

## Le câble coaxial

UCA/IUT/BUT 1

### Compte-rendu

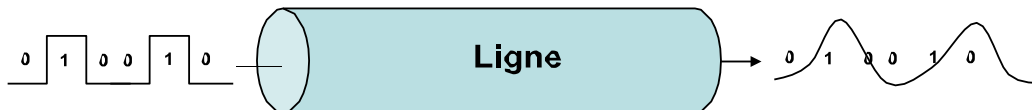


Figure 1 – Transmission filaire d'un signal numérique.

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 ...

Avant de parler de l'histoire d'un câble coaxial parlons de la définition en elle-même  
« Qu'est-ce que c'est un câble coaxial ? » :

**Définition : Un câble coaxial est une ligne de transmission, utilisée en basses ou hautes fréquences.**

**Début du 20<sup>e</sup> siècle :** La première invention du câble coaxial a été au début des années 1920 par Lloyd Espenschied et Herman Affel de la société AT&T Bell Téléphone Laboratoires. Son but a été d'améliorer la qualité de la transmission téléphonique sur de longues distances en remplaçant les câbles à paires torsadées utilisés précédemment.

**Utilisation à la TV :** Puis au vers les années 1930 le câble coaxial a été adopté pour la transmission de signaux de télévision. Il a permis d'améliorer la qualité de l'image et du son par rapport aux antennes radio traditionnelles.

**Utilisation militaire :** Pendant la seconde guerre mondiale, le câble coaxial a été largement utilisé pour les communications militaires, pour des raisons de fiabilité et de sa capacité à transmettre des signaux sur de longues distances.

**Internet par câble :** Dans les années 1990, le câble coaxial a commencé à se faire connaître lorsqu'on a commencé à l'utiliser pour fournir des services internet à haut débit aux consommateurs.

**Evolution vers la fibre optique :** Enfin le câble coaxial a été progressivement remplacé par la fibre optique pour les réseaux de télécommunications à haute vitesse

Aujourd'hui, bien que la fibre optique soit de plus en plus courante pour les services Internet à haute vitesse, le câble coaxial continue d'être utilisé dans de nombreuses régions pour la télévision par câble, les services Internet haut débit, et les réseaux de communication à large bande passante.

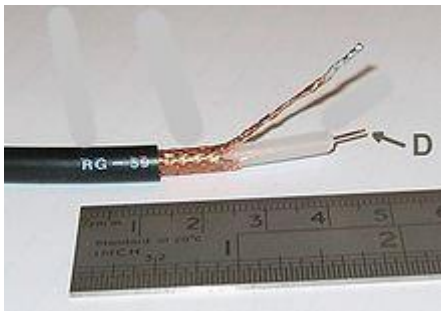
## 1.2 Principe

Schéma, principe physique, schéma électronique

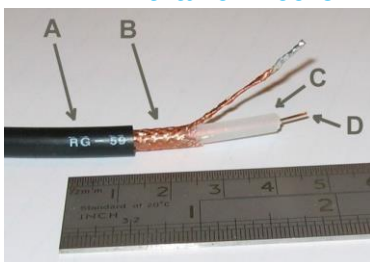
**Principe :** Le câble coaxial est utilisé pour transmettre des signaux électriques (généralement pour la transmission de données, de signaux radio ou vidéo).

Il est composé de deux éléments :

→ **Le conducteur central (Représenté en « D ») :** C'est un fil solide ou torsadé situé au centre du câble. Ce conducteur central est généralement en cuivre ou en aluminium, et il transporte le signal électrique.



→ **Le conducteur extérieur (Représenté en C) :** Il s'agit d'une couche de blindage en forme de tresse métallique ou de feuille métallique qui entoure le conducteur central. Le rôle du conducteur extérieur est de protéger la transmission du signal porté par le conducteur central.



→ **Le blindage (Représenté en B) :** Il permet de protéger le signal des

interférences électromagnétiques extérieures et d'empêcher la fuite du signal.

