



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.623

**SUPPORTS DE TRANSMISSION -
CARACTÉRISTIQUES**

**CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES
COAXIALES DU TYPE 2,6/9,5 mm EN CÂBLE**

Recommandation UIT-T G.623

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation G.623 de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule III.3 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

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

© UIT 1988, 1993

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

Recommandation G.623

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES COAXIALES DU TYPE 2,6/9,5 mm EN CÂBLE

(ancienne Recommandation G.331, modifiée par la suite)

1 Caractéristiques de la paire

Il est nécessaire d'avoir dans le réseau international des types de paires coaxiales ayant les mêmes caractéristiques électriques, afin de permettre aux systèmes de transmission de fonctionner sur tout câble répondant à la présente Recommandation. L'emploi de ces paires est défini par les tableaux 1/G.623 et 2/G.623 de l'introduction à la sous-section 6.2 des Recommandations de la série G.

1.1 Caractéristiques électriques de la paire coaxiale

1.1.1 Impédance caractéristique

L'impédance caractéristique de la paire coaxiale suit une loi de variation bien déterminée en fonction de la fréquence:

$$Z = 74,4 \left[1 + \frac{0,0123}{\sqrt{f}} (1 - j) \right] \Omega$$

où f est la fréquence exprimée en MHz¹⁾. Il est donc inutile de fixer des valeurs à toutes les fréquences.

La tolérance sur la valeur 74,4 ohms (impédance à la fréquence infinie) est de ± 1 ohm.

1.1.2 Affaiblissement linéique

L'affaiblissement linéique nominal de la paire coaxiale à la fréquence de 60 MHz et à la température de 10° C doit être compris dans les limites de $18,00 \pm 0,3$ dB/km²⁾.

L'allure de la variation de l'affaiblissement en fonction de la fréquence, pour une valeur nominale de 18,00 dB/km à 60 MHz, est indiquée par le tableau 1/G.623.

TABLEAU 1/G.623

Valeurs nominales de l'affaiblissement linéique à diverses fréquences

Fréquence (MHz)	0,06	0,3	1	4	12	20	40	60	150	300
Affaiblissement (dB/km)	0,59	1,27	2,32	4,62	8,01	10,35	14,67	18,00	28,6	40,7

1) Cette formule est équivalente à: $Z = 74,4 + (0,92/\sqrt{f}) (1 - j)$ ohms. Si cette dernière formule est utilisée, il faut corriger en conséquence la valeur de la tolérance indiquée dans le texte.

2) Pour des raisons d'ordre interne, certaines Administrations ont considéré qu'il était avantageux pour elles d'utiliser des paires de dimensions plus grandes, dont l'affaiblissement est plus faible, ce qui permet d'utiliser des sections élémentaires de câble plus longues (2 km). Les câbles fabriqués par assemblage de ces paires peuvent être considérés comme répondant aux finalités de la présente Recommandation pour utilisation comme support de systèmes à 60 MHz, si les caractéristiques électriques des sections élémentaires de câble réalisées à l'aide de tels câbles sont conformes à cette Recommandation, et si les équipements de ligne à utiliser restent exactement les mêmes que ceux qui sont utilisés avec les câbles prévus dans cette Recommandation. Les paires de 3,7/13,5 mm de l'Administration française décrites en [1] appartiennent à cette catégorie.

La formule suivante dans laquelle α est exprimé en dB par km et f en MHz donne une approximation de l'affaiblissement linéique à partir de 1 MHz:

$$\alpha = 0,01 + 2,3\sqrt{f} + 0,003f$$

Remarque – Pour la conception des amplificateurs, on doit prendre pour référence les valeurs mesurées sur le câble qui sera employé.

1.1.3 Tolérances de l'affaiblissement linéique – Distorsion d'affaiblissement

Pour assurer une bonne adaptation entre la paire coaxiale et les équipements de transmission, outre les tolérances à la fréquence 60 MHz, fixées à $\pm 0,3$ dB/km, il est nécessaire de fixer les limites de la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence.

