



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.165**

(03/93)

**CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES  
DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES  
INTERNATIONALES ET DES CIRCUITS  
TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX**

---

**ANNULEURS D'ÉCHO**

**Recommandation UIT-T G.165**

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

---

## AVANT-PROPOS

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

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

La Recommandation révisée UIT-T G.165, élaborée par la Commission d'études XV (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

---

## NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1<sup>er</sup> mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

## TABLE DES MATIÈRES

*Page*

|      |                                                                                                                                                          |    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1    | Considérations générales .....                                                                                                                           | 1  |
| 2    | Définitions relatives aux annuleurs d'écho .....                                                                                                         | 3  |
| 2.1  | annuleur d'écho .....                                                                                                                                    | 3  |
| 2.2  | affaiblissement d'écho ( $A_{ECHO}$ ) .....                                                                                                              | 3  |
| 2.3  | retard pur ( $t_r$ ) .....                                                                                                                               | 3  |
| 2.4  | retard de trajet d'écho (proche) ou retard d'extrémité ( $t_d$ ) .....                                                                                   | 4  |
| 2.5  | annulation ( $A_{CANC}$ ) .....                                                                                                                          | 4  |
| 2.6  | niveau d'écho résiduel ( $L_{RES}$ ) .....                                                                                                               | 4  |
| 2.7  | processeur non linéaire (NLP) .....                                                                                                                      | 4  |
| 2.8  | affaiblissement par traitement non linéaire ( $A_{NLP}$ ) .....                                                                                          | 4  |
| 2.9  | niveau de retour d'écho ( $L_{RET}$ ) .....                                                                                                              | 5  |
| 2.10 | affaiblissement combiné ( $A_{COM}$ ) .....                                                                                                              | 5  |
| 2.11 | convergence .....                                                                                                                                        | 5  |
| 2.12 | temps de convergence .....                                                                                                                               | 5  |
| 2.13 | temps de fuite .....                                                                                                                                     | 5  |
| 3    | Caractéristiques des annuleurs d'écho .....                                                                                                              | 5  |
| 3.1  | Considérations générales .....                                                                                                                           | 5  |
| 3.2  | Objet, mode de fonctionnement et cadre de fonctionnement .....                                                                                           | 6  |
| 3.3  | Mise en action et neutralisation externes .....                                                                                                          | 8  |
| 3.4  | Essais et caractéristiques de qualité de fonctionnement lorsque des signaux d'entrée sont appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception ..... | 8  |
| 4    | Caractéristiques d'un dispositif de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho .....                                                               | 16 |
| 4.1  | Considérations générales .....                                                                                                                           | 16 |
| 4.2  | Caractéristiques du dispositif de neutralisation .....                                                                                                   | 16 |
| 4.3  | Caractéristiques de la bande de garde .....                                                                                                              | 16 |
| 4.4  | Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation .....                                                                                      | 17 |
| 4.5  | Temps de fonctionnement .....                                                                                                                            | 17 |
| 4.6  | Fonctionnement intempestif dû aux courants locaux .....                                                                                                  | 17 |
| 4.7  | Mauvais fonctionnement dû à des signaux de données .....                                                                                                 | 17 |
| 4.8  | Temps de libération .....                                                                                                                                | 17 |
| 4.9  | Autres considérations .....                                                                                                                              | 17 |
| 5    | Processeurs non linéaires pour annuleurs d'écho .....                                                                                                    | 17 |
| 5.1  | Champ d'application .....                                                                                                                                | 17 |
| 5.2  | Principes généraux et directives .....                                                                                                                   | 18 |
|      | Annexe A – Annuleurs d'écho sans traitement non linéaire .....                                                                                           | 21 |
|      | Annexe B – Description d'un dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho .....                                            | 22 |
|      | B.1 Considérations générales .....                                                                                                                       | 22 |
|      | B.2 Caractéristiques du dispositif de neutralisation .....                                                                                               | 22 |
|      | B.3 Caractéristiques de la bande de garde .....                                                                                                          | 22 |
|      | B.4 Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation .....                                                                                  | 22 |
|      | B.5 Temps de fonctionnement .....                                                                                                                        | 22 |
|      | B.6 Fonctionnement intempestif dû aux courants vocaux .....                                                                                              | 22 |
|      | B.7 Fonctionnements intempestifs dus à des signaux de données .....                                                                                      | 23 |
|      | B.8 Temps de libération .....                                                                                                                            | 23 |

|                                                                            | <i>Page</i> |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Annexe C – Description d'un processeur de référence non linéaire .....     | 23          |
| C.1    Considérations générales .....                                      | 23          |
| C.2    Seuil de suppression ( $T_{SUP}$ ).....                             | 24          |
| C.3    Caractéristiques statiques de la commande de mise en activité.....  | 24          |
| C.4    Caractéristiques dynamiques de la commande de mise en activité..... | 24          |
| C.5    Limites de fréquences des trajets de commande.....                  | 24          |
| C.6    Essais .....                                                        | 24          |

## ANNULEURS D'ÉCHO

(Genève, 1980; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984;  
Melbourne, 1988 et Helsinki, 1993)

### 1 Considérations générales

**1.1** Les annuleurs d'écho sont des dispositifs commandés par la voix, placés dans la partie à quatre fils d'un circuit (il peut s'agir du trajet d'un circuit individuel ou d'un trajet de transmission d'un signal multiplex) et servant à réduire l'écho en soustrayant de l'écho du circuit une certaine fraction estimée de cet écho. Ils peuvent être caractérisés par le fait que la transmission ou que la soustraction d'écho fait appel à des moyens analogiques ou numériques (voir les Figures 1, 2 et 3).

**1.2** La présente Recommandation est applicable aux projets de constructions des annuleurs d'écho utilisant des techniques numériques ou analogiques et destinés à être utilisés dans un circuit international. Les annuleurs d'écho conçus d'après les spécifications de la présente Recommandation sont compatibles entre eux et avec les supprimeurs d'écho conçus d'après les spécifications de la Recommandation G.164. La compatibilité est définie en 1.4/G.164. Toute latitude est autorisée en ce qui concerne les modalités de conception si elles ne sont pas précisées dans les caractéristiques.

Les annuleurs d'écho peuvent être utilisés à des fins autres que l'élimination de l'écho dans le réseau sur les circuits internationaux ou de téléphonie mobile, par exemple, dans des répéteurs actifs hybrides à deux fils/quatre fils ou dans des répéteurs à deux fils, mais la présente Recommandation ne s'applique pas à ces annuleurs d'écho.

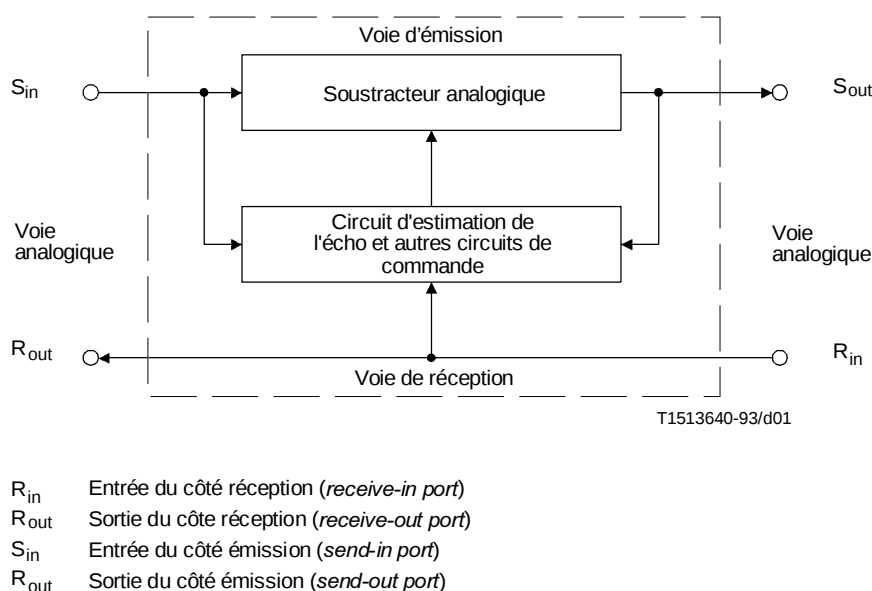
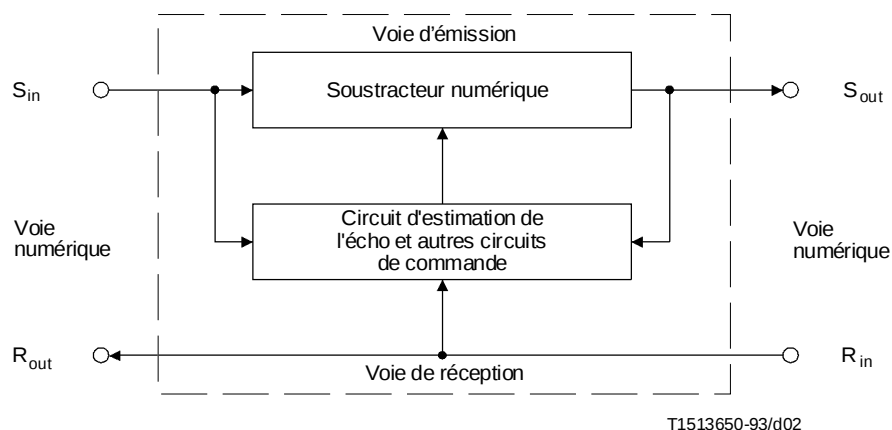


FIGURE 1/G.165

Annuleur d'écho du type A



NOTE – D'un point de vue fonctionnel, un annuleur d'écho numérique (DEC) (*digital echo canceller*) de type C est connecté à 64 kbit/s. Cependant, 24 ou 30 annuleurs d'écho numériques, par exemple, peuvent être respectivement combinés conformément aux niveaux hiérarchiques numériques primaires de 1544 kbit/s ou de 2048 kbit/s.

FIGURE 2/G.165  
Annuleur d'écho du type C

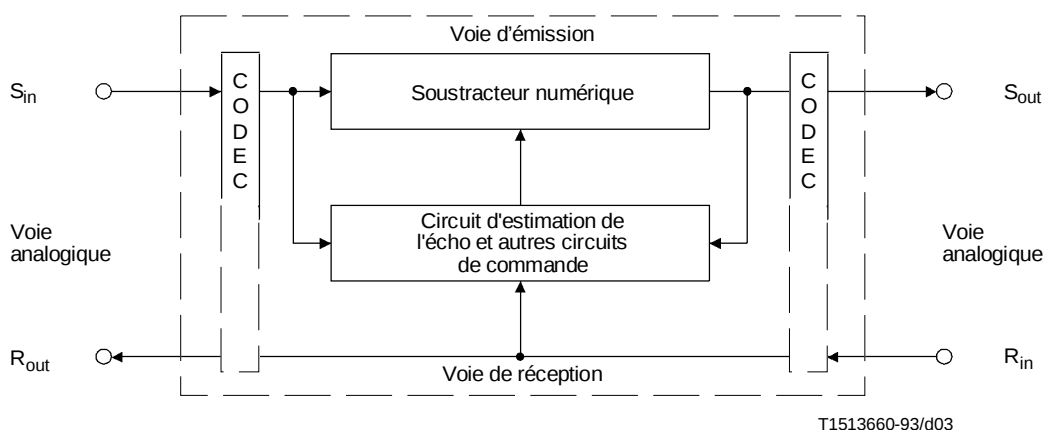


FIGURE 3/G.165  
Annuleur d'écho du type D

**1.3** Les essais décrits dans la présente Recommandation sont axés sur la qualité de fonctionnement sur signaux de bruit blanc à largeur de bande limitée. Les annuleurs d'écho qui subissent ces essais avec succès peuvent néanmoins présenter des caractéristiques de fonctionnement médiocres sur les signaux vocaux. Il est recommandé que les concepteurs et/ou utilisateurs d'annuleurs d'écho s'assurent de leurs bonnes performances sur signaux vocaux, comme il est préconisé en 3.4.2.

Les annuleurs d'écho dans le réseau doivent également présenter des caractéristiques de fonctionnement adéquates avec de nombreux signaux non vocaux (par exemple, signaux de données dans la bande vocale) et ces caractéristiques ne sont pas du tout traitées dans la présente Recommandation. Les essais ont montré que les annuleurs d'écho qui subissent avec succès les essais décrits dans l'article 3 n'offrent pas tous la garantie d'un fonctionnement correct en cas de trafic de données en bande vocale, notamment en présence de signaux de télécopie du groupe 3. On étudie actuellement des essais complémentaires pour résoudre ce problème mais il est recommandé que les concepteurs et/ou utilisateurs d'annuleurs d'écho s'assurent de leurs bonnes performances sur signaux de données en bande vocale, en plus des essais prévus dans l'article 3.

## 2 Définitions relatives aux annuleurs d'écho<sup>1)</sup>

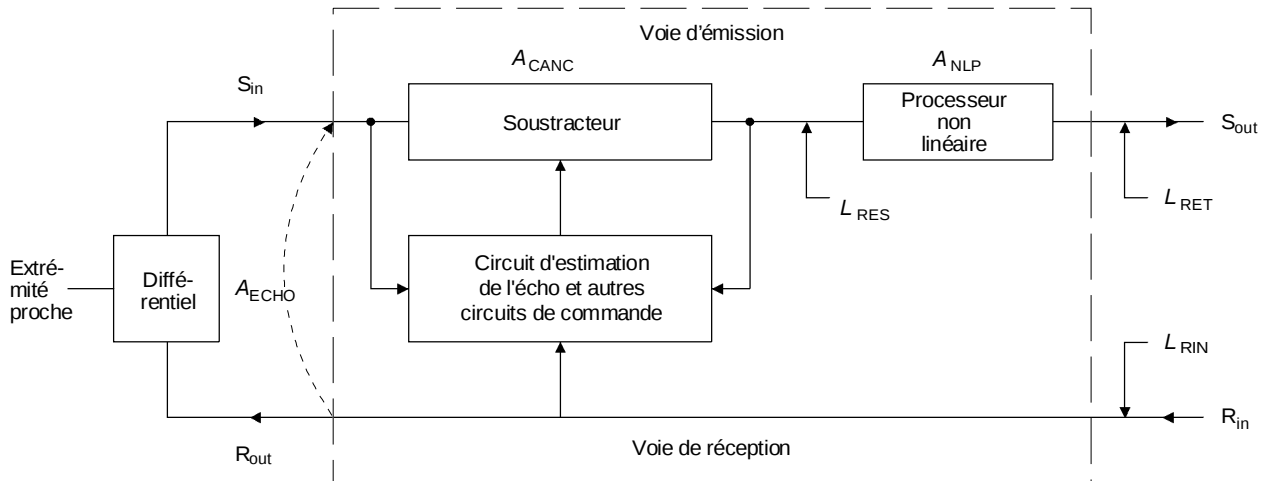
Dans les définitions et dans le texte de la Recommandation,  $L$  se réfère au niveau relatif de puissance du signal, exprimé en dBm0 et  $A$  se réfère à l'affaiblissement sur le trajet du signal, exprimé en dB.

