure de la densité spectrale de puissance, calculée en moyenne sur une période quelconque d'une seconde dans une bande quelconque de 3 kHz, doit être conforme au gabarit de la figure V-5/G.961.

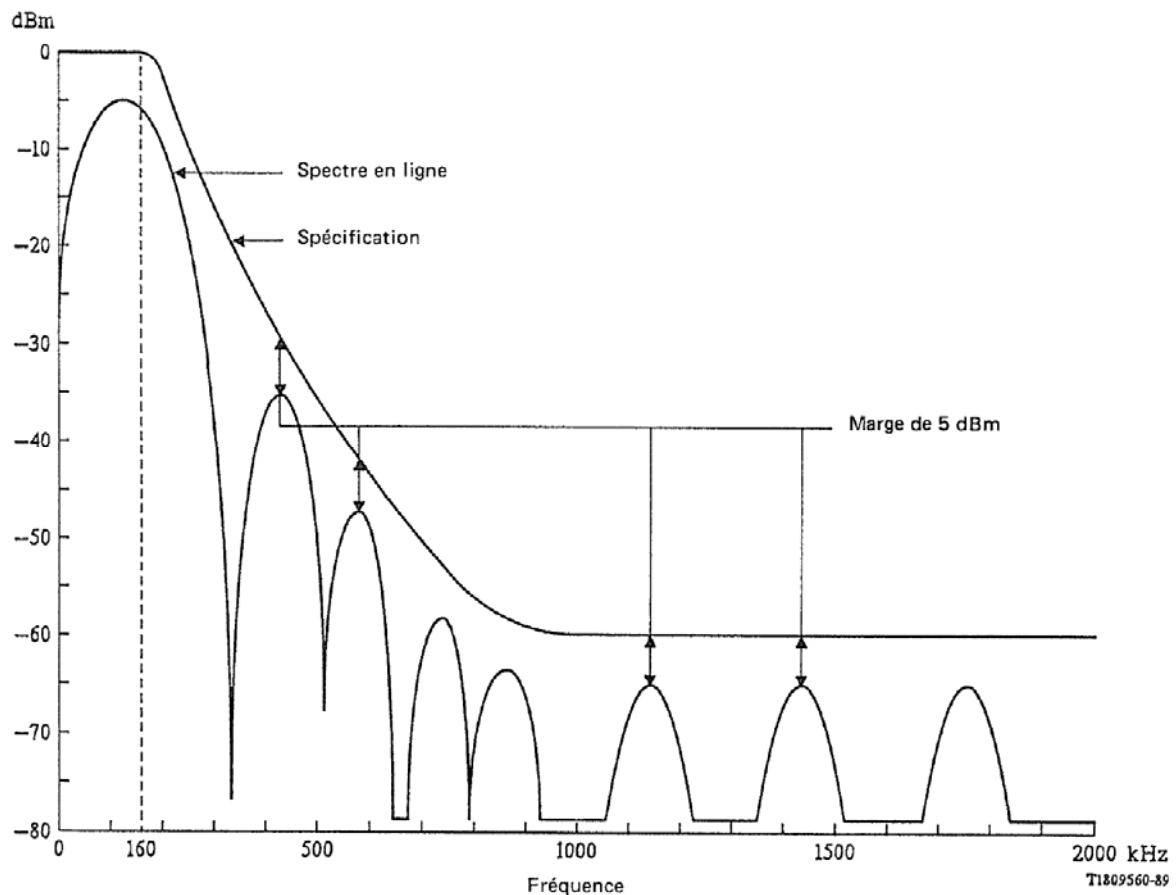


FIGURE V-5/G.961

Spectre de puissance du signal en ligne

V.12.5 Non-linéarité du signal à l'émetteur

Elle mesure les écarts par rapport aux amplitudes idéales des impulsions et la non-linéarité des impulsions individuelles. Doit faire l'objet d'études complémentaires.

V.13 Terminaison de l'émetteur/récepteur

V.13.1 Impédance

L'impédance nominale d'excitation de la ligne doit être 140 ohms.

V.13.2 *Affaiblissement d'équilibrage*

L'affaiblissement d'équilibrage de l'impédance (140 ohms) doit être plus fort que ne l'indique le gabarit de la figure V-6/G.961.

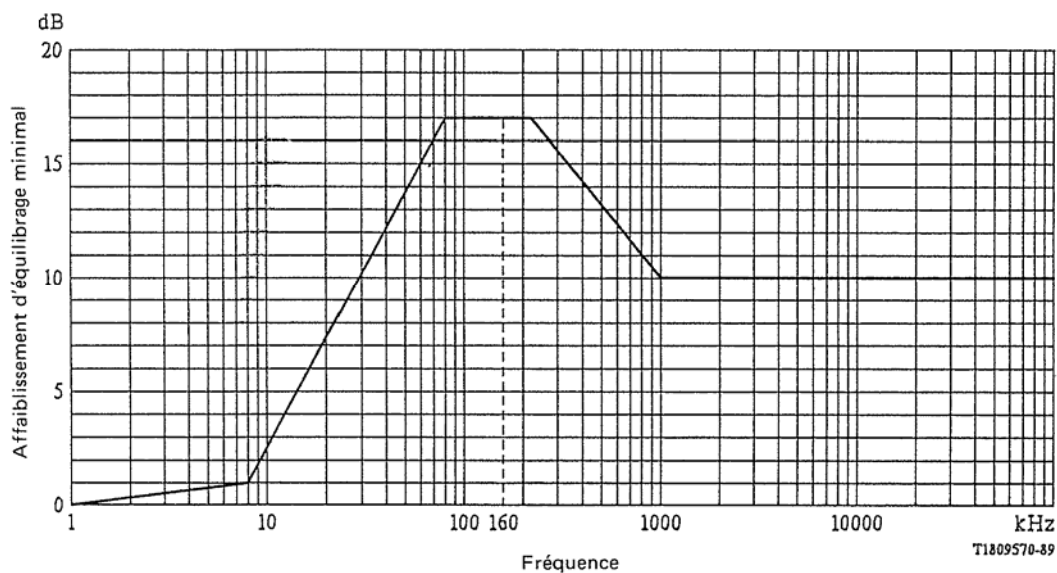


FIGURE V-6/G.961

Affaiblissement d'équilibrage

V.13.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

Mesure de l'immunité à l'égard des tensions longitudinales. Dans la bande de fréquences 100 Hz à 256 kHz, l'affaiblissement de conversion ne doit pas être inférieur à 46 dB. De 256 kHz à 4 MHz, il ne doit pas être inférieur à $[46 - 40 \log_{10} (f/256)]$ dB, (f étant la fréquence en kHz).