Le tableau 2/G.623 donne les valeurs nominales et les tolérances de la quantité δ_f (en $\text{mB} \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{MHz}^{-1/2}$)

$$\delta_f = \frac{\alpha_{60}}{\sqrt{60}} - \frac{\alpha_f}{\sqrt{f}}$$

à diverses fréquences (f en MHz).

TABLEAU 2/G.623

**Valeurs nominales et tolérances de la quantité δ_f
caractérisant la distorsion d'affaiblissement à diverses fréquences**

Fréquence (MHz)	4	12	20	40	60
Valeur nominale	1,1	1	0,8	0,4	0
Tolérance	$\pm 1,5$	$\pm 1,1$	$\pm 0,8$	$\pm 0,4$	± 0

Si l'on veut vérifier la distorsion d'affaiblissement au-delà de 60 MHz, ce qui est nécessaire notamment en transmission numérique, il faut calculer le rapport entre les valeurs d'affaiblissement mesurées aux fréquences de 240 MHz et de 60 MHz (après élimination des crêtes). La limite à observer est:

$$\frac{\alpha_{240 \text{ MHz}}}{\alpha_{60 \text{ MHz}}} \leq 2,045$$

La distorsion d'affaiblissement est contrôlée en usine sur un faible pourcentage de longueurs de fabrication.

1.2 Construction mécanique des paires coaxiales

- a) le conducteur intérieur est un fil de cuivre massif de 2,6 mm de diamètre;
- b) l'isolation est réalisée de telle façon que l'isolant, composé d'un gaz et d'une matière diélectrique solide à très faibles pertes, ait une permittivité assez faible pour satisfaire aux clauses de la présente Recommandation;
- c) le conducteur extérieur est constitué par un ruban de cuivre d'épaisseur égale à 0,25 mm, disposé autour de l'isolant sous forme de cylindre de diamètre intérieur égal à 9,5 mm;
- d) pour des raisons de diaphonie, il y a intérêt à placer autour du conducteur extérieur des rubans d'acier doux.

Une autre forme de construction, ayant les mêmes caractéristiques électriques, comportant un conducteur intérieur en cuivre de 2,8 mm de diamètre et un conducteur extérieur en aluminium de 10,2 mm de diamètre intérieur, est utilisée par certaines Administrations. Ce mode de construction est décrit plus en détail en annexe A.

2 Spécification du câble

2.1 Impédance caractéristique

Pour vérifier que la valeur donnée au § 1.1.1 est respectée, on peut effectuer les mesures soit au moyen d'un signal sinusoïdal, soit au moyen d'impulsions.

Dans le premier cas, la vérification se fait souvent au moyen de la courbe impédance en fonction de la fréquence lissée.

Dans le deuxième cas, il convient d'employer une impulsion en cosinus carré, de durée à mi-amplitude inférieure à 100 ns. On peut effectuer un équilibrage par rapport à une impédance de référence réglable ou mesurer un facteur de réflexion par rapport à un étalon fixe.

2.2 Régularité d'impédance

Les mesures de contrôle courant de la régularité d'impédance sont effectuées au moyen d'échomètres à impulsions, à partir d'une ou des deux extrémités des longueurs de fabrication. La courbe d'écho doit être tracée avec une correction en amplitude et si possible en amplitude et en phase. Si l'écart équivalent est mesuré, il doit être corrigé. Cependant, pour les mesures courantes, on peut se passer de correction si la longueur en essai est assez courte pour que la correction soit faible.

Le tableau 3/G.623 indique les diverses valeurs à obtenir, selon l'usage auquel est destiné le câble.

Remarque 1 – Dans le cas des systèmes analogiques de la classe 0,06 à 6 MHz, les clauses sont les mêmes que pour les systèmes analogiques de la classe 0,3 à 20 MHz.

Remarque 2 – Pour déceler les irrégularités de nature systématique, des mesures d'affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités sont à effectuer sur une faible proportion des longueurs fabriquées. Les limites à respecter sont données par le tableau 4/G.623.

Remarque 3 – Dans les tableaux, les pourcentages indiqués concernent l'ensemble des paires d'un lot de câbles présentés simultanément au contrôle ou constituant une même livraison.

