

# Saé 13 - Découvrir un dispositif de transmission

## Le câble coaxial

UCA/IUT/BUT 1  
Compte-rendu



FIGURE 1 – Transmission filaire d'un signal numérique.

Le but de cette saé est d'étudier théoriquement puis en pratique les caractéristiques du câble coaxial, support de propagation de signaux numériques. Ce document est donc à compléter au fur et à mesure.

### 1 Caractéristiques (étude sur documents via internet, bibliothèque) (temps estimé : 6h)

#### 1.1 Historique

**Replacer le câble coaxial dans l'histoire, inventeur, première utilisation, etc ...**

Le câble coaxial est une ligne de transmission, utilisée en basses ou hautes fréquences, elle est composée d'un câble à deux conducteurs (central et extérieur), dont le conducteur externe assure le plus souvent le blindage.

Le câble coaxial a été breveté en 1880 par Oliver Heaviside, un physicien et ingénieur britannique. L'américain Herman Affel à lui développé le câble coaxial moderne et son brevet a été accepté en 1931. Leur conception permettait de transporter des signaux électriques sur de longues distances tout en minimisant les pertes et en réduisant les interférences externes.

Les premières utilisations du câble coaxial ont été dans la téléphonie, et le premier câble coaxial opérationnel à avoir été déployé en 1936 reliait New York et Philadelphie aux Etats Unis.

Ce câble permettait de transporter plusieurs appels téléphoniques simultanément, ce qui représentait une avancée majeure pour l'époque.

#### 1.2 Principe

**Schéma, principe physique, schéma électronique**

Schéma d'un câble coaxial :

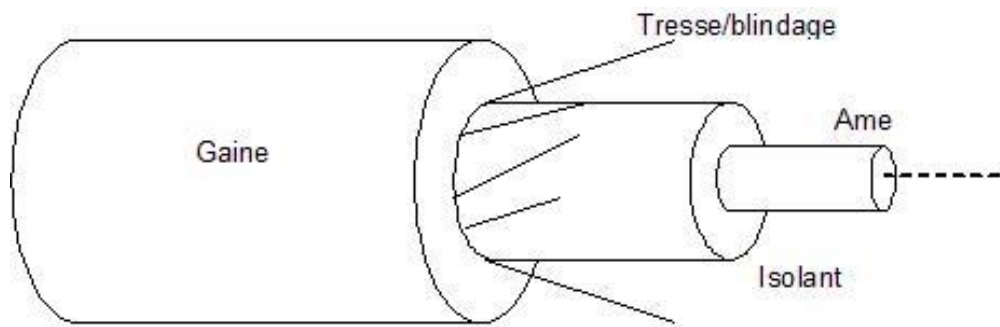
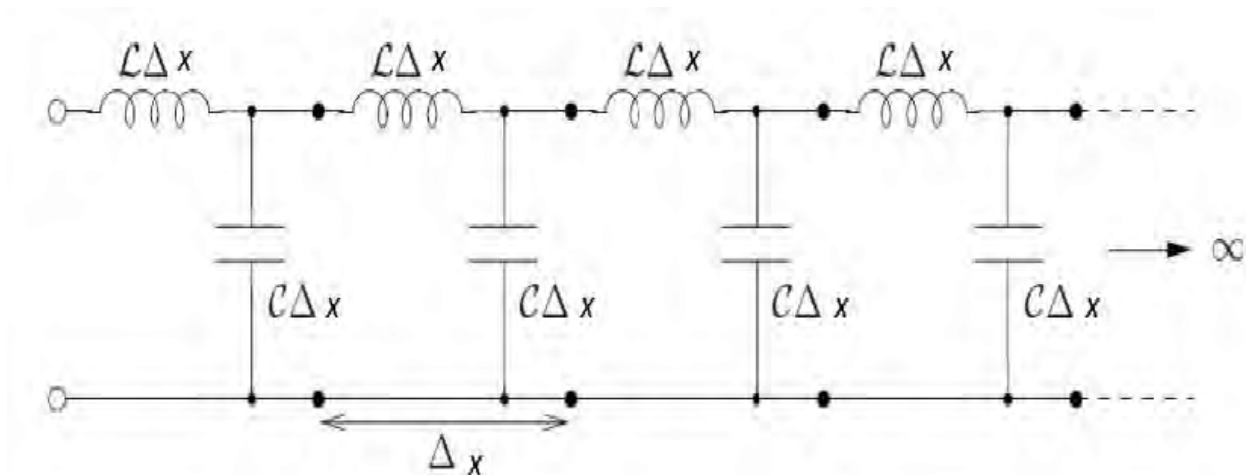


