



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

V.32

(11/1988)

SÉRIE V: COMMUNICATION DE DONNÉES SUR LE
RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE

Interfaces et modems pour la bande des fréquences
vocales

**FAMILLE DE MODEMS À DEUX FILS
FONCTIONNANT EN DUPLEX À DES DÉBITS
BINAIRES ALLANT JUSQU'À 9600 bit/s
POUR USAGE SUR LE RÉSEAU
TÉLÉPHONIQUE GÉNÉRAL AVEC
COMMUTATION ET SUR LES CIRCUITS LOUÉS
DE TYPE TÉLÉPHONIQUE**

Réédition de la Recommandation V.32 du CCITT publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule VIII.1 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation V.32 du CCITT a été publiée dans le fascicule VIII.1 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.

Recommandation V.32

FAMILLE DE MODEMS À DEUX FILS FONCTIONNANT EN DUPLEX À DES DÉBITS BINAIRES ALLANT JUSQU'À 9600 BIT/S POUR USAGE SUR LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE GÉNÉRAL AVEC COMMUTATION ET SUR LES CIRCUITS LOUÉS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Malaga-Torremolinos, 1984; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Introduction

Cette famille de modems est destinée à fonctionner sur les circuits des réseaux téléphoniques généraux avec commutation (RTPG) (voir la remarque 1) et sur les circuits loués de poste à poste. Les principales caractéristiques de ces modems sont les suivantes:

- a) fonctionnement duplex sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits à deux fils loués de poste à poste (voir la remarque 2);
- b) séparation des voies par la technique de compensation d'écho;
- c) modulation d'amplitude en quadrature pour chaque voie avec transmission synchrone en ligne à 2400 bauds;
- d) toute combinaison des débits binaires suivants peut être réalisée dans les modems:
 - 9600 bit/s synchrone
 - 4800 bit/s synchrone
 - 2400 bit/s synchrone – pour étude ultérieure;
- e) à 9600 bit/s, deux dispositions possibles de modulation, l'une utilisant 16 états de la porteuse et l'autre utilisant un codage en treillis avec 32 états de la porteuse, sont prévus dans cette Recommandation. Toutefois, les modems ayant un débit binaire de 9600 bit/s auront la possibilité d'interfonctionner en utilisant la disposition à 16 états;
- f) échange de séquences de débit binaire durant la séquence de démarrage afin de déterminer le débit binaire, le codage et toutes autres dispositions particulières;
- g) fourniture facultative d'un mode de fonctionnement asynchrone conformément à la Recommandation V.14.

Remarque 1 – Sur les circuits internationaux des réseaux téléphoniques généraux avec commutation (RTPG) utilisant des circuits conformes à la Recommandation G.235 (Equipements terminaux à 16 voies), il peut être nécessaire d'assurer dans le modem un degré d'égalisation supérieur à celui requis pour le fonctionnement sur la plupart des raccordements nationaux à travers le RTPG.

Remarque 2 – Les débits d'émission et de réception dans chaque modem doivent être les mêmes. La possibilité de fonctionnement asymétrique reste à l'étude.

2 Signaux en ligne

2.1 Fréquence porteuse

La fréquence porteuse doit être de 1800 ± 1 Hz. Il n'est pas prévu de fréquence pilote. Le récepteur doit être capable de fonctionner avec des décalages de fréquences reçues allant jusqu'à ± 7 Hz.

2.2 Spectre transmis

Le niveau de la puissance transmise doit être conforme à la Recommandation V.2. Appliquant des «1» binaires continus à l'entrée de l'embrouilleur, la densité d'énergie transmise à 600 Hz et 3000 Hz doit être atténuée de $4,5 \pm 2,5$ dB, par rapport à la densité maximale d'énergie entre 600 Hz et 3000 Hz.

2.3 Rapidité de modulation

La rapidité de modulation doit être de 2400 bauds $\pm 0,01\%$.

2.4 Codage

2.4.1 Codage d'élément de signal pour 9600 bit/s

Deux méthodes sont définies.

2.4.1.1 Codage non redondant

Le train de données embrouillées à émettre est divisé en groupes de 4 bits consécutifs. Les deux premiers bits dans le temps $Q1_n$ et $Q2_n$ de chaque groupe (n étant le numéro de séquence du groupe) sont codés de façon différentielle en $Y1_n$ et $Y2_n$ comme indiqué dans le tableau 1/V.32. Aux bits $Y1_n$ et $Y2_n$, les bits $Q3_n$ et $Q4_n$ sont alors associés pour représenter les coordonnées de l'état de signal à émettre conformément au diagramme vectoriel de signaux indiqué à la figure 1/V.32 et comme indiqué dans le tableau 3/V.32.

2.4.1.2 Codage en treillis

Le train de bits embrouillés à émettre est divisé en groupes de 4 bits consécutifs. Comme le montre la figure 2/V.32, les deux premiers bits $Q1_n$ et $Q2_n$ de chaque groupe (n désignant le numéro de séquence du groupe) sont codés différemment en $Y1_n$ et $Y2_n$, selon le tableau 2/V.32. Les deux bits codés différemment $Y1_n$ et $Y2_n$ sont introduits dans un codeur convolusionnel systématique qui produit un bit redondant $Y0_n$. A ce bit redondant et aux 4 bits d'information $Y1_n$, $Y2_n$, $Q3_n$ et $Q4_n$ sont alors associées les coordonnées de l'élément de signal à émettre conformément au diagramme vectoriel de signaux, représenté à la figure 3/V.32 et comme indiqué dans le tableau 3/V.32.

2.4.2 Codage de l'élément de signal à 4800 bit/s

Le train de bits embrouillés à émettre est divisé en groupes de 2 bits consécutifs. Ces bits, appelés $Q1_n$ et $Q2_n$, dont $Q1_n$ est le premier dans le temps (n désignant le numéro de séquence du groupe) sont codés de façon différentielle en $Y1_n$ et $Y2_n$, selon le tableau 1/V.32. Sur la figure 1/V.32 est représenté le sous-ensemble A, B, C et D des états de signal utilisés pour la transmission à 4800 bit/s.

2.4.3 Codage de l'élément de signal pour 2400 bit/s

Pour étude ultérieure.

3 Circuits de jonction

3.1 Liste des circuits de jonction

La liste des circuits de jonction figure au tableau 4/V.32 ci-dessous.

3.2 Pour transmettre des données

Le modem doit accepter des données synchrones de l'ETTD sur le circuit 103, sous le contrôle du circuit 113 ou 114.

3.3 Pour recevoir des données

Le modem doit transmettre des données synchrones à l'ETTD sur le circuit 104, sous le contrôle du circuit 115.

3.4 Inclusion d'une horloge

Il convient d'inclure des horloges dans les modems pour fournir le rythme des éléments de signal à l'émission à l'ETTD sur le circuit 114, et le rythme des éléments de signal au récepteur sur le circuit 115. Le rythme à l'émission peut provenir de l'ETTD et être transféré au modem par l'intermédiaire du circuit 113. Dans certaines applications, il peut être nécessaire d'asservir le rythme à l'émission au rythme à la réception à l'intérieur du modem.

3.5 Commande du débit binaire

Le choix du débit binaire peut être obtenu par commutation (ou par un moyen similaire), ou au choix par le circuit 111. Au cas où trois débits binaires différents sont mis en œuvre dans un modem, un sélecteur manuel peut être utilisé pour déterminer les deux débits binaires sélectionnés par le circuit 111.

L'état FERMÉ du circuit 111 sélectionne le débit binaire supérieur, et l'état OUVERT du circuit 111 sélectionne le débit binaire inférieur.