TABLEAU 3/G.623

Mesures échométriques des longueurs en usine

Catégorie du système			Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit			0,3 à 20 MHz	4 à 70 MHz	Fort débit (140 Mbit/s)	Très fort débit (565 Mbit/s)
Durée maximale de l'impulsion			50 ns	10 ns	10 ns	10 ns ^{a)}
Clauses générales	Crête maximale	100%	50 dB	48 dB	48 dB	
		95%	56 dB	54 dB ^{b)}	54 dB ^{b)}	
Clauses optionnelles complémentaires ^{c)}	A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes		53 dB	51 dB	51 dB
	B	Ecart équivalent	$L < 300$ m $300 \leq L \leq 500$ m $L > 500$ m	0,6 Ω 0,8 Ω 0,8 Ω	1 Ω 1,2 Ω 1,6 Ω	1 Ω 1,2 Ω 1,6 Ω

TABLEAU 4/G.623

Mesures au moyen de signaux sinusoïdaux des longueurs en usine

Catégorie du système		Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit		0,3 à 20 MHz	4 à 70 MHz	Fort débit ^{d)}	Très fort débit
<i>Affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités</i>					
Pourcentage des longueurs concernées		Néant	Environ 5 %	Environ 5 %	Environ 5 %
Bande de fréquences concernée		----	4 à 62 MHz	20 à 100 MHz	62 à 500 MHz
Valeur minimale mesurée	100 %	----	35 dB	30 dB	20 dB
	95 %	----	38 dB		
<i>Puissance moyenne réfléchie dans une bande de 10 MHz</i> (Transmission de signaux de télévision dans le cadre du système à 60 MHz)					
Bande de fréquences concernée		Néant	52 à 62 MHz		
Facteur moyen de réflexion de puissance	$L \approx 250$ m	----	41 dB	35 dB	28 dB
	$L > 500$ m	----	40 dB		

Remarques des tableaux 3/G.623 et 4/G.623

- Si, au cours d'investigations ou d'études de définition, des mesures avec des impulsions plus courtes apparaissent nécessaires, la durée de 2 ns sera retenue.
- A condition de ne pas rencontrer plus d'une valeur comprise entre 54 et 48 dB sur une même paire coaxiale d'une section élémentaire de câble.
- Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des deux conditions A ou B est remplie.
- Les clauses définies pour les systèmes analogiques de la classe 4 à 70 MHz sont certainement suffisantes. Mais des valeurs très inférieures ont aussi été proposées. Il conviendra de s'entendre sur les valeurs à spécifier et sur la bande de fréquences à explorer (4 à 100 MHz ou 62 à 500 MHz).

2.3 Affaiblissement linéique

L'affaiblissement des paires devra être tel que les clauses du § 3.3 puissent être respectées³⁾.

Si l'on se réfère à la longueur mesurée suivant une génératrice de l'enveloppe du câble, l'affaiblissement linéique doit être multiplié par le facteur de câblage, dont les valeurs sont données à titre indicatif par le tableau 5/G.623.

TABLEAU 5/G.623

Valeurs du facteur de câblage

Nombre de paires dans le câble	Facteur de câblage couche extérieure	Facteur de câblage pondéré, ensemble du câble
4 ou 6		1,003
8		1,005
12	1,009	1,007
18 ou 20	1,012	1,010

2.4 Diaphonie

La diaphonie entre paires devra être telle que les clauses du § 3.4 puissent être respectées³⁾.

2.5 Rigidité diélectrique

La paire doit supporter pendant une minute une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace égale à 2000 volts (ou bien une tension continue de 3000 volts) appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur relié à l'enveloppe. Cet essai de rigidité diélectrique doit être effectué sur chaque longueur de fabrication du câble.

2.6 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15° C. La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque longueur de fabrication du câble.

3 Spécification d'une section élémentaire de câble

L'Administration et le fournisseur devront se mettre d'accord sur le choix entre exécuter des essais sur toutes les sections ou une certaine proportion d'entre elles ou même se contenter d'un seul essai type d'acceptation, notamment dans le cas où il est difficile d'effectuer des mesures dans les conditions réelles.

3.1 Impédance terminale

Les conditions spécifiées aux § 1.1.1 et 2.1 s'appliquent.