Schéma électronique d'un câble coaxial :



Principe physique d'un câble coaxial :

Le principe physique d'un câble coaxial repose sur la transmission d'ondes électromagnétiques. Un champ électrique est généré par le signal qui circule dans le conducteur central, et un champ magnétique est généré par le courant qui circule dans le conducteur central et le blindage. Le blindage empêche les champs électromagnétiques de sortir.

### 1.3 Usage

**Quelles sont les utilisations du câble coaxial ?**

Les principales utilisations du câble coaxial sont :

- **la télécommunication :**

il est utilisé notamment pour transmettre les signaux de télévision

il est aussi utilisé dans les réseaux HFC pour fournir l'accès à Internet

il est aussi utilisé pour les téléphone fixe et permet de transmettre des données vocales

- **les réseaux informatiques :**

les câbles coaxiaux étaient utilisés pour les réseaux locaux

- **les systèmes de vidéosurveillance :**

les câbles coaxiaux sont couramment utilisés pour transmettre les signaux vidéo des caméras de surveillance aux écrans

- **application dans le domaine militaire :**

les câbles coaxiaux sont utilisés dans les systèmes de communication, radar, et surveillance électronique dans le domaine militaire

- **le domaine médical :**

le câble coaxial permet de transmettre les signaux dans les équipements comme les scanners et les ultrasons

il permet aussi de connecter les capteurs aux dispositifs de surveillance

#### **1.4 Principales données constructeur**

**Quels sont les principaux paramètres d'intérêt (retard de propagation, impédance d'adaptation, atténuation etc ...)**

##### **Retard de propagation :**

C'est le temps que met le signal pour parcourir une certaine longueur de câble, il est exprimé en nanosecondes par mètre (ns/m).

Le retard de propagation dépend du matériau diélectrique utilisé, plus le retard est faible, plus le signal passe rapidement.

Le retard de propagation est crucial dans les applications où la synchronisation est essentielle comme les réseaux numériques ou les applications médicales.

##### **Impédance caractéristique :**

C'est la résistance théorique qu'offre le câble à une onde électromagnétique en propagation. Les valeurs sont de l'ordre de 50  $\Omega$  pour les radiofréquences et communications, et de 75  $\Omega$  pour la télévision et vidéo.

Importance de l'impédance caractéristique :

Une impédance d'adaptation correcte évite les réflexions de signal et garantit un transfert optimal de puissance.

##### **Atténuation :**

C'est la diminution d'intensité du signal au fur et à mesure qu'il se propage dans le câble, elle est exprimée en Décibels par mètre (dB/m)

**Facteurs influents :**

dépend de la fréquence, des matériaux utilisés pour le conducteur central et le blindage influencent l'atténuation.

**Importance de l'atténuation :**

L'atténuation est déterminante pour les longues distances ou les applications à haute fréquence, les systèmes sensibles nécessitent donc des câbles à faible atténuation.

