

SAÉ 13 - Découvrir un dispositif de transmission

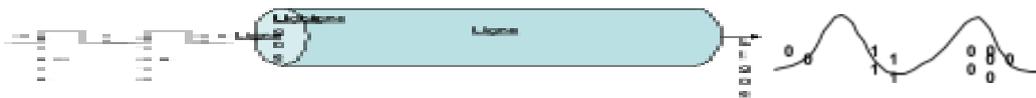
Le câble coaxial

RAPPORT

UCA/IUT/BUT 1

Compte-rendu

1\Caractéristique



1.1\Historique

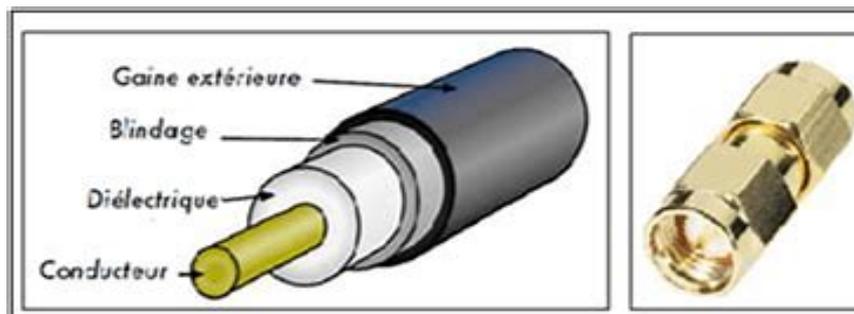
Le câble coaxial, une création de l'ingénieur britannique Oliver Heaviside à la fin du 19e siècle, a radicalement impacté les secteurs de la télécommunication et des théories des circuits électriques. Heaviside a élaboré le câble coaxial dans le but original d'améliorer la transmission des signaux télégraphiques sous-marins, une avancée essentielle à une époque où la communication à longue distance rencontrait de nombreux obstacles.

Conçu pour satisfaire les exigences spécifiques des communications sous-marines, le câble coaxial a rapidement évolué pour s'adapter à diverses autres utilisations. Sa structure unique a mis en évidence des caractéristiques qui le rendaient parfait pour la transmission de signaux à haute fréquence. Avec le temps, le câble coaxial a été utilisé dans des applications bien plus larges que la simple transmission télégraphique sous-marine. Il a été massivement intégré dans le secteur de la communication, de la télévision, et même, durant une certaine période, lors des débuts de l'Internet. Son utilisation a joué un rôle important dans l'amélioration de la qualité des transmissions audiovisuelles, assurant une stabilité et une efficacité supérieures par rapport aux autres technologies de câbles de l'époque.

De ce fait, l'invention remarquable d'Oliver Heaviside a laissé une empreinte durable dans le domaine des communications, modelant les infrastructures modernes de diffusion de l'information et jouant un rôle essentiel dans la progression technologique du 20e siècle.

1.2\Principe

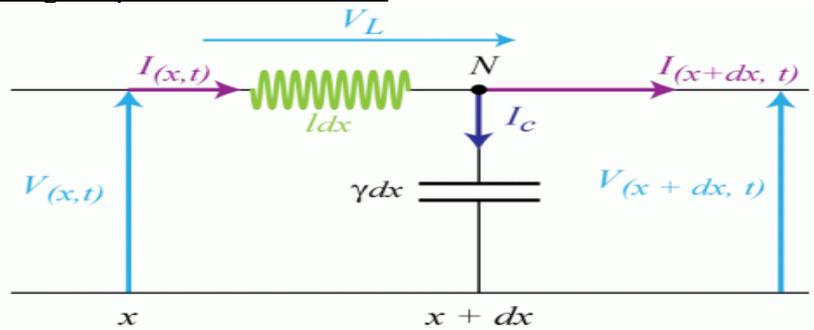
Schéma :



Principe physique :

Lorsque un courant électrique circule à travers le fil de cuivre, il engendre un champ électromagnétique autour de celui-ci. Ceci permet la transmission d'informations sous forme d'onde (électromagnétique). L'isolant en plastique, grâce à son aptitude à ne pas conduire l'électricité, parvient à contenir le champ électromagnétique. La tresse métallique sert de barrière contre les interférences extérieures tout en prévenant de potentielles fuites du champ électromagnétique.

