



Séquence n° 1

Transmission des signaux numériques



Fiches de synthèse mobilisées :

Fiche n°1 : Transmission de signaux numériques



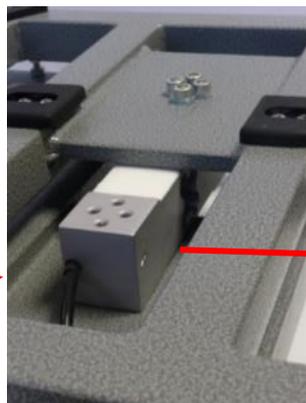
Sommaire des activités

ACTIVITÉ 1 :	La balance numérique	1
ACTIVITÉ 2 :	Filtrage de signaux périodiques.....	12
ACTIVITÉ 3 :	Transmission par fibre optique	16

ACTIVITÉ 1 : La balance numérique

Partie 1 : Présentation du système

Les balances électroniques sont des instruments de pesage très utilisées dans de nombreux domaines. Dans l'industrie, le commerce ou chez les particuliers, elles fonctionnent toutes sur le même principe : un capteur de force convertit le poids de la masse pesée en grandeur électrique. Cette grandeur électrique est traitée par des systèmes électroniques et parfois informatiques qui permettent l'affichage de la valeur de la masse de l'objet pesé.



Plateau de la balance



Capteur de force

Le plateau de la balance présentée permet l'acquisition de la masse d'un objet grâce au capteur de force fixé entre les deux cadres composant ce plateau. Le capteur de force permet de mesurer dans le cas de la balance présentée, une masse maximale de 100 kg et minimale de 10 g. Le capteur de force utilisé est constitué d'un corps d'épreuve déformable sur lequel sont disposées quatre jauges de contraintes (voir *Figure 1*).

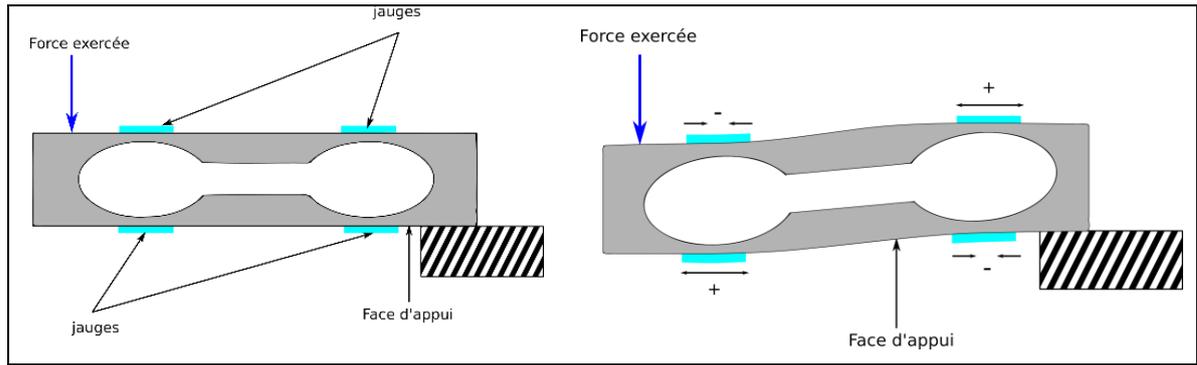


Figure 1 : Corps d'épreuve déformable et positions des 4 jauges des contraintes

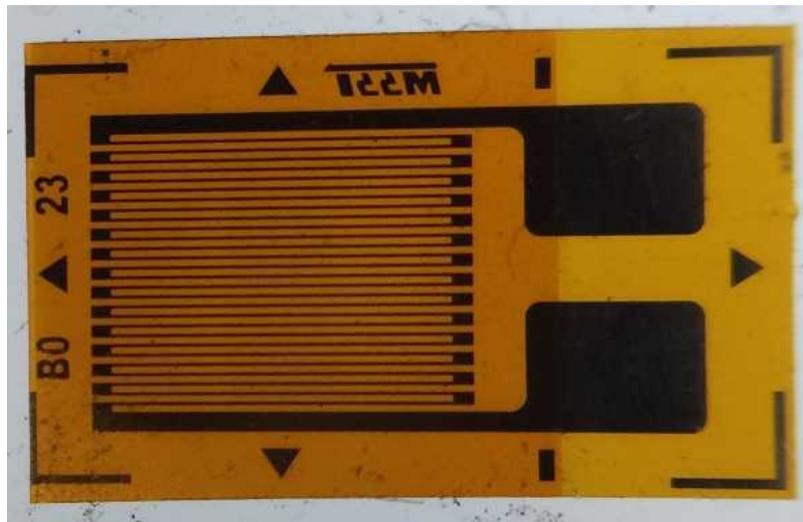
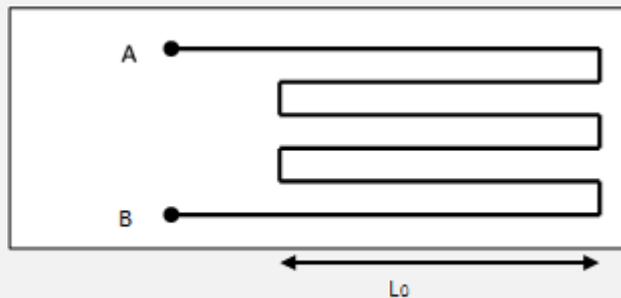