**2 Réponse en fréquence**

Les données constructeur donnent ce tableau pour l'atténuation d'un câble coaxial KX22A en fonction de la longueur :

Table 1 – Atténuation en fonction de la fréquence pour 2 longueurs de câble coaxial

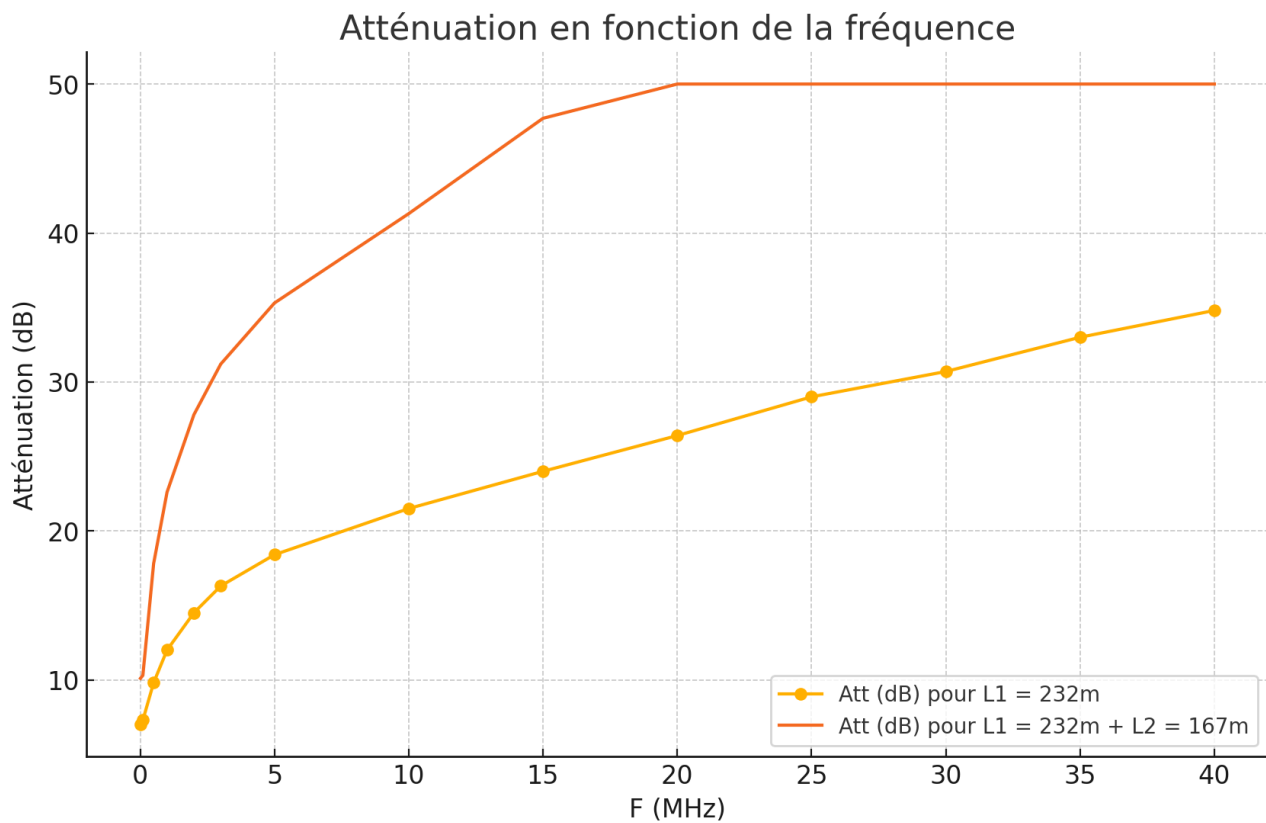
F(MHz)	Att(dB) pour $L_1 = 232m$	Att(dB) pour $L_1 = 232m + L_2 = 167m$
0.01	7	10.1
0.1	7.3	10.3
0.5	9.8	17.8
1	12	22.6
2	14.5	27.8
3	16.3	31.2
5	18.4	35.3
10	21.5	41.3
15	24	47.7
20	26.4	50
25	29	
30	30.7	
35	33	
40	34.8	

On peut approximer l'atténuation par la formule théorique :

$$AdB/m(f) = \alpha\sqrt{f}$$

**2.1 Travail sous OCTAVE ou MATLAB (temps estimé : 6h)****2.1.1 En utilisant le tableau 1, tracer les courbes de Att(dB) en fonction de F(MHz)**

pour les 2 longueurs de câble sur la même figure. Ne pas oublier les axes, le titre et la légende.



