

SAE 103 – Découvrir un dispositif de transmission

Table des Matières

1. Introduction	3
2. Partie 1.....	5
2.1 Protocole de mesure.....	5
2.2 Calcul de la vitesse et de l'atténuation.....	6
2.3 Caractéristiques du câble	7
3. Partie 2.....	8
3.1 Vérification de l'amplitude et du retard du signal réfléchi	8
3.2 Chronogrammes relevés	9
4. Partie 3.....	14
4.1 Résultats avec chaque terminaison.....	14
4.2 Différences entre les 3 terminaisons.....	15
5. Conclusion	16
6. Table des illustrations	17

1. Introduction

Dans ce TP, nous allons mesurer la vitesse de propagation sur un câble de 20km, et l'atténuation. Puis nous allons étudier 3 terminaisons différentes, adaptée, ouverte et court-circuit. Pour simuler un câble de 20km de long, nous allons utiliser une maquette de câble, où chaque cellule représente 1km de câble. Nous allons aussi utiliser un GBF, et un oscilloscope pour faire les différentes mesures. Voici comment est présentée la maquette

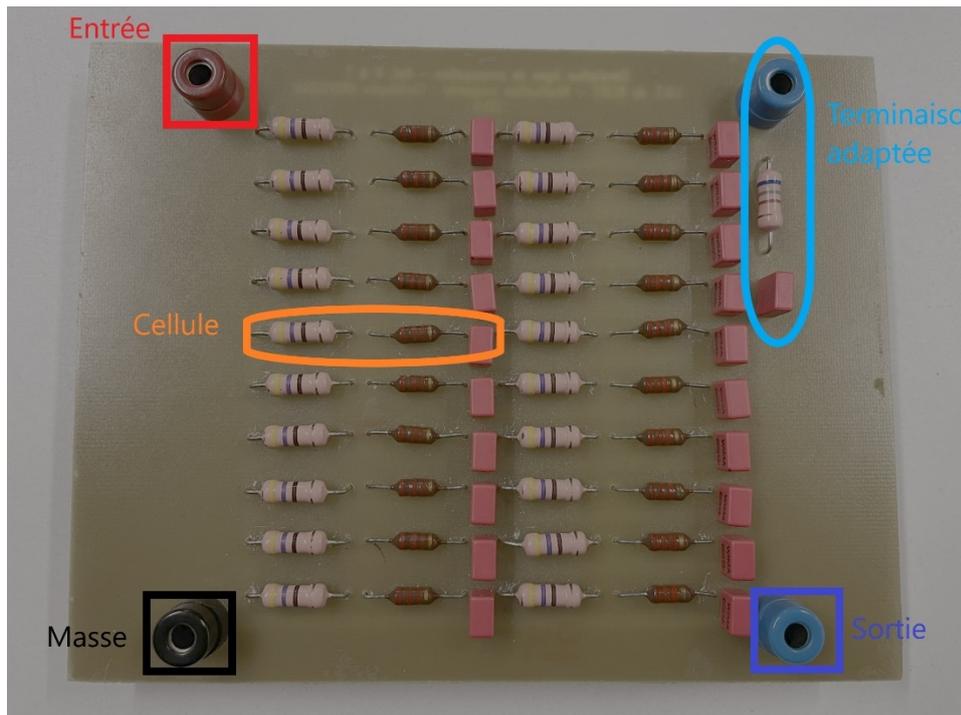


Figure 1 Structure de la maquette.

Ci-dessous un exemple du câblage que nous avons fait pour faire les mesures, en terminaison adaptée.