3.2 Régularité d'impédance

Les mesures de régularité d'impédance sont effectuées à partir de chaque extrémité de la section élémentaire de câble. Selon l'usage auquel est destiné le câble, il convient de se reporter à l'une des colonnes du tableau 6/G.623.

Remarque 1 – Les remarques 1 et 3 faites au § 2.2, à propos du tableau 3/G.623, demeurent valables. Toutefois, pour les systèmes analogiques de la classe 0,06 à 6 MHz, les clauses de la colonne 0,3 à 20 MHz s'appliquent, mais la durée de l'impulsion, lorsque la longueur des sections élémentaires de câble dépasse 5 km, peut atteindre 200 ns.

Remarque 2 – Il n'est pas nécessaire d'effectuer de mesures au moyen de signaux sinusoïdaux sur des sections élémentaires de câble, sauf dans le cas où l'on aurait de sérieuses raisons de craindre que des irrégularités de nature systématique aient pu apparaître au cours de la pose ou de l'installation du câble. En pareil cas, les résultats de la mesure ne doivent pas être inférieurs à 33 dB pour la bande de 4 à 62 MHz.

3.3 Affaiblissement linéique

Pour un câble de fabrication donnée, dont la valeur nominale d'affaiblissement a été fixée dans les limites du § 1.1.2, la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de l'affaiblissement, mesurées à 60 MHz sur les paires coaxiales de toutes les sections élémentaires de 1,5 km, doit être inférieure à 0,4 dB/km (valeur ramenée à 10° C).

L'affaiblissement mesuré sur un câble à la température moyenne t° C est ramené à 10° C par la formule:

$$\alpha_{10} = \alpha_t \frac{1}{1 + k_\alpha (t - 10)}$$

³⁾ Les mesures d'affaiblissement et de diaphonie à ce stade de la fabrication sont seulement des mesures de prototype.

TABLEAU 6/G.623

Mesures échométriques des sections élémentaires de câble

Catégorie du système			Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit			0,3 à 20 MHz	4 à 70 MHz	Fort débit (140 Mbit/s)	Très fort débit (565 Mbit/s)
Durée maximale de l'impulsion			50 ns	10 ns	10 ns ^{c)}	10 ns ^{a)}
Clauses générales	Crête maximale	100%	50 dB	46 dB	46 dB	46 dB
		95%		50 dB	50 dB	50 dB
Clauses optionnelles complémentaires ^{b)}		A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes.	51 dB	49 dB	49 dB
			Maximum non corrigé	54 dB	52 dB	52 dB
	Ecart équivalent	B	C	Corrigé en énergie ($\Omega \cdot \text{km}^{-1/2}$)	0,8	2
Non corrigé (Ω)				1	1,5	1,5

- a) Si, au cours d'investigations ou d'études de définition, des mesures avec des impulsions plus courtes apparaissent nécessaires, la durée de 2 ns sera retenue.
- b) Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des trois conditions A, B ou C est remplie.
- c) Tant qu'il n'y a pas de dispositif de mesure de l'écho à impulsions de 10 ns susceptible d'explorer une demi-section d'amplification, la mesure se fera au moyen d'impulsions de 50 ns.

3.4 Diaphonie

L'écart télédiaphonique entre deux paires coaxiales d'un câble, à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises, doit être au moins égal aux valeurs données par le tableau 7/G.623.

TABLEAU 7/G.623

Longueurs km)	Bande de fréquences (MHz)	Ecart télédiaphonique (dB)
9	0,06 à 4,3	85
4,5	0,3 à 12,5	94 ^{a)}
1,5	4 à 62	130

- a) Si le câble transmet à la fois des systèmes utilisant la bande de 0,3 à 12 MHz et des systèmes utilisant la bande des fréquences inférieures, avec un pas d'amplification plus long, la valeur de l'écart télédiaphonique doit être augmentée de quelques décibels aux fréquences supérieures à 300 kHz pour tenir compte des différences de niveaux en certains points du circuit. Une valeur de 100 dB suffit.