### 2.1 annuleur d'écho

*E: echo canceller*

*S: compensador de eco; cancelador de eco*

Dispositif commandé par la voix, placé dans la partie à quatre fils d'un circuit et servant à réduire l'écho d'extrémité proche sur la voie d'émission en soustrayant de cet écho d'extrémité proche une fraction estimée de cet écho (voir la Figure 4).



T1513670-93/d04

FIGURE 4/G.165

### Annuleur d'écho

### 2.2 affaiblissement d'écho ( $A_{ECHO}$ )

*E: echo loss ( $A_{ECHO}$ )*

*S: atenuación del eco ( $A_{ECHO}$ )*

Affaiblissement d'un signal entre les bornes de sortie du côté réception ( $R_{out}$ ) et les bornes d'entrée du côté émission ( $S_{in}$ ) d'un annuleur d'écho, dû à l'affaiblissement de transmission et à l'affaiblissement du circuit différentiel, c'est-à-dire à l'affaiblissement sur le trajet d'écho (proche).

NOTE – Cette définition ne correspond pas entièrement à la définition de l'affaiblissement d'écho donnée en 2.2/G.122 qui s'applique à l'affaiblissement sur le trajet  $a-t-b$  au point de vue de l'extrémité virtuelle du circuit international. L'annuleur d'écho peut être situé plus près du point de réflexion de l'écho.

### 2.3 retard pur ( $t_r$ )

*E: pure delay ( $t_r$ )*

*S: retardo puro ( $t_r$ )*

Retard de l'accès  $R_{out}$  à l'accès  $S_{in}$  dû aux retards inhérents aux éléments de transmission dans le trajet d'écho (proche). Dans ce cas, on suppose que le temps de transit direct dans le circuit différentiel est nul.

<sup>1)</sup> Dans ces définitions, on suppose qu'il n'existe pas de non-linéarités dans le trajet d'écho (proche); on suppose en outre que le signal aux bornes d'entrée du côté émission ( $S_{in}$ ) est un écho pur.

## 2.4 retard de trajet d'écho (proche) ou retard d'extrémité ( $t_d$ )

E: (near-end) echo path or end delay ( $t_d$ )

S: retardo trayecto de eco (cercano); o retardo de extremo ( $t_d$ )

Somme du retard pur ( $t_r$ ) et du temps de dispersion. Le temps de dispersion est le temps nécessaire pour tenir compte des effets de la limitation de bande, des réflexions multiples et de transit dans le circuit différentiel, comme indiqué par la Figure 5. Il convient de noter que cette définition suppose un trajet d'écho simple. En cas de trajets d'écho multiples, le retard de trajet d'écho global est la valeur maximale des divers retards de trajet d'écho. Etant donné que le temps de dispersion varie selon les réseaux nationaux, la capacité de retard de trajet d'écho des annuleurs d'écho est indiquée selon cette définition [avec un échantillonnage à 8 kHz et une version FIR (réponse d'impulsion limitée) (*finite impulse response*) d'annuleur d'écho, le nombre de prises qu'a un annuleur d'écho pour une valeur  $t_d$  donnée en ms est égal à 8 fois la valeur de  $t_d$ ].

## 2.5 annulation ( $A_{CANC}$ )

E: cancellation ( $A_{CANC}$ )

S: compensación; cancelación ( $A_{CANC}$ )

Affaiblissement que subit le signal d'écho lorsqu'il passe par la voie d'émission d'un annuleur d'écho. Cette définition exclut spécifiquement tout traitement non linéaire à la sortie de l'annuleur pour obtenir un plus grand affaiblissement.

## 2.6 niveau d'écho résiduel ( $L_{RES}$ )

E: residual echo level ( $L_{RES}$ )

S: nivel de eco residual ( $L_{RES}$ )

Niveau du signal d'écho qui subsiste aux portes de sortie côté émission, d'un annuleur d'écho en fonctionnement après compensation imparfaite de l'écho du circuit. Il est obtenu par rapport au niveau du signal d'entrée côté réception  $L_{Rin}$  selon l'expression:

$$L_{RES} = L_{Rin} - A_{ECHO} - A_{CANC}$$

Tout traitement non linéaire est exclu.

## 2.7 processeur non linéaire (NLP)

E: nonlinear processor (NLP)

S: procesador no lineal (NLP)

Un dispositif comportant un seuil de suppression défini et dans lequel:

- a) les signaux dont le niveau s'avère être inférieur au seuil sont supprimés; et
- b) les signaux dont le niveau s'avère supérieur au seuil passent malgré une éventuelle distorsion du signal.

NOTES

1 La précision de fonctionnement d'un processeur non linéaire dépend de l'algorithme de détection et de commande utilisé.

2 Un écrêteur de centre analogique dans lequel tous les niveaux de signaux inférieurs à un seuil défini sont confinés à une valeur minimale est un exemple de processeur non linéaire.

## 2.8 affaiblissement par traitement non linéaire ( $A_{NLP}$ )

E: nonlinear processing loss ( $A_{NLP}$ )

S: atenuación por procesamiento (o tratamiento) no lineal ( $A_{NLP}$ )

Affaiblissement supplémentaire du niveau d'écho résiduel au moyen d'un traitement non linéaire placé dans la voie d'émission d'un annuleur d'écho.

NOTE – Théoriquement, l'affaiblissement obtenu par un procédé non linéaire ne peut pas être exprimé en dB. Toutefois, aux fins d'illustration et de discussion du fonctionnement des annuleurs d'écho, un usage prudent de  $A_{NLP}$  peut être utile.

## 2.9 niveau de retour d'écho ( $L_{RET}$ )

*E: returned echo level ( $L_{RET}$ )*

*S: nivel del eco devuelto ( $L_{RET}$ )*

Niveau du signal aux bornes de sortie du côté émission, d'un annuleur d'écho en fonctionnement, qui est renvoyé à la personne qui parle. L'affaiblissement obtenu par le dispositif non linéaire est inclus s'il est normalement présent.  $L_{RET}$  est obtenu par rapport à  $L_{Rin}$  selon l'expression:

$$L_{RET} = L_{Rin} - (A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}).$$

En l'absence de traitement non linéaire, il convient de noter que  $L_{RES} = L_{RET}$ .

## 2.10 affaiblissement combiné ( $A_{COM}$ )

*E: combined loss ( $A_{COM}$ )*

*S: atenuación combinada ( $A_{COM}$ )*

Somme de l'affaiblissement de l'écho, de l'affaiblissement par annulation et de l'affaiblissement par traitement non linéaire (le cas échéant). Cet affaiblissement est obtenu par rapport à  $L_{Rin}$  et à  $L_{RET}$  selon l'expression:

$$L_{RET} = L_{Rin} - A_{COM}, \text{ où } A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}.$$

## 2.11 convergence

*E: convergence*

*S: convergencia*

Processus de développement d'un modèle du trajet d'écho qui sera utilisé dans le circuit d'estimation de l'écho pour obtenir l'évaluation de l'écho du circuit.

## 2.12 temps de convergence

*E: convergence time*

*S: tiempo de convergencia*

Pour un trajet d'écho donné, intervalle de temps entre le moment où un signal d'essai défini est appliqué aux bornes d'entrée du côté réception d'un annuleur d'écho, la réponse impulsionnelle estimée du trajet d'écho étant fixée initialement à zéro, et le moment où le niveau de retour d'écho aux bornes de sortie du côté émission atteint un niveau défini.

## 2.13 temps de fuite

*E: leak time*

*S: tiempo de fuga*

Intervalle de temps entre le moment où un signal d'essai cesse d'être appliqué aux bornes d'entrée du côté réception d'un annuleur d'écho ayant entièrement convergé et le moment où le modèle de trajet d'écho de cet annuleur subit un changement tel que, si on applique de nouveau un signal d'essai aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$  (les circuits de convergence étant neutralisés), le retour d'écho a un niveau défini.

Cette définition s'applique aux annuleurs d'écho dont les circuits de convergence comprennent par exemple des intégrateurs avec fuite.

# 3 Caractéristiques des annuleurs d'écho

## 3.1 Considérations générales

La présente Recommandation s'applique aux projets de réalisation d'annuleurs d'écho. On suppose qu'il s'agit de demi-annuleurs d'écho, c'est-à-dire d'appareils dans lesquels l'annulation a lieu uniquement dans le trajet d'émission sous l'effet de signaux présents dans le trajet de réception.

## 3.2 Objet, mode de fonctionnement et cadre de fonctionnement

Dans tout circuit téléphonique à deux fils et dans toutes les combinaisons possibles de circuits à deux et à quatre fils, c'est le défaut d'adaptation des impédances qui provoque l'apparition de l'écho. On peut utiliser un annuleur d'écho afin de ramener le niveau de l'écho à une valeur tolérable.

L'écho présent aux bornes d'entrée du côté émission d'un annuleur d'écho est une copie déformée et différée des paroles provenant de l'extrémité distante; plus précisément, l'écho est constitué de ces paroles telles qu'elles sont modifiées par le trajet d'écho. Le trajet d'écho est communément décrit par sa réponse impulsionnelle (voir la Figure 5). Pour un trajet d'écho typique, cette réponse comporte un retard pur  $t_r$ , dû aux retards inhérents aux éléments de transmission du trajet d'écho, et un signal dispersé dû à la limitation de bande et aux réflexions multiples. Leur somme constitue le retard de trajet d'écho  $t_d$ . Les valeurs de ce retard et de cette dispersion dépendent des propriétés du trajet d'écho; elles peuvent par exemple être différentes sur différents réseaux nationaux (à noter que le trajet d'écho peut encore comporter plusieurs sources d'écho; il existe de nombreuses configurations de réseau dans lesquelles des conversions 2 fils/4 fils multiples sont effectuées dans le trajet final d'un annuleur d'écho).

On admet que les trajets d'écho sont fondamentalement linéaires et qu'ils ne varient pas continuellement<sup>2)</sup>, par exemple, qu'ils n'ont pas de roulis de phase (voir la Recommandation G.164). La qualité de fonctionnement de l'annuleur d'écho dépend de manière critique de la linéarité du trajet d'écho entre les accès  $R_{out}$  et  $S_{in}$  (voir la Figure 4). Un signal écrêté, présenté à l'accès  $R_{in}$  causera une dégradation minimale de la qualité de fonctionnement de l'annuleur d'écho, parce que le même signal écrêté est présenté au circuit d'estimation de l'écho et au trajet d'écho réel. Si l'écrêtage intervient seulement dans la branche du circuit d'estimation de l'écho ou seulement dans le trajet d'écho réel, la différence entre les deux signaux causera une dégradation de la qualité de fonctionnement de l'annuleur parce que le traitement linéaire utilisé dans l'annuleur d'écho ne peut établir un modèle permettant de représenter exactement la non-linéarité introduite par l'écrêtage du signal.

Le trajet d'écho peut comporter des liaisons aussi bien analogiques que numériques. Les liaisons numériques introduisent un niveau d'écrêtage des pointes défini dans la Recommandation G.711 comme étant le niveau de la crête d'une onde sinusoïdale de +3,1 dBm0. L'application du niveau d'écrêtage au signal  $R_{in}$  avant le point de destination interne vers le circuit d'estimation de l'écho permet de réduire au minimum la dégradation de la qualité de fonctionnement des annuleurs d'écho pour les signaux de niveau supérieur.

En outre, l'affaiblissement du trajet d'écho en dB (voir 2.2) aura probablement une valeur telle que l'affaiblissement minimal entre la borne de sortie du côté réception  $R_{out}$  et la borne d'entrée du côté émission  $S_{in}$  de l'annuleur d'écho sera égal à la différence entre les niveaux relatifs à ces deux bornes majorée de 6 dB. Les annuleurs d'écho conçus conformément à la présente Recommandation fonctionneront correctement avec un affaiblissement d'écho ( $A_{ECHO}$ ) supérieur ou égal à 6 dB. Avec un ( $A_{ECHO}$ ) inférieur à 6 dB, ils peuvent encore fonctionner, mais de manière dégradée. Il n'est pas possible de quantifier cette dégradation de la qualité de fonctionnement.

Un annuleur d'écho doit être capable de faire la synthèse d'une copie de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho. Dans bien des annuleurs d'écho, la simulation du trajet d'écho se fait au moyen d'une représentation dans laquelle on échantillonne les données au taux de Nyquist (8000 Hz). Pour qu'il puisse fonctionner correctement, l'annuleur d'écho doit avoir une capacité de mémoire suffisante pour le nombre d'échantillons voulu<sup>3)</sup>. Si les positions de stockage sont trop peu nombreuses, le compensateur ne pourra pas faire convenablement la synthèse de tous les trajets d'écho; si elles sont trop nombreuses, il en résultera un bruit supplémentaire indésirable dû aux positions inutilisées qui, par suite du bruit dû à l'estimation, ne sont généralement pas réduites à zéro. Il convient de reconnaître qu'un annuleur d'écho introduit un trajet d'écho parallèle supplémentaire. Si la réponse impulsionnelle du modèle de trajet d'écho diffère suffisamment de celle du trajet de l'écho lui-même, l'écho total envoyé risque d'être supérieur à celui qui est dû au trajet d'écho à lui seul.