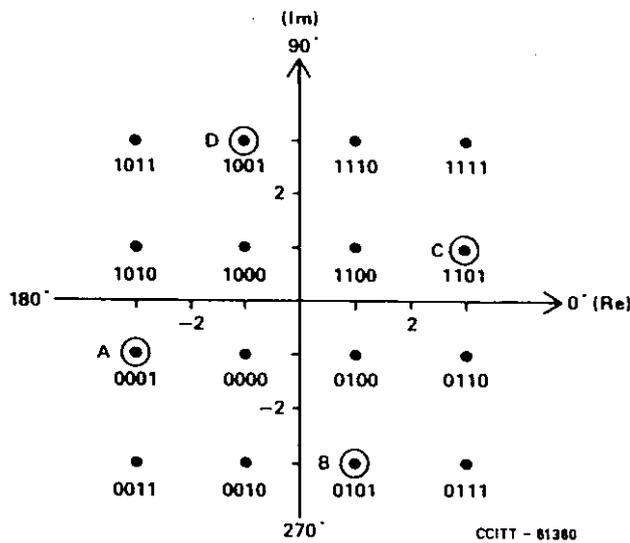
3.6 *Circuit 106*

Après les séquences de démarrage et de reprise de conditionnement, l'état du circuit 106 doit suivre celui du circuit 105 avec un délai inférieur à 2 ms.

TABLEAU 1/V.32

Codage de phase différentiel pour 4800 bit/s et pour un codage non redondant à 9600 bit/s

Entrées		Sorties précédentes		Changement de quadrant de phase	Sorties		Etat de signal pour 4800 bit/s
Q1 _n	Q2 _n	Y1 _{n-1}	Y2 _{n-1}		Y1 _n	Y2 _n	
0	0	0	0	+ 90°	0	1	B
0	0	0	1		1	1	C
0	0	1	0		0	0	A
0	0	1	1		1	0	D
0	1	0	0	0°	0	0	A
0	1	0	1		0	1	B
0	1	1	0		1	0	D
0	1	1	1		1	1	C
1	0	0	0	+ 180°	1	1	C
1	0	0	1		1	0	D
1	0	1	0		0	1	B
1	0	1	1		0	0	A
1	1	0	0	+ 270°	1	0	D
1	1	0	1		0	0	A
1	1	1	0		1	1	C
1	1	1	1		0	1	B



Les nombres binaires représentent Y1_n Y2_n Q3_n Q4_n

FIGURE 1/V.32

Constellation de signal à 16 points avec codage non redondant pour 9600 bit/s et sous-ensemble A, B, C, D des états utilisés à 4800 bit/s et pour le conditionnement

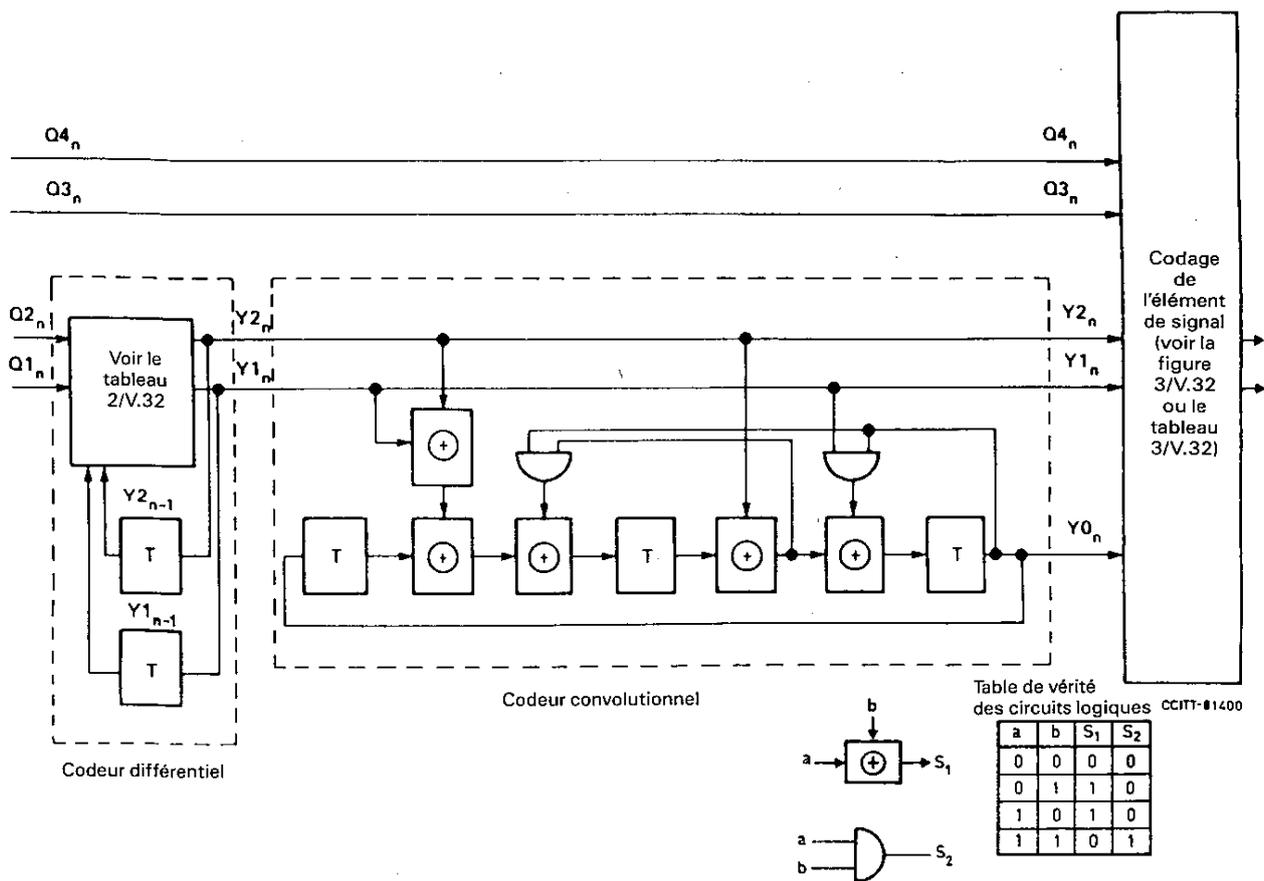


FIGURE 2/V.32

Codage en treillis à 9600 bit/s

TABLEAU 2/V.32

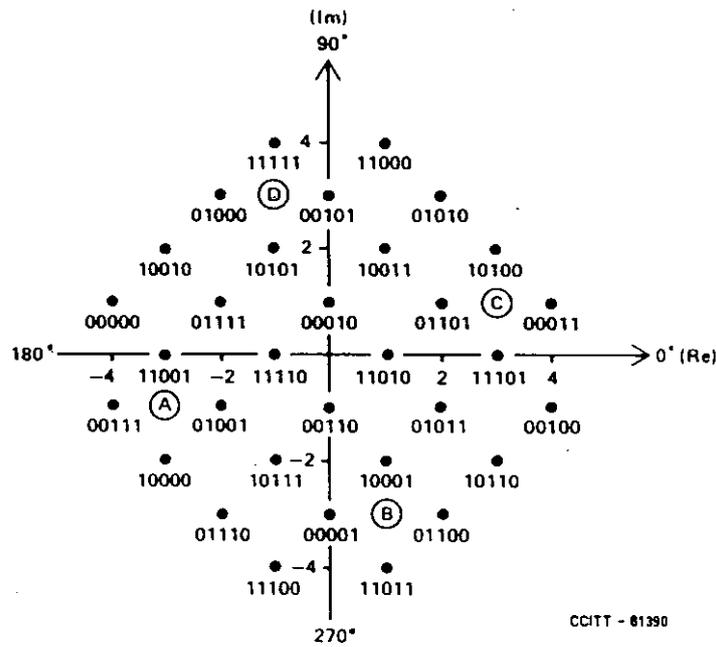
Codage différentiel à utiliser dans la variante de codage en treillis à 9600 bit/s

Entrées		Sorties précédentes		Sorties	
Q _{1n}	Q _{2n}	Y _{1n-1}	Y _{2n-1}	Y _{1n}	Y _{2n}
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	1