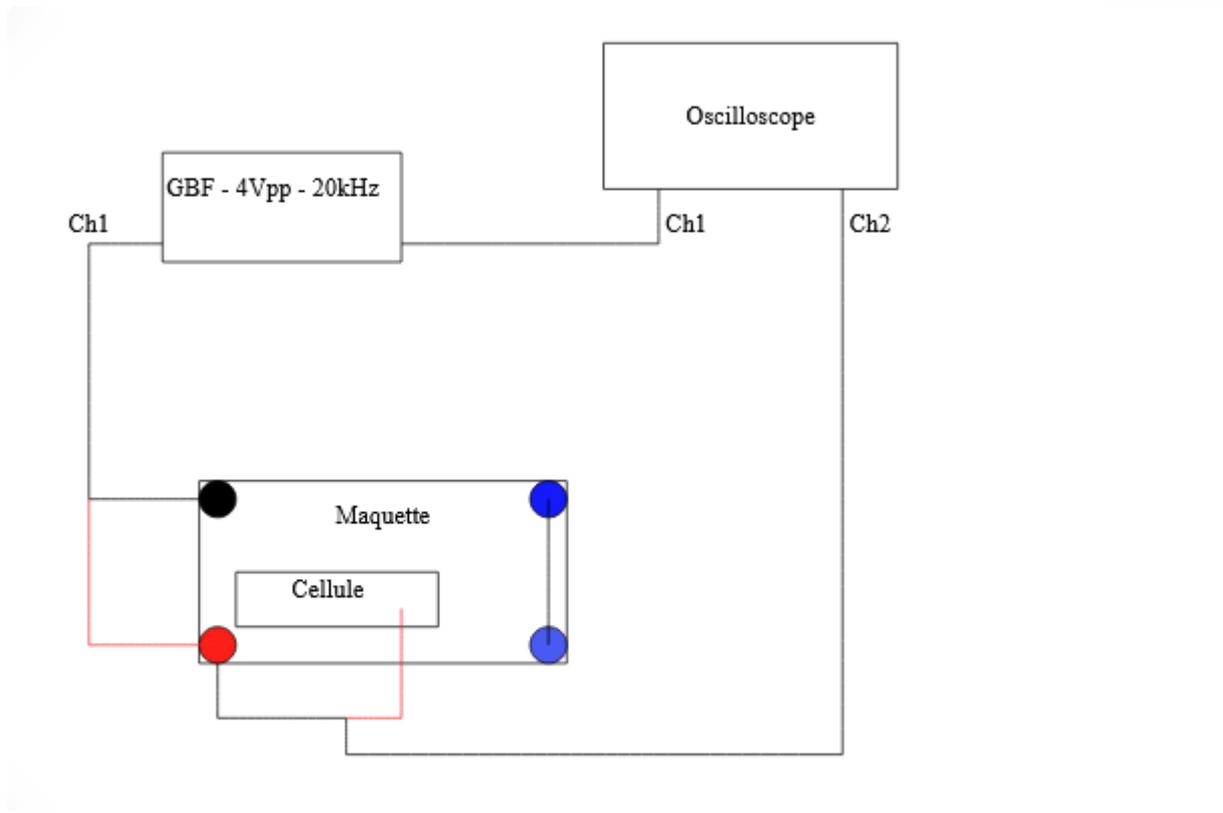


Figure 2 Schéma de câblage, en terminaison adaptée.

Cellule

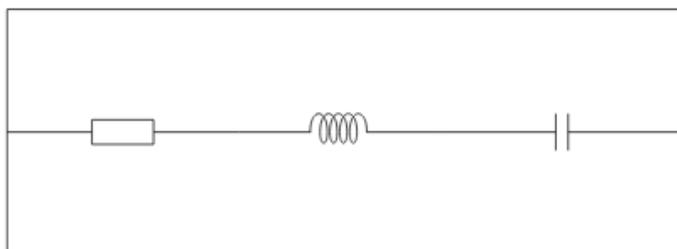


Figure 3 Schéma représentant une cellule, avec une résistance, une bobine et un condensateur.

2. Partie 1

2.1 Protocole de mesure

Pour pouvoir mesurer l'amplitude et le retard, nous avons utilisé l'oscilloscope et nous avons placé des curseurs horizontaux pour l'amplitude, et verticaux pour le retard.

Pour calculer l'amplitude et le retard, nous pouvons utiliser les valeurs directement calculé par l'oscilloscope, mais en vérifiant par le calcul. Cela nous donne :

$$U_0 = U_{max} - U_{min}$$

Pour le retard :

$$\Delta t = t_0 - t_1$$

Et pour convertir l'amplitude en dBV :