Photo 1 : jauge de contrainte

Document 1 : Eléments sensibles d'une jauge de contrainte



Les jauges de contraintes sont des éléments résistifs collés sur le corps d'épreuve. Une jauge est faite d'un long fil fin conducteur. Dans l'exemple ci-dessus, la longueur totale du fil entre les points A et B est très proche de $6 \cdot L_0$

La résistance d'un conducteur électrique dépend de sa longueur. On a la relation : $R = \frac{\rho \cdot L}{S}$

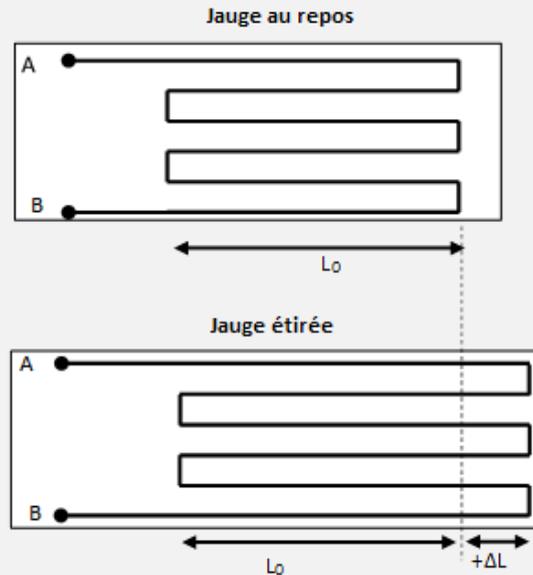
Avec :

- ρ : résistivité qui dépend du type de matériau et de la température (en $\Omega \cdot m$)
- L : longueur du conducteur (en m)
- S : section du conducteur (en m^2).



1. Que représente la flèche F sur la Figure 1 ?
2. Expliquer alors la signification du signe donné pour chaque jauge sur la deuxième partie de la Figure 1.
3. La déformation mécanique du corps d'épreuve va entraîner la variation d'un paramètre électrique pour chaque jauge. Préciser lequel et indiquer son sens de variation en fonction de la déformation mécanique.
4. D'après le principe de fonctionnement d'une jauge de contrainte et la documentation constructeur du capteur de force quel est le paramètre physique qui influence également le résultat du mesurage ?

Document 2 : Principe de fonctionnement d'une jauge de contrainte



Chaque portion de fil s'est allongée de ΔL . La longueur totale du conducteur a augmenté de $6 \times \Delta L$.

La valeur de la résistance de la jauge a augmenté.

Le même raisonnement tient pour une jauge comprimée : chaque portion de fil s'est contractée de ΔL .

La longueur totale du conducteur a diminué de $6 \times \Delta L$. La valeur de la résistance de la jauge a diminué

Document 3 : documentation constructeur d'un capteur de force

 Fiche Technique
Data Sheet

 Capteurs de Pesage - Appui central
Load cell - Single point

AH

50 kg ... 200 kg



- Construction en aluminium, protection IP65
- Homologué jusqu'à 6 000 d OIML R60
- Excentration de charge compensée jusqu'à 500 x 500 mm
- Faible hauteur
- *Aluminum construction, protection class IP65*
- *6 000 d OIML R60 approved*
- *Off-centered load compensated up to 500 x 500 mm*
- *Low profile design*

AH

50 kg ... 200 kg

Caractéristiques - Specifications

MÉTROLOGIQUES	METROLOGICAL	C3 10e	C6 10e	
Capacité nominale (Cn)	Rated capacity (Cn)	50, 100, 200	50, 100, 200	kg
Erreur combinée	Combined error	±0.017	±0.008	%Cn
Effet de la temp. sur le zéro	Temperature effect on zero	±0.0014	±0.0014	%Cn/°C
Effet de la temp. sur la sensibilité	Temperature effect on sensitivity	±0.0014	±0.0007	%Cn/°C
Fluage (30 min.)	Creep error (30 min.)	±0.025	±0.012	%Cn
Taille de plateau maximum	Maximum platform size	500 x 500	500 x 500	mm

Autorisation de diffusion : service marketing société SCAIME



Partie 2 : Conception d'une balance électronique

Dans cette activité, vous êtes chargé de réaliser une balance électronique « de précision » avec une portée de 1000 g. Le résultat du mesurage sera affiché sur l'écran d'un ordinateur avec une incertitude inférieure à 2 g.

I. Capteur de force

Les variations des longueurs de chacune des jauges sont faibles par rapport à la longueur du fil conducteur de la jauge. Cela entraîne une très faible variation de la valeur de la résistance (moins de 1%).

Pour augmenter la sensibilité du dispositif, on place les 4 jauges dans un montage appelé pont de Wheatstone.

Ce pont est alimenté par une tension continue de $U=5V$.

A l'équilibre (pas de force appliquée), le corps d'épreuve ne subit aucune contrainte. Les résistances des 4 jauges sont toutes égales et la tension U_{AB} est nulle

Si une contrainte est appliquée sur le corps d'épreuve, les résistances des 4 jauges varient. La tension U_{AB} n'est plus nulle. Sa variation dépend de la force appliquée et donc de la masse posée sur la balance.

Remarque : l'utilisation du pont de Wheatstone permet de s'affranchir de l'influence de la température sur les valeurs des résistances.