TABLEAU 3/V.32

Les deux variantes d'états de signal pour 9600 bit/s

Entrées codées (Voir le tableau 1/V.32 ou le tableau 2/V.32 avec la figure 2/V.32)					Codage non redondant		Codage en treillis	
(Y0)	Y1	Y2	Q3	Q4	Re	Im	Re	Im
0	0	0	0	0	-1	-1	-4	1
	0	0	0	1	-3	-1	0	-3
	0	0	1	0	-1	-3	0	1
	0	0	1	1	-3	-3	4	1
	0	1	0	0	1	-1	4	-1
	0	1	0	1	1	-3	0	3
	0	1	1	0	3	-1	0	-1
	0	1	1	1	3	-3	-4	-1
	1	0	0	0	-1	1	-2	3
	1	0	0	1	-1	3	-2	-1
	1	0	1	0	-3	1	2	3
	1	0	1	1	-3	3	2	-1
	1	1	0	0	1	1	2	-3
	1	1	0	1	3	1	2	1
	1	1	1	0	1	3	-2	-3
	1	1	1	1	3	3	-2	1
1	0	0	0	0			-3	-2
	0	0	0	1			1	-2
	0	0	1	0			-3	2
	0	0	1	1			1	2
	0	1	0	0			3	2
	0	1	0	1			-1	2
	0	1	1	0			3	-2
	0	1	1	1			-1	-2
	1	0	0	0			1	4
	1	0	0	1			-3	0
	1	0	1	0			1	0
	1	0	1	1			1	-4
	1	1	0	0			-1	-4
	1	1	0	1			3	0
	1	1	1	0			-1	0
	1	1	1	1			-1	4



Les nombres binaires représentent $Y_{0_n}, Y_{1_n}, Y_{2_n}, Q_{3_n}, Q_{4_n}$

FIGURE 3/V.32

Constellation de signal à 32 points avec codage en treillis pour 9600 bit/s et états A, B, C, D utilisés à 4800 bit/s et pour le conditionnement

TABLEAU 4/V.32

Circuits de jonction (voir la remarque 1)		Remarques
N°	Désignation	
102	Terre de signalisation ou retour commun	
103	Emission des données	
104	Réception des données	
105	Demande pour émettre	
106	Prêt à émettre	
107	Poste de données prêt	
108/1 ou	Connectez le poste de données sur la ligne	2
108/2	Équipement terminal de données prêt	2
109	Détecteur du signal de ligne reçu sur la voie de données	
111	Sélecteur de débit binaire (origine ETTD)	3
112	Sélecteur de débit binaire (origine ETCD)	3
113	Base de temps pour les éléments de signal à l'émission (origine ETTD)	5
114	Base de temps pour les éléments de signal à l'émission (origine ETCD)	6
115	Base de temps pour les éléments de signal à la réception (origine ETCD)	6
125	Indicateur d'appel	4
140	Bouclage/Essai de maintenance	
141	Bouclage local	
142	Indicateur d'essai	

Remarque 1 – Tous les circuits de jonction mis en oeuvre doivent être conformes aux spécifications fonctionnelles et satisfaire aux conditions d'exploitation énoncées dans la Recommandation V.24. Tous les circuits de jonction doivent être convenablement terminés dans l'ETTD et l'ETCD conformément aux spécifications de la Recommandation concernant les caractéristiques électriques (voir le § 3.8).

Remarque 2 – Ce circuit doit pouvoir fonctionner en tant que circuit 108/1 ou 108/2 selon son utilisation. Le fonctionnement des circuits 107 et 108/1 doit être conforme au § 4.4 de la Recommandation V.24.

Remarque 3 – Ce circuit n'est pas essentiel lorsqu'un seul débit binaire est utilisé dans le modem.

Remarque 4 – Ce circuit est utilisé seulement quand le modem est raccordé au réseau téléphonique général à commutation.

Remarque 5 – Quand le modem ne fonctionne pas en mode synchrone, il n'est pas tenu compte des signaux émis sur ce circuit. De nombreux ETTD fonctionnant en mode asynchrone n'ont pas de générateur connecté à ce circuit.

Remarque 6 – Quand le modem ne fonctionne pas en mode synchrone, ce circuit est verrouillé sur l'état OUVERT. Dans de nombreux ETTD fonctionnant en mode asynchrone ce circuit n'est pas connecté.

3.7 *Circuit 109*

Les passages d'OUVERT à FERMÉ et de FERMÉ à OUVERT du circuit 109 ne doivent avoir lieu que selon les séquences de fonctionnement définies dans le § 5. Les seuils et les temps de réponse ne sont pas applicables, car un détecteur de signal de ligne n'est pas en mesure de faire la distinction entre les signaux utiles reçus et les échos «pour la personne qui parle» indésirables.

3.8 *Caractéristiques électriques des circuits de jonction*

3.8.1 Il est recommandé d'utiliser les caractéristiques électriques spécifiées dans la Recommandation V.28, ainsi que le connecteur et l'affectation des broches prévus dans la norme ISO 2110.

Remarque – Les constructeurs noteront que l'objectif à long terme consiste à remplacer les caractéristiques électriques spécifiées dans la Recommandation V.28, et que la Commission d'études XVII a décidé de poursuivre ses travaux sur la définition d'une interface plus efficace entièrement symétrique, pour les applications de la série V, afin de ramener à un minimum le nombre des circuits de jonction.

3.9 *Condition de dérangement des circuits de jonction*

Voir le § 7 de la Recommandation V.28, pour la correspondance avec les types de détection des dérangements des récepteurs.

3.9.1 L'ETTD doit interpréter un dérangement sur le circuit 107 comme un état OUVERT, en appliquant la détection de défaillance de type 1.

3.9.2 L'ETCD doit interpréter un dérangement sur les circuits 105 et 108 comme un état OUVERT, en appliquant la détection de dérangement de type 1.

3.9.3 Tous les autres circuits, non mentionnés ci-dessus, peuvent utiliser la détection de dérangement des types 0 ou 1.

4 **Embrouilleur et désembrouilleur**

Un embrouilleur-désembrouilleur autosynchronisable doit être inclus dans le modem. Chaque direction de transmission utilise un embrouilleur différent. La méthode d'assignation des embrouilleurs et des désembrouilleurs est décrite dans le § 4.1. Selon la direction de transmission, le polynôme générateur est:

Polynôme générateur de modem en mode appel (GPC) = $1 + x^{-18} + x^{-23}$ ou

Polynôme générateur de modem en mode réponse (GPA) = $1 + x^{-5} + x^{-23}$

A l'émission, la séquence de données du message fournie à l'embrouilleur doit être effectivement divisée par le polynôme générateur. Les coefficients du quotient de cette division, pris dans l'ordre décroissant, constituent la séquence de données qui apparaît à la sortie de l'embrouilleur. A la réception, la séquence de données reçue doit être multipliée par le polynôme générateur de l'embrouilleur pour redonner la séquence de données du message.

4.1 *Assignation de l'embrouilleur ou du désembrouilleur*

4.1.1 *Réseau téléphonique général avec commutation*

Dans le réseau téléphonique général avec commutation, le modem du poste de données appelant (mode appel) doit utiliser l'embrouilleur avec le polynôme générateur GPC, et le désembrouilleur avec le polynôme générateur GPA. Le modem du poste de données appelé (mode réponse) doit utiliser l'embrouilleur avec le polynôme générateur GPA, et le désembrouilleur avec le polynôme générateur GPC. Dans certains cas, toutefois, si des appels sont établis sur le réseau téléphonique général avec commutation par des opérateurs, un accord bilatéral sur l'attribution du mode appel et du mode réponse est nécessaire.

4.1.2 *Circuits loués de poste à poste*

L'attribution des ensembles embrouilleur-désembrouilleur et la désignation du mode appel et du mode réponse sur les circuits loués de poste à poste se feront par accord bilatéral entre les Administrations et les usagers.