Les trajets d'écho changent tandis que l'annuleur d'écho est utilisé dans des communications successives. Lorsque les paroles commencent à arriver aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$ , l'annuleur d'écho doit s'adapter (ou converger) au nouveau trajet d'écho et il est souhaitable que cela se fasse assez vite, par exemple, en moins d'une demi-seconde. De même, l'écho résiduel devrait être faible quels que soient le niveau des paroles reçues et les caractéristiques du trajet d'écho. Certaines Administrations estiment qu'un niveau légèrement supérieur peut être autorisé pour l'écho résiduel, à condition que celui-ci soit encore réduit par application, à un faible degré, d'un traitement non linéaire (voir 5).

<sup>2)</sup> Les annuleurs d'écho prévus spécifiquement pour des trajets d'écho non linéaires et/ou dépendant du temps doivent probablement être beaucoup plus compliqués que les autres. Il semble que les renseignements disponibles sont insuffisants pour permettre d'inclure de tels annuleurs d'écho dans la présente Recommandation. Les annuleurs d'écho conformes à la présente Recommandation sont du type adaptatif; ils sont capables de faire face aux variations lentes sur les trajets des courants d'écho lorsque seul un signal est présent sur le sens réception.

<sup>3)</sup> Les annuleurs d'écho ayant des capacités de mise en mémoire de 8 à 64 ms ont été essayés avec succès. Le retard de trajet d'écho maximal  $t_d$  dans le réseau sur lequel l'annuleur sera utilisé déterminera la capacité de mise en mémoire requise.

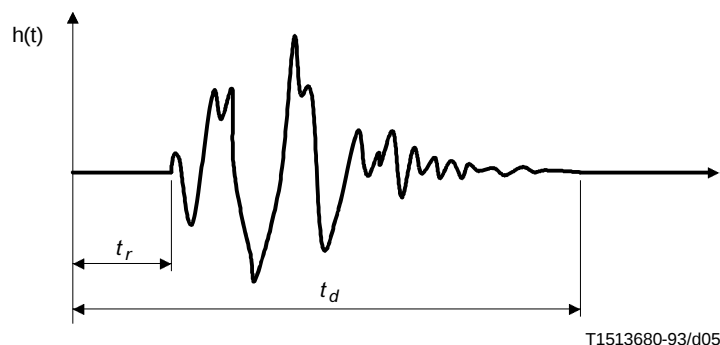


FIGURE 5/G.165

### Exemple d'une réponse impulsionnelle d'un trajet d'écho

Lorsque l'abonné commence à parler alors que des paroles arrivent encore de son correspondant éloigné (double parole), il peut se faire que l'annuleur d'écho interprète le signal émis comme un nouveau signal d'écho et essaie de s'y adapter. Cela risque de dégrader sérieusement la qualité subjective de la communication. Non seulement l'annulation de l'écho est réduite, mais encore le signal de double parole risque de subir une distorsion du fait que l'annuleur essaie dynamiquement de s'adapter. Deux solutions se présentent généralement en pareil cas. L'une consiste à utiliser un algorithme qui entraîne une adaptation lente pendant les périodes de double parole. L'autre consiste à employer un détecteur de double parole semblable à celui que l'on met en œuvre dans les supprimeurs d'écho. Cependant, un tel détecteur employé dans un annuleur d'écho ne joue pas le même rôle que lorsqu'il est employé dans un supprimeur d'écho, car il doit en général favoriser l'intervention aux dépens du fonctionnement intempestif en présence d'écho.

Les annuleurs d'écho sont ainsi soumis aux conditions essentielles suivantes:

- 1) convergence rapide;
- 2) faible niveau subjectif de retour d'écho lorsque l'un des deux interlocuteurs est seul à parler;
- 3) faible divergence en cas de double parole.

Les annuleurs d'écho peuvent rester actifs également dans le cas de plusieurs signaux de type non téléphonique, notamment de signaux de télécopie du groupe 3. Comme indiqué en 1.3, des essais de fonctionnement adéquat sont nécessaires mais ne sont pas définis. L'essai n° 10 du 3.4.2.10 permettra éventuellement de combler cette lacune.

Il est de plus en plus fréquent que les annuleurs d'écho fonctionnent en cascade, notamment dans les applications cellulaires. Des essais de fonctionnement adéquat ne sont pas encore définis. L'essai n° 11, au 3.4.2.11, est en cours d'étude à cet effet.

Lorsque des annuleurs d'écho sont installés sur le côté abonné de l'équipement de signalisation internationale, les tonalités de signalisation ne les traversent pas, en sorte qu'aucune action spéciale ne doit être prise. Si les annuleurs se trouvent sur le côté international de l'équipement de signalisation, ils sont normalement neutralisés par le commutateur pendant les intervalles d'échange actif de signalisation afin d'empêcher toute distorsion des tonalités de signalisation par l'annuleur d'écho. Lorsque des tonalités de signalisation apparaissent simultanément aux bornes de réception et d'émission d'un annuleur d'écho (double conversation), le signal reçu est traité selon le modèle de trajet d'écho que contient l'annuleur. L'évaluation du signal produit par l'annuleur peut provoquer une distorsion suffisante du signal sur le côté émission pour qu'il soit impossible à l'unité de réception de la signalisation de le reconnaître correctement (Note 1).

Un annuleur d'écho doit être neutralisé pendant la transmission des signaux de contrôle de continuité des systèmes de signalisation n° 6 et n° 7 du CCITT (Note 2). Si un annuleur d'écho conforme à la présente Recommandation se trouve sur le côté international d'un circuit utilisant la signalisation n° 6 ou n° 7 du CCITT et n'est pas extérieurement neutralisé par le commutateur, il ne perturbera pas le retour de la tonalité de contrôle de continuité seulement dans le cas où il est capable de subir avec succès les essais facultatifs n° 6 et n° 7 de la présente Recommandation. De même, si un annuleur d'écho conforme à la présente Recommandation se trouve sur le côté international d'unités de signalisation n° 5 du CCITT et n'est pas neutralisé par le commutateur, il ne perturbera pas l'échange de signaux de ligne à asservissement continu seulement dans le cas où il est capable de subir avec succès les essais n° 6 et n° 7 de la présente Recommandation.

## NOTES

1 Ce problème peut ne pas se présenter avec certains modèles d'annuleurs d'écho si les fréquences d'émission et de réception ne sont pas les mêmes.

2 La Recommandation Q.271 pour le système de signalisation n° 6 du CCITT et la Recommandation Q.724 pour le système de signalisation n° 7 du CCITT comportent toutes deux la disposition suivante: «La présence de supprimeurs d'écho actifs dans le circuit empêchant tout essai de continuité, il faut neutraliser ces supprimeurs au cours de cet essai et les réactiver, si nécessaire, une fois le contrôle terminé».

### 3.3 Mise en action et neutralisation externes

Les annuleurs d'écho de types A et D devraient avoir une interface commandée par le commutateur ou l'ISC associé et qui permettrait la mise en action ou la neutralisation sous l'effet d'une mise à la terre externe provenant du circuit interurbain. Cet élément aurait pour fonction de permettre ou d'empêcher, selon le cas, le fonctionnement normal des annuleurs d'écho. Certains annuleurs d'écho du type C peuvent être neutralisés directement par un signal numérique. Les annuleurs d'écho du type C doivent assurer une intégrité de séquence de bits à 64 kbit/s (c'est-à-dire que, si elle est intégrée, la conversion loi A/loi  $\mu$  sera également neutralisée) dans l'état de neutralisation externe.

### 3.4 Essais et caractéristiques de qualité de fonctionnement lorsque des signaux d'entrée sont appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception

#### 3.4.1 Qualité de transmission

Les conditions de qualité de transmission pertinentes de la Recommandation G.164 s'appliquent aussi aux annuleurs d'écho, excepté pour les points indiqués ci-après.

##### 3.4.1.1 Distorsion de temps de propagation – Type A

La distorsion de temps de propagation par rapport au temps de propagation minimal ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 1.

TABLEAU 1/G.165

| Bande de fréquences<br>(Hz) | Distorsion du temps de<br>propagation<br>( $\mu$ s) |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 500 à 600                   | 300                                                 |
| 600 à 1000                  | 150                                                 |
| 1000 à 2600                 | 50                                                  |
| 2600 à 3000                 | 250                                                 |

##### 3.4.1.2 Distorsion d'affaiblissement – Type A

La distorsion d'affaiblissement doit être telle que si  $Q$  dB est l'affaiblissement à 800 Hz (ou 1000 Hz), l'affaiblissement sera compris entre  $(Q + 0,5)$  dB et  $(Q - 0,2)$  dB pour toutes les fréquences de la bande allant de 300 à 3400 Hz et  $(Q + 1,0)$  dB et  $(Q - 0,2)$  dB pour la fréquence de 200 Hz.

##### 3.4.1.3 Temps de propagation de groupe – Type C

Le temps de propagation de groupe sur la voie d'émission doit être réduit à un minimum et ne doit pas dépasser 1 ms. Aucun retard notable ne doit intervenir sur la voie de réception.

NOTE – La création de sauts de trames dans le trajet d'écho peut conduire à la dégradation périodique des annuleurs d'écho. Si un retard est nécessaire pour synchroniser les trains numériques émission et réception, le retard global admissible sur la voie émission, y compris le temps de propagation de groupe susmentionné, ne doit pas dépasser 1 ms et, sur la voie réception, 250  $\mu$ s.

### 3.4.1.4 Temps de propagation de groupe – Type D

Le temps de propagation de groupe sur les voies d'émission et de réception doit être conforme aux spécifications du 3.4.1.3 pour les annuleurs d'écho de type C, compte tenu, de plus, du temps de propagation autorisé pour les codecs dans la Recommandation G.712.

### 3.4.1.5 Surcharge – Type A et type D

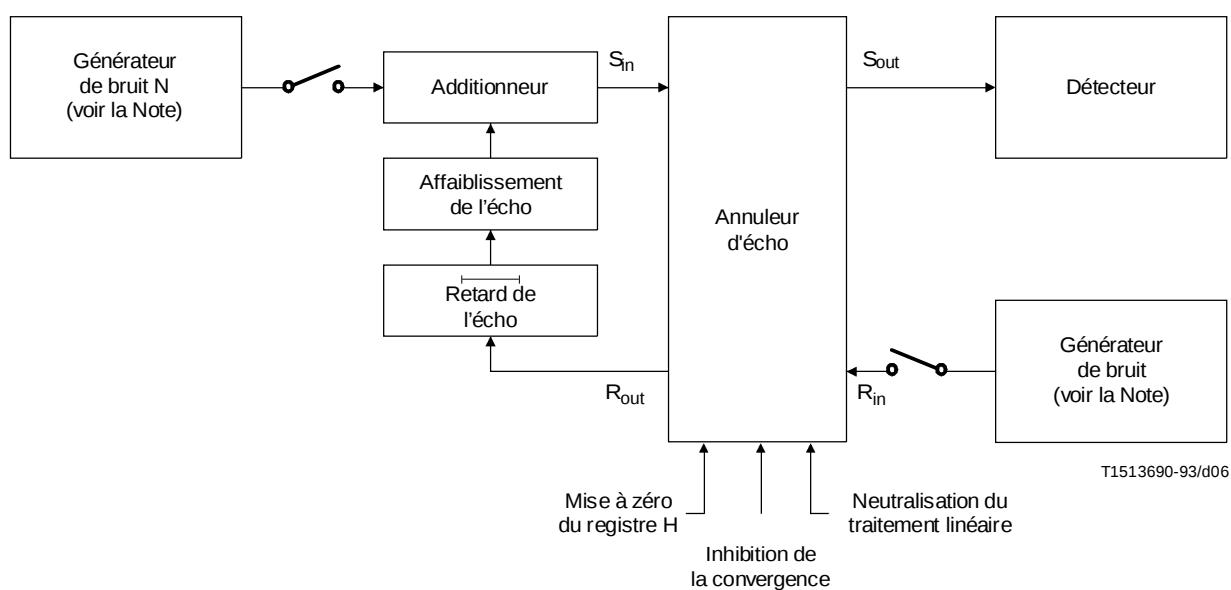
L'affaiblissement d'insertion d'une onde sinusoïdale de 1004 Hz ne doit pas augmenter de plus de 0,1 dB pour des niveaux de 0 à +3,1 dBm0. Pour les signaux à l'accès  $R_{in}$  dont les crêtes sont supérieures aux crêtes d'une onde sinusoïdale de +3,1 dBm0, les signaux de crête à l'accès  $R_{out}$  doivent rester inchangés à mesure que le signal  $R_{in}$  augmente au-dessus de +3,1 dBm0. De la même manière, le signal de crête à l'entrée du circuit d'estimation de l'écho, pour une onde sinusoïdale de +3,1 dBm0 à l'accès  $R_{in}$ , doit rester inchangé à mesure que le signal  $R_{in}$  augmente au-dessus de +3,1 dBm0.

## 3.4.2 Qualité de fonctionnement des annuleurs d'écho

Les spécifications de qualité suivantes concernent les annuleurs d'écho équipés de processeurs non linéaires. (Pour les annuleurs d'écho non équipés d'un processeur non linéaire, voir l'Annexe A.)

Pour les essais, on suppose que le processeur non linéaire peut être neutralisé, que la mémoire de la réponse impulsionnelle sur le trajet d'écho (registre H) peut être vidée (mise à zéro) et que l'adaptation peut être neutralisée.

Pour définir les conditions requises, on décrit les essais réalisés en appliquant des signaux aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$  et du côté émission  $S_{in}$  d'un annuleur d'écho et en mesurant les signaux à la sortie du côté émission  $S_{out}$ . Le montage expérimental est représenté à la Figure 6. On suppose que le niveau relatif de puissance des bornes est égal à 0 dB. Le bruit à largeur de bande limitée est utilisé comme signal d'essai à l'entrée du côté réception. L'affaiblissement d'écho est indépendant de la fréquence.



NOTE – Les conditions requises énoncées au 3.4.2 se fondent sur l'emploi de bruit blanc à bande limitée (300 à 3400 Hz) comme signal d'essai. L'utilisation d'un bruit mis en forme selon la Recommandation G.227 est possible. L'applicabilité des conditions requises énoncées 3.4.2 doit toutefois être confirmée, est à l'étude.