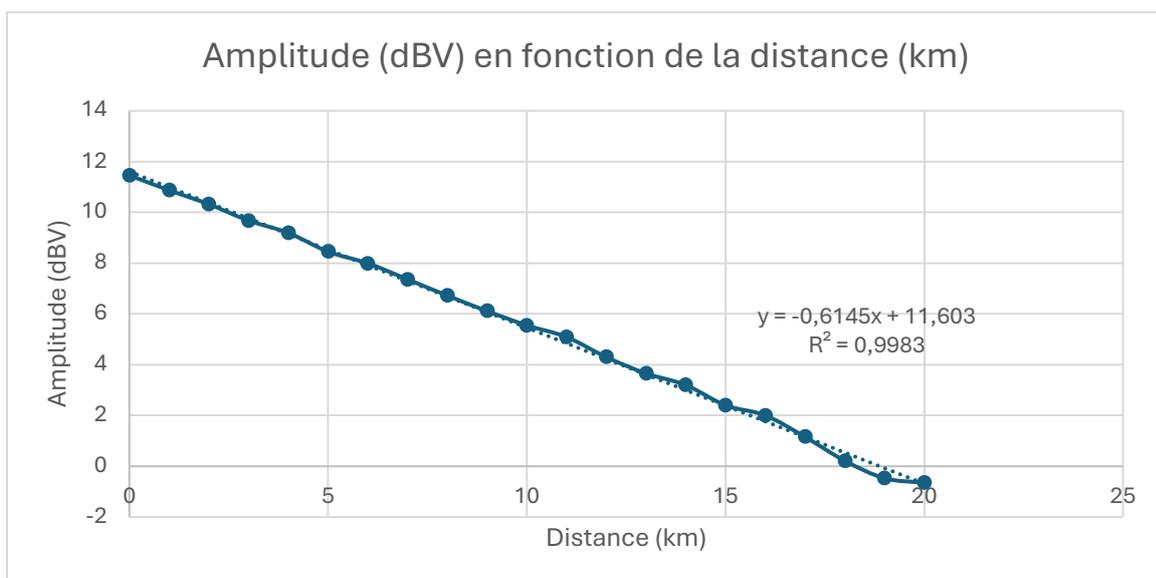
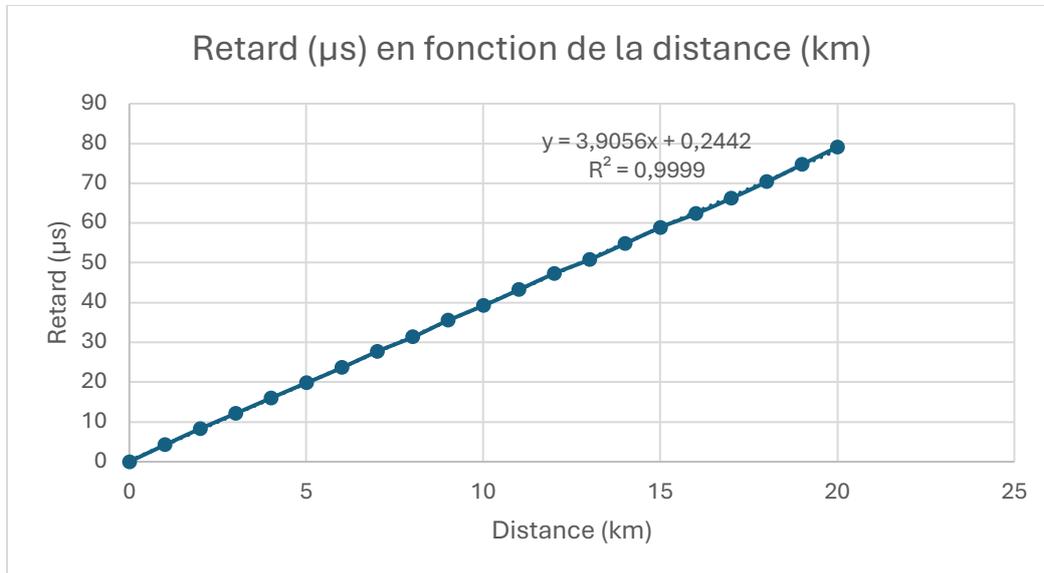
$$U_{dB} = 20 \cdot \text{Log}(U_0)$$

Cela nous donne le tableau suivant :

Distance (km)	Amplitude Pic-à-Pic (dBV)	Amplitude Pic-à-Pic (V)	Retard (μ)
0	11,45836097	3,7404	0
1	10,87192537	3,4962	4,2
2	10,32118348	3,2814	8,3
3	9,677449084	3,047	12,1
4	9,190865166	2,881	16
5	8,453766163	2,6466	19,8
6	7,993128371	2,5099	23,6
7	7,362389172	2,3341	27,7
8	6,721586189	2,1681	31,3
9	6,113904578	2,0216	35,5
10	5,550350659	1,8946	39,2
11	5,090478174	1,7969	43,2
12	4,300583562	1,6407	47,3
13	3,656849171	1,5235	50,8
14	3,199761008	1,4454	54,8
15	2,400943887	1,3184	58,9
16	2,00603208	1,2598	62,3
17	1,157884394	1,1426	66,2
18	0,217866262	1,0254	70,3
19	-0,470249254	0,9473	74,7
20	-0,651193495	0,92777	79,1

2.2 Calcul de la vitesse et de l'atténuation

Pour calculer la vitesse de propagation et l'atténuation (en dB/km et Np/km), nous allons tracer les courbes suivantes :



Nous pouvons rappeler la vitesse de propagation est défini par :

$$\Delta t = \frac{1}{v}L + e_r$$

Nous avons la courbe défini par $y = 3,9056x + 0,2442$, donc :

$$L = x$$

$$e_r = 0,2442$$

$$\frac{1}{v} = 3,9056 \text{ donc } v = 0,250426$$

Donc la vitesse de propagation est de $0,250426 \text{ km}/\mu\text{s}$

Pour calculer l'atténuation en dB/km, nous pouvons utiliser la courbe défini par $y = 0,6145x + 11,603$

Donc l'atténuation en dB/km est de 0,6145.