Titre : courbes de l'atténuation en fonction de la fréquence

Tracé des courbes de l'atténuation ramenée à la longueur : Att(dB/m) en fonction de F(MHz) pour les 2 longueurs de câble sur la même figure. Ne pas oublier les axes, le titre et la légende. Quelles sont les remarques que vous pouvez faire ?

Calcul des valeurs de AdB/m(f) :

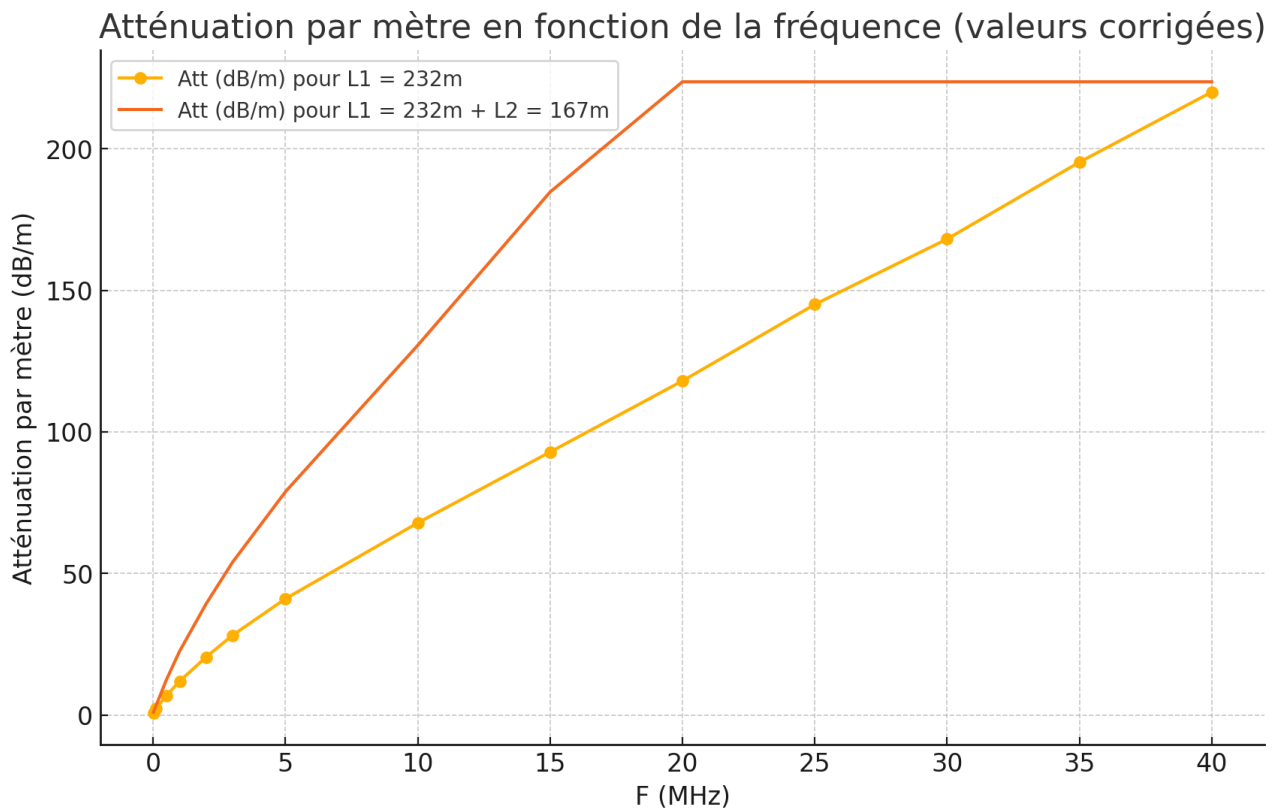
Rappel de la formule :  $AdB/m(f) = \alpha \sqrt{f}$