APPENDICE VI

(à la Recommandation G.961)

Accès de base au système de transmission au moyen du code en ligne SU32

VI.0 *Considérations générales*

La norme SU32 accepte la transmission transparente en duplex de deux canaux B de 64 kbit/s et d'un canal D de 16 kbit/s sur câbles à paires symétriques au moyen des techniques d'annulation de l'écho. Outre la transmission des canaux 2B + D transparente, il est prévu une capacité de 5,3 kbit/s pour une voie auxiliaire et pour les fonctions CRC des données, de commande, de supervision et de maintenance. Le train de bits est codé pour transmission à l'aide d'un code de bloc conditionnel ternaire à haute performance SU32 (en remplacement de 3B2T), filtré et transmis à la ligne au débit de 108 kbauds. Un signal de rythme orthogonal est superposé au code en ligne pour l'échantillonnage des symboles, ce qui ne compromet ni l'efficacité ni la performance du code en ligne. Un mot de synchronisation unique sert à établir la synchronisation de trame. Une activation rapide et fiable est assurée au moyen d'une procédure binaire de prise de contact, pour l'apprentissage distinct de l'annuleur et de l'égaliseur.

VI.1 *Code en ligne*

Les données binaires sont codées sous une forme ternaire au moyen du code en ligne SU32. Ce codage est fondé sur le code en ligne 3B2T fixe et inconditionnel et modifié comme suit. Chaque triplet binaire est converti en un doublet ternaire et est transmis à moins qu'il ne soit identique au doublet antérieur. Si le doublet actuel et celui qui le précède sont identiques, le mot de code inutilisé «00» est transmis à sa place. La règle de codage SU32 est représentée au tableau VI-1/G.961. Dans ce tableau, le bit le plus à gauche est le premier à entrer dans le codeur et le symbole le plus à gauche est le premier à sortir du codeur.

TABLEAU VI-1/G.961

Codage SU32 (en remplacement de 3B2T)

Entrée binaire	Sortie ternaire	Entrée binaire	Sortie ternaire
000	--	100	0-
001	-0	101	+ -
010	-+	110	+ 0
011	0+	111	++

Décodage

Le processus de décodage du signal reçu est l'inverse du processus de codage.

Tolérance à l'égard de l'inversion de la polarité de ligne

Le code est symétrique, en sorte que l'inversion des données ternaires entraîne une inversion des données binaires décodées. Il est donc possible d'appliquer une correction de polarité due à une inversion du câble soit aux données binaires embrouillées soit aux données binaires désembrouillées soit aux données ternaires. La correction de la polarité émise et de la polarité reçue s'effectue dans TR1.

VI.2 *Débit des symboles*

Le débit des symboles dépend du code en ligne, du débit binaire du flux d'information et de la structure de trame; il est de 108 kbauds.

VI.2.1 *Tolérance sur le rythme*

VI.2.1.1 *Précision de l'horloge indépendante de TRI*

La tolérance sur l'horloge indépendante de TR est ± 192 ppm.

VI.2.1.2 Tolérance sur l'horloge indépendante de TL

L'horloge indépendante de TL doit être verrouillée en phase sur l'horloge du commutateur ayant une tolérance de fréquence de ± 50 ppm, ce qui permet une exploitation avec tous les équipements conformes aux dispositions de la Recommandation G.703.

VI.3 Structure de trame

Le système de transmission a deux états de fonctionnement, l'état stable et l'état d'apprentissage. La structure de trame couverte par le présent paragraphe concerne l'état stable (transfert d'information).

Les canaux B1, B2, D et CL fournissent directement à partir des éléments numériques binaires, par l'embrouilleur, la structure de trame ternaire. Le tableau du code SU32 est conçu de manière à exclure certaines séquences de code identifiables de façon univoque et qui servent à la synchronisation.

Multitrame: mot de verrouillage de multitrame et emplacement

La multitrame de 12 ms est identifiée toutes les 16 trames de 0,75 ms en remplaçant le symbole de données CRC (n° 79) par un «0» ternaire. Dans toutes les autres trames, ce symbole a une valeur binaire. Combiné avec le mot de synchronisation de trame qui le précède, ce «0» ternaire identifie de façon univoque la position de début de la supertrame.

Format de multitrame

Une multitrame se compose de seize trames de 0,75 ms de 81 symboles ternaires.

6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁	Canal CL ₁
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₂	Canal CL ₂
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₃	Canal CL ₃
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₄	Canal CL ₄
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₅	Canal CL ₅
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₆	Canal CL ₆
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₇	Canal CL ₇
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₈	Canal CL ₈
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₉	Canal CL ₁
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁₀	Canal CL ₂
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁₁	Canal CL ₃
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁₂	Canal CL ₄
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁₃	Canal CL ₅
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁₄	Canal CL ₆
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	VRC ₁₅	Canal CL ₇
6 trames de 2B + D	Mot de verrouillage de trame	«0»	Canal CL ₈

1 72, 73 ... 78 ... 79 ... 80 81

<----- Trame de transmission de 750 μ s ----->

Structure de multitrame de 12 12 ms

Remarque – Les données des canaux B1, B2, D et CL sont embrouillées, tandis que les données CRC et les mots de verrouillage de trame ne le sont pas.

VI.3.1 *Longueur des trames*

Il y a 6 intervalles (2B + D) dans chaque trame de 81 symboles de 0,75 ms.

VI.3.2 *Attribution des éléments numériques binaires dans la direction TL vers TR*

L'ordre suivant est appliqué aux éléments numériques binaires avant l'opération d'embrouillage.