Pour la calculer en Np/km, nous pouvons faire :

$$\frac{0,6145}{8,68} = 0,07079 \text{ Np/km}$$

Nous avons donc 0,07079 Np/km.

On peut maintenant vérifier l'amplitude mesurer en $x=6$, en utilisant l'atténuation :

$$U_1 = U_0 e^{-\alpha x}$$

Avec :

U_1 : Amplitude que nous cherchons.

U_0 : Amplitude initiale.

α : Atténuation en Np/km (0,07079).

x : Distance (6km).

Cela nous donne :

$$U_1 = 3,7 e^{-0,07079 \cdot 6} = 2,41V$$

Nous retrouvons bien l'amplitude mesurée en $x=6$, en terminaison adaptée ($\approx 2,5V$).

2.3 Caractéristiques du câble

Pour simuler un câble ayant une longueur de 20km, nous avons utiliser une maquette de câble. Il s'agit d'une plaque de circuit imprimé, où nous pouvons retrouver des « cellules ». Chaque cellule représente 1km de câble, et dans ces cellules, nous pouvons voir qu'il y a une résistance, une bobine et un condensateur.

3. Partie 2

3.1 Vérification de l'amplitude et du retard du signal réfléchi

En terminaison ouverte, nous avons mesuré une amplitude de 0,361V, et un retard de 137 μ s. Et en terminaison court-circuit, nous avons 0,39V d'amplitude, et 135 μ s de retard. Nous allons maintenant vérifier ces valeurs avec le calcul.

Pour vérifier le retard, nous pouvons utiliser la formule suivante :

$$\Delta t = \frac{d}{v}$$

Et :

d : Distance parcouru par l'onde.

v : Vitesse de propagation (0,250426km/ μ s, soit 250m/ μ s).

Sachant que $d = 34$

$$\Delta t = \frac{34}{0,250426} = 136\mu s$$

Nous retrouvons bien cette valeur dans nos mesures ($\approx 135\mu$ s).

Nous pouvons utiliser la formule suivante pour vérifier l'amplitude :

$$U_1 = U_0 e^{-\alpha d}$$

Pour :

U_1 : Amplitude que nous cherchons.

U_0 : Amplitude d'entrée (3,7V).

α : Atténuation en Np/km.

d : distance (34)

Cela nous donne :

$$U_1 = 3,7e^{-0,07079 \cdot 34}$$

Et donc :

$$U_1 = 0,333V$$

Nous retrouvons bien la valeur mesurée ($\approx 0,361$).

3.2 Chronogrammes relevés

Nous avons pu relever les captures d'écrans de l'oscilloscope et nous allons les analyser.