→ **Gaine extérieure :** Enfin il y a la gaine qui permet d'entourer l'ensemble du câble pour le protéger mécaniquement et le maintenir en forme.

On en conclue que le fonctionnement du câble coaxial est basé sur la transmission du signal électrique à travers le conducteur central (représenté en « D »), tout en maintenant une isolation grâce au diélectrique. Il est aussi composé d'une gaine extérieure permettant d'enrouler le câble assurant une meilleure sécurité et transmission du signal électrique.

### 1.3 Usage

Quelles sont les utilisations du câble coaxial ?

- **Télévision** : il permet de recevoir les chaînes de télévision par le biais d'un abonnement au câble
- **Internet haut débit (fibre)** : chez nous, ce câble est aussi utilisé pour fournir une connexion Internet rapide grâce au réseau coaxial
- **Téléphonie** : bien qu'il soit moins courant aujourd'hui avec l'essor de la fibre optique, le câble coaxial a longtemps servi à transmettre les signaux téléphoniques
- **Réseaux informatiques** : par le passé, il reliait les ordinateurs dans des réseaux locaux, bien qu'aujourd'hui les câbles Ethernet en cuivre soient plus répandus
- **Systèmes de vidéosurveillance** : il est parfois employé pour connecter des caméras de sécurité à des enregistreurs vidéo
- **Applications aérospatiales et de défense** : dans ces secteurs exigeants, il assure des communications sécurisées et la transmission de données de haute qualité
- **Test et mesure** : ce type de câble est prisé pour relier des équipements de test, garantissant une transmission précise des signaux
- **Applications médicales** : en milieu médical, il est utilisé dans des appareils de diagnostic, de traitement ou de surveillance pour transmettre des signaux avec fiabilité

## 1.4 Principales données constructeur

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

- **Impédance d'adaptation (Z)** : L'impédance caractéristique du câble coaxial est l'une des caractéristiques les plus importantes. Pour minimiser les réflexions de signal et maximiser le transfert d'énergie, il est essentiel que l'impédance du câble corresponde à l'impédance des équipements connectés (généralement 50 ohms pour les applications RF et 75 ohms pour les applications vidéo).
- **Longueur maximale sans amplification (Maximum Length without Amplification)** : Dans certaines applications, il est important de connaître la longueur maximale du câble que vous pouvez utiliser sans utiliser d'amplification de signal pour compenser les pertes.
- **Rapport signal/bruit (Signal-to-Noise Ratio, SNR)** : Le câble coaxial peut influencer sur la qualité du signal en introduisant du bruit. Un bon rapport signal/bruit est essentiel, en particulier dans les applications audio et vidéo.
- **Température de fonctionnement** : Les câbles coaxiaux peuvent être soumis à une large plage de températures en fonction de l'application. Il est important de choisir un câble qui peut fonctionner efficacement dans les conditions de température requises.
- **Atténuation (A)** : L'atténuation mesure la perte de puissance du signal sur la longueur du câble. Une atténuation faible est souhaitable pour minimiser la perte de signal sur de longues distances, en particulier pour les applications à large bande passante.

Ces paramètres varient en fonction du type de câble coaxial utilisé et de l'application spécifique. Il est donc important de choisir un câble coaxial qui réponde aux exigences de votre application pour garantir des performances optimales.