L'emploi de signaux d'essai de remplacement plus représentatifs de la voix réelle, ainsi que la possibilité de modifier les procédures et conditions requises des essais, sont également en cours d'étude.

FIGURE 6/G.165

Essai pour la qualité de fonctionnement des annuleurs d'écho

L'annuleur d'écho est avant tout destiné à réduire l'écho d'un signal de la parole. Cela se fait en produisant par synthèse une copie de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho et en l'utilisant pour obtenir une estimation de l'écho qui est soustrait de l'écho réel du circuit. Cette synthèse doit être faite au moyen d'un signal vocal d'entrée. Il est difficile de définir un signal téléphonique d'essai; les essais suivants sont des essais types pour lesquels on utilise un signal de mesure de bruit à largeur de bande limitée, surtout pour la commodité et la répétabilité des mesures. Avant que ces essais soient effectués sur un annuleur d'écho, il convient de s'assurer que celui-ci produit par synthèse une copie correcte de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho à partir d'un signal vocal d'entrée et de l'écho correspondant. Les signaux vocaux ne sont pas utilisés dans les essais décrits dans le présent paragraphe. De plus, le processeur non linéaire de l'annuleur d'écho doit être conçu de manière à minimiser et potentiellement à éviter les effets perceptibles de hachage en double parole et tout effet de contraste sur le bruit de fond (voir l'essai n° 9 décrit ci-après dans la présente Recommandation). Des essais visant à garantir le bon fonctionnement sont à l'étude.

### 3.4.2.1 Essai n° 1 – Essai effectué pour mesurer le niveau d'écho résiduel et de retour d'écho en régime permanent

Cet essai a pour objet de s'assurer que l'annulation en régime permanent ( $A_{\text{CANC}}$ ) est suffisante pour produire un niveau d'écho résiduel assez faible pour permettre l'utilisation d'un traitement non linéaire sans dépendance excessive à l'égard de ce traitement.

Le registre H est initialement libéré, un signal de réception est appliqué pendant un temps suffisant pour que l'annuleur converge produisant un niveau d'écho résiduel en régime permanent.

#### Conditions (provisoires)

Le registre H étant au début mis à zéro, le processeur non linéaire neutralisé, pour toute valeur d'un signal d'entrée du côté réception telle que  $\geq -30$  dBm0  $L_{\text{Rin}} \leq 0$  dBm0 et pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho  $\geq 6$  dB, avec un retard du trajet d'écho,  $t_d \leq \Delta$  ms<sup>4</sup>, le niveau d'écho résiduel doit être inférieur ou égal à celui qu'indique la Figure 7. (L'extension du gabarit des valeurs de  $L_{\text{Rin}}$  entre  $-10$  dBm0 et  $0$  dBm0 est à l'étude.) Lorsque le processeur non linéaire est mis en action, le niveau de retour d'écho doit être inférieur à  $-65$  dBm0 pour toutes les valeurs de  $L_{\text{Rin}}$  entre  $-30$  dBm0 et  $0$  dBm0.

NOTE – La Recommandation G.113 autorise jusqu'à 5 codecs MIC dans le trajet d'écho. Aucune vérification n'a été effectuée pour déterminer si la condition requise de la Figure 7 était remplie dans ce cas. Cette question est à l'étude.

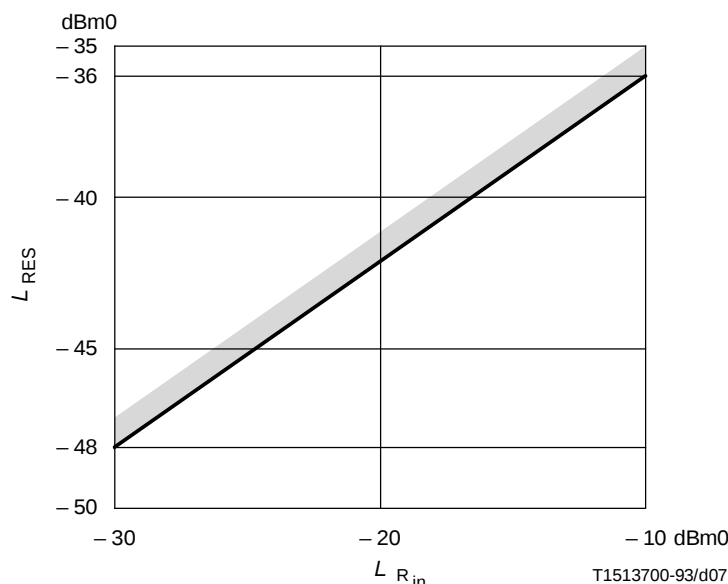


FIGURE 7/G.165

<sup>4)</sup> On peut réaliser des annuleurs d'écho différents de façon qu'ils fonctionnent de manière satisfaisante pour des valeurs différentes du retard du trajet d'écho, selon qu'on les emploiera dans tel ou tel réseau.  $\Delta$  représente donc, dans la présente Recommandation, le retard du trajet d'écho  $t_d$  pour lequel l'annuleur a été conçu.

### 3.4.2.2 Essai n° 2 – Essai de convergence

Cet essai a pour objet de vérifier que l'annuleur d'écho converge rapidement pour toutes les combinaisons de niveau du signal d'entrée et du trajet d'écho et que le niveau de retour d'écho reste suffisamment faible. Le registre H est d'abord libéré et l'adaptation est inhibée. Le détecteur de double parole, s'il existe, est placé en mode de fonctionnement «double parole» par application de signaux aux bornes d'entrée du côté émission  $S_{in}$  et d'entrée du côté réception  $R_{in}$ . Le signal du côté émission  $S_{in}$  est supprimé et l'adaptation est, simultanément, mise en action. Le degré d'adaptation, mesuré par le niveau de retour d'écho, dépend des caractéristiques de convergence de l'annuleur d'écho et du temps de maintien requis pour la détection de l'état de double parole.

La procédure à suivre pour cet essai est la suivante: on met à zéro le registre H et on inhibe l'adaptation. Le signal  $N$  est appliqué à l'accès  $R_{in}$  avec un niveau de  $-10$  dBm0 et, d'autre part, on applique un signal à l'entrée de réception. On supprime ensuite le signal  $N$  et, simultanément, on met en action l'adaptation (voir la Figure 8). Au bout de 500 ms, on inhibe l'adaptation et on mesure le niveau de retour d'écho. Le processeur non linéaire doit être mis en action.

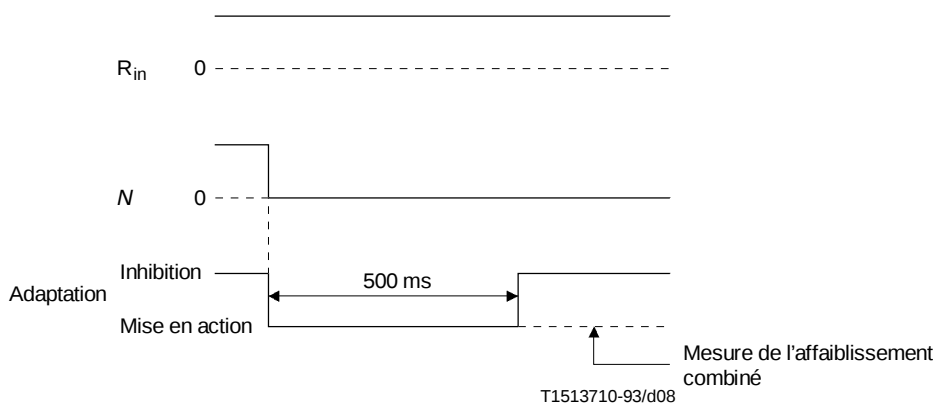


FIGURE 8/G.165

### Conditions

Le registre H étant au début mis à zéro, pour tous les niveaux  $L_{Rin}$  présents pendant 500 ms tels que  $-30$  dBm0  $\leq L_{Rin} \leq 0$  dBm0 et pour toutes les valeurs de l'affaiblissement de l'écho  $\geq 6$  dB avec un retard du trajet d'écho  $t_d \leq \Delta$  ms, l'affaiblissement combiné ( $A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}$ ) devrait être  $\geq 27$  dB.

### 3.4.2.3 Essai n° 3 – Qualité de transmission dans les conditions de double parole (provisoire)

Les deux parties de cet essai ont pour objet de mesurer la qualité de fonctionnement de l'annuleur d'écho dans diverses conditions de double parole. Les essais supposent que, à la détection de double parole, on prend des mesures de nature à empêcher ou à ralentir l'adaptation afin d'éviter une réduction excessive de l'annulation.

**3.4.2.3.1** L'essai n° 3a a pour objet de vérifier que la détection de la double parole n'est pas sensible au point que l'écho et le faible niveau de la voix près de l'extrémité produisent le déclenchement intempestif du détecteur de double parole, ce qui empêcherait l'adaptation de se produire. La méthode d'essai consiste à libérer de son contenu le registre H; ensuite, pour une certaine valeur du retard de l'écho et de l'affaiblissement de l'écho, on applique un signal aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$ . Simultanément (voir la Figure 9), un signal perturbateur d'un niveau suffisamment faible pour ne pas sérieusement gêner le pouvoir de convergence de l'annuleur d'écho est appliqué aux bornes d'entrée du côté émission  $S_{in}$ . Ce signal ne doit pas déclencher la mise en action du détecteur de double parole et par conséquent l'adaptation et l'annulation doivent se produire. Au bout d'une seconde, on procède à l'inhibition de l'adaptation et on mesure l'écho résiduel. Le processus non linéaire doit être *neutralisé*.

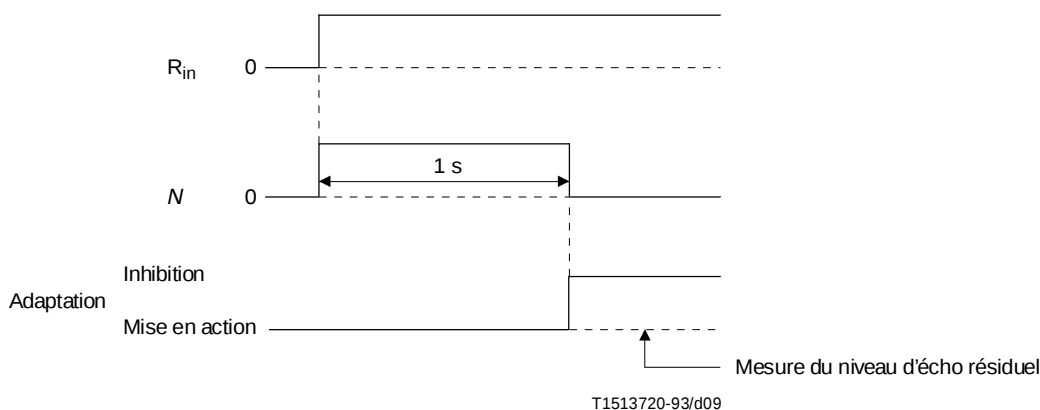


FIGURE 9/G.165

### Conditions

Le registre H étant au début mis à zéro, la convergence doit se produire au bout d'une seconde et  $L_{RES}$  devrait être  $\leq N$ , pour toutes les valeurs de  $L_{Rin}$  telles que  $\geq -25$  dBm0 et  $\leq -10$  dBm0,  $N = L_{Rin} - 15$  dB,  $A_{ECHO} \geq 6$  dB, avec un retard du trajet d'écho  $t_d \leq \Delta$  ms.

**3.4.2.3.2** L'essai n° 3b a pour objet de vérifier que le détecteur de double parole est suffisamment sensible et qu'il fonctionne suffisamment vite pour empêcher une grande divergence pendant la double parole.

La méthode de l'essai consiste à faire converger entièrement l'annuleur d'écho pour un trajet d'écho donné. Un signal est alors appliqué aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$ . Simultanément (voir la Figure 10), un signal  $N$  est appliqué aux bornes d'entrée du côté émission  $S_{in}$  dont le niveau est au moins égal à celui de l'entrée du côté réception  $R_{in}$ . Le détecteur de double parole est ainsi déclenché. Après un temps fixé arbitrairement,  $\delta t > 0$ , on procède à l'inhibition de l'adaptation et on mesure l'écho résiduel. Le processeur non linéaire doit être *neutralisé*.

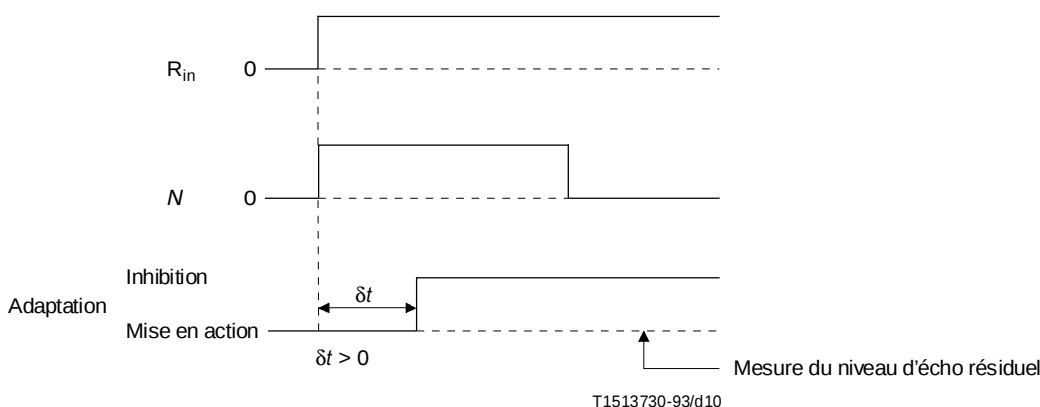


FIGURE 10/G.165

### Conditions

L'annuleur d'écho étant au début à l'état de convergence complète, le niveau d'écho résiduel, après application simultanée du niveau d'entrée du côté réception et du niveau  $N$  pendant une période de temps indéterminée, ne doit pas augmenter de plus de 10 dB par rapport aux conditions de l'essai n° 1 en régime permanent, pour tous les niveaux  $L_{Rin}$  tels que  $\geq -30$  dBm0 et  $\leq -10$  dBm0 et pour tous les niveaux  $N$  tels que  $N \geq L_{Rin}$ , ainsi que pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 6 dB avec un retard du trajet d'écho  $t_d \leq \Delta$  ms.