5 **Séquences de fonctionnement**

5.1 *Séquence de réponse automatique de la Recommandation V.25*

La séquence de réponse automatique de la Recommandation V.25 est émise par le modem fonctionnant en mode réponse sur les communications internationales du réseau téléphonique général avec commutation. La transmission de cette séquence peut être omise sur les circuits loués de poste à poste, ou sur les communications nationales du réseau téléphonique général avec commutation, moyennant l'autorisation de l'Administration concernée. Dans ce cas, le modem fonctionnant en mode réponse doit émettre en se conformant à la procédure de reprise de conditionnement spécifiée au § 5.5.

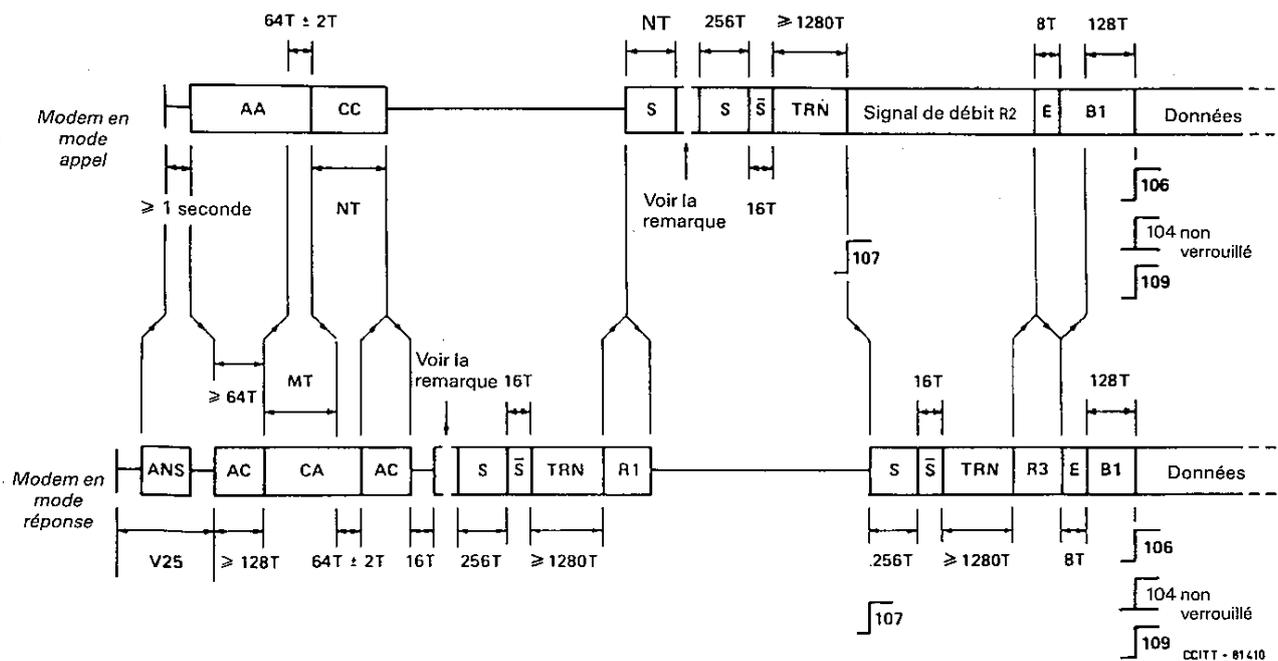
5.2 *Signal de conditionnement du récepteur*

Le signal de conditionnement du récepteur doit être utilisé lors des procédures de démarrage et de reprise de conditionnement comme indiqué dans les § 5.4 et 5.5 ci-dessous. Le signal est constitué de trois segments:

5.2.1 Segment 1, noté S sur les figures 4/V.32 et 5/V.32, constitué d'alternances d'états A et B comme le montre la figure 1/V.32 pendant une durée de 256 intervalles unitaires;

5.2.2 Segment 2, noté \bar{S} sur les figures 4/V.32 et 5/V.32, constitué d'alternances d'états C et D comme le montre la figure 1/V.32, pendant une durée de 16 intervalles unitaires.

Le passage du segment 1 au segment 2 donne une indication que l'on peut utiliser pour créer une référence de temps dans le récepteur;

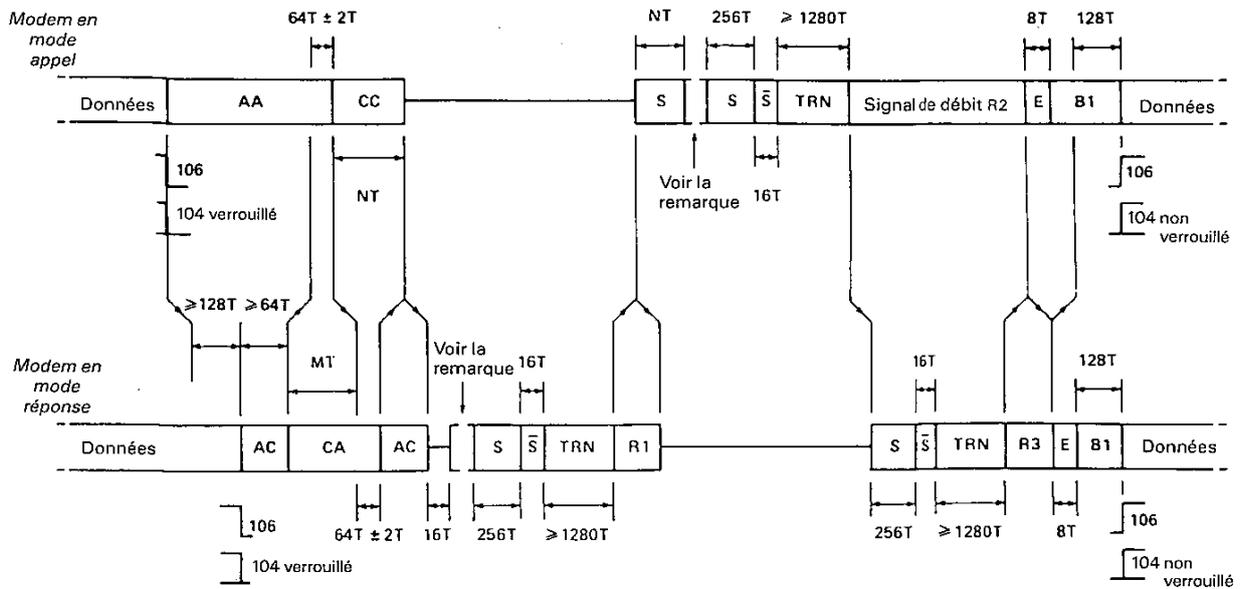


- AC Etats de signal ACAC..AC émis durant un nombre pair d'intervalles unitaires T; de même pour CA, AA et CC.
- MT, NT Temps de propagation aller et retour observés à partir des modems en mode réponse et en mode appel respectivement incluant le temps de propagation $64T \pm 2T$ dans le modem.
- S, \bar{S} Etats de signal ABAB..AB, CDCD..CD.
- TRN 1 embrouillés à 4800 bit/s avec dibits codés sous forme d'états A, B, C, et D comme défini dans le § 5.2.3.
- R1, R2, R3 Répétition de séquence de débit de 16 bits à 4800 bit/s embrouillée et codée différentiellement comme défini dans le tableau 1/V.32.
- E Séquence de 16 bits marquant et suivant la fin d'un nombre entier de séquences de débit de 16 bits R2 et R3.
- B1 1 binaires embrouillés et codés de la même façon que lors de la transmission ultérieure des données.

Remarque — L'inclusion d'une séquence particulière de conditionnement de compensateur d'écho, à cet endroit, est facultative (voir la remarque 3 du § 5.4).