## 2 Réponse en fréquence

Les données constructrices 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

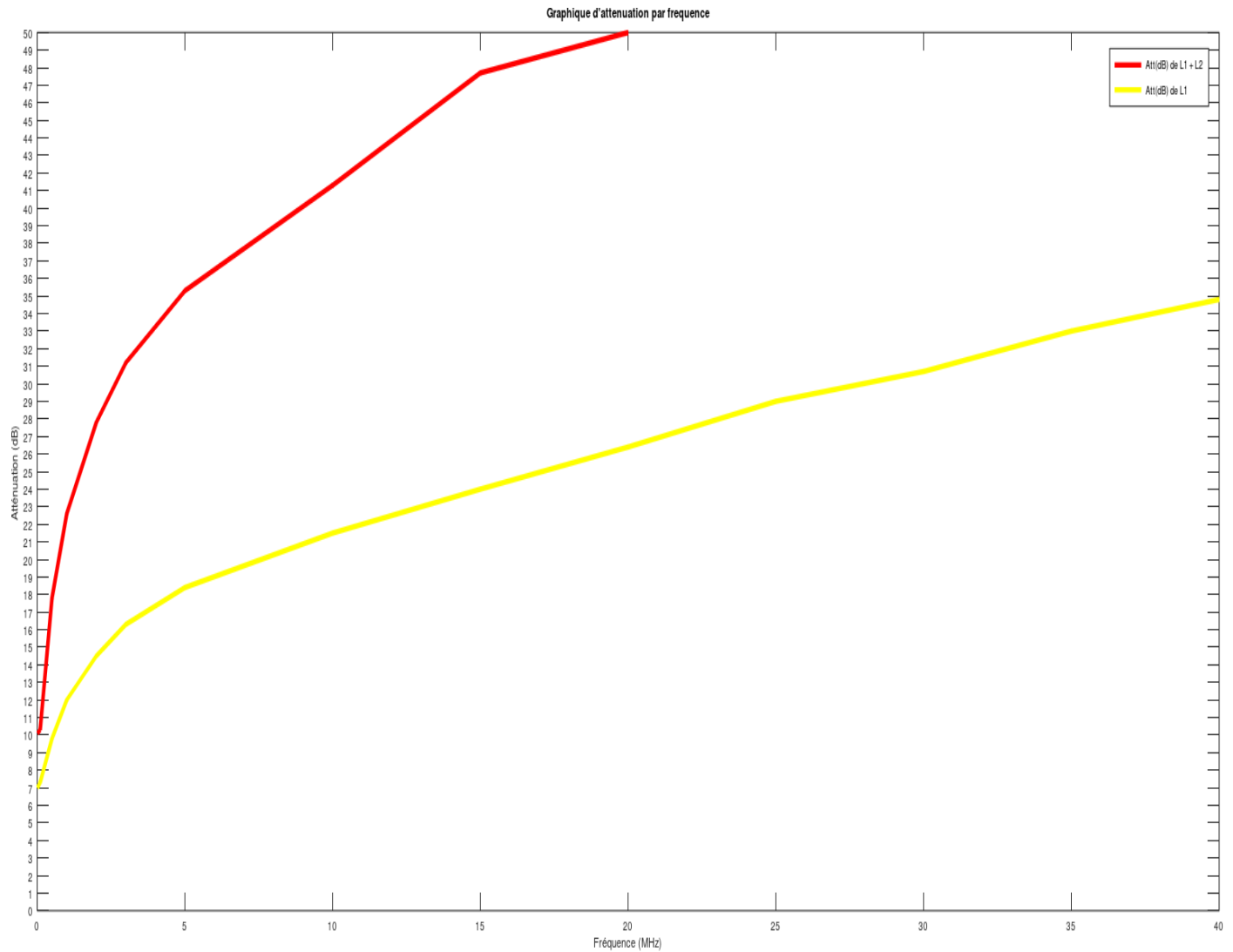
F(MHz) )	Att(dB) pour $L_1 = 232m$	Att(dB) pour $L_1 = 232m + L_2 = 167m$
0.0	7	10.
1	7.3	1
0.1	9.8	10.
0.5	12	3
1	14.	17.
2	5	8
3	16.	22.
5	3	6
10	18.	27.
15	4	8
20	21.	31.
25	5	2
30	24	35.
35	26.	3
40	4	41.
	29	3
	30.	47.
	7	7
	33	50
	34.	
	8	