B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	B1 ₄	B1 ₄	B1 ₅	B1 ₆	B1 ₇	B1 ₈	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	B2 ₄	B2 ₅	B2 ₆	B2 ₇	B2 ₈	D ₁	D ₂
B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	B1 ₄	B1 ₄	B1 ₅	B1 ₆	B1 ₇	B1 ₈	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	B2 ₄	B2 ₅	B2 ₆	B2 ₇	B2 ₈	D ₁	D ₂
B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	B1 ₄	B1 ₄	B1 ₅	B1 ₆	B1 ₇	B1 ₈	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	B2 ₄	B2 ₅	B2 ₆	B2 ₇	B2 ₈	D ₁	D ₂
B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	B1 ₄	B1 ₄	B1 ₅	B1 ₆	B1 ₇	B1 ₈	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	B2 ₄	B2 ₅	B2 ₆	B2 ₇	B2 ₈	D ₁	D ₂
B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	B1 ₄	B1 ₄	B1 ₅	B1 ₆	B1 ₇	B1 ₈	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	B2 ₄	B2 ₅	B2 ₆	B2 ₇	B2 ₈	D ₁	D ₂
B1 ₁	B1 ₂	B1 ₃	B1 ₄	B1 ₄	B1 ₅	B1 ₆	B1 ₇	B1 ₈	B2 ₁	B2 ₂	B2 ₃	B2 ₄	B2 ₅	B2 ₆	B2 ₇	B2 ₈	D ₁	D ₂
CL ₁	CL ₂	CL ₃																

Les données binaires sont embrouillées selon la définition du § VI.9 puis codées en ternaire. Elles sont ensuite multiplexées dans le format de trame suivant.

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	
T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	
T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	
T ₃₇	T ₃₈	T ₃₉	T ₄₀	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₅	T ₄₆	T ₄₇	T ₄₈	
T ₄₉	T ₅₀	T ₅₁	T ₅₂	T ₅₃	T ₅₄	T ₅₅	T ₅₆	T ₅₇	T ₅₈	T ₅₉	T ₆₀	
T ₆₁	T ₆₂	T ₆₃	T ₆₄	T ₆₅	T ₆₆	T ₆₇	T ₆₈	T ₆₉	T ₇₀	T ₇₁	T ₇₂	
0	0	0	0	0	0	VRC	T ₇₃	T ₇₄				

VI.3.3 *Attribution des éléments numériques binaires dans la direction TR1 vers TL*

La structure de trame et l'ordre des bits dans la direction TR1 vers TL sont les mêmes que dans la direction TL vers TR1 (voir le § VI.3.2).

VI.4 *Mot de verrouillage de trame*

Le mot de verrouillage de trame de six ZÉRO ternaires terminés par le bit CRC₁₅ binaire (comme indiqué dans le tableau ci-dessus) sert à définir les limites de la trame de 0,75 ms. A noter qu'une fois par supertrame, un ZÉRO ternaire remplace le bit CRC binaire. Ce mot de verrouillage de trame est unique et ne peut être émulé par aucun schéma de données 2B + D.

Le mot de verrouillage de trame spécifié ci-dessus est le même dans les deux directions de transmission.

VI.5 Procédure de verrouillage de trame

La fonction de verrouillage de trame est spécifiée dans la séquence d'activation. La transmission 2B + D ne peut commencer si le verrouillage de trame n'est pas réalisé. On considère le verrouillage de trame initial comme réalisé lorsque le total cumulatif des mots de verrouillage de trame de 7 bits correctement reçus, moins ceux qui ont été reçus sous une forme incorrecte, dépasse 4. En régime permanent, ce compte cumulatif est maintenu et limité à une valeur maximale de 64. La perte de verrouillage de trame est annoncée si le total cumulatif descend au-dessous de deux.

VI.6 Multitrame

La structure de multitrame a été décrite dans le § VI.3 du présent appendice consacré à la structure de trame.

VI.7 Décalage de phase entre les deux directions de transmission

Aucune condition de phase particulière n'est nécessaire entre les trames émises dans la direction TL vers TR1 et celles émises dans la direction TR1 vers TL.

VI.8 Canal CL

Une voie d'opération protégée incluse (EPOC) de 4 kbit/s est partiellement attribuée aux fonctions de supervision et de maintenance. Une capacité de réserve suffisante et des bits non définis restent disponibles pour l'attribution future de messages comme pour des besoins nationaux particuliers.

Cette voie est protégée par un CRC de 6 bits et un protocole asservi qui assure la répétition de tous les messages toutes les 6 ms.

VI.8.1 Débit binaire

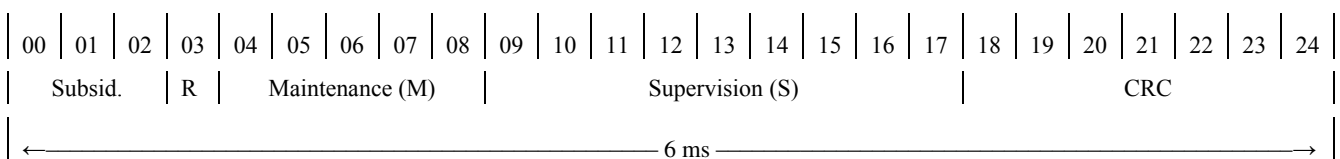
Vingt-quatre bits par multitrame de 6 ms (4 kbit/s) sont attribués à une voie d'opération protégée incluse (EPOC). Cette voie accepte des fonctions de supervision et de maintenance entre le réseau et TR1 et comporte une capacité en réserve pour des fonctions définies par l'utilisateur. De plus, 1,33 kbit/s sont attribués à une détection d'erreur CRC₁₅ et un verrouillage de trame de 12 ms au canal CL.

VI.8.2 Structure

Dans chaque trame de 12 ms, la voie d'opération émet deux messages consécutifs de 24 bits comprenant chacun:

- 1 bit Prêt pour les données/données valides (R).
- 5 bits Voie de maintenance (M).
- 9 bits Voie de supervision (S).
- 3 bits Non assignés (voie subsidiaire de 500 bit/s).
- 6 bits Domaine de contrôle par redondance cyclique (CRC).

Le canal CL a la structure suivante:



VI.8.2.1 *Messages de maintenance*

Dans la direction TC vers TR1, 9 des 32 messages de commande possibles sont attribués. Un message identique est renvoyé dans la direction TR1 vers TC en guise d'accusé de réception.