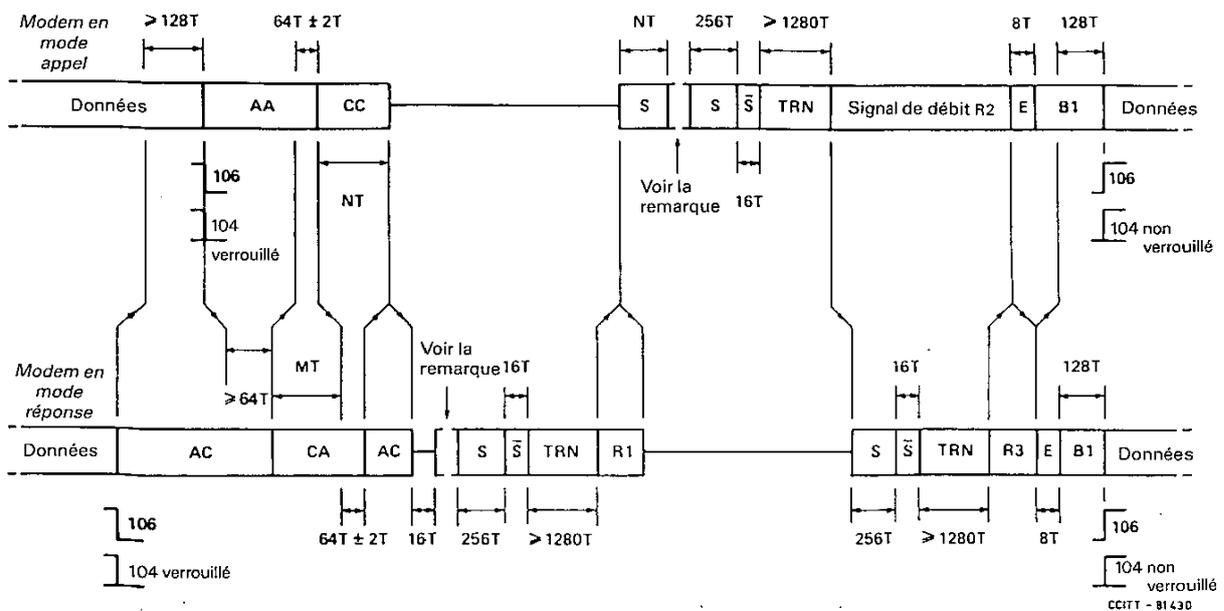
FIGURE 4/V.32

Procédure de démarrage



a) Reprise du conditionnement à l'initiative du modem en mode appel

CCITT-81420



b) Reprise du conditionnement à l'initiative du modem en mode réponse

CCITT - 81430

- AC Etats de signal ACAC..AC émis durant un nombre pair d'intervalles unitaires T; de même pour CA, AA et CC.
- MT, NT Temps de propagation aller et retour observés à partir des modems en mode réponse et en mode appel respectivement incluant le temps de propagation $64T \pm 2T$ dans le modem.
- S, \bar{S} Etats de signal ABAB..AB, CDCD..CD.
- TRN 1 embrouillés à 4800 bit/s avec dibits codés sous forme d'états A, B, C, et D comme défini dans le § 5.2.3.
- R1, R2, R3 Répétition de séquence de débit de 16 bits à 4800 bit/s embrouillée et codée différentiellement comme défini dans le tableau 1/V.32.
- E Séquence de 16 bits marquant et suivant la fin d'un nombre entier de séquences de débit de 16 bits R2 et R3.
- B1 1 binaires embrouillés et codés de la même façon que lors de la transmission ultérieure des données.

Remarque — L'inclusion d'une séquence particulière de conditionnement de compensateur d'écho, à cet endroit, est facultative (voir la remarque 3 du § 5.4).

FIGURE 5/V.32

5.2.3 Segment 3, noté TRN sur les figures 4/V.32 et 5/V.32, constitué d'une séquence provenant de l'embrouillage de «uns» binaires au débit binaire de 4800 bit/s, au moyen de l'embrouilleur défini dans le § 4. Pendant la transmission du segment, le codage de phase différentiel doit être supprimé. L'état initial de l'embrouilleur doit être tout en «zéros» et un «1» binaire y est appliqué pendant la durée du segment 3. Les dibits successifs sont codés en états de signal émis.

Les 256 premiers états de signal émis sont déterminés par le premier bit apparaissant dans le temps de chaque dibit. Lorsque ce bit est un 0, l'état de signal A est émis; lorsque le bit est un 1, l'état de signal C est émis. Selon que le modem est en mode appel ou en mode réponse, la séquence en sortie de l'embrouilleur et les états de signal correspondants commencent alors comme indiqué ci-dessous, avec un déroulement dans le temps correspondant à une lecture de la gauche vers la droite.

Modem en mode appel:

GPC: 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 00 00 01 11 11 11
CCCCCCCCAAACCC

Modem en mode réponse:

GPA: 11 11 10 00 00 11 11 10 00 00 11 10 01 11 11
CCCAACCCAACCACC

Immédiatement après ces 256 symboles et pendant le reste du segment 3, les dibits embrouillés successifs sont codés en états du signal émis, selon le tableau 5/V.32, directement, sans codage différentiel. La durée du segment 3 doit être au minimum de 1280 intervalles unitaires et au maximum de 8192¹⁾ intervalles unitaires.

Le segment 3 est destiné au conditionnement de l'égalisateur autoadaptatif du modem récepteur et à la compensation d'écho du modem émetteur:

TABLEAU 5/V.32

Codage du segment TRN après les 256 premiers symboles

Dibits	Etats du signal
00	A
01	B
11	C
10	D

Remarque – Les états de signal A, B, C et D sont représentés sur la figure 1/V.32.

5.3 *Signal de débit*

Il consiste en la répétition cyclique, un nombre entier de fois, d'une séquence binaire à 16 bits (définie dans le tableau 6/V.32) qui est embrouillée et transmise à 4800 bit/s avec des dibits codés différemment comme indiqué dans le tableau 1/V.32. Le dernier symbole du segment TRN transmis doit initialiser le codeur différentiel.

Les deux premiers bits et chacun des dibits suivants de la séquence de débit sont codés sous forme d'états de signal.

Le premier octet transmis, B0-B7, est défini dans le tableau 6/V.32 et doit être interprété par tous les modems de la Recommandation V.32; le second octet, B8-B15, comprend des codes définis dans ce tableau, d'autres à définir par la suite, et d'autres enfin non définis à usage des constructeurs.

¹⁾ La durée maximale de 8192 intervalles unitaires nécessite un complément d'étude.

TABLEAU 6/V.32

Codage de la séquence de débit à 16 bits

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	10	11	12	13	14	15	B0	B1	B2	B3	B4	etc
0	0	0	0	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	0	0	0	0	-	.
B0-3, B7, 11, 15				Pour synchronisation sur un signal de débit reçu																	
B4				1 indique la possibilité de recevoir des données à 2400 bit/s																	
B5				1 indique la possibilité de recevoir des données à 4800 bit/s																	
B6				1 indique la possibilité de recevoir des données à 9600 bit/s																	
B4-6				0 0 0 commande une libération du réseau téléphonique public commuté																	
B8				1 indique la possibilité de codage/décodage en treillis, au plus haut débit binaire indiqué en B4-6																	
B9-14				0 0 1 0 0 0 indique l'absence de modes particuliers d'exploitation																	

Remarque – Les codes restants pourront être attribués, dans le futur, dans le cadre de la Recommandation V.32.

5.3.1 *Détection d'un signal de débit*

La condition minimale de détection est la réception de deux séquences de 16 bits consécutives identiques, chacune avec les bits B0-3, B7, 11 et 15, conformes à ceux définis dans le tableau 6/V.32.

5.3.2 *Achèvement du signal de débit*

Pour marquer la fin de transmission d'un signal de débit autre que R1 (figure 4/V.32), le modem doit d'abord achever la transmission de la séquence de débit à 16 bits, puis transmettre une séquence E à 16 bits, codée comme indiqué dans le tableau 7/V.32.

