

SAE 13:Découvrir un dispositif de transmission



Brosse Luderic

2B

PLAN:

PLAN:.....	2
1.1. L'histoire du câble coaxial.....	4
1.2. Principe du câble coaxial.....	5
1.3. Usage du câble coaxial.....	7
1.4. Principales données constructeur.....	8
2. Réponse en fréquence	9
2.1. Fréquence.....	9
2.1.2 Atténuation.....	10
2.1.3. Constante α	11
3. Relevé pratique de l'atténuation, de l'impédance caractéristique, du retard de propagation.....	13
3.1. Mesure de l'atténuation en fonction de la fréquence.....	13
3.2 Retard de propagation et de la constante v/c	14
3.3. Impédance caractéristique.....	15
Annexe:.....	16

1.Caractéristique d'un cables coaxial

1.1. L'histoire du câble coaxial

Le câble coaxial est une ligne de transmission conçue pour transporter des signaux électriques à haute fréquence sur de longues distances avec peu de pertes, ce qui signifie que le signal reçu est très proche de celui émis.

Les premières versions de ce câble sont apparues en 1858 lors de l'installation des câbles sous-marins transatlantiques, qui permettaient la communication télégraphique entre l'Europe et l'Amérique.

Néanmoins , l'invention officielle de ce câble appartient au physicien et mathématicien britannique [Oliver Heaviside](#), qui à déposer un brevet en 1880 décrivant son fonctionnement et ses composants.

Il a aussi démontré la capacité du câble à supprimer les interférences entre deux câbles en parallèle.

Ce n'est qu'en 1929 que le câble coaxial moderne a été perfectionné par deux ingénieurs américains, [Herman Affel](#) et [Lloyd Espenschied](#), qui ont modifié les caractéristiques pour répondre aux nouvelles normes de l'époque, notamment en matière de distance,de transmission et de qualité du signal.

Par la suite, le câble coaxial a été utilisé pour les premières lignes téléphoniques par l'entreprise AT&T et pour la transmission d'images telle que la télévision. Son usage s'est très vite étendu au-delà des États-Unis, contribuant à l'essor des premières technologies de télécommunications à l'échelle mondiale, bien avant l'arrivée d'Internet. tard, en 1930, lorsque la société américaine .

1.2. Principe du câble coaxial

Le câble coaxial est un câble éclectique qui a de nombreux avantages. Parmi cela on retrouve sa capacité à résister à la perturbation extérieure pour assurer son rôle de transmission à haute fréquence. Ceci est possible grâce à ces multiples couches qui permettent au signal de circuler tout au long du câble en limitant les pertes.

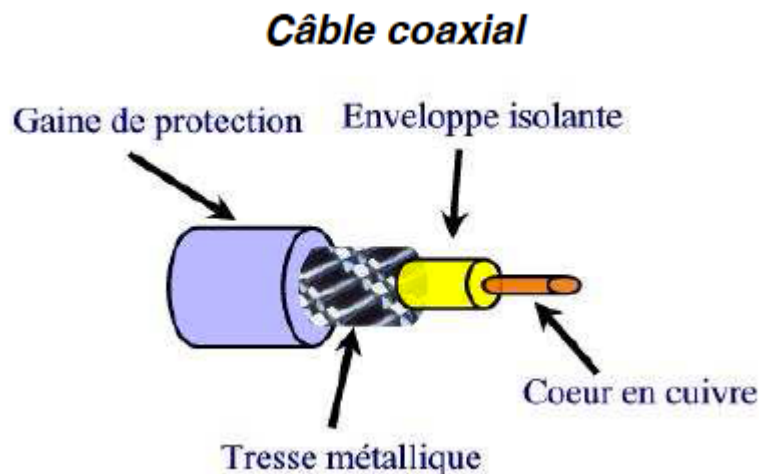


fig 1:Schema du cable coaxial :