#### 3.4.2.4 Essai n° 4 – Essai effectué pour mesurer le temps de fuite

Cet essai a pour objet de vérifier que le temps de fuite n'est pas trop bref, c'est-à-dire que le contenu du registre H ne revient pas trop rapidement à zéro.

La méthode consiste à faire converger totalement les annuleurs d'écho pour un trajet donné, puis à supprimer tous les signaux provenant de l'annuleur d'écho. Au bout de deux minutes, le contenu du registre H est gelé, on applique un signal aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$ , et le niveau de l'écho résiduel est mesuré (voir la Figure 11). Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être *neutralisé*.

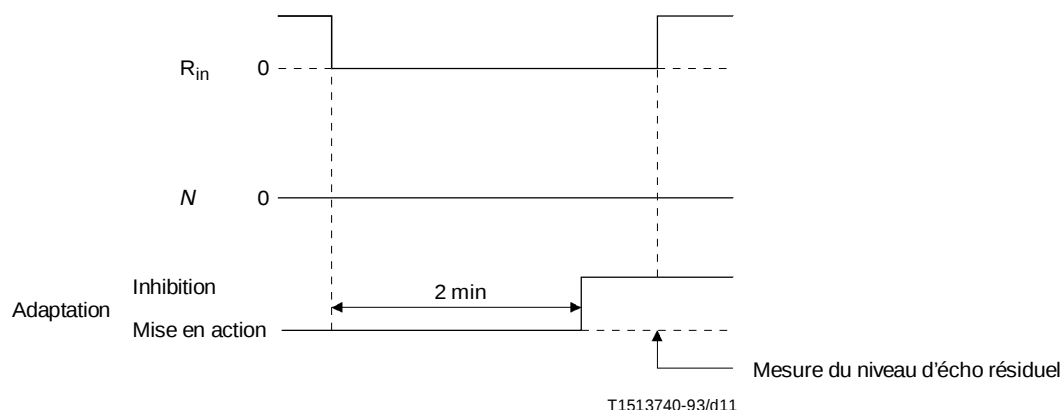


FIGURE 11/G.165

### Conditions

L'annuleur d'écho étant au début dans l'état de convergence totale, le niveau d'écho résiduel ne doit pas augmenter de plus de 10 dB par rapport aux conditions de régime permanent indiquées dans l'essai n° 1 pour tous les niveaux  $L_{Rin}$  tels que  $\geq -30$  dBm0 et  $\leq -10$  dBm0, deux minutes après la suppression du signal appliqué à l'entrée du côté réception.

#### 3.4.2.5 Essai n° 5 – Convergence infinie de l'affaiblissement de retour d'écho

Cet essai a pour objet de vérifier que l'annuleur d'écho a les moyens d'empêcher la production non désirée d'un écho. Cela peut se produire lorsque le registre H contient un modèle de trajet d'écho, provenant soit d'une communication précédente, soit de la communication en cours et que le trajet d'écho est ouvert (l'écho du circuit disparaît) alors qu'un signal est présent aux bornes d'entrée du côté réception  $R_{in}$ .

La méthode d'essai consiste à faire converger totalement l'annuleur d'écho pour un trajet d'écho donné. Le trajet d'écho est alors interrompu tandis qu'un signal est appliqué à l'entrée du côté réception  $R_{in}$ . 500 ms après l'interruption du trajet d'écho, on doit mesurer le signal du retour d'écho à la sortie du côté émission  $S_{out}$  (voir la Figure 12). Le processeur non linéaire doit être *neutralisé*.

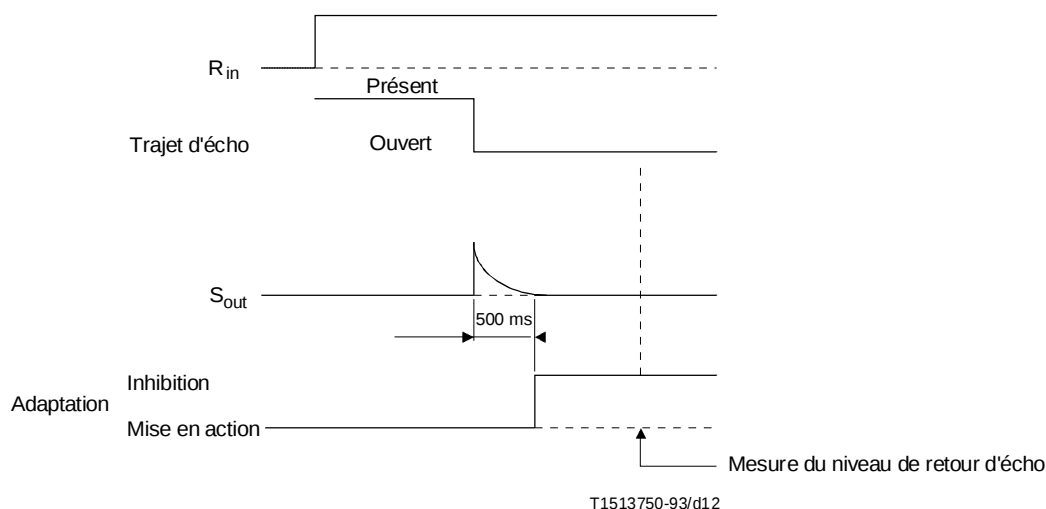


FIGURE 12/G.165

### Conditions (provisaires)

L'annuleur d'écho étant au début dans l'état de convergence totale, le niveau de retour d'écho à la sortie du côté émission devrait être, 500 ms après l'interruption du trajet d'écho, inférieur ou égal à  $-37$  dBm0 pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 6 dB, et pour tous les niveaux  $L_{Rin}$  tels que  $\geq -30$  dBm0 et  $\leq -10$  dBm0.

#### 3.4.2.6 Essai n° 6 – Non-divergence sur signaux à bande étroite (facultatif)

Cet essai a pour but de vérifier que l'annuleur d'écho reste stable pour les signaux à bande étroite. Le niveau d'écho résiduel est mesuré avant et après l'application d'une onde composée d'une ou de deux fréquences sinusoïdales.

La méthode consiste à faire converger totalement l'annuleur d'écho comme dans l'essai n° 1. Un signal monofréquence ou bifréquence est alors appliqué à l'accès  $R_{in}$ . Après trois minutes, l'adaptation est inhibée et le retour d'écho est mesuré. Le processeur non linéaire est neutralisé pour cet essai.

### Conditions requises

L'annuleur d'écho étant au début en état de convergence totale comme dans l'essai n° 1 et après application à l'accès  $R_{in}$ , pendant trois minutes, d'un signal monofréquence ou bifréquence ( $f_1 + f_2$  où  $|f_1 - f_2| \geq 170$  Hz) tel que  $L_{Rin} \geq -30$  dBm0 et  $\leq -10$  dBm0, et pour toutes les valeurs d'affaiblissement de retour d'écho  $\geq 6$  dB et de retard de trajet d'écho  $td \leq$  à la capacité de trajet résiduelle, le niveau d'écho résiduel doit être inférieur ou égal à celui indiqué sur la Figure 7.

#### 3.4.2.7 Essai n° 7 – Non-convergence des annuleurs d'écho sur signaux monofréquence ou bifréquence transmis dans un protocole de prise de contact (facultatif)

Les annuleurs d'écho qui ne sont pas neutralisés et sont situés côté ligne des systèmes de signalisation n° 5, n° 6 et n° 7 dans les centres internationaux ou de manière externe associés à des centres nationaux doivent se comporter de manière adéquate en présence de tonalités de signalisation. Cet essai a pour but de s'assurer que les annuleurs d'écho ne suppriment pas un signal monofréquence ou bifréquence émis au cours d'un protocole de prise de contact dans le sens émission avant de recevoir ou après avoir reçu un signal identique (sauf en ce qui concerne le niveau et la phase) dans le sens réception. Il s'agit de permettre la transmission correcte de certains types de tonalité de signalisation sans neutralisation externe des annuleurs d'écho.

### Conditions requises

L'annuleur d'écho étant initialement dans un état de convergence quelconque (pour simplifier, on peut choisir l'état de convergence totale pour un affaiblissement d'écho de 6 dB), le niveau d'un signal monofréquence ou bifréquence ( $f_1 + f_2$  où  $|f_1 - f_2| \geq 170$  Hz), appliqué à l'entrée du côté émission dans un délai de 90 ms (avant ou après) l'application du même signal (sauf en ce qui concerne le niveau et la phase) à l'entrée du côté réception, ne doit pas varier de plus de 2 dB par rapport au niveau nominal du signal injecté. Le niveau «N» de chaque fréquence appliquée est tel que le niveau de crête du signal monofréquence ou bifréquence doit se situer dans les limites de  $-18$  dBm0  $\leq N \leq 3$  dBm0 et l'affaiblissement de retour d'écho est infini pendant toute la durée de l'essai.

#### 3.4.2.8 Essai n° 8 – Essai de surcharge pour les annuleurs du type A et du type D

NOTE – Les chiffres entre crochets sont provisoires et sont à l'étude.

Cet essai a pour but de s'assurer que le niveau d'écrtage du trajet d'estimation de l'écho ainsi que des trajets de transmission  $R_{in}$  à  $R_{out}$  et  $S_{in}$  à  $S_{out}$  est conforme aux niveaux d'écrtage de la Recommandation G.711 afin de réduire au minimum la dégradation de la qualité de fonctionnement de l'annuleur pour les signaux de niveau supérieur.

La méthode d'essai consiste à tester d'abord indépendamment les trajets d'émission et de réception puis le trajet d'estimation de l'écho.

##### 3.4.2.8.1 Trajets d'émission et de réception

On teste les trajets d'émission et de réception en vérifiant que les signaux inférieurs à  $+3,05$  dBm0] ne sont pas écrtés et que les signaux supérieurs à  $+3,25$  dBm0] le sont effectivement. Les mesures sont effectuées sur une tonalité d'essai de 1004 Hz avec un analyseur de distorsion pour des niveaux de signal commençant à 0 dBm0 qui sont graduellement augmentés jusqu'à ce qu'ils atteignent le niveau d'écrtage.

### Conditions requises

Le niveau d'écrtage se définit comme le niveau auquel on observe que la distorsion totale augmente de [1 dB] par rapport à la distorsion totale mesurée pour une tonalité de 1004 Hz à 0 dBm0. Le niveau d'écrtage doit se situer dans les limites de  $+3,15 \pm 0,1$  dBm0].

### 3.4.2.8.2 Trajet d'estimation de l'écho

On teste le trajet d'estimation de l'écho en établissant un modèle de trajet d'écho connu, en neutralisant l'adaptation et le processeur non linéaire, en ouvrant le trajet d'écho, en appliquant une tonalité d'essai au point  $R_{in}$  et en mesurant la distorsion totale du signal au point  $S_{out}$ .

Pour un trajet d'écho ayant une réponse en fréquence uniforme dans la bande vocale, avec un affaiblissement d'écho de 6 dB, on fait converger l'annuleur d'écho en utilisant un signal de  $[-10 \text{ dBm0}$  (bruit/voix artificielle)] appliqué au point  $R_{in}$  pendant au moins 3 secondes; ensuite, on neutralise l'adaptation, on déconnecte le trajet d'écho et on neutralise le processeur non linéaire. On applique une tonalité d'essai de 1004 Hz à 0 dBm0 et on mesure la distorsion totale au point  $S_{out}$ . On augmente progressivement le niveau de la tonalité d'essai au point  $R_{in}$  jusqu'à ce qu'on observe un écrêtage indiqué par un accroissement de la distorsion mesurée au point  $S_{out}$ .

#### Conditions requises

Le niveau d'écrtage se définit comme le niveau auquel on observe que la distorsion totale augmente de [1 dB] par rapport à la distorsion totale mesurée pour une tonalité de 1004 Hz à 0 dBm0. Le niveau d'écrtage doit se situer dans les limites de  $[+3,15 \pm 0,1 \text{ dBm0}]$ .

### 3.4.2.9 Essai n° 9 – Essai de bruit de confort (provisoire, toutes les valeurs sont à l'étude)

#### 3.4.2.9.1 Partie 1 (adaptation)

- 1) Régler  $N$  à une valeur comprise entre  $-60 \text{ dBm0}$  et  $-40 \text{ dBm0}$ .
- 2) Régler  $L_{Rin}$  sur silence ( $< -40 \text{ dBm0}$ ) et maintenir pendant  $x$  minutes ( $x$  est à l'étude).
- 3) Régler  $L_{Rin}$  à  $-10 \text{ dBm0}$  et régler l'affaiblissement d'écho à 8 dB.
- 4) Mesurer le point  $L_{Sout}$ .

#### Conditions requises

$L_{Sout}$  doit être égale à  $N \pm y \text{ dB}$  ( $y$  est à l'étude; la valeur recommandée est comprise entre 0,5 dB et 2,0 dB). En outre, cette valeur doit être maintenue tant que le niveau de bruit  $N$  reste constant.

#### 3.4.2.9.2 Partie 2 (réaction à la baisse)

- 1) Réduire  $N$  de 10 dB.
- 2) Mesurer le point  $L_{Sout}$  dans un délai de 2 secondes.

#### Conditions requises

La valeur  $L_{Sout}$  doit être égale à  $N \pm y \text{ dB}$  ( $y$  est à l'étude; la valeur recommandée est comprise entre 0,5 dB et 2,0 dB) ou, si  $N < -60 \text{ dBm0}$ ,  $L_{Sout}$  doit être également  $< -60 \text{ dBm0}$ .

#### 3.4.2.9.3 Partie 3 (réaction à la hausse)

- 1) Elever  $N$  de 10 dB.
- 2) Mesurer  $L_{Sout}$  dans un délai de  $z$  secondes ( $z$  est à l'étude; la valeur recommandée est supérieure à 2 secondes).

#### Conditions requises

$L_{Sout}$  doit être égale à  $N \pm y \text{ dB}$  ( $y$  est à l'étude; la valeur recommandée est comprise entre 0,5 dB et 2,0 dB) ou, si  $N < -60 \text{ dBm0}$ ,  $L_{Sout}$  doit être également  $< -60 \text{ dBm0}$ .