On peut approximer l'atténuation par la formule théorique :

$$A_{dB/m}(f) = \alpha \sqrt{f} \quad (1)$$

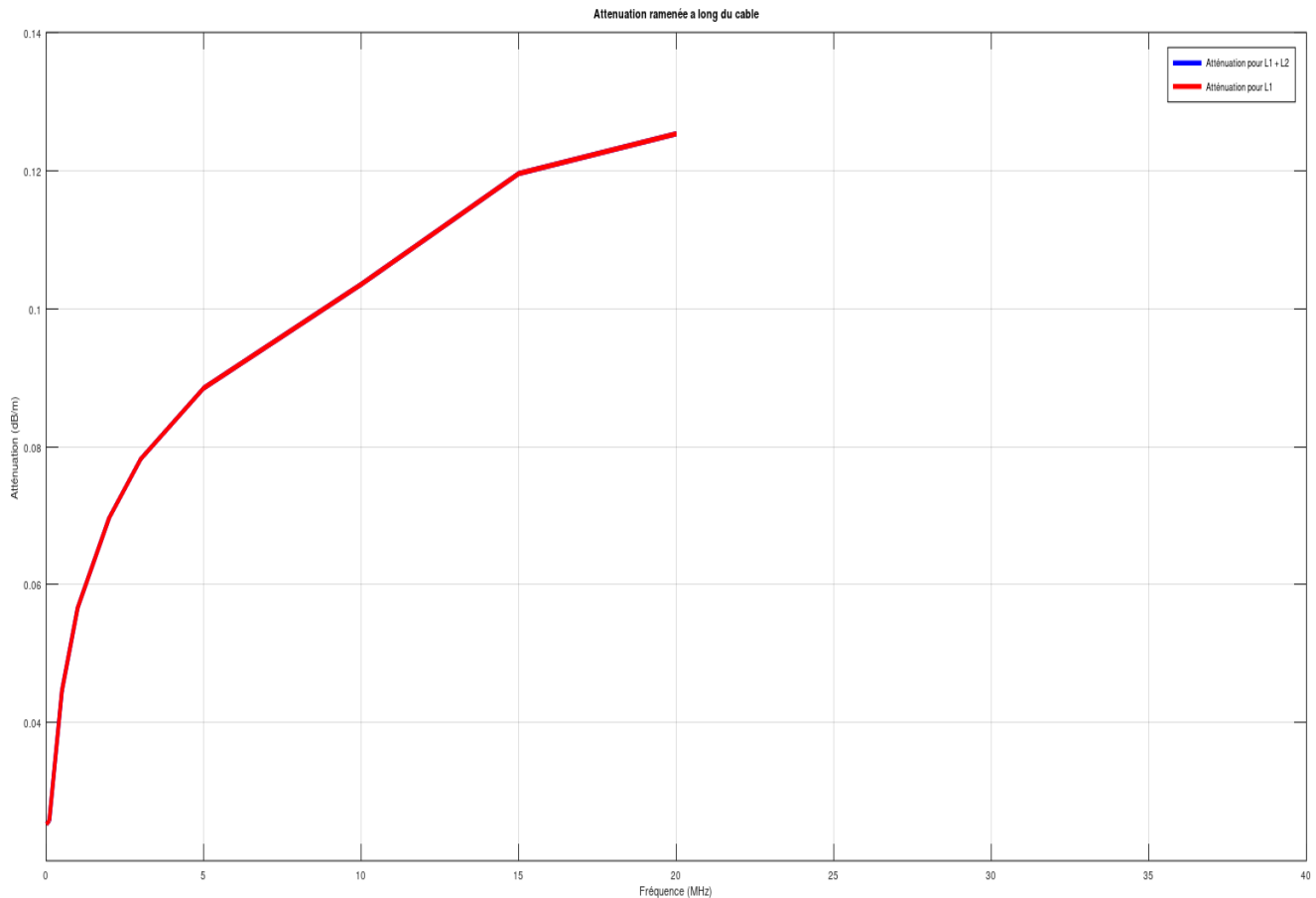
## 2.1 Travail sous OCTAVE ou MATLAB (temps estimé : 6h)

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.