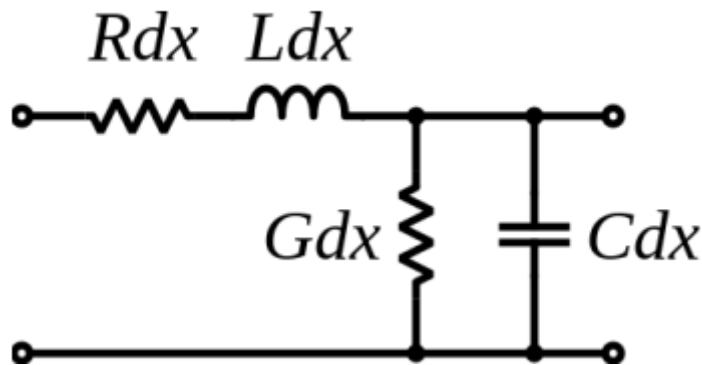
Le câble coaxial se compose d'une couche de transmission qui est le conducteur central qui est en cuivre et à l'étage supérieur on retrouve 3 couches de protection : tout d'abord une enveloppe isolante généralement en polyéthylène ou polypropylène pour éviter la transmission de courant électrique avec la tresse métallique (cuivre ou aluminium) qui est la couche supérieure de protection qui sert à la blindage pour éviter des perturbations électromagnétiques et en dernier une gaine de protection souvent en PVC qui est là pour protéger des conditions environnementales.

À basse fréquence, son comportement peut être modélisé comme ceci :



*fig 2: Schéma électrique d'une ligne de transmission
avec un générateur de tension et une dipole*

Mais si la fréquence dépasse 1 MHz, ce modèle devient inapplicable. À haute fréquence, des échos apparaissent si l'impédance de charge diffère de l'impédance caractéristique du câble, nécessitant un modèle plus complexe pour décrire la propagation du signal.



*fig 3: schéma électrique d'un conducteur
placé dans un câble coaxial*

Le comportement du conducteur interne et externe d'un câble coaxial peut être modélisé par un circuit électrique, où les paramètres principaux sont :

- **Rdx** : résistance linéique (pertes de puissance),
- **Gdx** : perditance linéique (pertes d'isolation),
- **Ldx** : inductance linéique (champ magnétique),
- **Cdx** : capacité linéique (stockage de charges).

Le signal dans le conducteur central est maintenu sur un axe grâce au conducteur externe, qui crée un champ magnétique empêchant les fuites. Ce mode de propagation est appelé "Transversal Electric and Magnetic fields" (TEM), et le diélectrique isole les conducteurs pour éviter toute interférence. Pour éviter les échos, il faut que l'impédance de charge Z_L soit égale à l'impédance caractéristique Z_0 , ce qui est exprimé par la formule :

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

1.3. Usage du câble coaxial

Aujourd'hui, le câble coaxial est utilisé de diverses manières, que ce soit sur des courtes distances (LAN) ou sur des longues distances (WAN) :

- Il sert de support d'interconnexion pour le transport de signaux vidéo et audio, par exemple pour la domotique, la transmission radio et satellites .
- Il est également utilisé dans les liaisons satellitaires, à travers des antennes ou paraboles.
- Dans les réseaux informatiques, on le retrouve dans les réseaux Ethernet (bien que progressivement remplacé par les câbles RJ45), dans les réseaux câblés urbains, ainsi que dans les modems CPL (qui utilisent le réseau électrique pour transmettre les données) et les modems câble.

Ces usages s'appliquent dans de nombreux domaines, que ce soit chez les particuliers, dans les entreprises, ou encore dans les secteurs militaires et médicaux ainsi que l'industrie maritime et aéronautique notamment pour les radars .