Dans le cas des câbles exploités à 60 MHz, l'affaiblissement paradiaphonique à 60 MHz doit être au moins égal à 140 dB entre paires transmettant en sens opposé. Dans le cas des autres systèmes, aucune limite n'est fixée, des études antérieures ayant montré que l'écart paradiaphonique dans les conditions du service était supérieur à l'écart

télédiaphonique. Ces valeurs comprennent la contribution des accessoires associés à la section élémentaire de câble, tels que cordons souples de raccordement et connecteur coaxial.

Remarque 1 – Les valeurs données pour les câbles employés avec des systèmes à 60 MHz dérivent de considérations générales sur la diaphonie entre circuits radiophoniques données par la Recommandation J.18 [2]. Ces valeurs sont faciles à obtenir, bien que dans l'état actuel de la technique, il soit très difficile de les contrôler avec des équipements de mesure d'usage courant.

Remarque 2 – Les valeurs données pour les câbles employés avec des systèmes à 12 MHz ou moins sont suffisantes pour la transmission de la téléphonie. Pour la transmission des circuits radiophoniques, cette valeur doit être portée à 105 dB, valeur qui est facilement tenue par tous les types de câble aux fréquences supérieures à 300 kHz.

Remarque 3 – Ces limites permettent d'obtenir une valeur de 65 dB pour l'écart télédiaphonique de la plus mauvaise section homogène de 280 km, en admettant que dans la bande de fréquences considérée, seule la télédiaphonie due au câble intervient⁴⁾. Dans le cas où il n'y a pas d'inversion de phase, on admet que la variation du minimum de l'écart télédiaphonique en fonction de la distance suit approximativement une loi de 20 dB/décade pour les distances inférieures ou égales à une distance limite L_1 et une loi de 10 dB/décade pour les distances supérieures à L_1 . La valeur de L_1 dépend d'un certain nombre de facteurs, dont notamment le système utilisé, le type de câble et la fréquence considérée. Une valeur de 30 km semble convenir dans la plupart des cas; cependant, des valeurs comprises entre quelques kilomètres et 30 km ont été observées dans la pratique et assurent la concordance des limites du tableau 7/G.623 avec une limite de 65 dB sur une section de 280 km.

3.5 Rigidité diélectrique

La paire doit supporter pendant une minute une tension continue égale à 2000 volts appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur relié à l'enveloppe. Cet essai de rigidité diélectrique doit être effectué sur chaque section, une fois la pose terminée.

3.6 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 volts et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation; la mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque section.

ANNEXE A

(à la Recommandation G.623)

Description d'une paire coaxiale cuivre-aluminium présentant les mêmes caractéristiques électriques que la paire coaxiale de 2,6/9,5 mm cuivre

Cette paire coaxiale cuivre-aluminium est constituée de la manière suivante:

- le conducteur intérieur est un fil de cuivre massif de 2,8 mm de diamètre;
- l'isolation est réalisée de telle façon que l'isolant, composé d'un gaz et d'une matière diélectrique solide à très faibles pertes, ait une permittivité assez faible pour satisfaire aux clauses de la présente Recommandation;
- le conducteur extérieur est constitué par un ruban d'aluminium d'épaisseur égale à 0,7 mm, disposé autour de l'isolant sous forme de cylindre de diamètre intérieur égal à 10,2 mm soudé longitudinalement.

Les paires coaxiales ainsi constituées peuvent être épissurées facilement et de manière fiable entre elles ou avec les paires coaxiales de 2,6/9,5 mm cuivre. Elles satisfont à toutes les caractéristiques électriques de la présente Recommandation; notamment, les valeurs d'écart télédiaphonique du § 3.4 sont tenues entre paires transmettant dans le même sens.

Références

- [1] Annexe 2 du CCITT – Question 17/XV, *Livre vert*, tome III.3, UIT, Genève, 1973.

⁴⁾ En effet, il est possible de négliger l'influence des équipements de ligne sur la diaphonie intelligible, mais cela est vrai seulement pour les fréquences basses de la bande (moins de 300 kHz).

- [2] Recommandation du CCITT *Diaphonie sur les circuits pour transmissions radiophoniques établis sur des systèmes à courants porteurs*, tome III, Rec. J.18.