Codes des messages de maintenance dans la direction TC vers TR1						
N°	Messages	Code de 5 bits				
		M1	M2	M3	M4	M5
1	Pas de boucle (message nul)/enlever la boucle	1	1	1	1	1
2	Etablir une boucle B1 à TR1	1	1	0	1	1
3	Etablir une boucle B2 à TR1	1	0	1	1	1
4	Etablir une boucle B1 + B2 à TR1	1	0	0	1	1
5	Etablir une boucle B1 + B2 + D à TR1	1	0	0	0	1
6	Etablir une boucle B1 au régénérateur	0	0	1	1	1
7	Etablir une boucle B2 au régénérateur	0	1	0	1	1
8	Etablir une boucle B1 + B2 au régénérateur	0	1	1	1	1
9	Etablir une boucle B1 + B2 + D au régénérateur	0	1	1	0	1

Formats des messages de sous-voie de supervision

Un domaine de 9 bits est disponible dans chaque direction de transmission pour permettre de fournir l'information de supervision. Il contient un domaine de données/adresse de 8 bits et un drapeau d'un bit qui sert à indiquer si le domaine de 8 bits contient ou non des données valides.

Codes de commande de messages de supervision dans la direction TC vers TR1		
N°	Messages de supervision et destination	Interface S
1	Aucune information de supervision n'est demandée	1 1111 1111
2	Valeur CAG TC	0 0000 0100
3	Fermeture de l'œil TC	0 0000 0101
4	Hauteur de l'œil TC	0 0000 0110
5	Compte d'erreurs CRC TC	0 0000 0111
6	Valeur CAG TR1	0 0001 0000
7	Fermeture de l'œil TR1	0 0001 0001
8	Hauteur de l'œil TR1	0 0001 0010
9	Compte d'erreurs CRC TR1	0 0001 0011
11	CAG du récepteur côté TL du régénérateur	0 0000 1000
12	Fermeture de l'œil du récepteur côté TL du régénérateur	0 0000 1001
13	Hauteur de l'œil du récepteur côté TL du régénérateur	0 0000 1010
14	Compte CRC du récepteur côté TL du régénérateur	0 0000 1011
15	CAG du récepteur côté TR1 du régénérateur	0 0000 1100
16	Fermeture de l'œil du récepteur côté TR1 du régénérateur	0 0000 1101
17	Hauteur de l'œil du récepteur côté TR1 du régénérateur	0 0000 1110
18	Compte CRC côté TR1 du régénérateur	0 0000 1111

VI.8.3 *Protocoles et procédures*

La voie de maintenance sert à établir des boucles à partir de TL. Lorsqu'un message de maintenance a été reçu sans erreur et appliqué, ce même message est renvoyé en écho de TR1 vers TL.

La voie de supervision est conçue pour servir de système asservi, avec une commande émise par l'extrémité TL jusqu'à la réception de la réponse attendue. Un message de repos limitatif de neuf UN est utilisé. Tous les messages et toutes les réponses valides mettent le premier bit des 9 bits de supervision à UN. Un mot de 8 bits peut donc être transmis en toute sûreté sur cette voie. Exemple d'utilisation de la voie de supervision: la signalisation d'une information de fermeture de l'œil de TR1 vers TL.

VI.8.4 *Qualité de transmission du canal CL*

Avec un taux d'erreur moyen de 1/1000 au débit de 144 kbit/s, caractérisé par une dimension moyenne des paquets d'erreurs de 10, on obtient la qualité de transmission suivante:

- a) 99,8% de tous les messages sont transmis en 6 ms;
- b) un message/heure au maximum sera transmis en plus de 18 ms;
- c) le taux moyen de messages erronés est inférieur à un/heure avec un temps de correction maximal de 18 ms.

VI.9 *Embrouillage*

Les données binaires des canaux B1, B2, D et C sont embrouillées comme suit:

- a) Polynôme embrouilleur TR vers TL

$$1 \oplus x^{-18} \oplus x^{-23} \text{ (}\oplus\text{ signifie OU exclusif)}$$

- b) Polynôme embrouilleur TL vers TR

$$1 \oplus x^{-5} \oplus x^{-23}$$

VI.10 *Activation/désactivation*

VI.10.1 *Signaux utilisés pour l'activation*

La figure VI-1/G.961 illustre la séquence d'activation lancée par TC sous forme d'éléments de fonction (EF) et d'INFO.

La figure VI-2/G.961 illustre la séquence d'activation lancée par l'utilisateur sous forme de EF et d'INFO.