1.4.Principales donnée constructeur

Lors de l'étude des câbles coaxiaux, plusieurs paramètres sont à considérer :

- Impédance d'adaptation : Le câble coaxial possède une impédance caractéristique qui affecte la propagation des ondes dans la ligne de transmission. Celle-ci doit correspondre à l'impédance de charge au extrémité de la ligne pour éviter la formation d'ondes stationnaires (ou échos) qui peuvent perturber le signal.
- Retard de propagation : Ce paramètre représente le temps nécessaire pour qu'une onde traverse le câble de l'émetteur au récepteur. Il est mesuré grâce à un oscilloscope pour déterminer la période T entre deux ondes successives. Ce retard dépend de la vitesse de propagation de l'onde, de la longueur du câble, et des propriétés du conducteur.
- Atténuation : L'atténuation correspond à la diminution progressive de l'intensité du signal le long de la ligne de transmission. Elle est calculée à partir du rapport entre les tensions d'entrée et de sortie, et exprimée en décibels (dB) avec la formule suivante :

$$A(db) = 20\log\left(\frac{V_{entrée}}{V_{sortie}}\right)$$

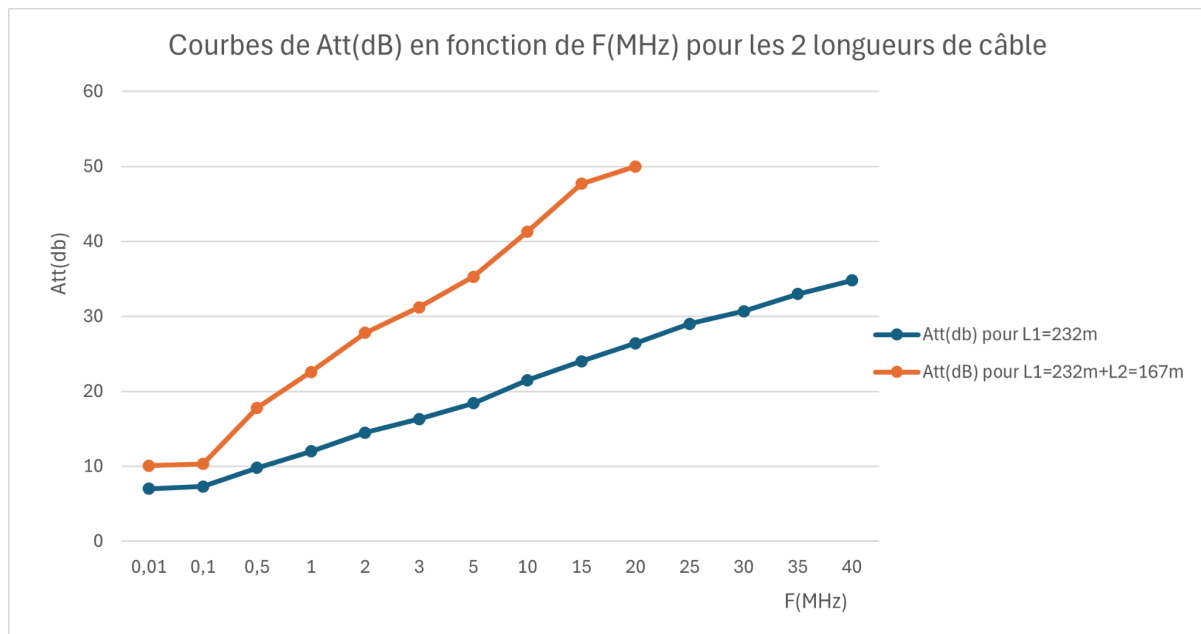
Cette étude analyse l'évolution de l'atténuation en fonction de la fréquence et de la longueur du câble.