### 3.4.2.10 Essai n° 10 – Essai de télécopie

A l'étude.

### 3.4.2.11 Essai n° 11 – Essai d'annuleurs d'écho en cascade

A l'étude.

## **4 Caractéristiques d'un dispositif de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho**

### **4.1 Considérations générales**

Les annuleurs d'écho visés par la présente Recommandation devraient être équipés d'un détecteur de tonalité conforme au présent paragraphe. Ce détecteur de tonalité répond à un signal de neutralisation différent de celui, décrit en 5/G.164, qui sert à neutraliser le supprimeur d'écho, et consiste en une tonalité de 2100 Hz dans laquelle sont insérées les inversions de phase périodiques. Le dispositif de neutralisation par tonalité ne devrait répondre qu'au signal dans la bande spécifiée. Il ne devrait pas répondre à d'autres signaux comme la parole ou une tonalité de 2100 Hz sans inversion de phase. Le dispositif de neutralisation de tonalité devrait détecter un signal de neutralisation qui peut être présent dans le trajet d'émission ou de réception et y répondre.

Les conditions d'un bon fonctionnement du dispositif de neutralisation des annuleurs d'écho avec l'équipement ATME n°2 qui transmet la tonalité de 2100 Hz avec inversions de phase peuvent être remplies si l'on fait appel au dispositif de neutralisation de tonalité spécifié dans le présent paragraphe ou au dispositif de neutralisation par tonalité des supprimeurs d'écho spécifié en 5/G.164. Cependant l'emploi du dispositif de neutralisation décrit en 5/G.164 ne garantit pas un bon fonctionnement avec tous les modems de la série V actuellement spécifiés.

Dans le présent paragraphe, le terme «neutralisé» se rapporte à une condition dans laquelle l'annuleur d'écho est configuré de manière à ne plus modifier les signaux qui le traversent dans l'une ou l'autre direction. A cette condition, aucune estimation d'écho n'est soustraite du trajet d'émission, le processeur non linéaire est rendu transparent et le temps de propagation à travers l'annuleur d'écho continue à remplir les conditions spécifiées en 3.4.1. Toutefois, il ne faut pas supposer qu'il existe une relation quelconque entre les conditions de circuit avant et après la neutralisation. D'une part, le fonctionnement des annuleurs d'écho avec entrées de tonalités (telles que la tonalité de neutralisation) n'est pas spécifié. D'autre part, la réponse impulsionnelle mémorisée dans l'annuleur d'écho avant la convergence (et avant l'émission de la tonalité de neutralisation) est arbitraire. Il peut alors se produire des trajets d'écho additionnels apparents qui restent inchangés dans certains annuleurs d'écho, jusqu'à ce que la tonalité de neutralisation soit reconnue. Il y a lieu de noter également que les supprimeurs d'écho peuvent être placés sur le même circuit et qu'il n'existe pas de relation précise entre leur temps de propagation dans les états d'activation et de neutralisation. Malgré ce qui précède, il est possible, par exemple, de mesurer le temps de propagation aller et retour d'un circuit avec la tonalité de neutralisation, mais il convient d'utiliser le front arrière de la rafale de tonalité, et de prévoir un délai suffisant pour que tous les dispositifs puissent être neutralisés avant la fin de la tonalité de neutralisation et le début de la base de temps.

L'on remarquera qu'avec cet état, les conditions requises pour l'intégrité de séquence à 64 kbit/s ne sont pas remplies; dans ce cas l'on aura recours à d'autres moyens de neutralisation conformes au 3.4.

Un dispositif de référence de neutralisation par tonalité est décrit en Annexe B.

### **4.2 Caractéristiques du dispositif de neutralisation**

Le dispositif de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho exige la détection d'une tonalité de 2100 Hz avec des inversions de phase de cette tonalité. Les caractéristiques du signal transmis sont définies dans la Recommandation V.25. Les variations de phase dans la gamme de  $180^\circ \pm 25^\circ$  doivent être détectées tandis que celles dans la gamme de  $0^\circ \pm 110^\circ$  ne doivent pas l'être.

Les caractéristiques de fréquence du détecteur de tonalité sont les mêmes que celles du détecteur de tonalité de supprimeur d'écho données en 5.2/G.164.

La gamme dynamique de ce détecteur doit être compatible avec les niveaux d'entrée spécifiés dans les Recommandations V.2 et H.51, compte tenu des variations introduites par le réseau téléphonique public.

### **4.3 Caractéristiques de la bande de garde**

Semblables à celles qui sont définies en 5.3/G.164, compatibles avec la gamme dynamique donnée en 4.2, à une exception près qui est la suivante. Le détecteur doit fonctionner parfaitement avec un bruit blanc inférieur ou égal à 11 dB au-dessous du niveau du signal à 2100 Hz. Aucune directive définitive ne peut être donnée pour la gamme comprise entre 5 et 11 dB en raison des variations enregistrées dans les équipements d'essai utilisés. En particulier, la qualité de fonctionnement peut varier avec le rapport valeur de crête/valeur moyenne du générateur de bruit utilisé. Toutefois, à titre de directive générale, le pourcentage de bon fonctionnement (détection de variations de phase de  $180^\circ \pm 25^\circ$  et non-détection de variations de phase de  $0^\circ \pm 110^\circ$ ) ne devrait pas diminuer de plus de 1% pour chaque réduction en dB du rapport signal/bruit au-dessous de 11 dB. L'Administration de la République fédérale d'Allemagne mentionne la possibilité de concevoir un détecteur pouvant parfaitement fonctionner à un rapport signal/bruit de 5 dB.

#### **4.4 Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation**

Voir la définition du 5.4/G.164.

#### **4.5 Temps de fonctionnement**

Le temps de fonctionnement doit être suffisamment long pour assurer une protection contre un fonctionnement intempestif dû à des signaux vocaux, mais pas long au point d'étendre inutilement le temps de neutralisation. Le dispositif de neutralisation par tonalité doit fonctionner à moins d'une seconde de la réception du signal de neutralisation.

#### **4.6 Fonctionnement intempestif dû aux courants locaux**

Comme au 5.6/G.164.

#### **4.7 Mauvais fonctionnement dû à des signaux de données**

Il est souhaitable d'avoir peu de fonctionnements intempestifs du dispositif de neutralisation par tonalité provoqués par des signaux de données provenant d'ensembles de données auxquels nuirait la neutralisation de l'annuleur d'écho. A cet égard, il est normal que, pour un annuleur d'écho monté sur un circuit en fonctionnement, les signaux de données habituels provenant de tels ensembles de données ne puissent provoquer, en moyenne, plus de 10 fonctionnements intempestifs pour 100 heures de transmission de données.

#### **4.8 Temps de libération**

Comme au 5.7/G.164.

#### **4.9 Autres considérations**

L'écho de la tonalité de neutralisation, mais également l'écho de la tonalité d'appel peuvent gêner la détection de la tonalité de neutralisation de l'annuleur d'écho. C'est pourquoi, il n'est pas recommandé d'additionner les entrées des signaux de réception et d'émission pour former une entrée à un seul détecteur.

Il convient d'examiner attentivement le nombre d'inversions de phase nécessaires pour la détection de la tonalité de neutralisation. Certaines Administrations estiment qu'une inversion de phase permet d'améliorer la probabilité de détection, même en présence de bruit d'impulsion de glissement, et d'un faible rapport signal/bruit. D'autres, en revanche, pensent qu'il en faut deux pour améliorer la probabilité de bien distinguer les tonalités à phases non inversées des tonalités à phases inversées à 2100 Hz.

### **5 Processeurs non linéaires pour annuleurs d'écho**

#### **5.1 Champ d'application**

Dans la présente Recommandation, le terme «processeur non linéaire» ne désigne que les dispositifs correspondant à la définition donnée en 2.5 et dont l'efficacité dans les annuleurs d'écho a été reconnue. Il existe plusieurs manières de mettre en service de tels processeurs non linéaires (entre autres exemples, les écrêteurs de centre), avec des caractéristiques d'exploitation fixes ou adaptables; cependant, aucune mise en service particulière n'est recommandée. Le paragraphe 5.2 donne les principes généraux et directives. Pour des renseignements plus détaillés et plus concrets, on devra se reporter aux textes relatifs aux mises en service spécifiques. Le cas particulier d'un «processeur de référence non linéaire» est traité dans l'Annexe C. L'emploi de ce terme indique que cette mise en service n'est décrite qu'à titre d'information et d'illustration. Ceci n'exclut nullement d'autres mises en œuvre et ne signifie pas que le processeur de référence linéaire soit nécessairement la réalisation la plus appropriée pour quelque raison technique fonctionnelle ou économique que ce soit.

## 5.2 Principes généraux et directives

### 5.2.1 Fonction

#### 5.2.1.1 Considérations générales

Le processeur non linéaire est situé dans la voie d'émission entre la sortie du soustracteur et les bornes de sortie côté émission de l'annuleur d'écho. Il s'agit théoriquement d'un dispositif qui bloque les signaux de faible niveau et laisse passer les signaux à niveau élevé. Il a pour fonction de réduire plus le niveau d'écho résiduel ( $L_{RES}$ , voir la définition du 2.4) restant après une annulation imparfaite de l'écho de circuit, de sorte que le faible niveau d'écho de retour nécessaire ( $L_{RET}$ , voir la définition du 2.7) puisse être atteint.

#### 5.2.1.2 Qualité de fonctionnement du réseau

Une annulation imparfaite peut se produire du fait que l'annuleur d'écho conforme à la présente Recommandation risque de ne pas être capable de modéliser correctement des trajets d'écho produisant des distorsions non linéaires de niveaux significatifs (voir 3.2): une telle distorsion peut par exemple se produire dans les réseaux conformes à la Recommandation G.113 qui autorise jusqu'à cinq paires de codecs MIC (conformes à la Recommandation G.712) par trajet d'écho. La distorsion de quantification accumulée émise par ces codecs peut empêcher un annuleur d'écho d'atteindre le  $L_{RET}$  nécessaire par le seul moyen des techniques d'annulation linéaires. Il est donc recommandé d'incorporer des processeurs non linéaires adaptés à tous les annuleurs d'écho capables uniquement de modéliser les composantes linéaires des trajets d'écho, mais devant servir à une utilisation générale sur le réseau.

#### 5.2.1.3 Restrictions

Cet emploi des processeurs non linéaires représente un compromis quant à la transparence des circuits; ce compromis peut être atteint par un annuleur d'écho capable d'atteindre le  $L_{RET}$  nécessaire par le seul moyen des techniques de modelage et d'annulation. Théoriquement, le processeur non linéaire ne devrait pas causer de distorsion de la parole émise par l'abonné d'origine. La réalité risque d'être relativement éloignée de cette théorie; il est donc recommandé de ne pas laisser les processeurs non linéaires en activité dans des conditions de double parole ou lorsque l'abonné d'origine est le seul à parler. Par conséquent, il convient de ne pas trop dépendre du processeur non linéaire, et d'avoir un  $L_{RES}$  suffisamment faible afin de se garantir contre tout écho désagréable en cas de double parole.

#### 5.2.1.4 Transmission de données

Les processeurs non linéaires peuvent affecter la transmission de données à travers un annuleur d'écho en activité. Cette question est à l'étude.

### 5.2.2 Seuil de suppression

#### 5.2.2.1 Considérations générales

Le niveau du seuil de suppression ( $T_{SUP}$ ) d'un processeur non linéaire s'exprime en dBm0, et est égal au niveau le plus élevé d'un signal d'onde sinusoïdale à un moment donné et venant d'être supprimé. L'on peut utiliser des seuils de suppression fixes ou adaptables.

#### 5.2.2.2 Seuil de suppression fixe

Avec un seuil de suppression fixe, le niveau qu'il convient d'utiliser sera fonction de l'annulation obtenue et des statistiques concernant les niveaux de parole et les conditions de ligne du réseau particulier dans lequel l'annuleur d'écho doit fonctionner. Il est donc recommandé que les niveaux réels puissent être sélectionnés en fonction du champ afin de permettre à l'utilisateur de le régler en fonction de l'environnement réel du réseau. Les valeurs des seuils de suppression fixes qu'il convient d'utiliser sont à l'étude – voir les Notes 1 et 2.

#### NOTES

1 Il est suggéré à titre provisoire que le seuil de suppression soit fixé quelques décibels au-dessus du niveau que l'on obtiendrait dans les crêtes de  $L_{RES}$  en cas de blocage d'un «locuteur  $2\sigma$ » et d'un «affaiblissement de retour d'écho  $2\sigma$ ».

2 Les résultats d'une étude sur le terrain dont une Administration a fait état ont montré qu'un seuil de suppression fixe de  $-36$  dBm0 assurait une performance satisfaisante. Une étude théorique menée par une autre Administration et portant sur un trajet d'écho contenant cinq paires de codecs MIC a montré que le bruit de quantification pour un  $L_{Rin}$  de  $-10$  dBm0 pouvait donner un  $L_{RES}$  de  $-38$  dBm0.

### 5.2.2.3 Seuil de suppression adaptatif

Il est possible d'atteindre un bon compromis entre l'utilisation d'un seuil de suppression ( $T_{SUP}$ ) élevé afin d'empêcher que ce dernier soit dépassé par un fort écho résiduel d'abonné, et l'utilisation d'un  $T_{SUP}$  faible afin de réduire la distorsion des paroles à l'intervention en donnant à  $T_{SUP}$  les capacités de s'adapter aux conditions réelles du circuit et aux niveaux réels des paroles. Il existe un certain nombre de méthodes le permettant; aucune mise en œuvre particulière n'est recommandée. Des directives générales s'appliquant aux niveaux des algorithmes de commande et des seuils de suppression sont à l'étude.

## 5.2.3 Commande de l'activation d'un processeur non linéaire

### 5.2.3.1 Considérations générales

Pour se conformer à la recommandation contenue au 5.2.1.3, il est indispensable de commander l'activation du processeur non linéaire de sorte qu'il ne soit pas en activité lorsque des paroles émises par l'abonné d'origine risquent d'être présentes. Lorsqu'il est en état «d'activité», le processeur non linéaire doit fonctionner normalement pour réduire  $L_{RES}$ . Lorsqu'il est «inactif», il ne doit effectuer de traitement non linéaire sur aucun signal traversant l'annuleur d'écho.