Schéma électromagnétique du câble coaxial :



1.3\Usage

Quelles sont les utilisations du câble coaxial ?

Le câble coaxial trouve une diversité d'applications dans le domaine des télécommunications et de la transmission de données. Tout d'abord, il est couramment utilisé pour la distribution des signaux de télévision par câble, permettant le transport efficace des signaux audio et vidéo des fournisseurs de services vers les foyers des abonnés. De plus, le câble coaxial est une composante essentielle des connexions Internet à haut débit, où il est employé pour la transmission rapide et stable des données, notamment dans les réseaux câblés et les connexions par câble modem. Bien que moins fréquemment utilisé dans les réseaux informatiques modernes, le câble coaxial a joué un rôle prépondérant par le passé pour la transmission de données entre ordinateurs.

En dehors du domaine grand public, le câble coaxial trouve des applications dans les systèmes de vidéosurveillance, assurant la transmission des signaux vidéo des caméras vers les enregistreurs ou les moniteurs. Il est également employé dans des environnements militaires et industriels en raison de sa robustesse face à des conditions difficiles. Dans le contexte des communications par satellite, le câble coaxial peut relier l'antenne parabolique au récepteur satellite, facilitant la réception des signaux. Enfin, certaines applications audio professionnelles recourent au câble coaxial pour la transmission de signaux audio numériques entre différents composants. Malgré son utilité, le câble coaxial fait face à une concurrence croissante de technologies plus modernes, telles que la fibre optique, dans diverses applications en raison de leurs performances supérieures.

1.4\ Principales données constructeur

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

Les câbles coaxiaux, couramment employés dans diverses applications de transmission de signaux, se distinguent par plusieurs caractéristiques fondamentales qui influencent leurs performances. L'impédance caractéristique, mesurée en ohms, définit la résistance du câble au courant alternatif et est généralement standardisée à 50 ohms ou 75 ohms pour s'adapter aux exigences spécifiques de l'application. Une correspondance adéquate de l'impédance entre le câble, la source du signal et la charge est essentielle pour réduire les réflexions et maximiser le transfert d'énergie.

La bande passante du câble coaxial fixe la plage de fréquences sur laquelle il peut transmettre des signaux de manière efficace, ce qui est particulièrement crucial pour des usages comme la transmission de données à haute vitesse. La capacité de puissance du câble est liée à sa faculté à transporter des signaux haute puissance sans dégradation notable, une caractéristique primordiale dans certaines applications, notamment la diffusion d'énergie radiofréquence. L'atténuation, quantifiée en décibels par unité de longueur, illustre la perte de signal selon la distance. Une atténuation réduite est souhaitable, car elle indique que le signal reste intense sur de plus longues distances. Le délai de propagation, exprimé en nanosecondes par mètre, mesure le temps nécessaire à un signal pour voyager à travers le câble, ce qui peut être déterminant dans certaines applications de communication.

Enfin, le blindage métallique intégré aux câbles coaxiaux est fondamental pour protéger les signaux contre les interférences électromagnétiques externes et pour empêcher les fuites de signal. Ces caractéristiques combinées orientent le choix du câble coaxial adéquat selon les exigences particulières de chaque application, telles que la distance de transmission, la fréquence du signal, le niveau de puissance, et l'environnement électromagnétique environnant.