2. Réponse en fréquence .

2.1. Fréquence.

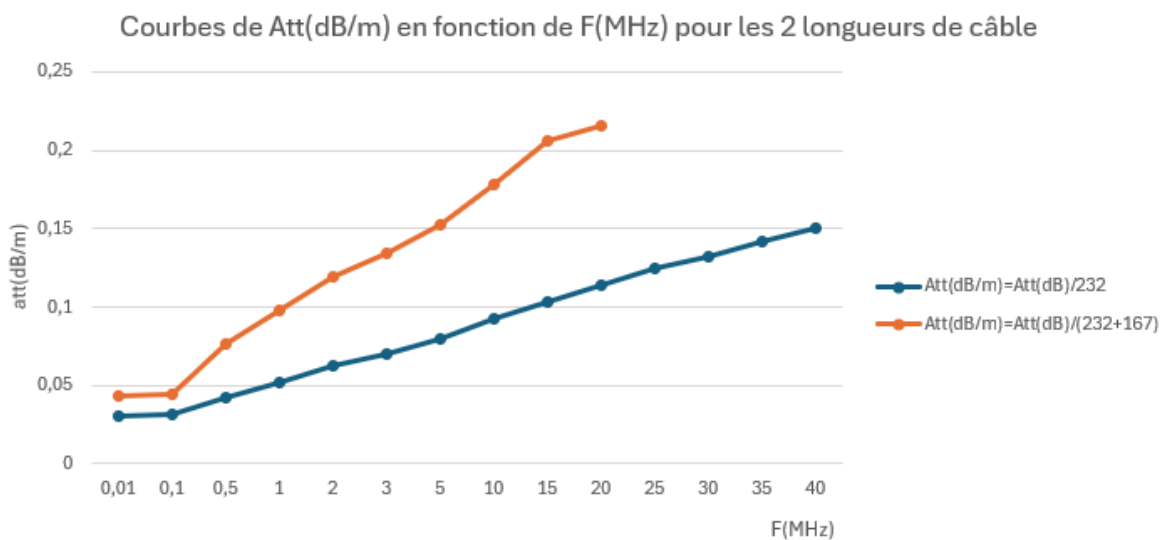
Nous examinerons les données fournies par le constructeur pour le câble coaxial KX22A, qui indiquent les valeurs d'atténuation du câble pour deux longueurs différentes.

F(MHz)	Att(dB) pour L1 = 232m	Att(dB) pour L1+L2 = 232m +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	Ø
30	30.7	Ø
35	33	Ø
40	34.8	Ø



graphique 1

2.1.2 Atténuation



graphique 2

Les **graphique 1** et **graphique 2** montrent l'atténuation du signal dans un câble en fonction de la longueur et de la fréquence.

- Dans le **graphique 1**, l'atténuation totale (en dB) augmente avec la longueur du câble (232 m et 389 m), indiquant que plus le câble est long, plus la perte de signal est importante. Les valeurs élevées

d'atténuation reflètent cette perte cumulative sur toute la distance parcourue.

- Dans le **graphique 2**, l'atténuation est normalisée par unité de longueur (dB/m), ce qui permet de comparer la perte de signal par mètre, donnant des valeurs plus faibles. Cependant, cette mesure conserve la tendance observée dans le graphique 1.

Corrélation entre les graphiques : Bien que les échelles diffèrent, les deux graphiques montrent une allure similaire, indiquant une **corrélation entre l'atténuation totale et l'atténuation par mètre**. L'augmentation de l'atténuation totale est proportionnelle à la longueur du câble, et cette tendance générale de perte de signal est cohérente, que ce soit de manière cumulative ou normalisée.

En résumé, la longueur du câble influe sur l'atténuation totale, tandis que l'atténuation par mètre révèle une perte plus faible mais suit la même tendance.

2.1.3. Constante α

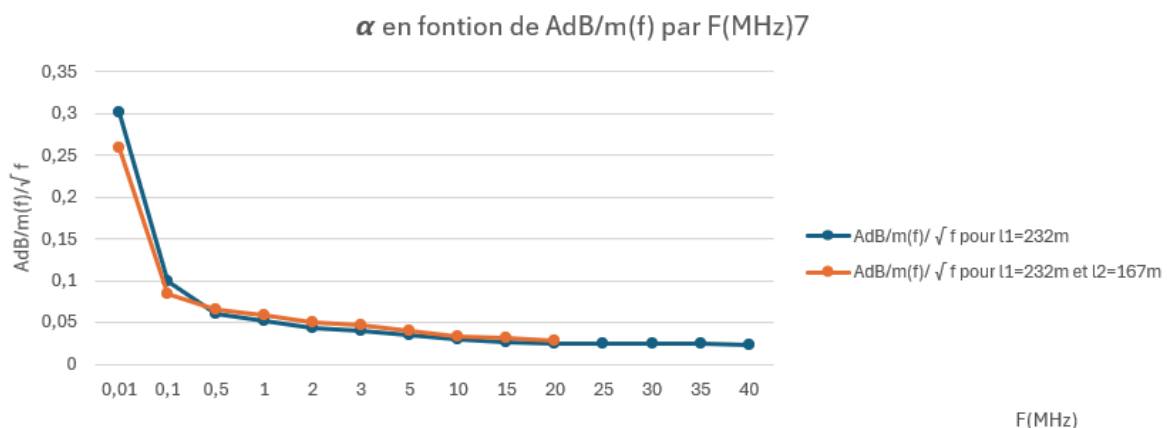
On peut obtenir α en faisant le calcul suivant