**2.1.2 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 ?**

On peut remarque que il n'y a pas d'atténuation pour pour la longueur des 2 cables L1 + L2



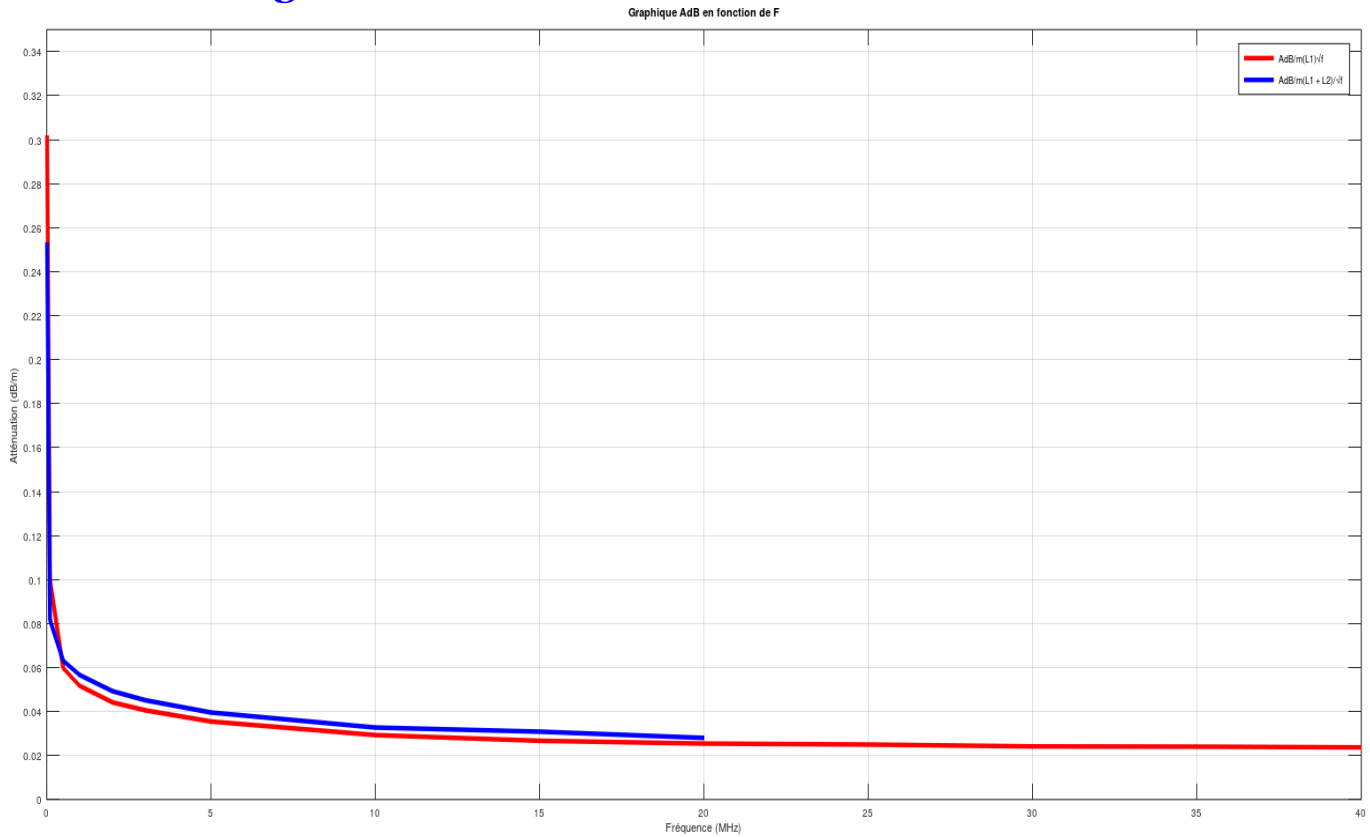


### 2.1.3 Trouver $\alpha$

1. A partir de l'équation (3), comment peut-t-on obtenir  $\alpha$ ?