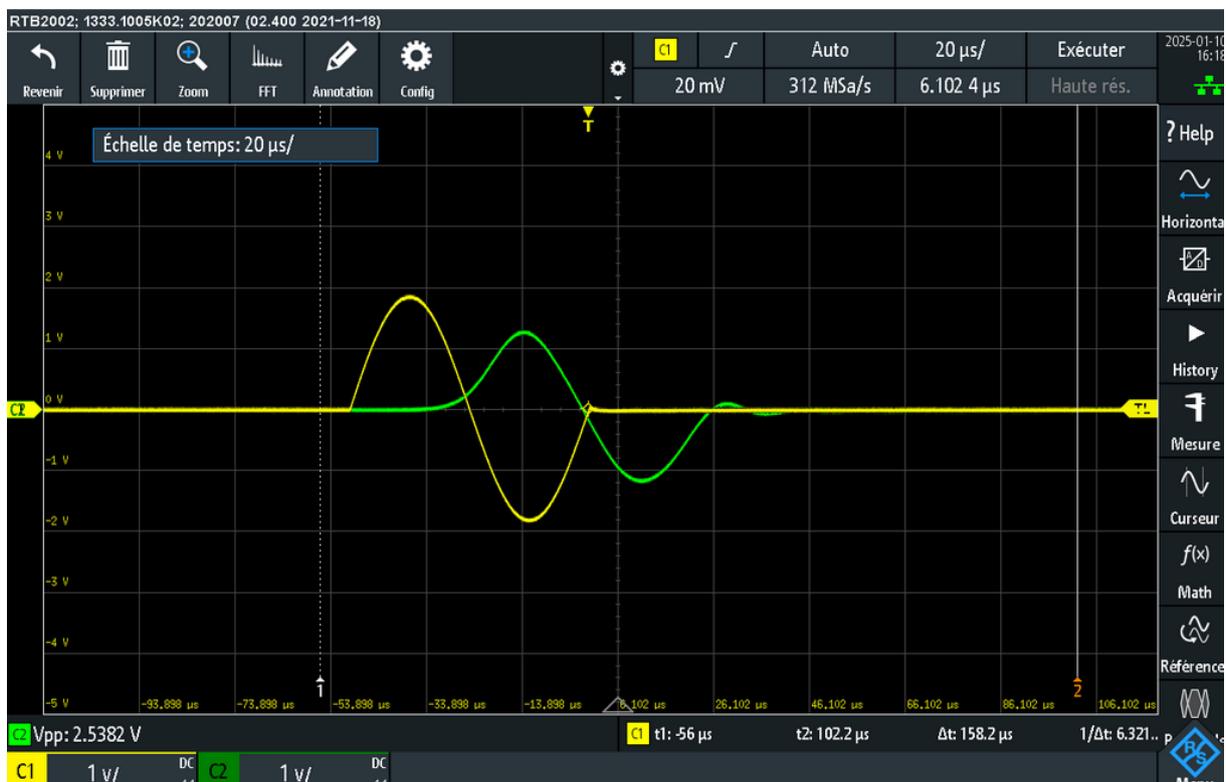


Figure 4 Capture d'écran en terminaison adaptée, en $x=6$

Cette capture d'écran a été effectuée lorsque nous avons mesuré les amplitudes, et les retards en terminaison adaptée. Nous pouvons voir ici le signal **C1** en jaune, qui est le signal d'entrée. Et la courbe **C2**, qui représente le signal en $x = 6$, soit 6km.



Figure 5 Capture d'écran en terminaison ouverte, en $x=6$

Cette capture d'écran représente aussi la courbe **C1** et **C2**, mais en terminaison ouverte.

Nous pouvons donc des différences entre les 2 captures d'écran. Tout d'abord en terminaison adaptée, nous pouvons voir que les réflexions sur la terminaison adaptée sont minimales, et que les oscillations sont mieux contrôlées qu'en terminaison ouverte. Cela montre donc que la terminaison adaptée est plus optimale, car elle minimise les pertes liées à la réflexion.

Ci-dessous la partie où la courbe est réfléchie :