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

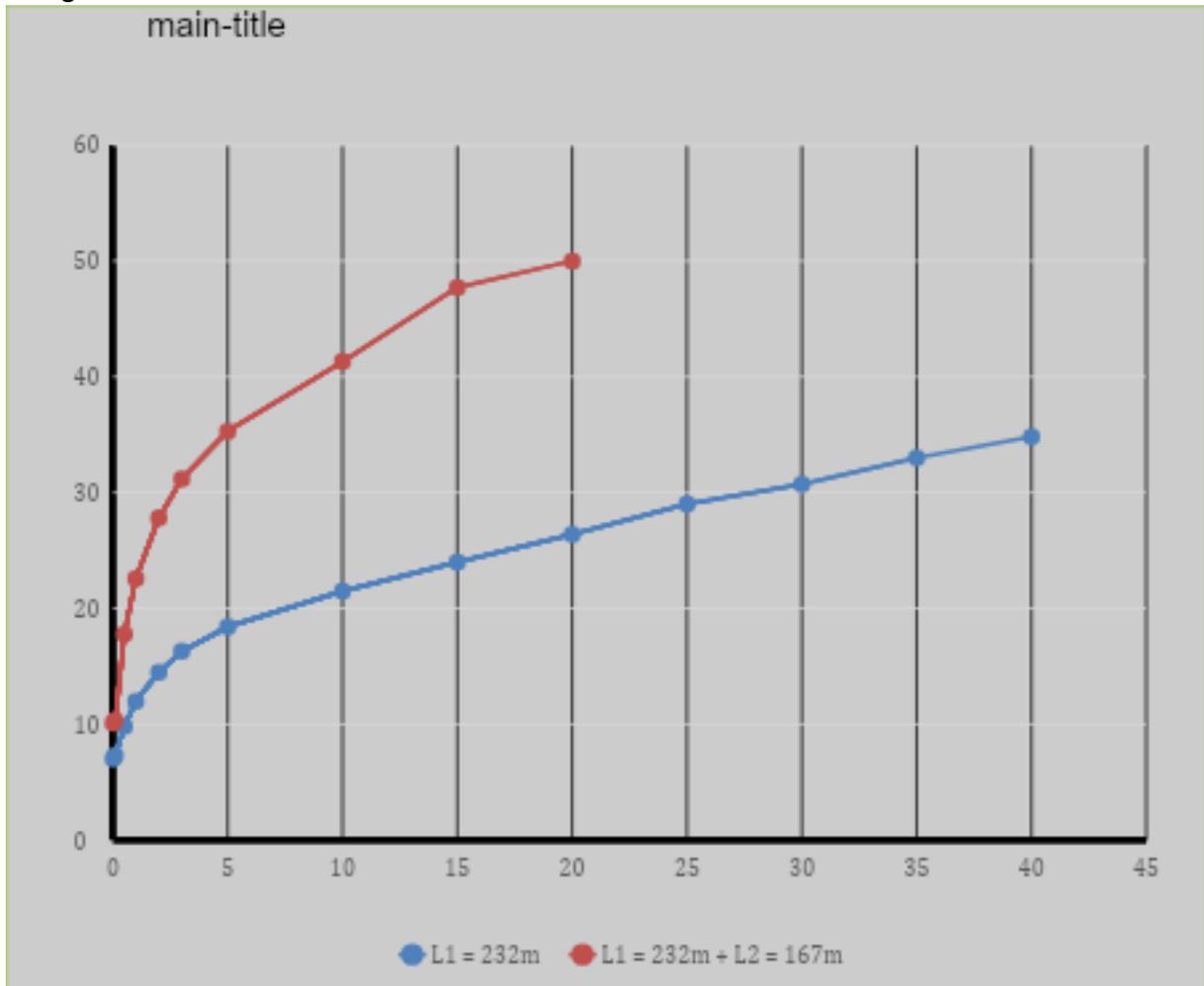
| F(MHz) | Att(dB) pour $L_1 = 232m$ | Att(dB) pour $L_1 = 232m + L_2 = 167m$ |
|--------|---------------------------|--|
| 0. | 7 | 10 |
| 01 | 7. | .1 |
| 0. | 3 | 10 |
| 1 | 9. | .3 |
| 0. | 8 | 17 |
| 5 | 12 | .8 |
| 1 | 14 | 22 |
| 2 | .5 | .6 |
| 3 | 16 | 27 |
| 5 | .3 | .8 |
| 10 | 18 | 31 |
| 15 | .4 | .2 |
| 20 | 21 | 35 |
| 25 | .5 | .3 |
| 30 | 24 | 41 |
| 35 | 26 | .3 |
| 40 | .4 | 47 |
| | 29 | .7 |
| | 30 | 50 |
| | .7 | |
| | 33 | |
| | 34 | |
| | .8 | |

On peut approximer l'atténuation par la formule théorique :