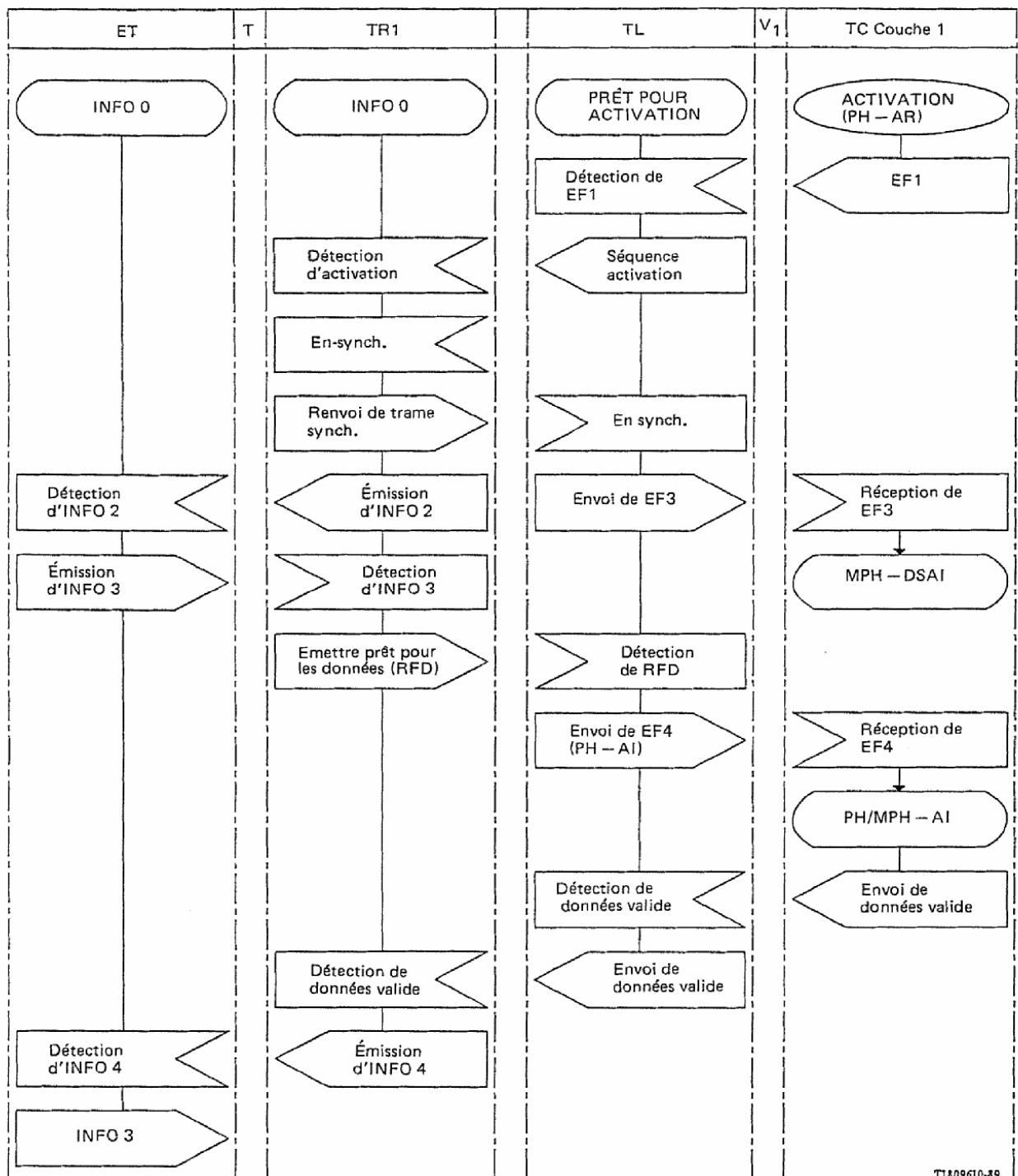
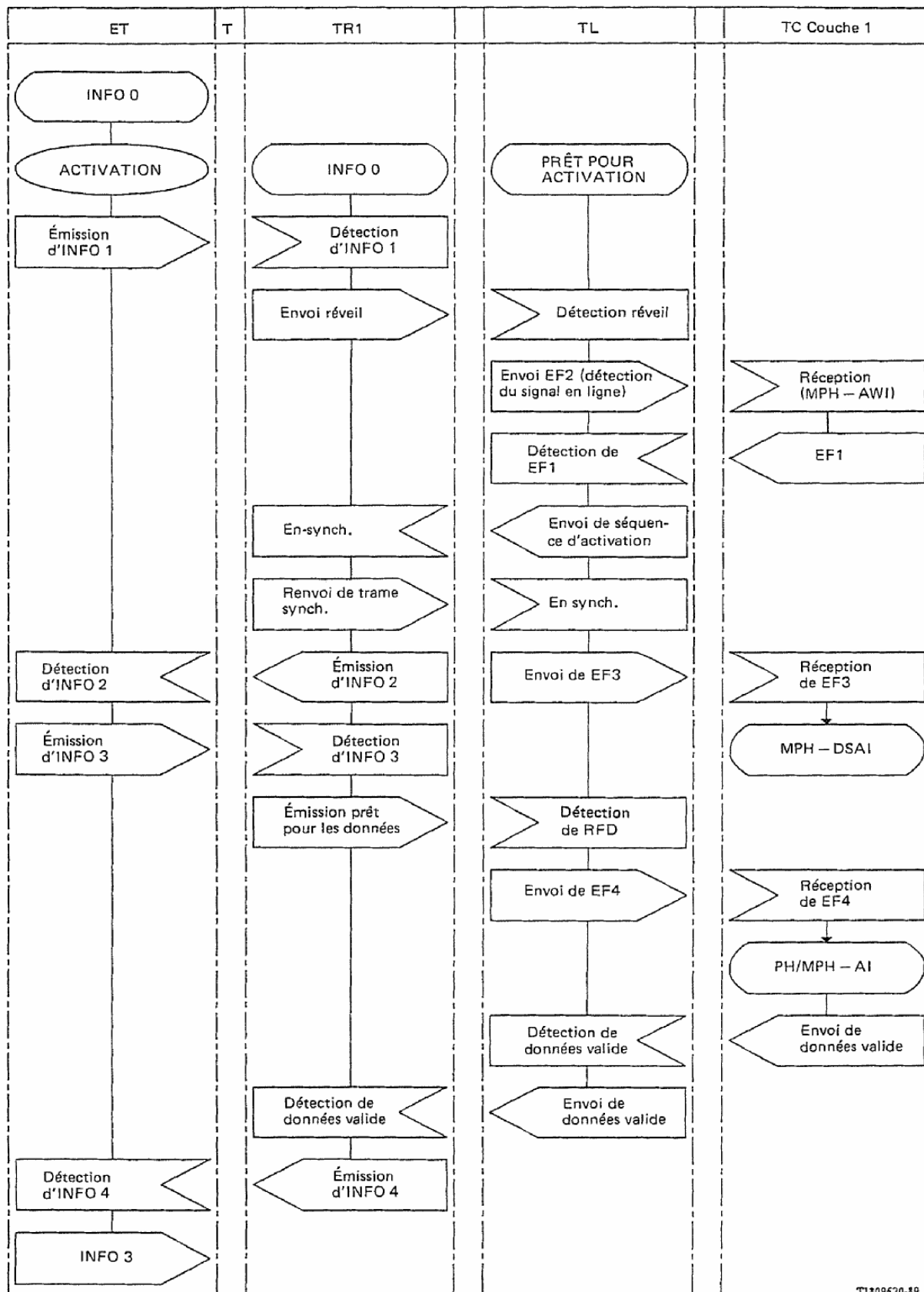


FIGURE VI-1/G.961

Activation à partir du côté réseau



T1209620-39

FIGURE VI-2/G.961

Activation à partir du côté usager

La définition des éléments de fonction, des états TL et des états TR utilisés dans ces figures d'activation et les tableaux de transition d'états du présent appendice sont précisés ci-après.