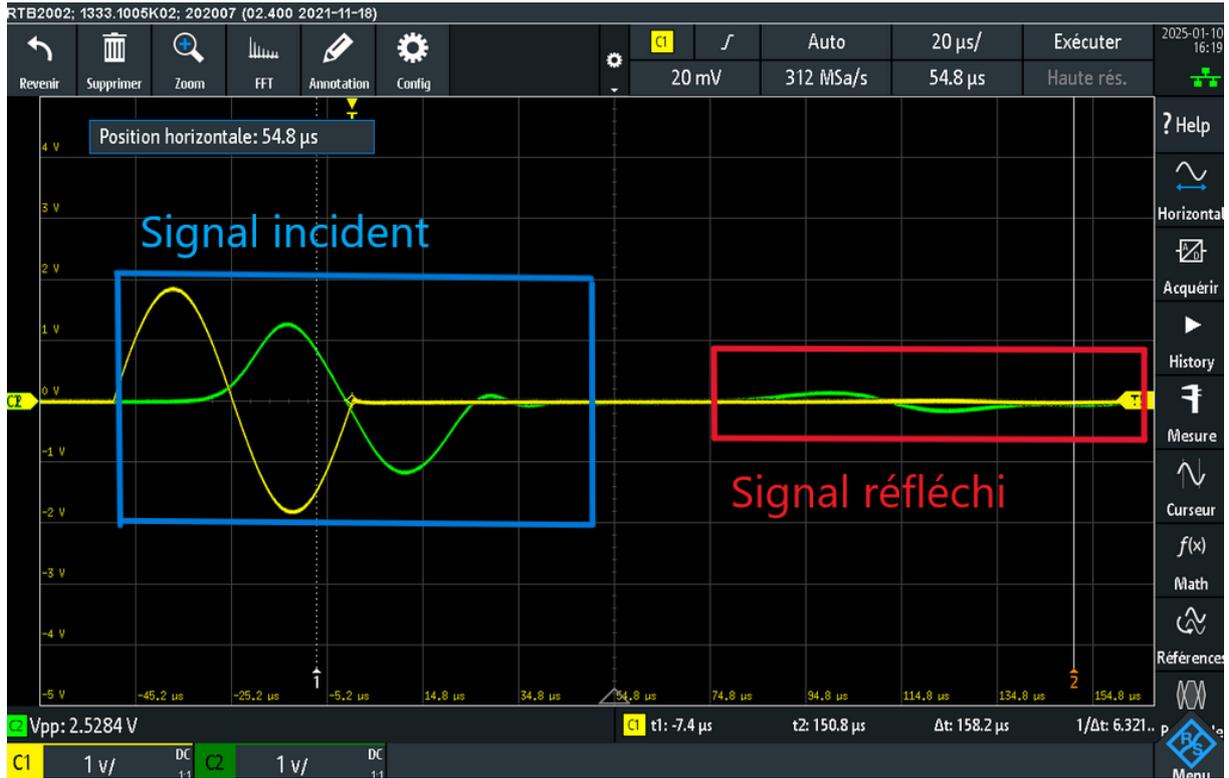


Figure 6 Capture d'écran en terminaison ouverte, en $x=6$, avec la partie réfléchi (rouge) et la partie incident (bleu).



Figure 7 Capture d'écran en terminaison ouvert, en $x=16$

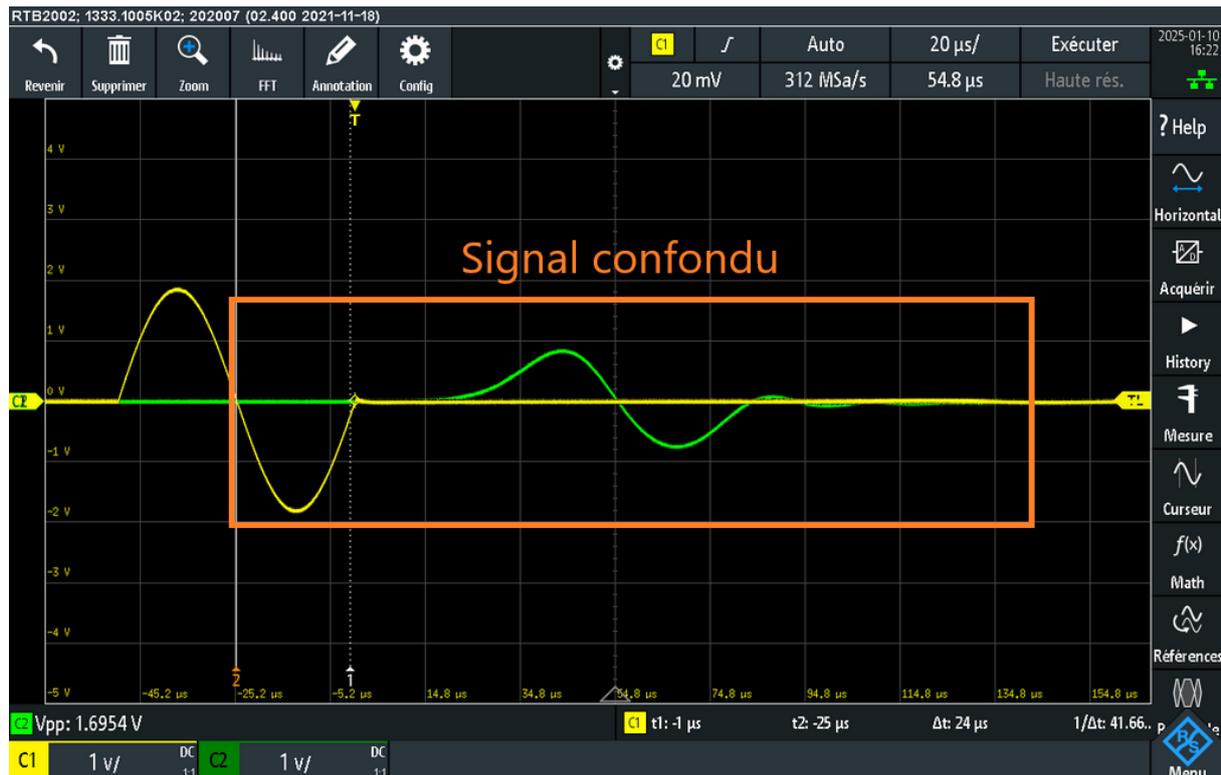


Figure 8 Capture d'écran en terminaison ouverte, en $x=20$

Les 2 captures d'écrans ci-dessus ont été fait en terminaison ouverte, la première en $x=16$, et la seconde en $x=20$. Nous allons maintenant comparer ces 2 captures. Tout d'abord pour l'amplitude, nous pouvons voir que l'amplitude est plus élevée quand $x=20$. Il y a donc une réflexion plus importante en $x=20$. Nous pouvons voir ensuite qu'en $x=16$, les oscillations s'atténuent plus rapidement qu'en $x=20$. En $x=20$, le signal incident et réfléchi sont entièrement confondus. Donc en terminaison ouverte, le signal mesuré varie selon l'endroit car le signal réfléchi s'ajoute au signal initial.