TABLEAU 7/V.32

Codage du signal E

B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	-	-	-	B1	-	-	-	1	-	-	-	1
B4-14		Comme dans le tableau 6/V.32, si ce n'est que seuls le débit binaire et le codage à indiquer doivent correspondre à ceux utilisés lors de la transmission des «uns» binaires embrouillés qui suivent immédiatement le signal E													

5.4 *Procédure de démarrage*

La procédure assurant le synchronisme entre le modem en mode appel et le modem en mode réponse sur les communications internationales du réseau téléphonique général avec commutation est décrite sur la figure 4/V.32. Cette procédure comprend la détermination par chaque modem du temps de propagation aller et retour, le conditionnement des compensateurs d'écho et des récepteurs, au départ avec une transmission en semi-duplex, et l'échange de signaux de débit pour la sélection automatique du débit binaire et du mode de transmission.

5.4.1 *Modem en mode appel*

Après avoir reçu la tonalité de réponse pendant au moins 1 seconde, comme spécifié dans la Recommandation V.25, le modem est connecté à la ligne (voir la remarque 1) et conditionne l'embrouilleur et le désembrouilleur comme indiqué dans le § 4.1

Le modem transmet de façon répétée l'état de porteuse A comme indiqué sur la figure 1/V.32.

Le modem est conditionné pour détecter (voir la remarque 2) l'une des deux tonalités reçues de fréquence 600 ± 7 Hz et 3000 ± 7 Hz, puis détecter une inversion de phase de cette tonalité.

A la détection de cette inversion de phase, le modem est conditionné pour détecter une seconde inversion de phase de la même tonalité, faire démarrer un compteur ou une minuterie et transmettre de façon répétée l'état C, comme indiqué sur la figure 1/V.32. L'intervalle de temps séparant la réception de cette inversion de phase, aux bornes de l'accès

ligne, et la transmission de la transition AA à CC apparaissant aux bornes de l'accès ligne doit être de 64 ± 2 intervalles unitaires.

Lors de la détection d'une seconde inversion de phase de cette tonalité reçue, le modem arrête le compteur ou la minuterie et cesse de transmettre.

Lorsque le modem détecte l'arrivée d'une séquence S (voir le § 5.2), il doit conditionner son récepteur, puis chercher à détecter au moins deux séquences de débit à 16 bits consécutives identiques, comme indiqué dans le tableau 6/V.32.

Détectant le signal de débit (R1), le modem transmet une séquence S pendant un intervalle de temps NT déjà déterminé par le compteur ou la minuterie.

Après expiration de cette durée (voir la remarque 3), le modem transmet le signal de conditionnement du récepteur, comme défini dans le § 5.2, en commençant par une séquence S de 256 intervalles unitaires.

La transmission du segment TRN du signal de conditionnement du récepteur peut être prolongée, de manière à assurer un niveau satisfaisant de compensation d'écho (voir la remarque 4).

Après le segment TRN, le modem met à l'état FERMÉ le circuit 107 et transmet un signal de débit (R2) conformément au § 5.3, pour indiquer les débits binaires actuellement disponibles et si un codage en treillis et (ou) d'autres modes particuliers d'exploitation sont disponibles. R2 doit exclure les débits et les modes d'exploitation qui n'apparaissent pas dans le signal de débit R1 précédemment reçu. Il est recommandé que R2 tienne compte aussi des performances probables du récepteur sur la communication établie sur le réseau téléphonique général avec commutation. S'il apparaît qu'un fonctionnement satisfaisant ne peut être obtenu pour aucun des débits binaires disponibles, R2 doit être utilisé pour demander une libération de la communication sur le réseau téléphonique général avec commutation conformément au tableau 6/V.32.

La transmission de R2 continue jusqu'au moment où un signal de débit R3 est détecté. Le modem transmet alors, après avoir achevé sa séquence de débit à 16 bits en cours, une unique séquence E de 16 bits, conformément au § 5.3.2 et indiquant le débit binaire, le codage et tous modes particuliers d'exploitation demandés par R3. Si toutefois R3 demande une libération de la communication établie sur le réseau téléphonique général avec commutation conformément au tableau 6/V.32, le modem en mode appel se déconnecte alors de la ligne et la libère.

Le modem transmet alors des 1 binaires continus embrouillés selon le débit binaire et le codage requis par R3, met le circuit 112 dans l'état approprié. Si un codage en treillis, tel que défini dans le § 2.4.1.2, doit être utilisé, les états initiaux des cellules à retard du codeur convolutionnel décrit à la figure 2/V.32 devront être égaux à zéro.

Lors de la détection d'une séquence reçue E à 16 bits, comme défini au § 5.3.2, le modem est conditionné pour recevoir des données conformément au débit et au codage indiqués par la séquence E reçue. Après une durée de 128 intervalles unitaires, le circuit 109 est mis à l'état FERMÉ et le circuit 104 libéré.

Le modem permet alors à l'état du circuit 106 de répondre à celui du circuit 105, et est prêt à transmettre des données.

5.4.2 *Modem en mode réponse*

Lors de la connexion à la ligne, le modem conditionne l'embrouilleur et le désembrouilleur, comme indiqué dans le § 4.1, et transmet la séquence de réponse V.25. Les moyens définis dans la Recommandation V.25 pour neutraliser les annulateurs d'écho de réseau et (ou) tronquer la tonalité de réponse peuvent être utilisés.

Après la séquence de réponse V.25, le modem transmet alternativement des états de porteuse A et C, comme indiqué sur la figure 1/V.32.

Après la transmission alternée des états A et C pendant un nombre pair d'intervalles unitaires supérieur ou égal à 128 *et* après détection d'une tonalité d'entrée à 1800 ± 7 Hz pendant 64 intervalles unitaires (voir la remarque 5), le modem est conditionné pour détecter une inversion de phase de la tonalité reçue, fait démarrer un compteur ou une minuterie, et se met à transmettre alternativement des états de porteuse C et A pendant un nombre pair d'intervalles unitaires.

Lors de la détection d'une inversion de phase dans la tonalité reçue, le modem arrête le compteur ou la minuterie et, après transmission d'un état A, il se met à transmettre alternativement des états A et C. L'intervalle de temps séparant la réception de cette inversion de phase, aux bornes de l'accès ligne, et la transmission de la transition CA à AC, apparaissant aux bornes de l'accès ligne, doit être égal à 64 ± 2 intervalles unitaires.

Lorsqu'une chute de niveau est détectée dans la tonalité reçue, le modem cesse de transmettre pendant une durée de 16 intervalles unitaires, puis (voir la remarque 3) transmet le signal de conditionnement du récepteur comme indiqué dans le § 5.2.

La transmission du segment TRN du signal de conditionnement du récepteur peut être prolongée, de manière à assurer un niveau satisfaisant de compensation d'écho (voir la remarque 4).

Après le segment TRN, le modem transmet un signal de débit (R1) conformément au § 5.3, pour indiquer les débits binaires, le codage, et tous modes particuliers d'exploitation actuellement disponibles dans le modem en mode réponse et dans l'ETTD associé.

Lors de la détection d'une séquence S reçue, le modem cesse de transmettre.

Le modem attend ainsi pendant une période MT déjà déterminée par le compteur ou la minuterie, puis, si la séquence S reçue persiste, ou si la séquence S réapparaît (voir la remarque 3), le modem conditionne son récepteur.

Après le conditionnement de son récepteur, le modem tente de détecter au moins deux séquences de débit à 16 bits consécutives identiques, comme indiqué dans le § 5.3

Lors de la détection d'un débit binaire (R2), le modem met le circuit 107 à l'état FERMÉ et transmet un second signal de conditionnement du récepteur, comme indiqué dans le § 5.2.