Définition des EF et des états TL et TR	
Eléments de fonction (EF)	
EF1	Demande d'activation de l'interface venant de TC.
EF2	Signal en ligne détecté sur la section numérique.
EF3	Section numérique activée (en synchronisme).
EF4	Réseau d'utilisateur activé au point de référence T ou boucle mise en œuvre.
EF5	Demande de désactivation de la section numérique.
EF6	La section numérique et l'interface au point de référence T ont été désactivées.
EF7	Indication d'erreur. (Détection de la perte de synchronisation ou de l'absence de signal en ligne.)
Etats de TR1	
TR1	TR1 est prête pour l'activation.
TR2	TR1 exécute la séquence d'apprentissage de la section numérique.
TR3	TR1 est en synchronisme avec TL et la section numérique TL vers TR1 est capable de transmission de données sans erreur.
TR4	Equivalent à l'état TR3, plus synchronisation de l'interface au point de référence T.
TR5	Le canal de données 2B + D par la section numérique et le point de référence T est pleinement opérationnel.
TR6	TR1 a émis une demande d'activation vers TL et attend sa réponse.
TR7	TR1 n'est pas active mais est prête pour l'activation.
Etats de TL	
TL1	TL est prête pour l'activation.
TL2	TL exécute la séquence d'apprentissage de la section numérique.
TL3	La section numérique a été correctement activée et est synchronisée dans les deux directions.
TL4	La section numérique comme l'interface au point de référence T sont correctement activées et synchronisées.
TL5	Le canal de données 2B + D par la section numérique et le point de référence T est pleinement opérationnel.
TL7	TL a cessé d'émettre sur la section numérique et attend la disparition de tous les signaux en ligne.

La réponse de la section numérique à la demande d'activation EF1 venue de TC ou à la demande d'activation INFO 1 venue de ET consiste en un signal sur la section numérique par transmission d'une tonalité de réveil au quart du débit en baud (27 kHz).

Dans la direction TR1 vers TL, la durée de cette tonalité de réveil ne doit pas être inférieure à 32 cycles complets du schéma de données répétitif + -- +. La durée de la tonalité ne doit pas dépasser 10 ms.

Dans la direction TL vers TR1, la durée de la tonalité de réveil ne doit pas être inférieure à 32 cycles complets du schéma de données répétitif + -- +. La durée de la tonalité ne doit pas dépasser 10 ms.

VI.10.2 Définition des temporisateurs internes

La procédure d'activation a une durée nominale de 120 ms jusqu'au point où une transmission de données mises en trame sans erreurs peut commencer.

En cas d'échec de la procédure d'activation, ou de perte de synchronisation soit à l'interface au point de référence T, soit dans le système de transmission décrit ici, un temporisateur dans TR doit mettre fin à l'opération. Il ne doit pas dépasser 65 ms mesurées à partir de la perte de la synchronisation ou, dans le cas de l'activation, à partir de l'instant auquel la synchronisation aurait dû être réalisée.

Il importe peu d'utiliser un temporisateur pour établir l'échec de l'activation ou la perte de la synchronisation signalée à TL. Mais, s'il n'y a pas de contrôle extérieur de la procédure de désactivation appliquée à la terminaison TL à deux fils, un temporisateur ne dépassant pas 65 ms à partir de la perte de la synchronisation ou mesurées à partir de l'instant auquel l'activation aurait dû être réalisée devrait être employé.

VI.10.3 Procédure d'activation

Le tableau VI-2/G.961 montre les signaux de séquence d'apprentissage qui devraient être transmis à la gigue par TL et TR1. A TL, les décalages sont mesurés en périodes de baud à partir de la fin de la transmission de la tonalité de réveil. A TR1, les décalages sont mesurés en périodes de baud à partir de la détection de la fin de la tonalité de réveil. Pour un fonctionnement correct, il faut que le temps qui sépare l'achèvement par TL de l'envoi des tonalités de réveil de la détection par TR1 de la fin de ces tonalités soit inférieur ou égal à 32 bauds.

TABLEAU VI-2/G.961
Séquence d'apprentissage d'activation

Décalage (bauds)	Durée (bauds)	Signal de temporisation de TL	Données de TL	Signal de temporisation de TR	Données de TR
0	64	NON	aucune	NON	aucune
64	512	OUI	aucune	NON	aucune
576	512	NON	aucune	OUI	aucune
1 088	512	OUI	aucune	NON	aucune
1 600	512	NON	aucune	OUI	aucune
2 112	4096	OUI	SBPA	NON	aucune
6 208	32	OUI	aucune	NON	aucune
6 240	4064	OUI	aucune	NON	SBPA
10 304	(405) (remarque 1)	OUI	ternaire (remarque 1)	NON	aucune
10 709 (remarque 1)	(405) (remarque 2)	OUI	ternaire (remarque 2)	NON	ternaire (remarque 2)

NON Déconnecté

OUI Connecté

SBPA Séquence binaire pseudo-aléatoire de 511 bits générée par le polynôme $(1 \oplus x^{-4} \oplus x^{-9})$.

Remarque 1 – La transmission de données ternaires de TL vers TR1 est continue dès cet instant. TR1 ne retourne pas de données ternaires avant d'avoir établi la synchronisation; la valeur de 405 bauds et le décalage ultérieur à la rangée suivante doivent servir de guide pour la durée normale de ce processus.

Remarque 2 – La transmission ternaire de TR1 vers TL implique qu'une transmission sans erreurs et la synchronisation de trame ont été réalisées dans TR. Lorsque TL a établi la synchronisation, la transmission duplex 2B + D peut commencer.

Il est tenu compte de l'étape conditionnelle entre l'instant où TR1 a établi la synchronisation et le renvoi de données ternaires pour fournir un mécanisme par lequel l'alignement optionnel des mots de verrouillage de trame dans les directions TL vers TR1 et TR1 vers TL peut être réalisé.

VI.10.4 *Tableau de transition des états de TR*

Voir le tableau VI-3/G.961.