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

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

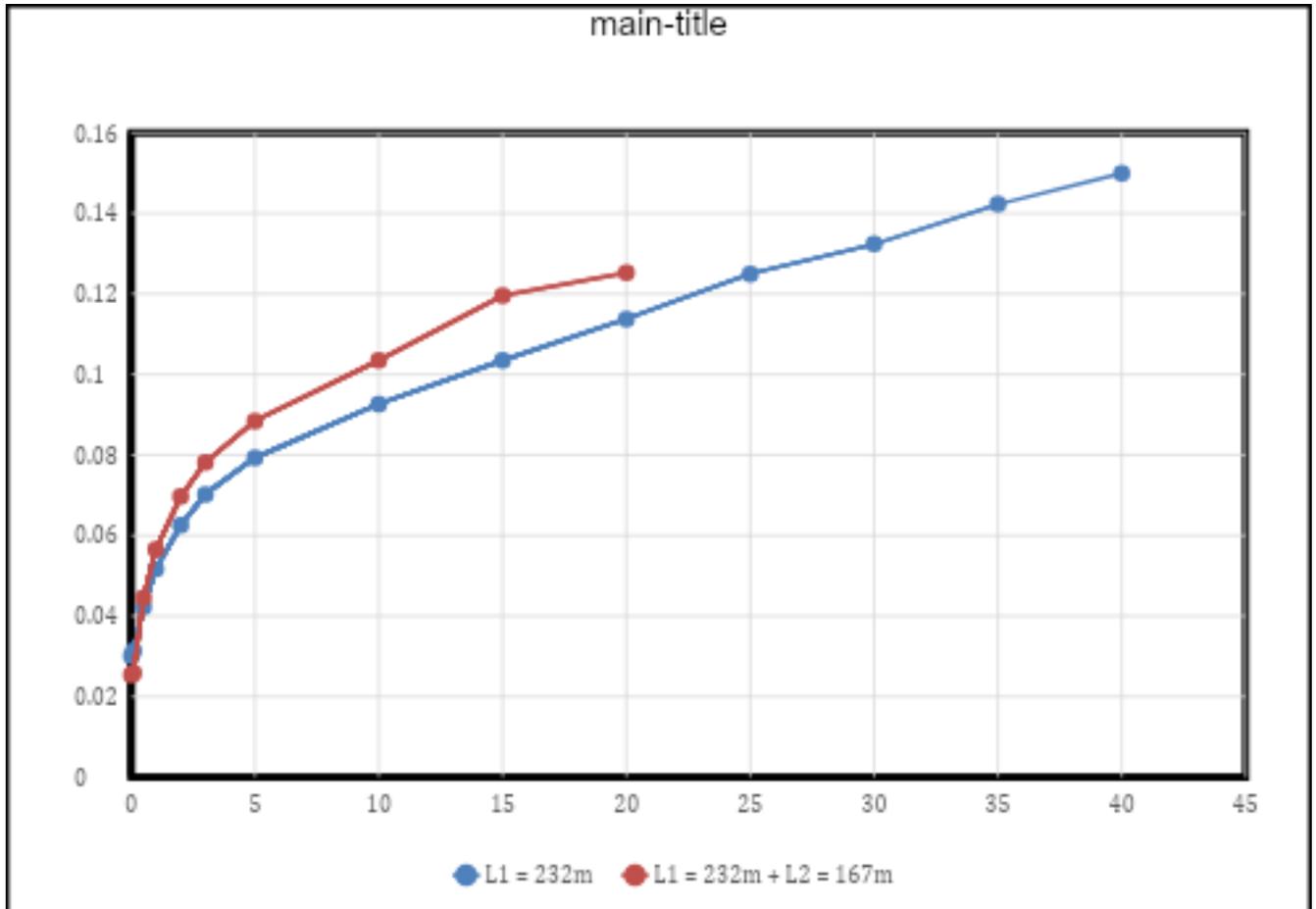
2.1.1\ En utilisant le tableau 1, tracer les courbes de Att(dB) en fonction de F(MHz) pour les 2 longueurs de câble sur la même figure. Ne pas oublier les axes, le titre et la légende.