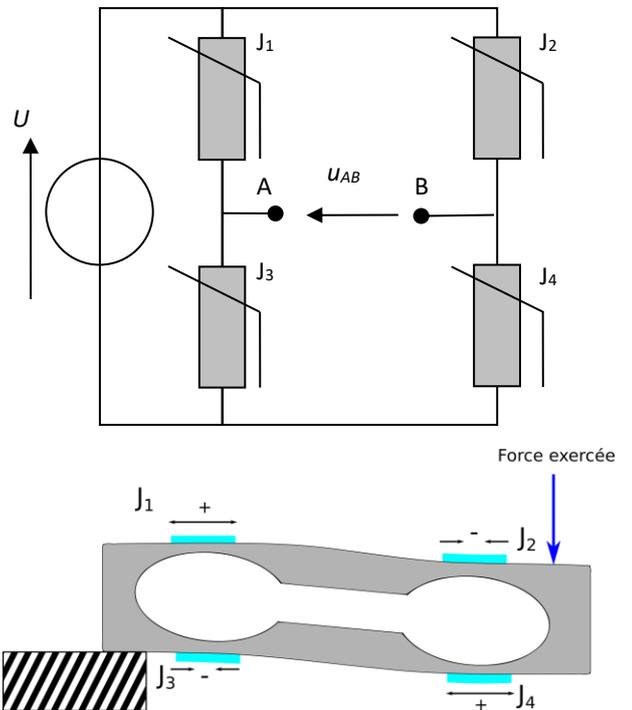
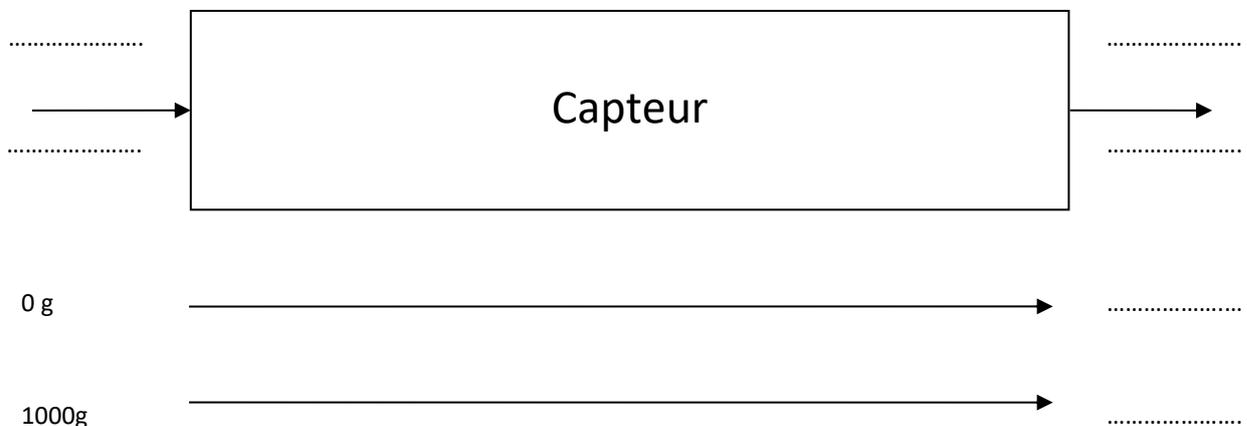


Schéma 1

1. Compléter le Schéma 1 en indiquant l'emplacement de l'appareil permettant de mesurer la tension U_{AB} .
2. Réaliser le montage et alimenter le capteur avec une source de tension de 5V.
3. Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la relation entre la grandeur de sortie (tension U_{AB}) du capteur et la grandeur d'entrée (masse M).
4. Réaliser le protocole.
5. Imprimer la courbe d'étalonnage et donner la relation recherchée $U_{AB} = f(M)$.
6. Compléter le schéma suivant en indiquant le nom des grandeurs en entrée et sortie du capteur et leur unité puis les valeurs correspondantes sur la portée de notre balance





II. Affichage de la masse

On souhaite afficher sur l'écran d'un PC, la masse mesurée avec le capteur de force. Or, dans un ordinateur, le langage utilisé est basé sur un alphabet ne comportant que des 0 et des 1. C'est un langage binaire.

Mais nous utilisons un codage décimal (la représentation d'un nombre quelconque est basée sur dix symboles [de 0 à 9]).

Document 4 : le langage binaire

Décimal			Binaire			
Symboles utilisables : 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9			Symboles utilisables : 0 1			
Centaine	Dizaine	Unité	2^3	2^2	2^1	2^0
	1	4	1	1	1	0
14			1110			
1×10		4×1	1×8	1×4	1×2	0×1

Les deux nombres suivants 14 et 41 n'ont pas du tout la même signification alors que les symboles utilisés sont identiques. Nous utilisons une numération de position : le « poids » de chaque symbole dépend de sa position.

Dans le langage binaire, le principe est le même : chaque symbole a un poids différent en fonction de sa position dans le nombre

1. Résoudre les exercices de conversion.

Convertir les nombres binaires suivants en leur nombre équivalent en base 10 (Décimal). Expliquer clairement la méthode de conversion utilisée pour chacun.

1101	
0111	
1101001	
10011001	
10101001	

Convertir les nombres décimaux suivants en leur nombre équivalent en base 2 (Binaire). Expliquer clairement la méthode de conversion utilisée pour chacun.