TABLEAU VI-3/G.961

Tableau de transition des états de TR

Etat		TR1 Prêt pour activation	TR2 Appren- tissage	TR3 Attend T	TR4 Attend des données valides	TR5 Etat stable	TR6 Activation ET	TR7 Désacti- vation en instance
Signal transmis à ET		I0	I0	I2	I2	I4	I0	
Evénements								
Origine	Evénement							
TL	Indication d'activation [EF1]	TL2	-	-	-	-	TR2	-
TR1	En synch. [EF3]	/	TR3	-	-	-	/	-
ET	INFO 3	/	/	TR4	-	-	/	-
TR1	Donnés valides	/	/	/	TR5	-	/	-
ET	Indication d'activation INFO 1	TR6	/	/	/	/	-	-
TR1	Perte de syn- chronisation [EF3]	-	TR7	TR7	TR7	TR7	-	-
TR1	Aucun signal en ligne n'est détecté sur SN	-	-	-	-	-	-	TR1

- Pas de changement
- / Impossible
- [] Evénement d'origine éloignée
- SN Système numérique

VI.10.5 *Tableau de transition des états de TL*

Voir le tableau VI-4/G.961.

TABLEAU VI-4/G.961

Tableau de transition des états de TL

Etat		TL1 Prêt pour activation	TL2 Appren- tissage	TL3 Section numérique active	TL4 Réf. T en synchro- niseur	TL5 Etat stable		TL7 Désacti- vation en instance
Signal transmis à SN		Inactif	Séquence d'appren- tissage	Etat stable	Etat stable	Etat stable		Inactif
Evénements								
Origine	Evénement							
TC	EF1 (Demande d'activation)	TL2	/	/	/	/		-
TL	SN En synchron.	/	EF3 TL3	-	-	-		/
TL	EF2 Pas d'activité sur la ligne DSL → Fausse	/	-	-	-	-		TL1
TR1	[INFO 3] Prêt pour les données	/	/	EF4 TL4	-	-		/
TL	SN Perte de synchronisation	/	EF7 TL7	EF7 TL7	EF7 TL7	EF7 TL7		-
TC	EF5 Demande de désactivation	/	EF7 TL7	EF7 TL7	EF7 TL7	EF7 TL7		-
TC		/	/	/	TL5	-		-

- Pas de changement

/ Impossible

[] Evénement d'origine éloignée

DSL Détection du signal en ligne

VI.10.6 *Temps d'activation*

Les temps de démarrage à froid et de démarrage à chaud sont de 120 ms ± 10 ms, avec toutes les combinaisons de câble admissibles. Ce temps d'activation fiable et répétable résulte de la séquence d'activation spécifique spécifiée dans la présente norme SU32.

VI.11 Gigue

En ce qui concerne la gigue, la qualité doit être suffisante pour fournir le rythme pour la fonction de transmission à l'interface au point de référence T conformément à la Recommandation I.430.

La proposition SU32 définit un signal de rythme orthogonal superposé aux données, ce qui permet de réaliser facilement un circuit de base de temps en boucle verrouillé en phase numérique stable à faible gigue.

VI.11.1 à VI.11.3

Pour étude complémentaire.

VI.12 Caractéristique de sortie de l'émetteur de TR ou de TL

VI.12.1 Amplitude des impulsions

L'amplitude nominale des impulsions ira de zéro à la valeur de crête de 1,8 V. La tolérance sur cette valeur de crête doit être telle que la puissance du signal et la performance amplitude/spectre de fréquences soient conformes aux spécifications énoncées au § VI.12.

VI.12.2 Forme des impulsions

La forme des impulsions est déterminée par le gabarit de la figure VI-3/G.961.

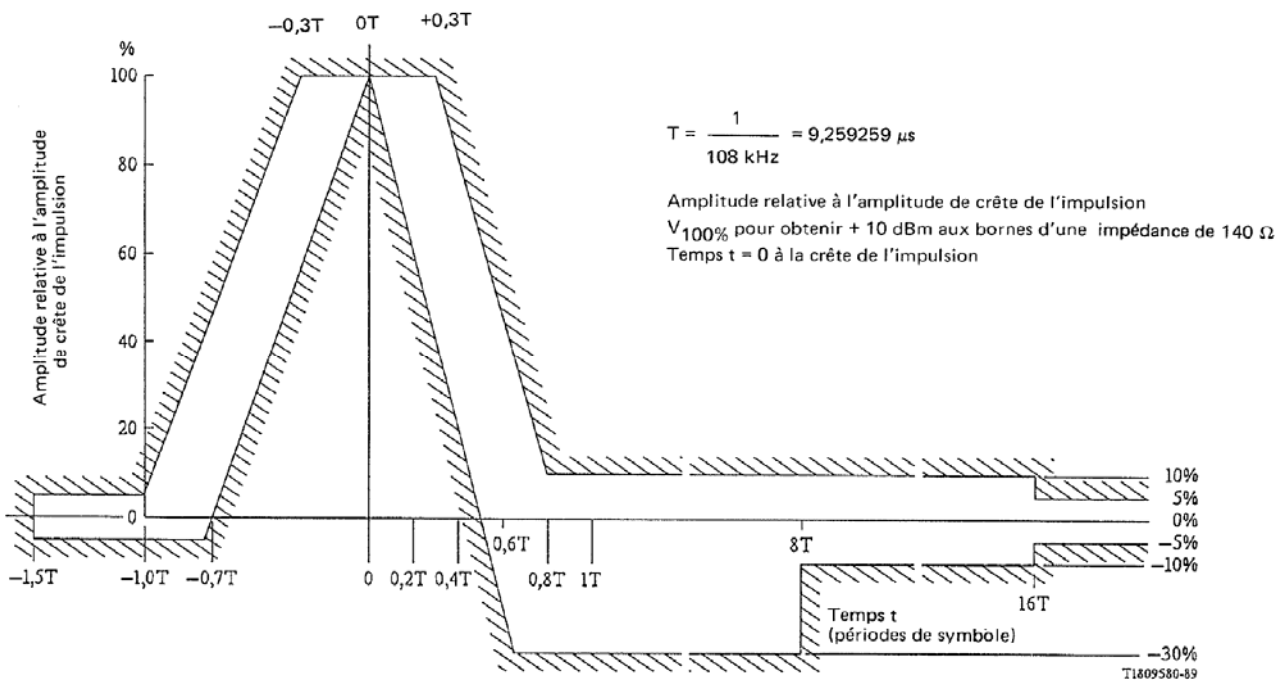


FIGURE VI-3/G.961

Gabarit d'une pulsion unique – Mise en forme des impulsions par l'émetteur 108 kbauds

VI.12.4 Spectre de puissance

SU32 a un spectre de code modifié par la règle du codage conditionnel comparée à la signalisation ternaire aléatoire. Le spectre de puissance théorique lors de l'emploi de SU32 avec impulsions rectangulaires de grande largeur avec couplage de transformateur est représenté à la figure VI-4/G.961.