La courbe en bleu correspond à F(MHz) en fonction de Att(dB) pour $L_1 = 232m$

La courbe en orange correspond à F(MHz) en fonction de Att(dB) pour $L_1 = 232m + L_2 = 167m$

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 ?



La courbe en bleu correspond à F(MHz) en fonction de Att(dB)/Longueur pour $L_1 = 231\text{m}$

La courbe en orange correspond à F(MHz) en fonction de Att(dB)/Longueur pour $L_1 = 232\text{m} + L_2 = 165\text{m}$

En observant les deux graphiques, on constate que l'atténuation augmente avec la fréquence. De plus, en divisant Att(dB) par la longueur du câble, les deux courbes deviennent plus similaires.

2.1.3\ Trouver α

1)

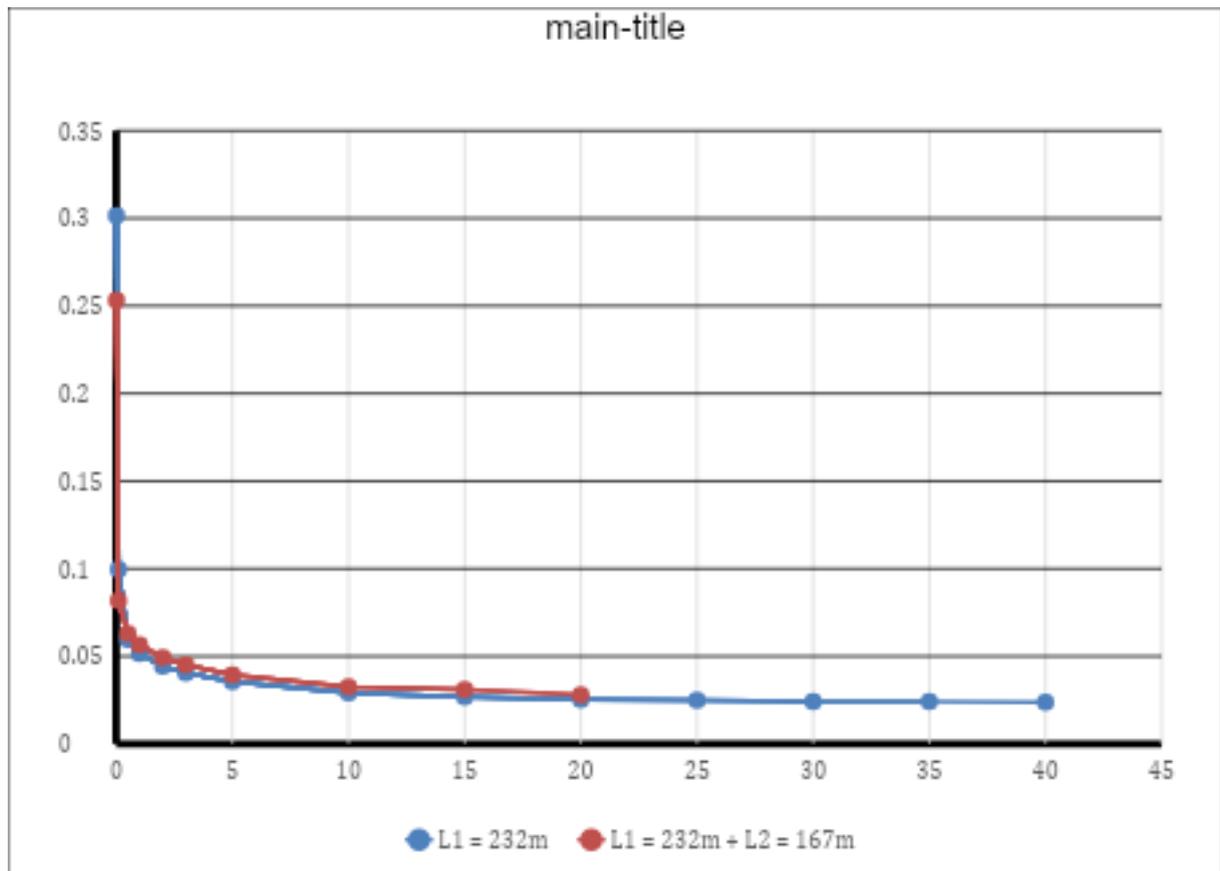
Pour trouver α , on s'intéresse à la formule donnée au-dessus :