Calcul pour L1 :

$7\sqrt{0.01} = 0.7$   
 $7.3\sqrt{0.1} = 2.3$   
 $9.8\sqrt{0.5} = 6.9$   
 $12\sqrt{1} = 12$   
 $14.5\sqrt{2} = 20.5$   
 $16.3\sqrt{3} = 28.2$   
 $18.4\sqrt{5} = 41.1$   
 $21.5\sqrt{10} = 67.9$   
 $24\sqrt{15} = 92.9$   
 $26.4\sqrt{20} = 118$   
 $29\sqrt{25} = 145$   
 $30.7\sqrt{30} = 168.1$   
 $33\sqrt{35} = 195.23$   
 $34.8\sqrt{40} = 220$

Calcul pour L1 + L2 :

$10.1\sqrt{0.01} = 1.01$   
 $10.3\sqrt{0.1} = 3.2$   
 $17.8\sqrt{0.5} = 12.5$   
 $22.6\sqrt{1} = 22.6$   
 $27.8\sqrt{2} = 39.3$   
 $31.2\sqrt{3} = 54$   
 $35.3\sqrt{5} = 78.9$   
 $41.3\sqrt{10} = 130.6$   
 $47.7\sqrt{15} = 184.7$   
 $50\sqrt{20} = 223.6$



Titre : courbes de l'atténuation par mètre en fonction de la fréquence

On remarque tout d'abord que plus la fréquence est élevée, plus l'atténuation est importante dans les deux cas.

On remarque aussi que pour une même fréquence, l'atténuation est beaucoup plus importante lorsqu'on a L1 + L2 que lorsqu'on a seulement L1, donc la longueur de la ligne influe sur l'atténuation. On remarque avec les données du constructeur que l'atténuation de la ligne L1 + L2 se stabilise à 50dB à partir d'une fréquence de 20 MHz pour le 1<sup>er</sup> tracé et à 223.6 pour le 2<sup>ème</sup> tracé. Enfin on remarque que le deuxième tracé a une atténuation plus importante que le premier.