111	
55	
131	
256	
21754	

III. Convertisseur Analogique Numérique (CAN)

Le Convertisseur Analogique Numérique est un dispositif présent sur les interfaces d'acquisition de données. Il permet de convertir des tensions analogiques en nombres binaires qui pourront être traités par les programmes d'un ordinateur.

Il possède 3 caractéristiques principales :

- **Format de sa tension d'entrée** : C'est la plage de tension applicable à l'entrée du CAN (ex : 0 / 5V ; -10 / +10V)
- **Nombre de bits** : C'est le nombre de caractères qui vont former le nombre binaire en sortie du CAN (ex : CAN 8bits peut donner un nombre entier allant de 0 à 255).
- **Fréquence de conversion** : C'est le nombre de conversions réalisées par le CAN par seconde. C'est un paramètre important dans le cas d'acquisition de tensions variables au cours du temps.



4. Imprimer la courbe d'étalonnage et donner la relation recherchée entre la tension de sortie du conditionneur u_s et la masse M .
5. Paramétrer alors le logiciel associé à votre interface d'acquisition pour qu'il permette directement l'affichage de la masse.
6. Comme toute mesure, la valeur de masse affichée sur le logiciel est soumise à des sources d'erreur. Citer 3 sources d'erreur sur la mesure de masse.
7. Pour cinq masses étalons différentes bien réparties sur l'étendue de mesure de la balance, vérifier que l'écart entre la valeur affichée et celle de la masse étalon ne dépasse pas l'incertitude visée (2 g). Présenter clairement vos résultats.



Partie 3 : Le Cuisinier de l'Orient Express

Introduction

Le train de luxe **Venise-Simplon-Orient-Express** propose des départs, une à deux fois par semaine, toute l'année, sauf de décembre à février (période de maintenance), de **Calais** et **Paris gare de l'Est** vers **Venise** via **Innsbruck**. Le train est constitué de 18 voitures des années 1920, remises aux normes, dont trois wagons-restaurants.



Source :

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Gare_Austerlitz_Orient_expres_2.jpg

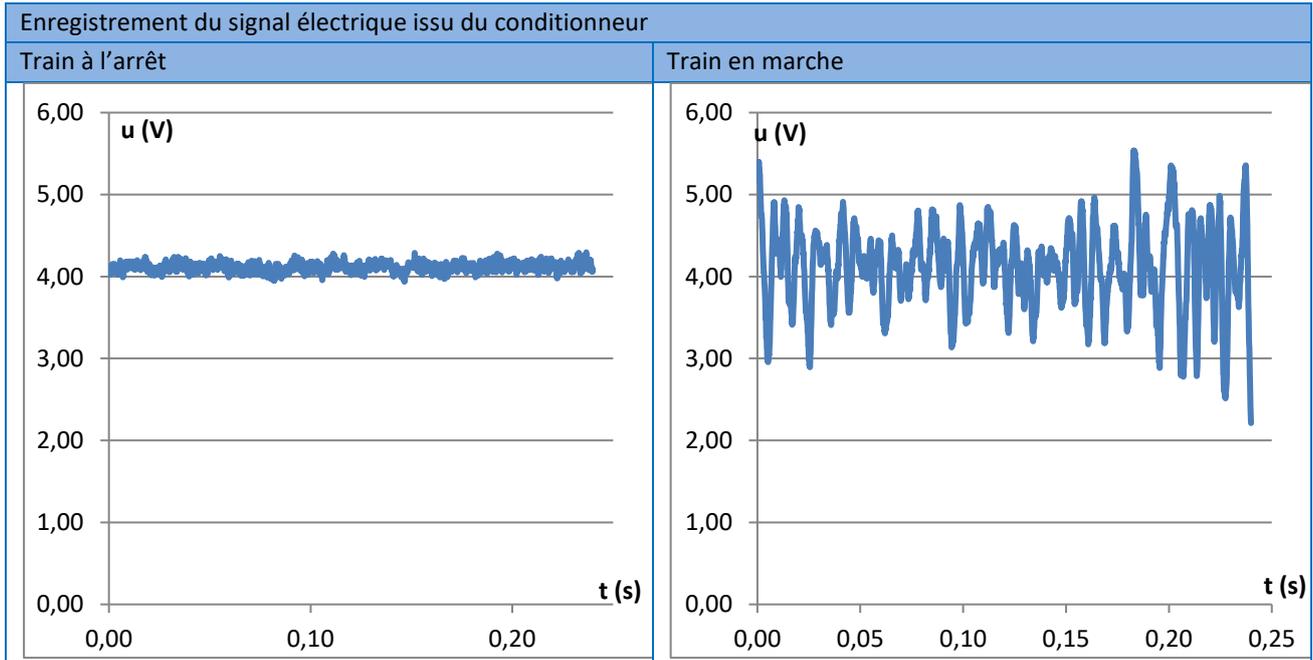


Source : <https://www.flickr.com/photos/>

Christian Bodiguel cuisinier en chef du train utilise une balance numérique pour doser les différents ingrédients de ses recettes.

Le mouvement du train en marche a une influence directe sur le signal en sortie du transmetteur et donc sur la valeur de la masse indiquée. Christian Bodiguel ne peut pas accepter de réaliser ses recettes avec une telle variation dans l'évaluation de la masse. Vous êtes le technicien de la société « BALANCE + », vous êtes chargé de trouver et mettre en œuvre un dispositif permettant d'assurer une mesure de masse précise dans les conditions extrêmes du wagon-restaurant.