Pour obtenir  $\alpha$  il suffit de diviser  $A_{dB/m}(f)$  par  $\sqrt{f}$

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



3. En déduire une

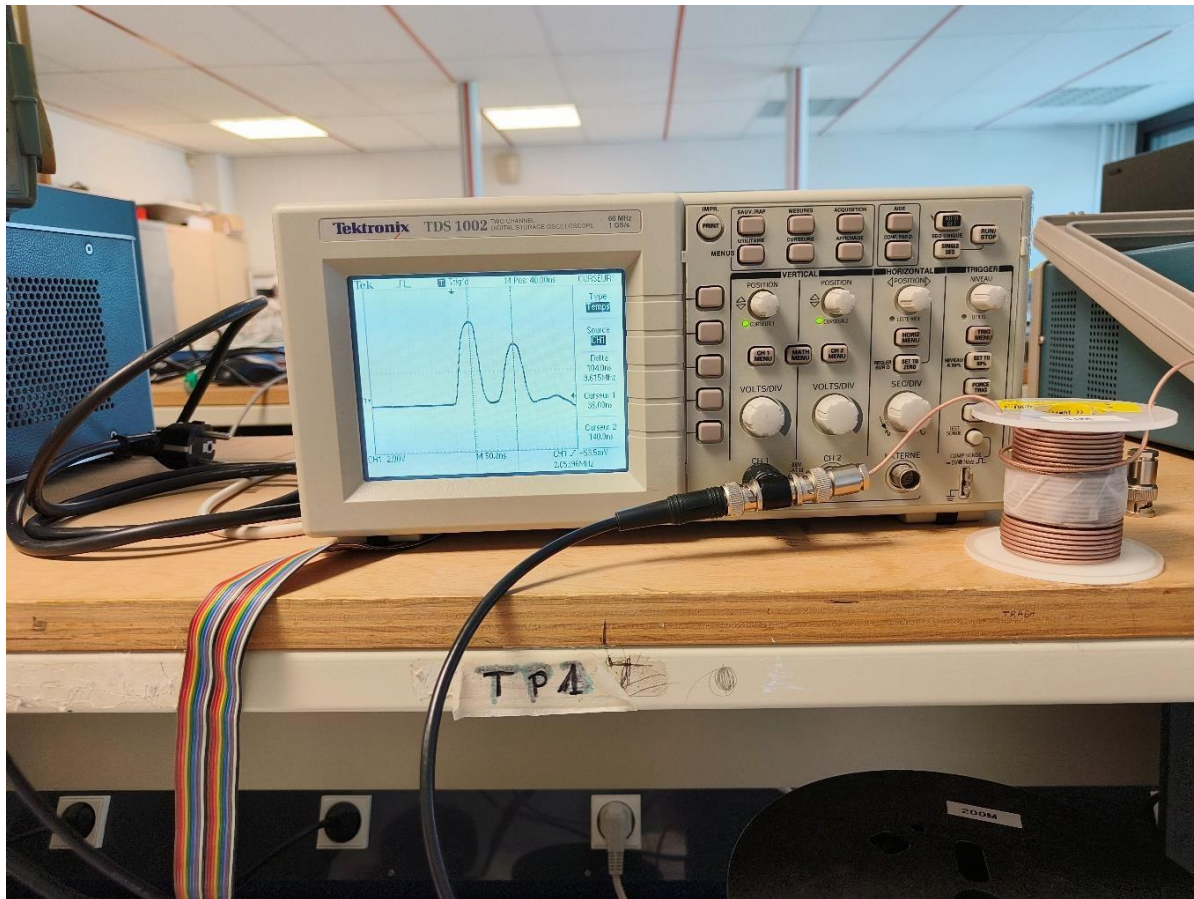
$$A = 0,028 \quad 2)$$

approximation de  $\alpha$  : et la loi  $A_{dB/m}(f) = 0,028 \sqrt{f} \quad 3)$

correspondante :