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

On isole α ce qui nous donne :

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

2)



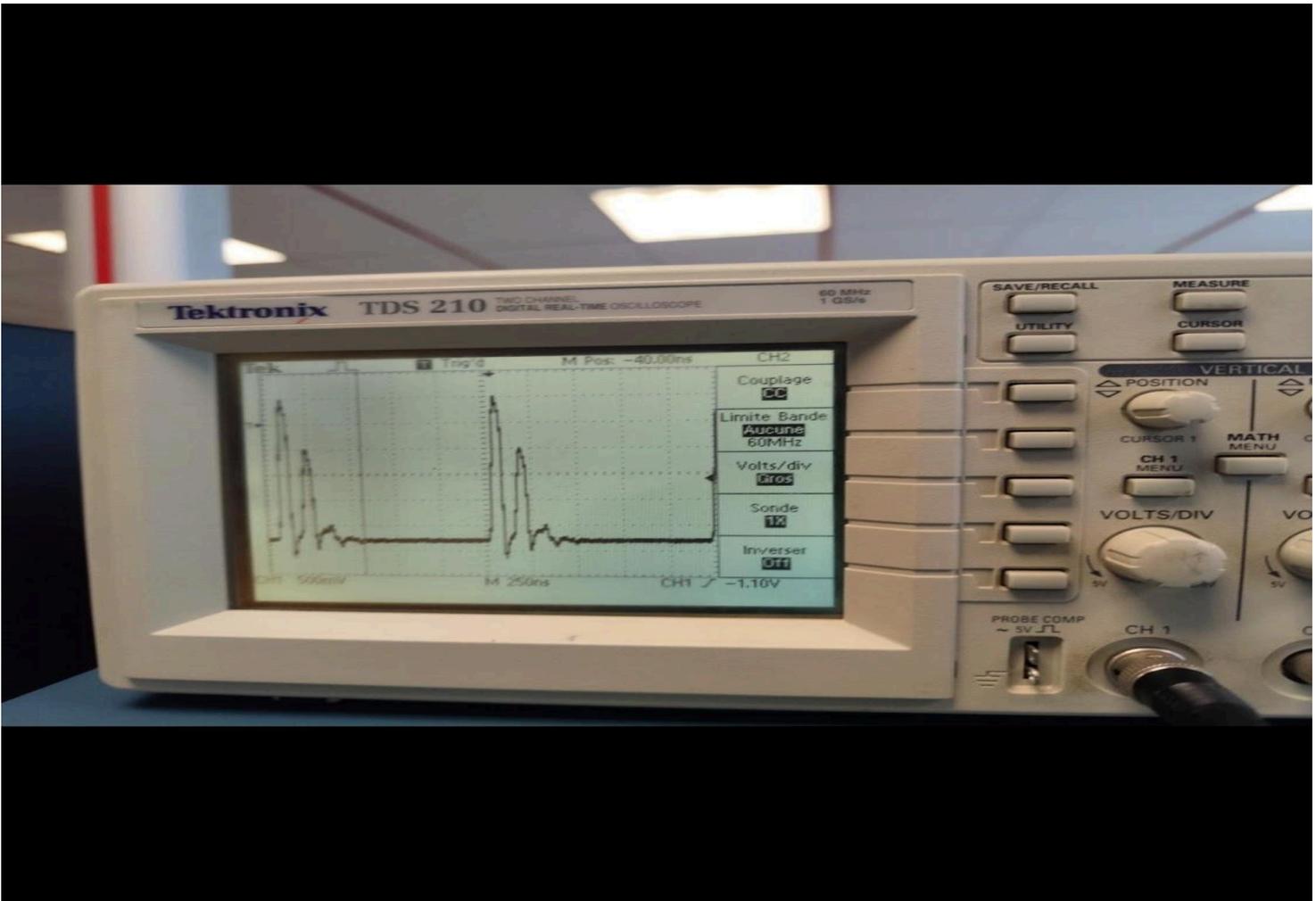
3)

En calculant la moyenne des valeurs de α pour les deux courbes, on obtient environ 0,06 pour la courbe bleue et 0,07 pour la courbe rouge. Afin de déterminer une valeur unique pour α , on effectue une nouvelle moyenne, ce qui donne $\alpha=0,065$.