Vous vous rendez dans le train pour procéder à des mesures in-situ dont les résultats sont donnés ci-dessous.

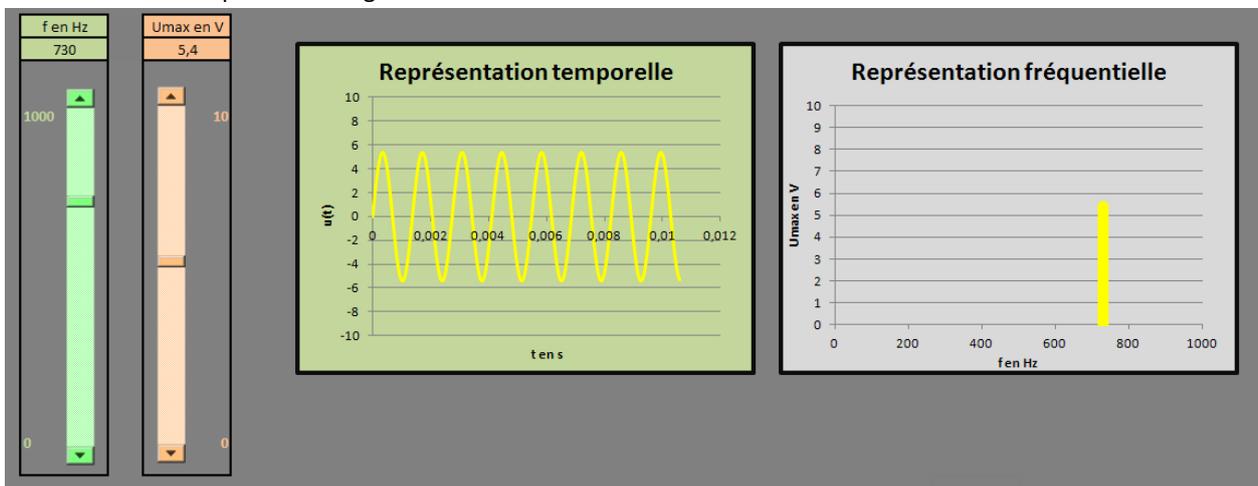


1. Comment appelle-t-on le signal donné lorsque le train est à l'arrêt ?
2. Le signal observé pour le train en marche peut être assimilé à la superposition de deux signaux. Préciser la forme et l'origine de ces deux signaux.
3. Choisir parmi ces deux signaux celui qui est « utile » et qu'il faudra conserver pour mesurer la masse de l'objet sur la balance. De quoi dépend ce signal ?
4. Choisir celui qu'il faudra arriver à éliminer pour faire une lecture correcte de la masse. De quoi dépend ce signal ?

Représentation fréquentielle d'un signal sinusoïdal

Dans cette partie, nous simulerons les signaux électriques que nous avons observés précédemment sur l'oscilloscope à l'aide d'un programme informatique.

5. Quelles sont les informations qu'il faut connaître pour représenter correctement un signal sinusoïdal ?
6. Exécuter le programme **graphe une tension.xlsxm**.
7. Observer l'allure du signal. De quel type de signal s'agit-il ?
8. Agir sur la glissière « U_{max} », que se passe-t-il ?
9. Agir sur l'autre glissière pour régler la fréquence à environ 200 Hz. A partir de la représentation temporelle, retrouver la période du signal.



La fenêtre située à droite de la représentation temporelle est la représentation fréquentielle du signal.



10. Donner les informations que vous pouvez obtenir à partir de cette représentation.
11. Vérifier ce que vous avez compris en faisant varier l'amplitude et la fréquence du signal.
12. Grâce à quelques phrases courtes, décrire la représentation fréquentielle et les informations que l'on peut y trouver.
13. Tracer à la main, la représentation fréquentielle des signaux suivants. Vérifier vos résultats avec le programme **graphe une tension.xlsxm**

	Fréquence	Amplitude
Signal 1	500 Hz	6V
Signal 2	800 Hz	2V
Signal 3	0 Hz	5V

14. Copier les représentations fréquentielles données par le logiciel et les incorporer à votre compte rendu.
15. Parmi les trois signaux précédents, quel est celui qui représente le mieux le signal à la sortie du conditionneur de la balance lorsque le train est à l'arrêt ?

Somme de deux signaux sinusoïdaux

Lancer le programme **graphe deux tensions.xlsxm**. Ce programme permet de fixer les paramètres de deux signaux et de les visualiser en même temps.

16. Cas n°1 :

1. Fixer la fréquence du signal 1 à 0 avec une amplitude de 4V. Quel type de signal observez-vous ?
2. Fixer la fréquence du signal 2 à 400 Hz avec une amplitude de 1V. Vérifier que la représentation fréquentielle correspond à ce qui est attendu.
3. Observer la représentation temporelle et la représentation fréquentielle de la fenêtre « u_1+u_2 ». Décrire en quelques mots le signal « u_1+u_2 ».

17. Cas n°2 :

4. Fixer une fréquence d'environ 200 Hz pour le signal 1. Conserver le signal 2 précédent. La somme des deux signaux est-elle sinusoïdale ? La somme est-elle périodique ?
5. Parmi les deux représentations proposées, quelle est celle qui permet de reconnaître facilement que « $u_1 + u_2$ » est constitué de deux signaux sinusoïdaux ?