### 5.2.3.2 Principes de commande

Nous recommandons que les deux principes suivants régissent la commande de l'activation d'un processeur non linéaire. Premièrement, étant destinée à réduire plus le  $L_{RES}$ , la commande doit être active quand le niveau de  $L_{RES}$  risque d'être important. Ensuite, étant donné qu'elle ne devrait pas déformer les paroles émises par l'abonné d'origine, elle ne devrait pas être mise en service lorsque des paroles sont émises par l'abonné d'origine. En cas de contradiction entre ces deux principes, la fonction de commande devrait donner la préférence au second.

### 5.2.3.3 Caractéristiques statistiques

La Figure 13 donne un diagramme théorique représentant les deux étapes de fonctionnement d'un processeur non linéaire. Un seuil  $T_{WZ}$  divise le plan  $L_{Sin}$ ,  $L_{Rin}$  en deux parties W et Z. Dans la partie W, le processeur non linéaire n'est pas en service tandis qu'il est actif dans la partie Z. La reconnaissance de la condition de double parole ou la présence de paroles émises par l'abonné d'origine sont nécessaires à une bonne commande du processeur non linéaire visant à garantir le fonctionnement dans la partie du plan appropriée. Une détection imparfaite de la double parole jointe à un niveau élevé du seuil de suppression entraîneront une distorsion des paroles émises par l'abonné d'origine. L'annuleur d'écho offre alors certaines des caractéristiques d'un supprimeur d'écho. Un faible niveau de suppression permettra de réaliser facilement la double parole même si l'on fait une erreur dans la détection, car les paroles émises par l'abonné d'origine ne subiront qu'une faible distorsion non linéaire. Si le seuil de suppression est trop bas, des crêtes d'écho résiduel peuvent être perçues.

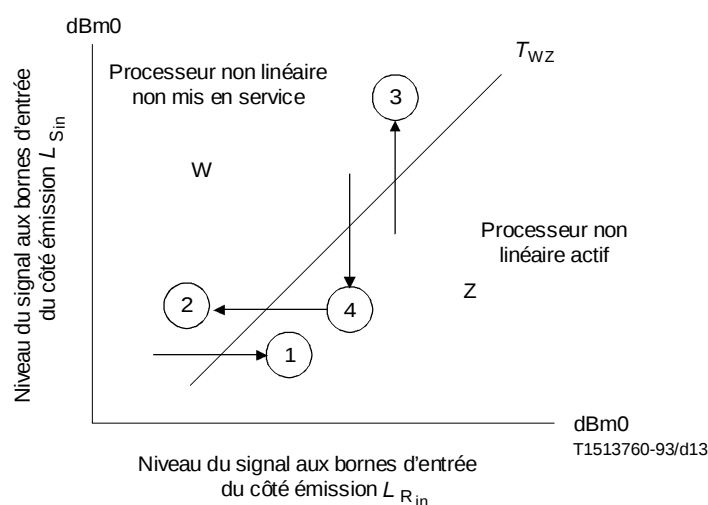


FIGURE 13/G.165

Régions de fonctionnement du processeur non linéaire

#### 5.2.3.4 Caractéristiques dynamiques

L'on peut spécifier les caractéristiques dynamiques en indiquant le temps qui s'écoule entre le passage des conditions des signaux d'un point d'une région à un point d'une autre région avant l'établissement de l'état qui convient à la deuxième région. Dans la Figure 13, des flèches représentent quatre de ces transitions.

##### Transition n° 1 – De W vers Z, $L_{Sin}$ constant, $L_{Rin}$ croissant

Dans ce cas, le signal  $L_{Sin}$  s'est produit d'abord et  $L_{Rin}$  augmente jusqu'à un niveau suffisamment élevé pour dépasser le signal  $L_{Sin}$  dans le trajet de commande et faire changer le processeur non linéaire de l'état inactif à l'état actif. Etant donné que cela entraînera une distorsion du signal  $L_{Sin}$  (parole du locuteur proche dans ce cas), l'action ne devrait pas être déclenchée trop rapidement.

##### Transition n° 2 – De Z vers W, $L_{Sin}$ constant, $L_{Rin}$ décroissant

Dans ce cas, le signal  $L_{Rin}$  a dépassé le signal  $L_{Sin}$  dans le trajet de commande et le processeur non linéaire se trouve à l'état actif. Le signal  $L_{Rin}$  diminue alors. Le processeur non linéaire devrait demeurer à l'état actif suffisamment longtemps pour empêcher que l'écho qui est stocké dans le trajet d'écho soit entendu par le locuteur éloigné.

##### Transition n° 3 – De Z vers W, $L_{Rin}$ constant, $L_{Sin}$ décroissant

Cette transition est une réplique du début de la double parole. Dès que possible, après la détection du signal  $L_{Sin}$ , le processeur non linéaire devrait être mis à l'état inactif pour minimiser toute distorsion de la parole du locuteur proche.

##### Transition n° 4 – De W vers Z, $L_{Rin}$ constant, $L_{Sin}$ décroissant

Dans ce cas,  $L_{Sin}$  a été reconnu mais diminue. Toute action entreprise devrait l'être en faveur de la poursuite pour permettre au signal  $L_{Sin}$  de passer. Cela implique qu'il devrait y avoir un certain retard dans la remise du processeur non linéaire à l'état actif.

#### 5.2.4 Limites de fréquences des trajets de commande

A l'étude.

NOTE – En fonction de la mise en service particulière du processeur non linéaire, les explications et les limites de réponse en fréquence données en 3.2.4.2/G.164 concernant les trajets de commande de suppression et d'intervention des annuleurs d'écho peuvent également s'appliquer à des trajets de commande similaires utilisés dans des processeurs non linéaires. Ces trajets de commande peuvent inclure la commande de mise en activité et la commande de niveau du seuil de suppression adaptatif.

#### 5.2.5 Affaiblissement des signaux au-dessous du seuil

L'affaiblissement des signaux dont le niveau est inférieur à celui du seuil de suppression d'un processeur non linéaire dans l'état actif doit remplir les conditions énoncées en 3.4.2.1.

#### 5.2.6 Essai de processeurs non linéaires

On peut considérer le processeur non linéaire comme un cas particulier de supprimeur d'écho se confinant à la suppression des signaux de faible niveau. Les types de mesure requise en vue de la détermination des caractéristiques de fonctionnement des processeurs non linéaires ressemblent beaucoup aux essais de supprimeurs d'écho exposés dans la Recommandation G.164. Toutefois, suivant la méthode particulière de mise en œuvre du processeur non linéaire, les transitions entre les régions W et Z de la Figure 13 peuvent être moins nettement définies que pour les supprimeurs d'écho. Les signaux observés à l'extrémité de sortie de l'annuleur d'écho peuvent être brièvement déformés lorsque des transitions se produisent entre les régions en fonctionnement W et Z. Bien que l'on puisse se servir du contenu de la Recommandation G.164 pour essayer les processeurs non linéaires, il peut s'avérer nécessaire d'introduire des modifications spéciales dans les circuits de mesure afin de mesurer certaines mises en service spécifiques de processeurs non linéaires. Il ne peut être émis de Recommandation concernant un circuit universel de mesures adapté à toutes les mises en œuvre de processeurs non linéaires.

## Annexe A

### Annuleurs d'écho sans traitement non linéaire

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

Il est peut-être possible de mettre en œuvre des annuleurs d'écho sans traitement linéaire. Pour ces annuleurs d'écho, l'affaiblissement d'écho total est assuré par l'annulation d'écho. L'annulation d'écho que l'on peut obtenir est limitée par les caractéristiques du trajet d'écho et par la méthode de mise en œuvre de l'annuleur d'écho. En particulier, si l'on utilise une paire de codecs conformes à la Recommandation G.712 dans le trajet d'écho ou dans l'annuleur d'écho, l'annulation d'écho maximale (compte tenu des erreurs de quantification dans l'annuleur d'écho et d'autres dégradations) est celle que représente le trait plein de la Figure A.1.

Au Japon, des annuleurs d'écho donnant des caractéristiques correspondant au trait plein de la Figure A.1 ont été soumis à des essais et leur qualité de fonctionnement a été jugée acceptable. D'autres essais cependant ont montré que l'annulation d'écho requise des compensateurs d'écho pour les applications générales doit être au moins celle que représente la ligne en pointillé de la Figure A.1. Un complément d'étude est nécessaire. Dans l'attente des résultats de cette étude, il n'est pas encore recommandé d'utiliser des annuleurs d'écho non munis de processeurs non linéaires pour les applications générales.

Toutes les dispositions et les essais figurant dans la présente Recommandation s'appliquent à ces annuleurs d'écho, à l'exception de ce qui suit:

- a) au 3.4.2.1: le niveau d'écho résiduel nécessaire correspond au trait plein de la Figure A.1;
- b) pour tous les autres essais, on ne doit pas tenir compte de toute mention de traitement non linéaire.

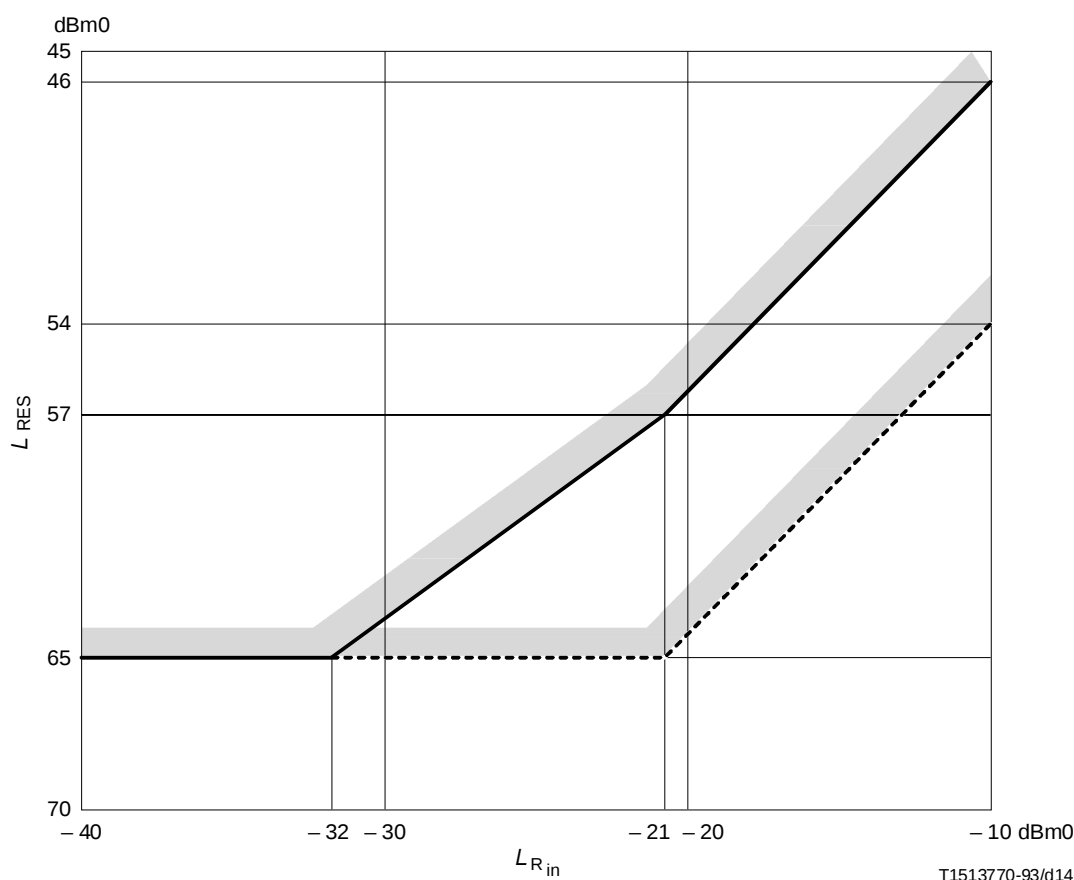


FIGURE A.1/G.165

## Annexe B

### Description d'un dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### B.1 Considérations générales

La présente annexe décrit les caractéristiques d'un dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho. L'utilisation du mot référence signifie qu'il s'agit d'une neutralisation réalisée uniquement à titre d'indicatif. Elle n'exclut pas d'autres réalisations d'un dispositif de neutralisation par tonalité répondant au signal défini dans la Recommandation V.25 et qui obéit également à tous les critères de fiabilité de fonctionnement et de protection contre un mauvais fonctionnement au moyen de signaux vocaux.

#### B.2 Caractéristiques du dispositif de neutralisation

Le dispositif de référence de neutralisation par tonalité des annuleurs d'écho décrit dans la présente annexe détecte une tonalité de 2100 Hz ainsi que les inversions de phase périodiques de cette tonalité qui se produisent toutes les  $450 \pm 25$  ms. Les caractéristiques du signal transmis sont définies dans la Recommandation V.25.

##### B.2.1 Détection de tonalité

Les caractéristiques de fréquence du détecteur de tonalité utilisé dans ce dispositif de neutralisation sont les mêmes que celles du détecteur de tonalité de supprimeur d'écho données en 5.2/G.164, à l'exception de la limite supérieure de la portée dynamique qui est de  $-6$  dBm0.

##### B.2.2 Détection de l'inversion de phase

Le dispositif de référence de neutralisation par tonalité répond à un signal qui, à sa source, contient des inversions de phase de  $180^\circ \pm 10^\circ$  (comme le spécifie la Recommandation V.25) après modification de ce signal par des dégradations autorisées dues au réseau, comme le bruit, la gigue de phase, etc. Ce dispositif de neutralisation est insensible à une gigue de phase ayant une crête de  $\pm 15^\circ$  dans la gamme des fréquences s'étendant entre 0 et 120 Hz. Ceci est compatible avec la gigue de phase autorisée par les Recommandations H.12 et G.229. Afin de minimiser les risques de neutralisation intempestive de l'annuleur d'écho du fait de courants vocaux et de changements de phase induits par le réseau, ce dispositif de référence de neutralisation par tonalité ne répond pas à des changements uniques de phase de la tonalité de 2100 Hz dans la plage de  $0^\circ$  à  $\pm 110^\circ$  se produisant pendant une période d'une seconde. Ce chiffre a été retenu parce qu'il représente le déphasage approximatif entraîné par un seul glissement de trame dans un système MIC.