Figure 9 Capture d'écran en terminaison court-circuit, en $x=16$

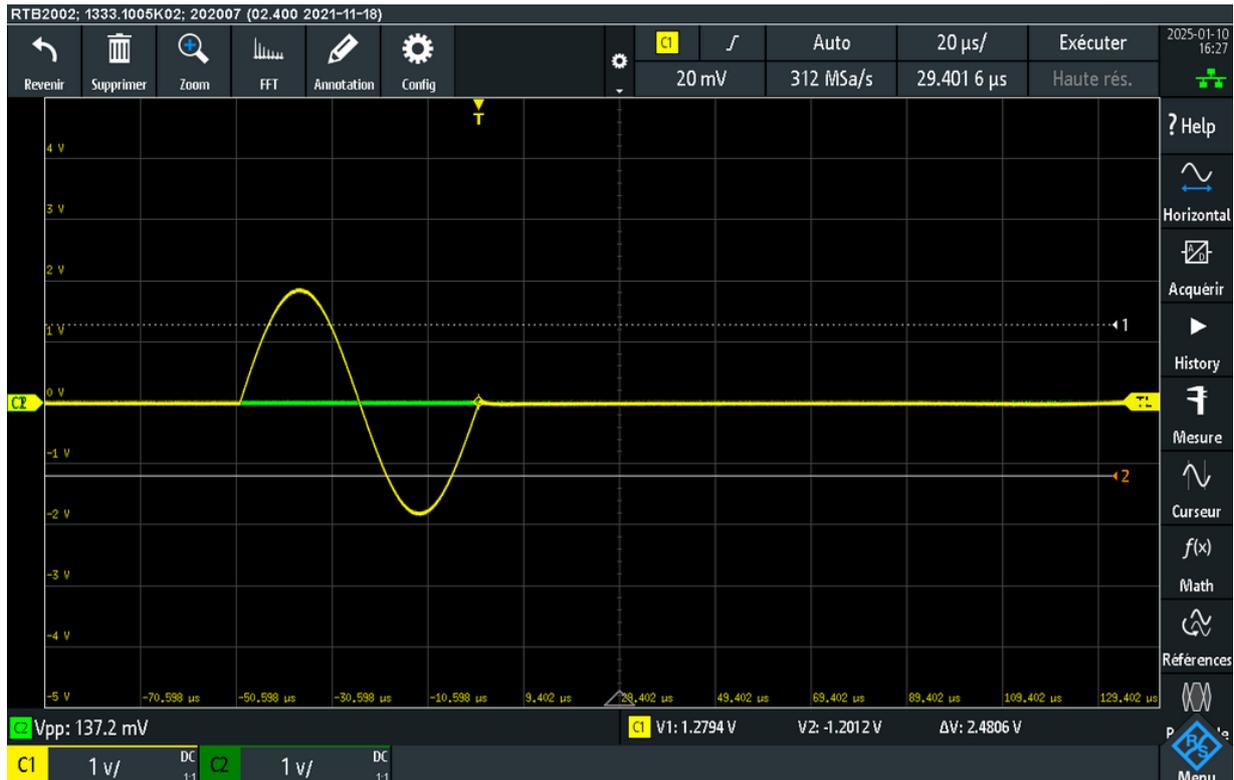


Figure 10 Capture d'écran en terminaison court-circuit, en $x=20$

Les 2 captures d'écrans ci-dessus sont fait en terminaison court-circuit, en $x=16$ et en $x=20$. En $x=16$, nous pouvons voir que la courbe **C2** verte représente la réponse, et nous pouvons voir ici un phénomène de réflexion, où la courbe **C2** revient vers le GBF. Nous pouvons aussi voir que le signal a été atténué. Ensuite, nous pouvons voir qu'en $x=20$, la courbe **C2** à une amplitude presque nul. En effet pour mesurer en $x=20$ en terminaison court-circuit, nous avons dû faire une boucle avec les câbles, la boucle va agir comme un « frein » pour le signal. Donc les réflexions sont atténuées par la boucle.