Dans le sujet il est fournie la formule suivante

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

Mais comme il nous manque α on doit faire une résolution d'équation

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



Grâce à la formule MOYENNE d'excel on as pus calculer rapidement la valeur moyenne de α pour L1 et pour L1+L2

pour L1 $\alpha = 0.06$

et pour L1+L2 $\alpha = 0.07$

si on refait la moyenne de ca on as 0.064

donc on as

$$AdB/m(f) = 0.064\sqrt{f}$$

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

Lors des séances de travaux dirigés nous avons mis en pratique la théorie nous avons vu avec un câble coaxial KX22A

3.1. Mesure de l'atténuation en fonction de la fréquence

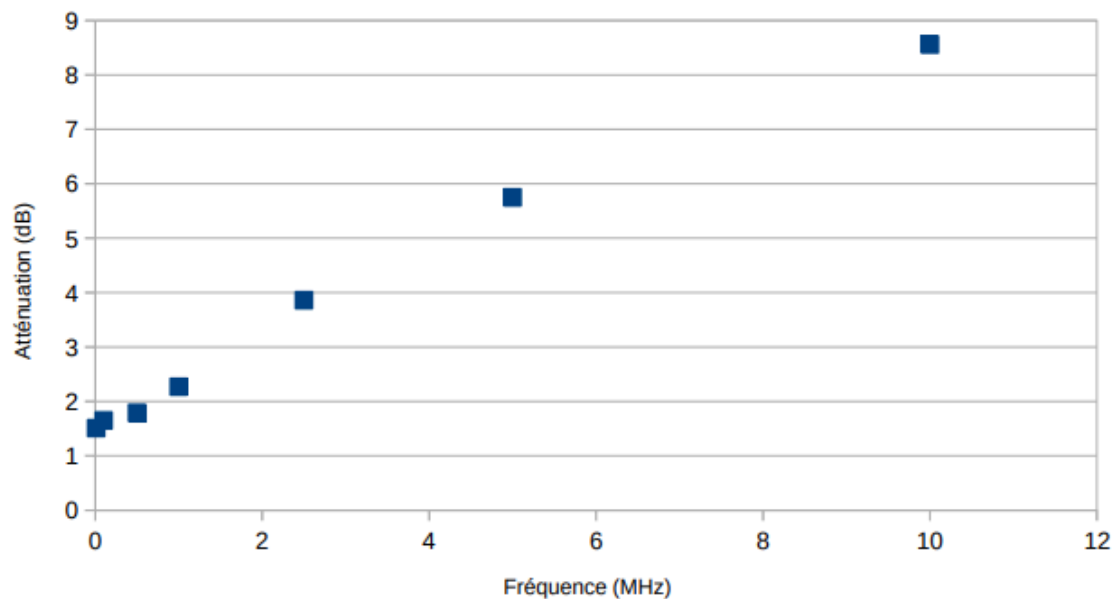
Fréquence (Mhz)	Ventrées (Volts)	Vsortie (Voltes)	Atténuation	Att"nuation (dB)
0.01	8	6.70	1.19	1.51
0.1	7.90	6.50	1.21	1.65
0.5	7.40	6	1.23	1.79
1	7.30	5.60	1.30	2.27
2.5	7.20	4.60	1.56	3.86
5	7	3.60	1.94	5.75
10	5.90	2.20	2.68	8.56

Nous avons mesurer la tension d'entrée et de sortie et on as appliquer la formule suivante

$$A = \frac{V_{entrées}}{V_{sortie}}$$

Puis on as appliquée cette formule pour passer en décibel

$$A(db) = 20Log_{10}(A)$$



On a pu témoigner d'une légère différence mais malgré cela on a pu voir que les données constructeur coïncidaient avec les données fournies par le constructeur.