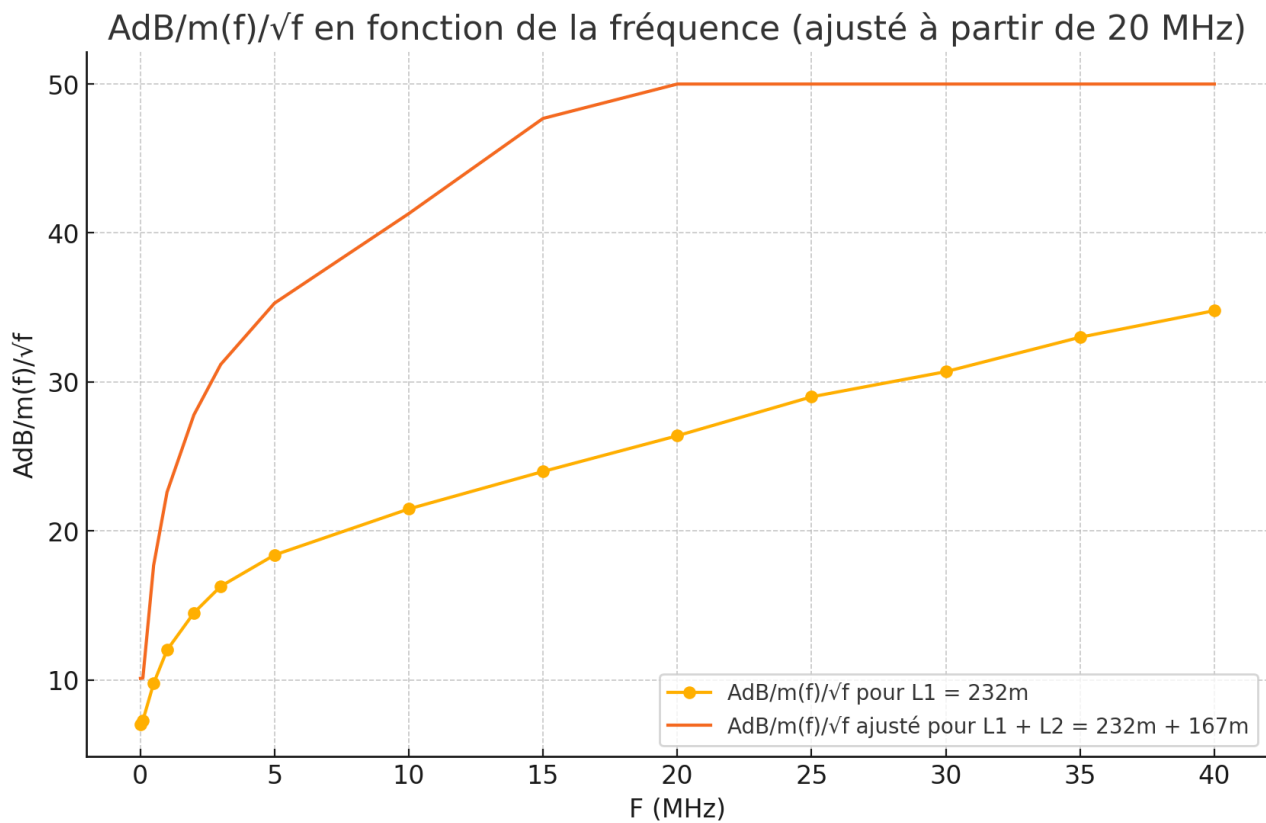
### 2.1.3 Trouver $\alpha$

1. A partir de l'équation (3), comment peut-on obtenir  $\alpha$

$$A_{dB/m}(f) = \alpha\sqrt{f}$$

$$\alpha = A_{dB/m}(f) / \sqrt{f}$$

## 2. Tracé des courbes de $AdB/m(f)/\sqrt{f}$ pour les 2 longueurs de câble sur la même figure



Titre : courbes de l'atténuation par mètre divisé par la racine de la fréquence en fonction de la fréquence

## 3. En déduire une approximation de $\alpha$ :

Approximation de  $\alpha$  pour L1 :

$$7 + 7.3 + 9.8 + 12 + 14.5 + 16.3 + 18.4 + 21.5 + 24 + 26.4 + 29 + 30.7 + 33 + 34.8 = 284.7$$

$$284.7 / 14 = 20.33$$

Donc  $\alpha = 20.33$  pour L1

Approximation de  $\alpha$  pour L2 :

$$10.1 + 10.3 + 17.8 + 22.6 + 27.8 + 31.2 + 35.3 + 41.3 + 47.7 + 50 = 294.1$$

$$294.1 / 10 = 29.41$$

Donc  $\alpha = 29.41$  pour L2

et la loi correspondante :

$$AdB/m(f) = 20.33\sqrt{f} \quad \text{pour L1}$$

$AdB/m(f) = 29.41\sqrt{f}$  pour L2

### 3 Relevé pratique de l'atténuation, de l'impédance caractéristique, du retard de propagation

Exemple d'atténuation d'amplitude vu en TP :

F(kHz)	entrée	sortie
1	1.73	0.9
10	1.78	0.9
100	1.84	0.8
1000	1.46	0.5
10000	1.4	0.3