4. Partie 3

4.1 Résultats avec chaque terminaison

Nous avons fait les mesures avec les 3 terminaisons, adaptée, ouvert et court-circuit. En réglant le GBF à 20kHz en sinusoïde, et d'amplitude 2V (donc 4Vpp), cela nous donne le graphique suivant :

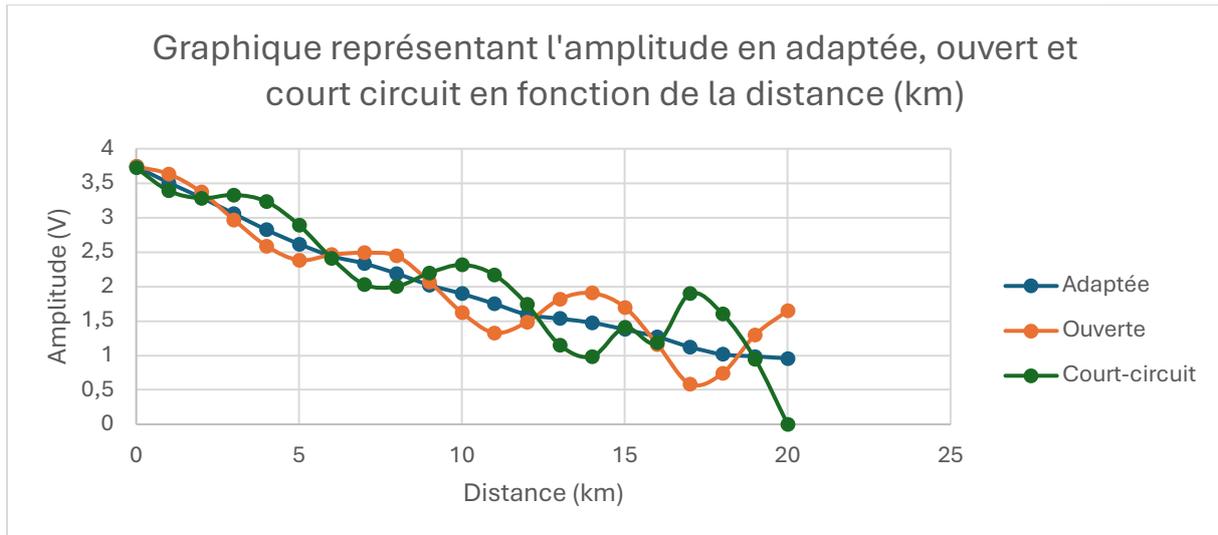


Figure 11 Graphique montrant l'évolution en terminaison adaptée, ouvert et court-circuit

Tout d'abord, nous constatons une certaine tendance générale où l'amplitude diminue en fonction de la distance. Contrairement à la terminaison adaptée qui montre une certaine linéarité, la terminaison coupe-circuit et ouverte possède des oscillations, cela peut être dû aux réflexions ou aux pertes présentes dans ces configurations. Nous pouvons donc tout d'abord voir que la courbe de la terminaison ouverte et court-circuit oscille autour de la courbe adaptée. La configuration adaptée représente donc une stabilité au niveau des mesures, la configuration ne représente pas de perte importante dû à la réflexion. C'est donc la configuration la plus optimale car elle minimise les réflexions, ce qui se traduit par une amplitude plus régulière et une atténuation maîtrisée sur la distance. C'est la solution la plus efficace et stable parmi les trois configurations étudiées.

4.2 Différences entre les 3 terminaisons

Nous avons donc étudié précédemment les 3 configurations, adaptée, ouvert et court-circuit. Nous allons maintenant voir qu'elles sont les différences entre ces 3 configurations. En comparant les résultats, nous pouvons voir que la configuration adaptée est la plus optimale pour transmettre le signal, car elle évite les pertes dû à la réflexion.

5. Conclusion

Au cours de ce TP, nous avons étudié les caractéristiques de propagation d'un signal dans un câble simulé de 20 km à l'aide d'une maquette. Nous avons mesuré des paramètres clés comme la vitesse de propagation, l'atténuation et l'impact des différentes terminaisons (adaptée, ouverte et court-circuit). Les résultats montrent que la terminaison adaptée est la plus efficace, minimisant les réflexions et offrant une atténuation maîtrisée. À l'inverse, les terminaisons ouvertes et court-circuit provoquent des oscillations et des réflexions significatives, affectant la qualité du signal transmis.

Fichier Excel : [Johan_Kendall_P2_B](#)

6. Table des illustrations

Figure 1 Schéma de câblage, en terminaison adaptée	4
Figure 2 Schéma repr�esentant une cellule, avec une résistance, une bobine et un condensateur.	4
Figure 3 Capture d'écran en terminaison adaptée, en $x=6$	9
Figure 4 Capture d'écran en terminaison ouverte, en $x=6$	10
Figure 5 Capture d'écran en terminaison ouverte, en $x=6$, avec la partie réfléchie (rouge) et la partie incident (bleu).	11
Figure 6 Capture d'écran en terminaison ouvert, en $x=16$	11
Figure 7 Capture d'écran en terminaison ouverte, en $x=20$	12
Figure 8 Capture d'écran en terminaison court-circuit, en $x=16$	13
Figure 9 Capture d'écran en terminaison court-circuit, en $x=20$	14
Figure 10 Graphique montrant l'évolution en terminaison adaptée, ouvert et court-circuit	15