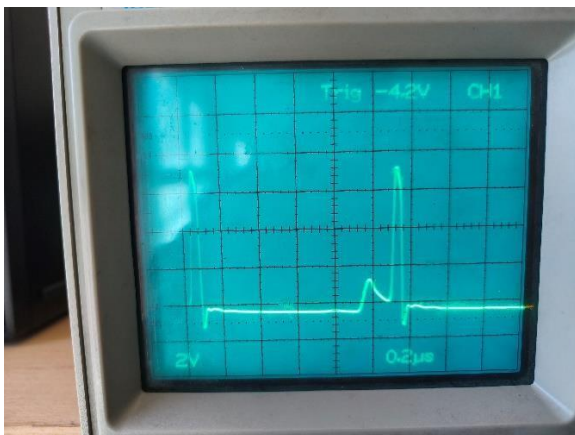
**3 Relevé pratique de l'atténuation, de l'impédance caractéristique, du retard de propagation temps estimé : 4.5 h de TP**

**Releve cable 11M :**



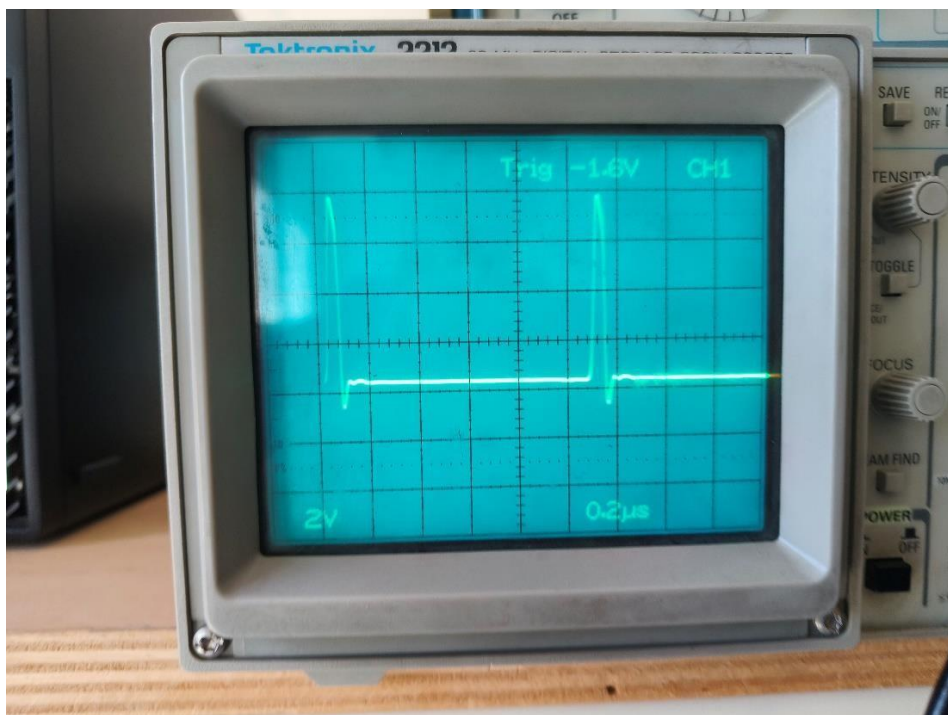
**Relevé du retard de propagation :**

**Cable 200M:**





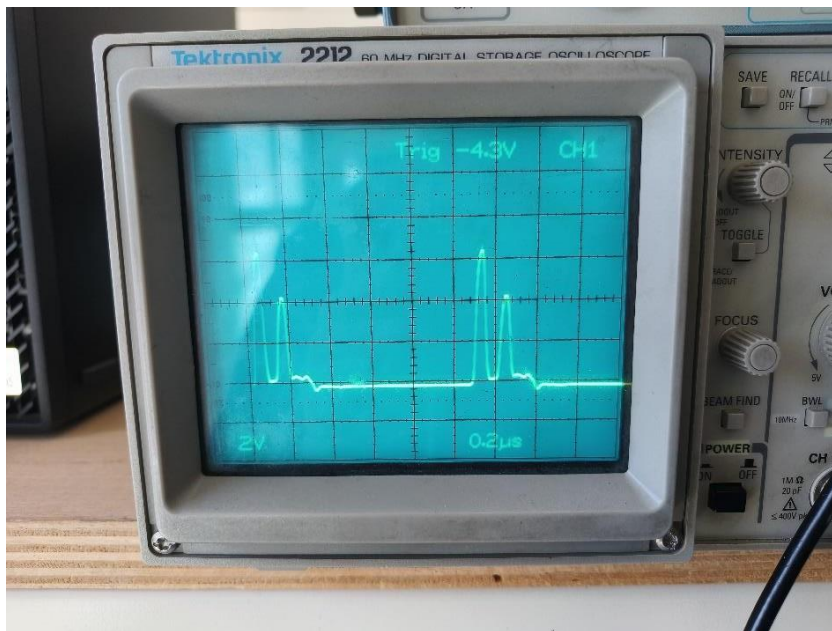