Après le segment TRN, le modem transmet un second signal de débit (R3), de manière à indiquer le débit binaire, le codage, et tous modes spéciaux d'exploitation que les deux modems peuvent utiliser. Le débit binaire et les modes d'exploitation choisis par R3 doivent être compris parmi ceux qui ont été indiqués par R2. Il est recommandé que R3 tienne compte aussi des performances probables du récepteur sur la communication établie sur le réseau téléphonique général avec commutation. Si R2 demande une libération du réseau téléphonique général avec commutation (voir le tableau 6/V.32) et (ou) s'il apparaît qu'un fonctionnement satisfaisant ne peut être obtenu par le modem en mode réponse pour aucun des débits binaires disponibles, R3 demande alors une libération du réseau téléphonique général avec commutation, comme défini dans le tableau 6/V.32.

Lorsque le modem détecte une séquence reçue E de 16 bits, comme définie dans le § 5.3.2, il se conditionne lui-même pour recevoir des données selon le débit et le codage indiqués par la séquence E.

Le modem achève la transmission de la séquence de débit à 16 bits en cours, puis transmet une séquence unique E à 16 bits, en indiquant le débit binaire et le codage utilisés lors de la transmission ultérieure de 1 binaires embrouillés. Si l'on doit mettre en œuvre un codage en treillis tel qu'indiqué au § 2.4.1.2, il faudra alors mettre à zéro les états initiaux des cellules à retard du codeur convolutionnel décrit à la figure 3/V.32.

Le modem transmet des 1 binaires embrouillés pendant 128 intervalles unitaires, puis permet au circuit 106 de répondre au circuit 105 et doit être prêt à transmettre des données.

Le modem doit mettre le circuit 109 à l'état FERMÉ et libérer le circuit 104.

Remarque 1 – Lorsque la fréquence de la tonalité reçue est de 600 ± 7 Hz ou 3000 ± 7 Hz, le modem en mode appel doit émettre la séquence de démarrage même si aucune tonalité de 2100 Hz n'est détectée.

Remarque 2 – Dans certains cas, les tonalités reçues peuvent être précédées d'une séquence particulière qui peut durer jusqu'à 294 ms (voir l'appendice I).

Remarque 3 – Le segment TRN du signal de conditionnement du récepteur est utilisable pour conditionner le compensateur d'écho dans le modem émetteur. Par contre, il est admis de faire précéder le signal de conditionnement du récepteur par une séquence particulière servant au conditionnement du compensateur d'écho, mais ne nécessitant pas de description détaillée dans cette Recommandation. La séquence de compensation d'écho (si elle est utilisée) doit conserver une énergie suffisante transmise en ligne pour maintenir la neutralisation des organes de protection contre les échos dans le réseau, selon les besoins. Afin d'éviter toute confusion avec les segments 1 ou 2 du signal de conditionnement du récepteur défini au § 5.2, la séquence de compensation d'écho génère un signal dont la somme d'énergie répartie dans les trois bandes de 200 Hz, respectivement centrées sur 600 Hz, 1800 Hz et 3000 Hz, doit être inférieure d'au moins 1 dB à l'énergie qu'il dissipe dans le reste de la largeur de bande. Cela s'applique à l'énergie relative dont la valeur moyenne se rapporte à n'importe quel intervalle de temps de 6 ms. La durée de ce signal ne doit pas dépasser $8192^{2)}$ intervalles unitaires.

Remarque 4 – Les constructeurs sont avertis qu'une durée de 650 ms est nécessaire au conditionnement des annuleurs d'écho de réseau conformes à la Recommandation G.165, qui peuvent être présents sur les communications établies sur le réseau téléphonique général avec commutation.

Remarque 5 – Le modem en mode réponse peut se déconnecter de la ligne si la tonalité de 1800 ± 7 Hz n'est pas détectée après la transmission du segment AC. Toutefois, pour assurer la compatibilité avec les postes de données à appel manuel, il ne doit pas se déconnecter avant au moins 3 secondes après la transmission du segment AC.

2) La durée maximale de 8192 intervalles unitaires fera l'objet d'un complément d'étude.

5.5 Séquence de reprise de conditionnement

Une reprise de conditionnement peut être effectuée pendant la phase de transmission de données si un des deux modems a un moyen de détecter une réception de signal non satisfaisante. La figure 5a/V.32 décrit le cas d'une reprise de conditionnement effectuée à l'initiative du modem appelant et la figure 5b/V.32 celui d'une reprise effectuée à l'initiative du modem appelé. La procédure est la suivante:

5.5.1 Modem en mode appel

Après détection d'une réception de signal non satisfaisante ou détection de l'une des deux tonalités de fréquence de 600 ± 7 Hz ou 3000 ± 7 Hz pendant un nombre d'intervalles unitaires supérieur à 128, le modem met le circuit 106 à l'état OUVERT, verrouille le circuit 104 sur 1 binaire et transmet de façon répétée un état de porteuse A comme indiqué à la figure 1/V.32. Il se conforme ensuite à la procédure définie dans le § 5.4.1, à partir du 3^e alinéa (voir la remarque dans le § 5.5.2).

5.5.2 Modem en mode réponse

Après détection d'une réception de signal non satisfaisante ou détection d'une tonalité de fréquence de 1800 ± 7 Hz pendant un nombre d'intervalles unitaires supérieur à 128, le modem doit mettre le circuit 106 à l'état OUVERT, verrouiller le circuit 104 sur 1 binaire et transmettre alternativement des états de porteuse A et C pendant un nombre pair d'intervalles unitaires supérieur ou égal à 128. Il poursuit ensuite la procédure définie dans le § 5.4.2, à partir du 3^e alinéa (voir la remarque).

Remarque – Pendant une séquence de reprise de conditionnement, le circuit 107 doit rester à l'état FERMÉ.

(La nécessité d'utiliser une séquence de reprise de conditionnement en duplex plus brève pour un conditionnement rapide des récepteurs est pour étude ultérieure.)

5.5.3 Fonctionnement du circuit 109 pendant une séquence de reprise de conditionnement

Le circuit 109 doit être maintenu à l'état FERMÉ, sauf que l'état OUVERT peut être facultativement appliqué si la transmission du segment AA dans le modem en mode appel ou le premier segment AC dans le modem en mode réponse se poursuit pendant un intervalle de temps dépassant 45 secondes. Si la séquence de reprise de conditionnement est achevée ultérieurement, l'état FERMÉ doit être réappliqué au circuit 109 au moment où le circuit 104 est déverrouillé.

6 Facilités de mesure

Les boucles d'essai 2 et 3 définies dans la Recommandation V.54 doivent être réalisées. La boucle d'essai 2 doit être effectuée comme défini dans les circuits de poste à poste.

7 Protocole de conversion asynchrone/synchrone – Modes de fonctionnement

Le modem peut être aménagé pour les modes de fonctionnement suivants: (les modes 2 et 4 sont facultatifs):

- Mode 1 9600 bit/s \pm 0,01%, synchrone
- Mode 2 9600 bit/s, arythmique; 8, 9, 10 ou 11 bits par caractère
- Mode 3 4800 bit/s \pm 0,01%, synchrone
- Mode 4 4800 bit/s, arythmique; 8, 9, 10 ou 11 bits par caractère

7.1 Emetteur

7.1.1 Dans les modes de fonctionnement synchrones, le modem accepte les données synchrones provenant de l'ETTD sur le circuit 103 commandé par le circuit 113 ou le circuit 114. Les données sont alors embrouillées comme indiqué au § 4, puis transmises au modulateur pour être codées conformément au § 2.4.

7.1.2 Dans les modes arythmiques, le modem accepte un train de caractères arythmiques provenant de l'ETTD à un débit nominal de 9600 ou de 4800 bit/s. Les données arythmiques à transmettre sont converties conformément à la Recommandation V.14 en un train de données synchrones approprié pour la transmission comme indiqué au § 7.1.1.

7.2 Récepteur

Après démodulation, les données doivent être décodées conformément au § 2.4, puis désambrouillées selon le § 4 puis transmises au convertisseur conformément aux dispositions de la Recommandation V.14 en vue du rétablissement du train de données des caractères arithmiques.