Les limites de la densité spectrale de la puissance émise sont indiquées à la figure VI-5/G.961.

Conditions: Puissance d'émission 100 mW
Compte tenu du couplage d'un transformateur
Impulsions rectangulaires pleine largeur

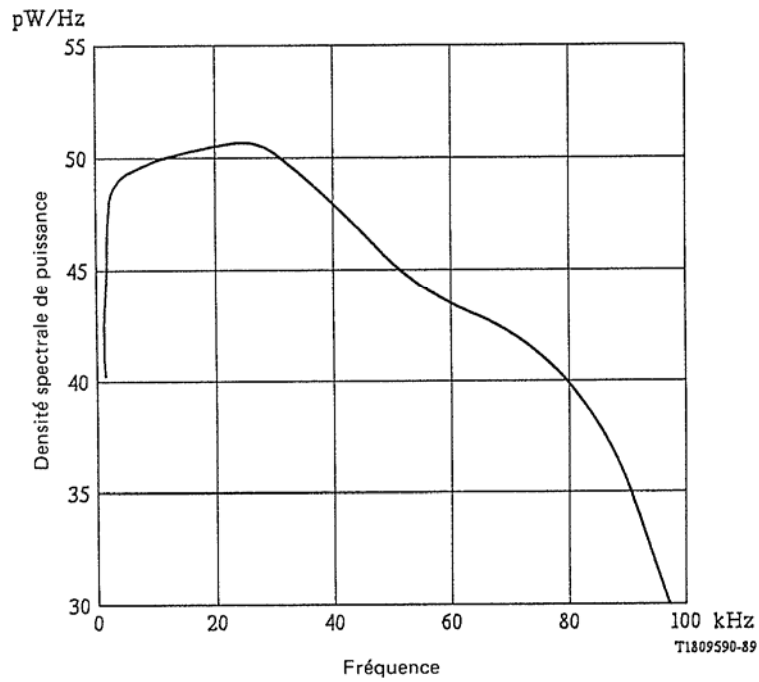


FIGURE VI-4/G.961

Densité spectrale de puissance sur la ligne par le code en ligne SU32

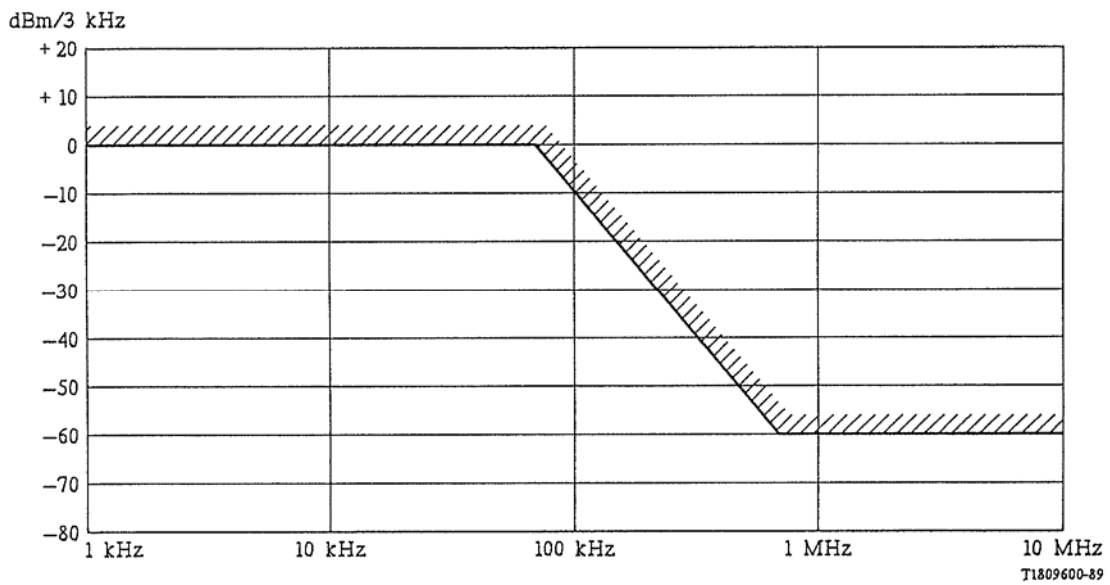


FIGURE VI-5/G.961

Spécification relative à la densité spectrale de puissance à l'émission

Niveaux de puissance

Les signaux transmis en ligne doivent être conformes aux critères suivants, quelles que soient les conditions d'exploitation, avec une terminaison résistive de 140 ohms:

- a) la puissance d'émission totale maximale moyenne sur toute période d'1 s ne doit pas dépasser +11 dBm;
- b) la puissance moyenne d'émission sur toute période d'1 s sur une bande quelconque de 3 kHz doit être inférieure à 0 dBm au-dessous de 100 kHz. Cette limite va jusqu'au courant continu (courant d'alimentation exclu);
- c) la puissance d'émission nominale recommandée est de +9,5 dBm \pm 1 dB.

VI.13 *Terminaison de l'émetteur-récepteur*

VI.13.1 *Impédance*

L'impédance nominale d'entrée/sortie vers TR est de 140 ohms. L'impédance nominale d'entrée/sortie vers TL est de 140 ohms.

VI.13.2 *Affaiblissement d'équilibrage*

Pour complément d'étude.

VI.13.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

L'affaiblissement de conversion longitudinale entre 100 Hz et 1,6 fois le débit de symboles (f_0) doit dépasser 46 dB. Pour une fréquence $10 \text{ MHz} > f > 1,6 f_0$, l'affaiblissement longitudinal doit dépasser $46 - 40 \log (f/1,6 f_0)$ dB ou 24 dB en se fondant sur la valeur la plus élevée.

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	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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 informatiques généraux des systèmes de télécommunication