On peut ainsi déduire la loi suivante : $A_{dB/m}(f)=0,065f$.

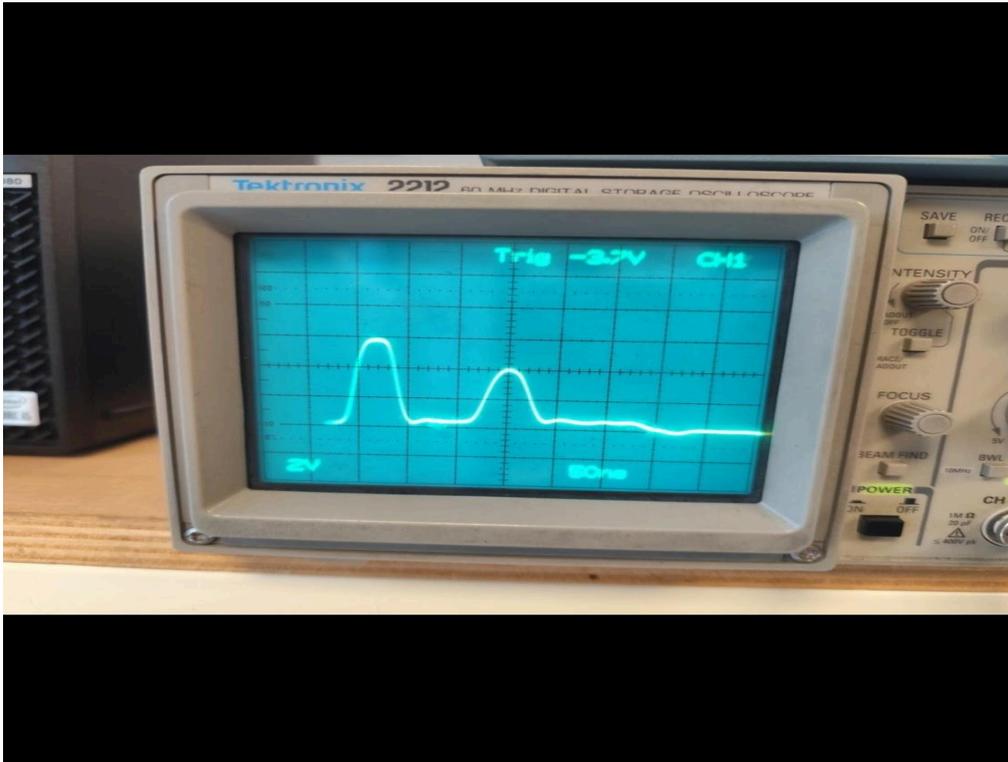
3\ Relevé pratique de l'atténuation, de l'impédance caractéristique, du retard de propagation

3.1\TP1 : Mesure de l'impédance caractéristique



Le TP1 m'a permis de comprendre que plus la longueur du câble augmente, plus l'écho sera important. Nous avons également conclu que l'impédance caractéristique Z_c est égale à Z_r .

3.2\TP2 : Mesure du retard de propagation et de $\frac{v}{c}$



3.3\TP3 : Mesure de l'atténuation A en fonction de la fréquence

| f | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| Vec-c | 3,1 | 2,7 | 2,75 | 2,7 | 2,8 | 2,7 |
| Vsc-c | 2 | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 0,96 | 0,76 |
| A | 1,55 | 1,68 | 1,96 | 2,45 | 2,92 | 3,55 |
| A _{db} | 3,8 | 4,56 | 5,7 | 7,78 | 9,31 | 11 |

Source pour les image :

Image 1 : [10 -Structure d'un câble coaxial et connecteurs de type SMA | Download Scientific Diagram](#)

Image 2 : [Exemple de guide d'ondes ; le câble coaxial. - Exemple de guide d'ondes ; le câble coaxial.](#)