Le débit binaire intracaractères fourni à l'ETTD sur le circuit 104 doit être compris dans les gammes de débits binaires indiquées au tableau 8/V.32 pour un fonctionnement avec des débits binaires de base ou des débits binaires plus élevés.

TABLEAU 8/V.32

Gamme de débits binaires intracaractères

Débits binaires	Gamme de débits binaires	
	De base	Plus élevés
9600 bit/s	9600-9696 bit/s	9600-9821 bit/s
4800 bit/s	4800-4848 bit/s	4800-4910 bit/s

APPENDICE I

(à la Recommandation V.32)

Procédure d'interfonctionnement des modems à compensation d'écho

considérant

- que le modem de la Recommandation V.26 *ter* à 2400 bit/s et les modems de la Recommandation V.32 à 9600 bit/s et 4800 bit/s sont fondés sur la même technique, dite compensation d'écho;
- que la fréquence porteuse de 1800 Hz est la même pour les deux modems;
- que le besoin d'un modem, dit multimode, capable d'assurer l'interfonctionnement avec les modems des Recommandations V.26 *ter* et V.32 peut se faire sentir;
- que la détermination du temps de propagation aller et retour peut être utile en certains cas,

la description de la séquence de prise de contact définie dans les paragraphes qui suivent est donnée à titre d'information aux constructeurs.

I.1 *Interfonctionnement des modems à compensation d'écho*

Les modems de la Recommandation V.32 à 9600 bit/s et 4800 bit/s, et le modem de la Recommandation V.26 *ter* à 2400 bit/s peuvent interfonctionner avec un modem multimode incluant les caractéristiques des modems des Recommandations V.32 et V.26 *ter*, comme indiqué dans le tableau I-1/V.32.

TABLEAU I-1/V.32

Compatibilité par prise de contact

Appel \ Réponse	V.26 <i>ter</i>	V.32	M (multimode)
V.26 <i>ter</i>	SYN 1200	Absence d'énergie → F1 déconnexion	SYN 1200 puis F1 (remarque)
V.32	F2 Attendre au moins T1 = 300 ms → SYN 1200 déconnexion	F2	SYN 1200 puis F1 (remarque)
M (multimode)	SYN 1200	Emission détectée → F1 → F2	SYN 1200 puis F1 (remarque)

Modem multimode en réponse

SYN 1200	RP	F1
----------	----	----

CCITT - 85 640

F1 : tonalités de 600 ± 7 Hz et 3000 ± 7 Hz engendrées par la transmission alternée des états de porteuse A et C.
 F2 : tonalité de 1800 ± 7 Hz engendrée par la transmission de façon répétitive de l'état de porteuse A.

Remarque — Le modem M est caractérisé par un signal particulier de débit.

I.1.1 Fonctionnement du modem multimode en mode appel

Ce modem reconnaît:

- Un modem de la Recommandation V.26 *ter* par détection des signaux de synchronisation à 1200 bauds suivis par un signal de débit, et qu'ensuite il suit la procédure définie dans la Recommandation V.26 *ter* (voir la figure I-1/V.32).
- Des modems de la Recommandation V.32 par la détection de l'une des 2 tonalités d'arrivée à des fréquences de 600 ± 7 Hz et 3000 ± 7 Hz (voir la figure I-2/V.32). Il fonctionne ensuite comme indiqué dans le § 5.4.1.
- Un modem multimode par la détection d'un signal particulier de débit attribué au modem multimode. Il transmet, selon le mode d'exploitation choisi dans les Recommandations V.32 ou V.26 *ter* et comme indiqué sur la figure I-3/V.32, respectivement soit l'état de porteuse A soit les signaux de synchronisation suivis par le signal de débit.

I.1.2 Fonctionnement du modem multimode en mode réponse

Après la séquence de la Recommandation V.25, le modem transmet les signaux de synchronisation à 1200 bauds, suivis par un signal de débit particulier, puis il transmet alternativement les états de porteuse A et C comme indiqué dans la Recommandation V.32.

Il reconnaît, au cours de la transmission alternée des états de porteuse A et C:

- un modem de la Recommandation V.26 *ter* par la détection de signaux de synchronisation à 1200 bauds, suivis par un signal de débit. Il cesse de transmettre alternativement des états de porteuse A et C et suit la procédure définie dans la Recommandation V.26 *ter* (voir la figure I-4/V.32);
- des modems de la Recommandation V.32 en reconnaissant une tonalité de 1800 ± 7 kHz, puis il suit la procédure définie dans la Recommandation V.32 (voir la figure I-5/V.32).

Le cas de modems multimode, situés aux extrémités appelante et appelée a été étudié dans le § I.1.1.

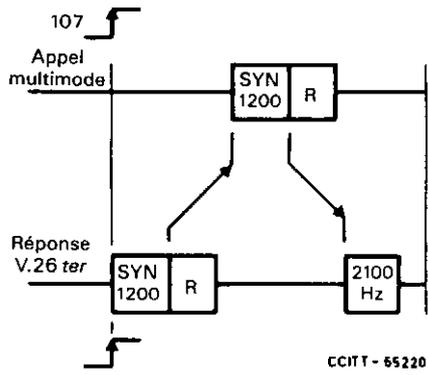


FIGURE I-1/V.32

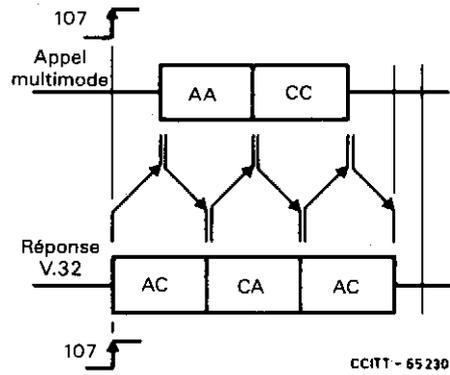


FIGURE I-2/V.32

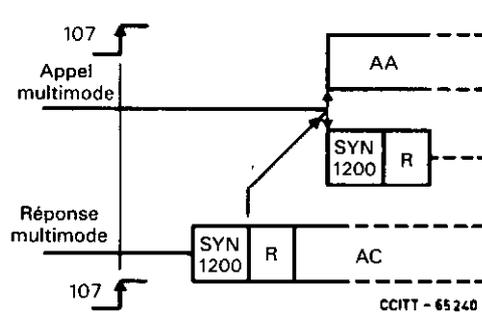


FIGURE I-3/V.32

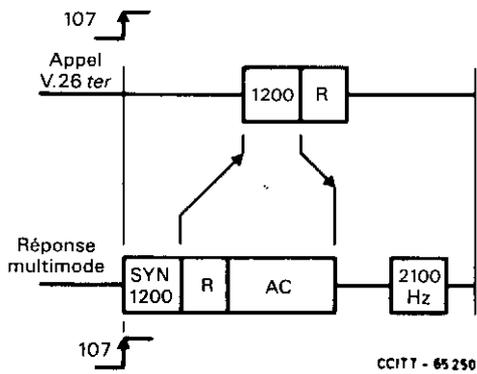


FIGURE I-4/V.32

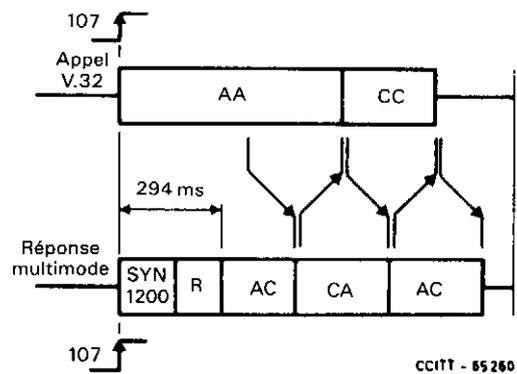


FIGURE I-5/V.32

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