18. Parmi les deux cas vus précédemment, dire pour lequel « $u_1 + u_2$ » ressemble au signal observé sur l'oscilloscope lorsque le train est en marche.

Filtrage

L'objectif de la partie suivante est de réaliser un traitement particulier sur le signal électrique issu du conditionneur afin de conserver le signal utile et éliminer l'autre. Une opération de filtrage permet de conserver la partie du signal utile pour l'utilisateur et d'éliminer l'autre partie.

Pour mettre en évidence la fonction filtrage, nous utiliserons un programme permettant de simuler le fonctionnement de différents filtres.

19. Exécuter le programme **filtrage.xlsxm**.

20. Adopter une démarche méthodique et structurée pour répondre aux questions suivantes :

6. Qu'est-ce qu'un filtre passe-bas ?
7. Qu'est-ce qu'un filtre passe-haut ?
8. Que représente la fréquence de coupure ?
21. Présenter vos conclusions sous forme de phrases courtes et claires.
22. Quel type de filtre utiliseriez-vous dans le cas de notre balance de train postal ? Préciser sa fréquence de coupure.
23. Mettre en œuvre le filtre sur la chaîne de mesure. Vérifier que l'objectif fixé a bien été atteint.
24. Préparer un document de synthèse (type diaporama) que vous devrez présenter à Christian Bodiguel pour lui expliquer le problème rencontré et la solution que vous avez adoptée pour y remédier.



ACTIVITÉ 2 : Filtrage de signaux périodiques

Dans la chaîne de traitement de l'information, les signaux délivrés par les capteurs doivent souvent subir des opérations de **filtrage** et **d'amplification** avant de pouvoir être traités par un Convertisseur analogique-numérique (CAN). Dans cette activité expérimentale, nous nous proposons d'étudier ces deux opérations.

Partie 1 : Réglage des signaux

Nous utilisons un Générateur Basse Fréquence (GBF) pour produire des **signaux périodiques de fréquence et d'amplitude réglables** qui simulent les signaux délivrés par les capteurs dans la chaîne de traitement de l'information.

- Réaliser le protocole de réglage du GBF décrit dans le document 1 ci-dessous :

DOCUMENT 1 : Réglage du GBF

A l'aide de la notice fournie par le professeur, réaliser les réglages suivants :

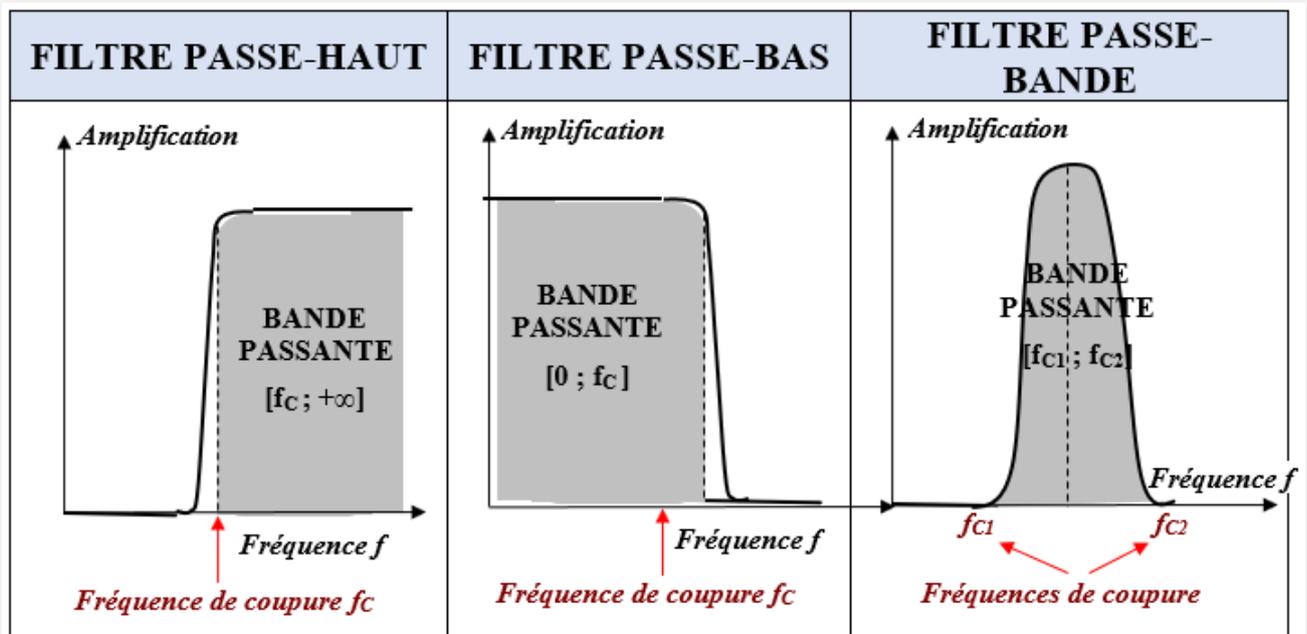
- **Brancher** un multimètre réglé en voltmètre sur la sortie du GBF ;
- **Mettre** le GBF sous tension ;
- **Sélectionner** une tension **sinusoïdale** et **ajuster** la fréquence du GBF à $f \approx 2,0 \text{ kHz}$;
- **Ajuster l'amplitude** du signal du GBF jusqu'à obtenir une tension efficace à $U_{\text{EFF}} = 4 \text{ V}$;
- **FAIRE VÉRIFIER** LES RÉGLAGES.