3.2 Retard de propagation et de la constante v/c

Lors des séances pratiques nous avons pu voir que si il y a une différence entre l'impédance caractéristique du câble et l'impédance de charge que l'on retrouve en bout de ligne, il y a l'apparition d'un écho venant perturber le signal d'origine.

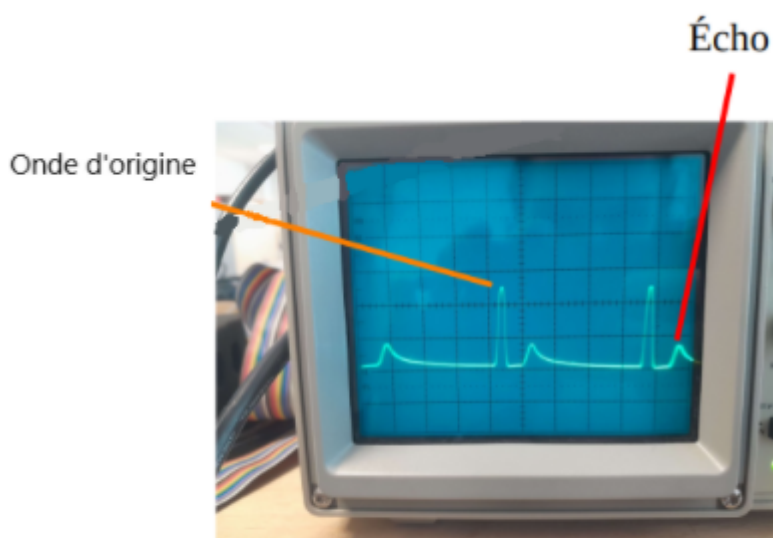


Figure 13 Photos prises sur un oscilloscope (sec/div de 500ns) de l'onde d'origine et de son écho traversant un câble coaxial KX22A, de longueur $L_2 = 200\text{m}$

Pour L2 on as mesurer TL2=2.5 µs

La distance parcourue par le temps de propagation est égale à 2 fois la longueur du câble car il y a l'aller retour . Avec ca on peut calculer la vitesse de propagation avec la formule suivante :

$$Vitesse = \frac{Distance}{Temps}$$

Ainsi on peut calculer :

$$V_2 = \frac{400}{2.10^{-6}} = 1,6.10^8 \text{ ms}$$

On peut ensuite calculer la vitesse de propagation relative

$$- \text{ Pour L2, } V_2 = (1,6.10^8 / 3,0.10^8) \times 100 = 53,3 \%$$

On peut voir qu'on est assez proche de la valeur théorique.

3.3.Impédance caractéristique

L'impédance caractéristique du câble coaxial KX22A est de 50 Ω pour vérifier la théorie on va placer un bouchon de fin de ligne d'impedance de charge de 50 Ω . On sait que si il y a une equaliter d'impédance l'écho disparaît donc dans ce cas nous devrions voir l'écho disparaître ce qui est le cas .

De ce fais on peut en conclure que l'impedence caracteristique est bien égal a 50Ω

Annexe:

Liens vers la fiche technique du câble coaxial KX22A : [FTCGP-COAXTHERM-KX22A-fr.pdf](#)

Wikipédia: https://en.wikipedia.org/wiki/Coaxial_cable

reverso correcte pour les fautes d'orthographe :

<https://www.reverso.net/orthographe/correcteur-francais/>

Cours sur les câbles coaxiaux de l'académie de marseille :

[cables_coaxiaux_axon_2012-07-02_23-49-35_60.pdf](#)