**Cable 11M :**



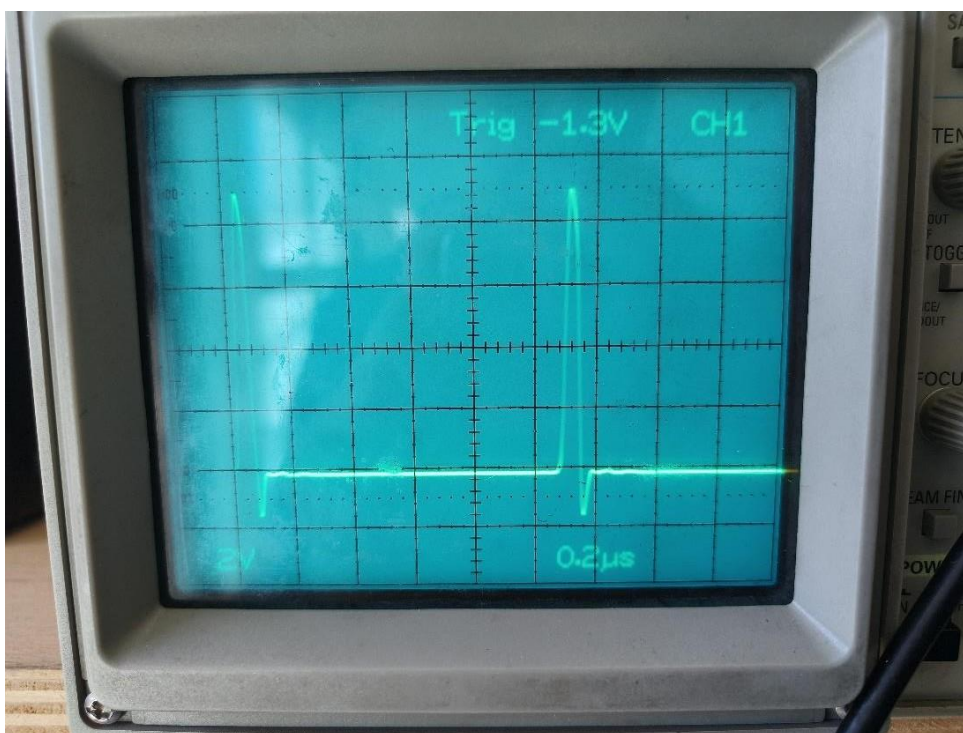




**Relevé l'attenuation cable 11M :**



**Relevé cable 200M :**



### Tableau et graphique des valeurs relevées :

f	0,5	2	4	8	10
Ve	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Vs	1	0,56	0,5	0,36	0,27
A	2,5	4,4	5	6,9	9,2
AdB	7,95	12,8	13,9	16,7	19,2

Valeurs TP