Partie 2 : Filtrage des signaux

Les enceintes stéréo sont constituées de haut-parleurs associés à des filtres qui sont des circuits électriques permettant de sélectionner certaines fréquences sonores.

1. Lire les documents 2 et 3 et préciser pour chaque haut-parleur le **type** et la **bande passante** du filtre cross-over qui le précède.

DOCUMENT 2 : Les différents types de filtres



DOCUMENT 3 : Les filtres cross-over

Les **filtres cross-over** sont une catégorie de circuits électroniques conçus spécifiquement pour des utilisations dans des applications audio. Ces circuits permettent de filtrer les fréquences afin que chaque haut-parleur reçoive des fréquences comprises entre 20 hertz à 20 000 hertz (plage de sons audibles pour l'oreille humaine).

Afin d'obtenir une reproduction hi-fi fidèle, chaque haut-parleur est précédé d'un filtre cross-over permettant de lui envoyer uniquement les fréquences de vibration de sa membrane.

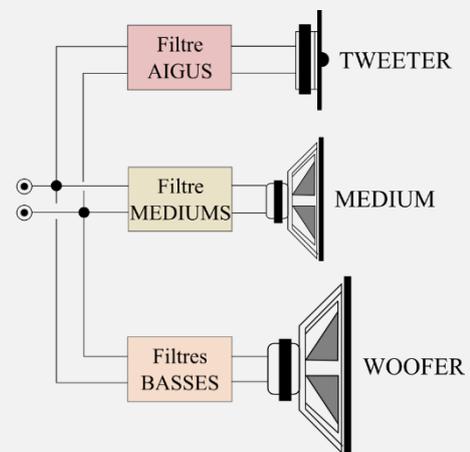
Haut-parleur tweeter

Haut-parleur medium

Haut-parleur woofer

*Licence Creative Commons-Share Alike*

- Le haut-parleur **tweeter** est précédé d'un filtre cross-over qui permet de sélectionner les hautes fréquences (sons aigus) supérieures à 3000 Hz en bloquant toutes les fréquences inférieures.
- Le haut-parleur **médium** est précédé d'un filtre cross-over qui permet de sélectionner les hautes fréquences comprises entre 400 et 3000 Hz en bloquant toutes les fréquences inférieures et supérieures.
- Le haut-parleur **woofer** est précédé d'un filtre cross-over qui permet de sélectionner les basses fréquences (sons graves) inférieures à 400 Hz en bloquant toutes les fréquences supérieures.

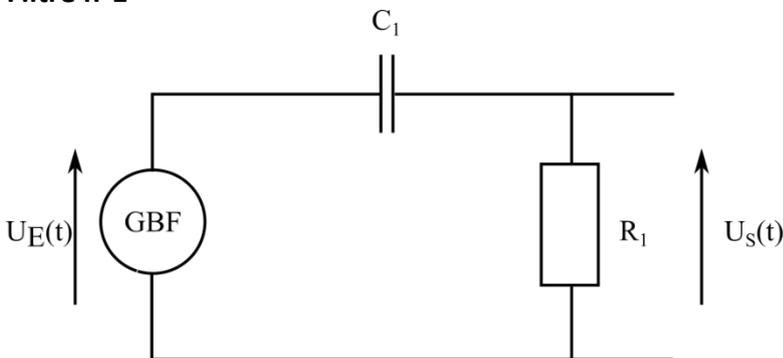


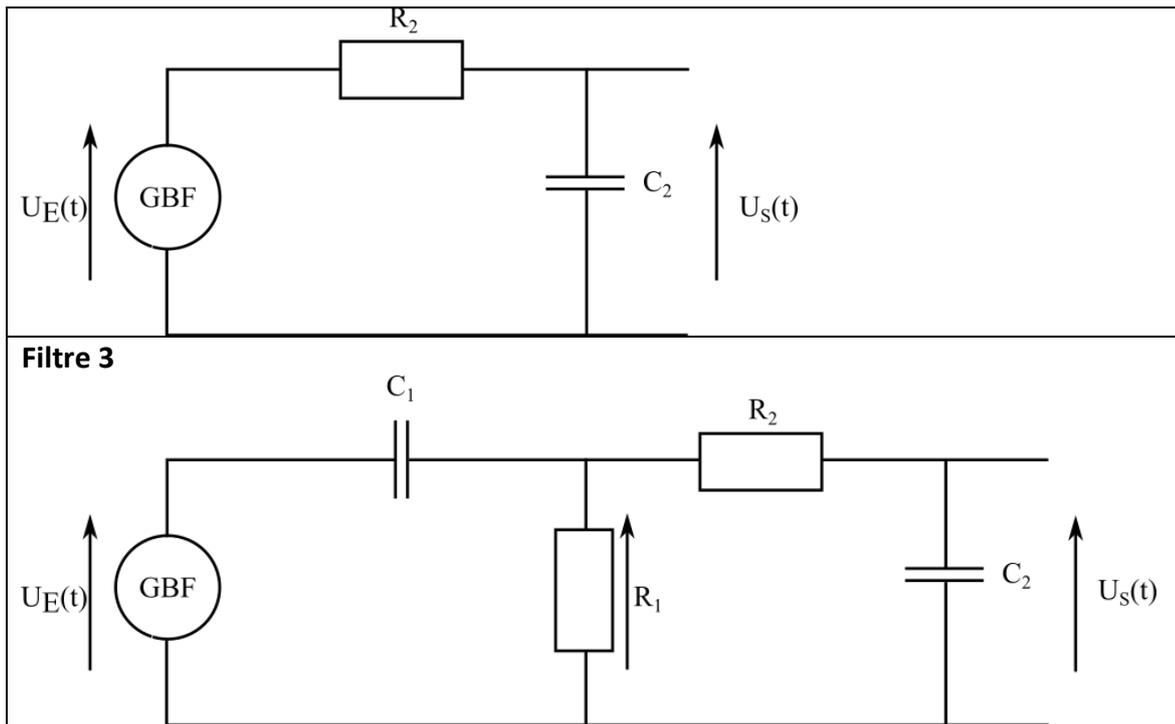
D'après <http://electronique1.blogspot.com/2011/01/filtres-cross-over.html>