#### B.3 Caractéristiques de la bande de garde

Remplit les conditions énoncées en 5.3/G.164.

NOTE – La possibilité de perturbation pendant la période de détection de l'inversion de phase a été prise en considération. Une source possible de perturbation est la présence d'une tonalité d'appel, comme celle spécifiée dans la Recommandation V.25. Si la tonalité d'appel perturbe la détection d'inversion de phase, la tonalité de la séquence de détection de neutralisation est reprise, mais une seule fois. La Recommandation V.25 assure une période de silence d'au moins une seconde entre les tonalités d'appel.

#### B.4 Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation

Remplit les conditions énoncées en 5.4/G.164.

#### B.5 Temps de fonctionnement

Le dispositif de référence de neutralisation par tonalité fonctionne pendant la première seconde de la réception sans perturbations de la tonalité soutenue de 2100 Hz avec inversions de phase périodiques, d'un niveau situé entre  $-6$  et  $-31$  dBm0. Le temps de fonctionnement d'une seconde permet la détection de la tonalité de 2100 Hz et assure que deux inversions de phase vont avoir lieu (à moins qu'un glissement ou qu'un bruit impulsif ne masque l'une de ces inversions).

#### B.6 Fonctionnement intempestif dû aux courants vocaux

Remplit les conditions énoncées en 5.6/G.164.

## B.7 Fonctionnements intempestifs dus à des signaux de données

Remplit les conditions énoncées en 4.7. A cette fin, les circuits du dispositif de neutralisation par tonalité deviennent inopérants si une tonalité de libération (c'est-à-dire sans inversions de phase ou autres brouillages) de 2100 Hz est détectée pendant une seconde. Le circuit détecté devient inopérant pendant la transmission des données et ne se remet en marche que  $250 \pm 150$  ms après que le signal dans la bande de maintien soit tombé à au moins 3 dB au-dessous de la sensibilité de maintien maximale. Ainsi le risque d'une neutralisation accidentelle d'annuleur d'écho au cours de la transmission des données est minimisé.

## B.8 Temps de libération

Remplit les conditions énoncées en 5.7/G.164.

# Annexe C

## Description d'un processeur de référence non linéaire

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

### C.1 Considérations générales

Cette annexe, donnée uniquement à des fins d'illustration (voir 5.1) décrit un processeur de référence non linéaire fondé sur des théories aussi simples que possible et qui n'est pas conçu comme guide détaillé de conception, mais contenant suffisamment d'informations concernant un large éventail de réalisations possibles. A cette fin, deux variantes de processeurs de référence non linéaires ont été incorporées à la présente annexe. Toutes deux se fondent sur un écrêteur de centre ayant l'une des fonctions de transfert idéalisées illustrées à la Figure C.1. Le niveau du seuil de suppression (déterminé dans ce cas par les niveaux d'écèlement) de la première variante est adaptable, l'adaptation se faisant par référence à  $L_{Rin}$ . La commande d'activation se fait par référence à la différence qui existe entre  $L_{Rin}$  et  $L_{Sin}$ . Dans la deuxième variante, le seuil de suppression est fixe. Le processeur de référence non linéaire est supposé être utilisé dans un annuleur d'écho capable d'annuler les composantes linéaires de tout écho de retour d'au moins  $N$  dB. La valeur de  $N$  est à l'étude.

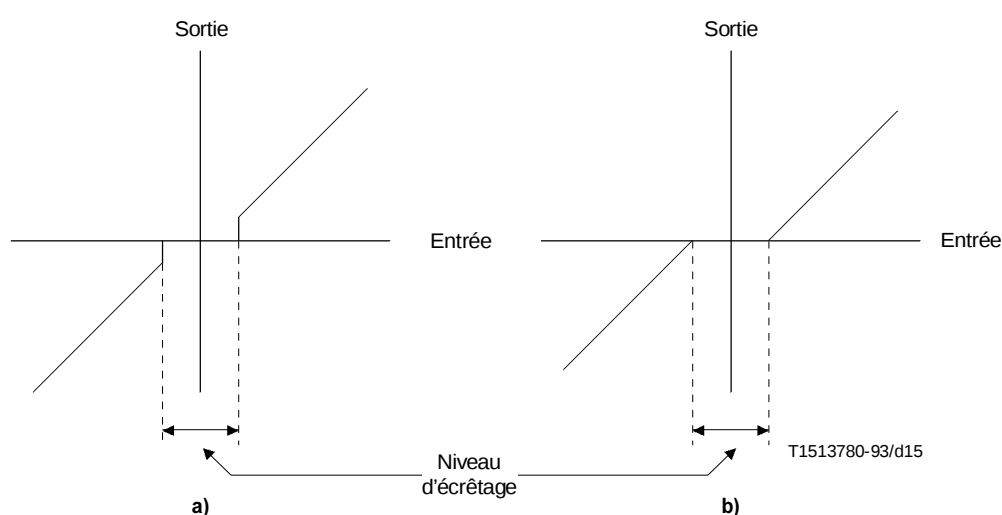


FIGURE C.1/G.165

Deux exemples de fonctions de transfert idéalisées de l'écêteur de centre

## C.2 Seuil de suppression ( $T_{SUP}$ )

$$T_{SUP} = (L_{Rin} - x \pm 3) \text{ dBm0 pour } -30 \leq L_{Rin} \leq -10 \text{ dBm0}$$

$$T_{SUP} \text{ fixe} = x' \text{ dBm0}$$

NOTE – Les valeurs de  $x$  et  $x'$  sont à l'étude. Les valeurs de 18 et de -36 ont été respectivement proposées pour  $x$  et  $x'$ , mais il faut confirmer que ces valeurs peuvent être utilisées dans tous les réseaux.

## C.3 Caractéristiques statiques de la commande de mise en activité

$$T_{WZ} = (L_{Rin} - y \pm 3) \text{ dBm0 pour } -30 \leq L_{Rin} \leq -10 \text{ dBm0}$$

NOTES

1  $T_{WZ}$  est comme précédemment défini en 5.2.3.3.

2  $y$  peut prendre une valeur différente pour chaque variante, ceci est à l'étude. Les valeurs de  $x$  dB pour le  $T_{SUP}$  adaptatif et de  $\geq 6$  dB pour  $y$  dans le cas de  $T_{SUP}$  fixe paraissent raisonnables.

## C.4 Caractéristiques dynamiques de la commande de mise en activité

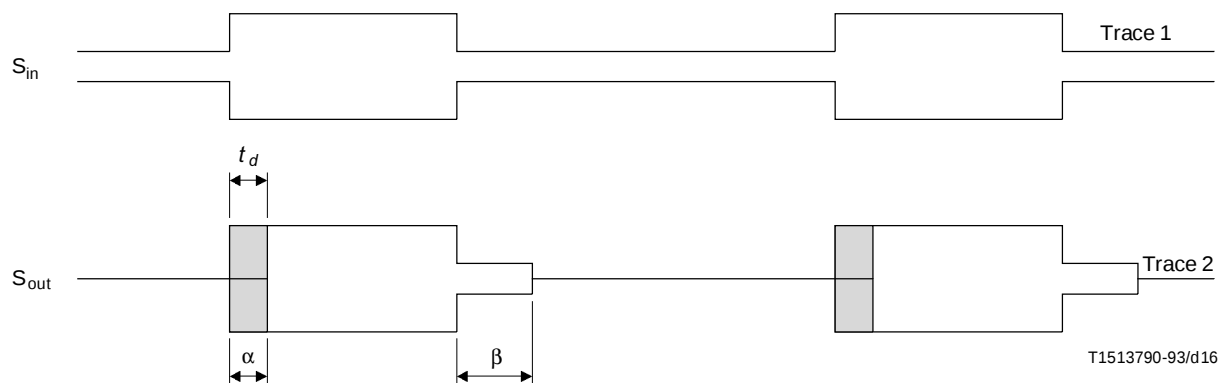
Les caractéristiques dynamiques de la commande de mise en activité sont données dans les Tableaux C.1 et C.2. Voir également la Figure 13.

## C.5 Limites de fréquences des trajets de commande

Voir 5.2.4.

## C.6 Essais

Les Tableaux C.1 et C.2 indiquent en se référant à la Recommandation G.164 de quelle façon la qualité de fonctionnement dynamique de la commande de mise en activité des processeurs non linéaires peut être vérifiée au moyen de signaux d'ondes sinusoïdales. Les Figures C.2 et C.3 montrent les traces d'oscilloscope obtenues à l'occasion de ces essais.



$\alpha$  Temps de fonctionnement  
 $\beta$  Temps de maintien  
 $t_d$  Intervalle de temps pendant lequel le signal déformé peut être observé

FIGURE C.2/G.165

Traces pour des temps de fonctionnement et de maintien du NLP,  $L_{Rin}$  constant

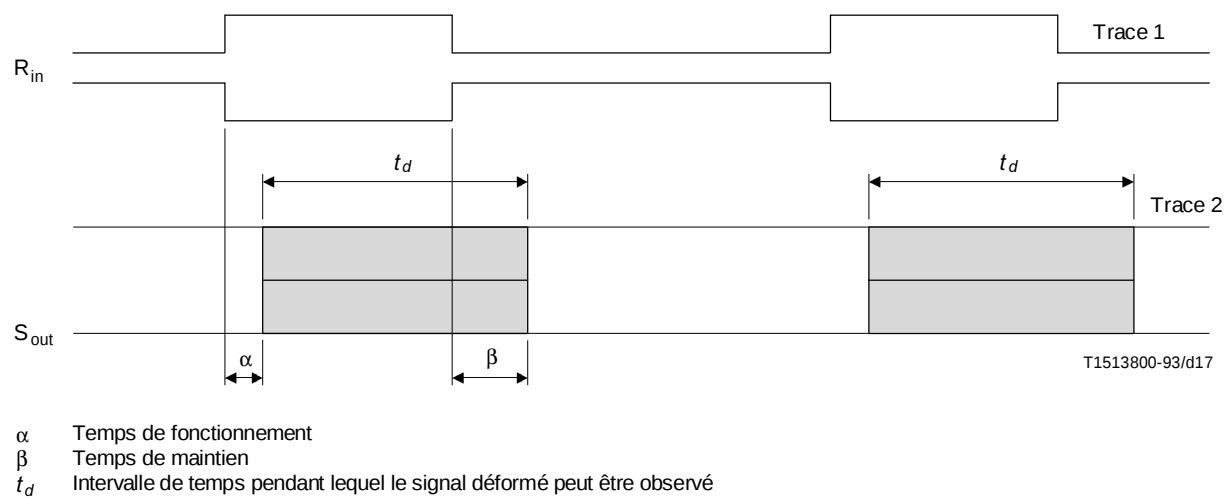


FIGURE C.3/G.165  
Traces pour des temps de fonctionnement et de maintien du NLP,  $L_{S_{in}}$  constant

TABLEAU C.1/G.165

**Temps de maintien du processeur non linéaire**

| Frontière                                              |           | Signal initial               |                               | Signal final                 |                               | Valeur recommandée (ms) | Essai n°<br>(Rec. G.164) | Excursion<br>(voir la Figure 13) | Circuit d'essai,<br>Figure n°: | Trace de l'oscilloscope                 |
|--------------------------------------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                        |           | Emission<br>$L_{Sin}$ (dBm0) | Réception<br>$L_{Rin}$ (dBm0) | Emission<br>$L_{Sin}$ (dBm0) | Réception<br>$L_{Rin}$ (dBm0) |                         |                          |                                  |                                |                                         |
| Z/W                                                    | Fixe      | −25                          | −10                           | −25                          | −30                           | 15 à 64                 | 5                        | Transition 2                     | 14/G.164                       | Trace 1 et trace 2 de la Figure C.3 (β) |
|                                                        | Adaptatif | −55<br>−40<br>−30            | −20<br>−15<br>− 5             | −55<br>−40<br>−30            | −40<br>−40<br>−30             | Δ <sup>a)</sup>         |                          |                                  |                                |                                         |
| W/ Z                                                   | Fixe      | −15                          | −25                           | −40                          | −25                           | 16 à 120                | 6                        | Transition 4                     | 17/G.164                       | Trace 1 et trace 2 de la Figure C.2 (β) |
|                                                        | Adaptatif | −40<br>−40<br>−25            | −50<br>−30<br>−15             | −55<br>−55<br>−40            | −50<br>−30<br>−15             | 30 à 50                 |                          |                                  |                                |                                         |
| a) Δ est défini dans 3.4.2.1 [note de bas de page 4)]. |           |                              |                               |                              |                               |                         |                          |                                  |                                |                                         |

TABLEAU C.2/G.165

**Temps de maintien du processeur non linéaire**

| Frontière |           | Signal initial            |                            | Signal final              |                            | Valeur recommandée (ms) | Essai n° (Rec. G.164) | Excursion (voir la Figure 13) | Circuit d'essai, Figure n°: | Trace de l'oscilloscope               |
|-----------|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
|           |           | Emission $L_{Sin}$ (dBm0) | Réception $L_{Rin}$ (dBm0) | Emission $L_{Sin}$ (dBm0) | Réception $L_{Rin}$ (dBm0) |                         |                       |                               |                             |                                       |
| W/Z       | Fixe      | -25                       | -30                        | -25                       | -10                        | 16 à 120                | 4                     | Transition 1                  | 14/G.164                    | Trace 2 de la Figure C.3 ( $\alpha$ ) |
|           | Adaptatif | -55<br>-40<br>-30         | -40<br>-40<br>-30          | -55<br>-40<br>-30         | -20<br>-15<br>- 5          | 15 à 75                 |                       |                               |                             |                                       |
| Z/W       | Fixe      | -40                       | -25                        | -15                       | -25                        | $\leq 1$                | 6                     | Transition 3                  | 17/G.164                    | Trace 2 de la Figure C.2 ( $\alpha$ ) |
|           | Adaptatif | -55<br>-55<br>-40         | -50<br>-30<br>-15          | -40<br>-40<br>-25         | -50<br>-30<br>-15          | $\leq 5$                |                       |                               |                             |                                       |