Problématique : vous disposez de trois filtres représentés ci-dessous et vous devez déterminer expérimentalement la bande passante de chaque filtre afin de l'associer au bon haut-parleur.

Pour chaque filtre on a :

- $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$
- $C_1 = 47 \text{ nF}$
- $C_2 = 470 \text{ nF}$

Filtre n°1**Filtre 2**



U_E est une tension sinusoïdale de valeur efficace $U_{EFF} = 4\text{ V}$ délivrée par un GBF (on peut faire varier la fréquence). Si besoin, il faudra agir sur l’amplitude du GBF en cours de mesure pour maintenir $U_{EFF} = 4\text{ V}$.

2. En vous aidant du document 4, écrire un protocole expérimental permettant de déterminer l’évolution du facteur d’amplification d’un filtre en fonction de la fréquence du signal délivré par le GBF. **Faire vérifier le protocole.**
3. Indiquer les branchements des appareils de mesure à utiliser sur le schéma électrique du filtre 1 et rappeler le nom de ce mode de branchement.

DOCUMENT 4 : Facteur d’amplification et bande passante

Un filtre est défini par son facteur d’amplification noté A et donné par la relation : $A = \frac{U_S}{U_E}$

U_S et U_E sont les valeurs efficaces des tensions de sortie et d’entrée mesurées avec le voltmètre.

Propriétés :

- (1) Le facteur d’amplification d’un filtre varie en fonction de la fréquence du signal d’entrée.
- (2) La bande passante d’un filtre est définie comme étant le domaine de fréquences où le facteur d’amplification A est supérieur ou égal à $\frac{A_{max}}{\sqrt{2}}$ avec A_{max} le facteur d’amplification maximale du filtre.

■ **Étude du filtre 1 :**

- Réaliser le montage et le **FAIRE VÉRIFIER**.
- Réaliser les mesures nécessaires pour les valeurs de fréquences ci-dessous. Saisir les valeurs mesurées dans un tableau.

Fréquence (Hz)	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000	20000
-----------------------	----	----	-----	-----	-----	------	------	------	------	-------	-------	-------

Penser à maintenir $U_{EFF} \approx 4\text{ V}$ au cours de toute l’étude.



4. Tracer la courbe représentant le facteur d'amplification A en fonction de la fréquence f en **choisissant une échelle logarithmique** pour la fréquence

⚠ On ne demande pas de modélisation.

5. **FAIRE VÉRIFIER** et **imprimer** la courbe obtenue **avec le tableau de mesures**.
6. Déterminer graphiquement la bande passante du filtre 1 à l'aide des indications fournies dans le document 4 et noter le résultat obtenu.

■ **Étude du filtre 2 :**

7. Reprendre le même protocole que pour le filtre 1 et noter le résultat obtenu pour la bande passante.

■ **Étude du filtre 3 :**

8. Reprendre le même protocole que pour le filtre 1 et noter le résultat obtenu pour la bande passante.

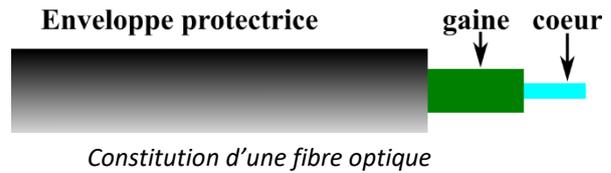
Conclusion :

9. Répondre à la problématique en rédigeant une conclusion argumentée dans un vocabulaire scientifique adapté.



ACTIVITÉ 3 : Transmission par fibre optique

Le déploiement de la fibre optique (voir image ci-contre) a révolutionné l'ère d'internet en permettant la transmission, grâce aux ondes lumineuses, des données à très haut débit sur de grandes distances.



Partie 1 : Étude d'une fibre optique

Les fibres optiques se distinguent par plusieurs caractéristiques essentielles dans la transmission de signaux numériques.

- Répondre aux questions qui suivent à l'aide du document 1.
 1. Quels sont les deux grands types de transmission utilisés pour les signaux numériques ?
 2. Quelles sont les principales caractéristiques d'une fibre optique ?
 3. Parmi les caractéristiques précédentes, quelle est celle qui fait de la fibre optique un support idéal pour les communications longue distance ? **Justifier.**
 4. Quelles sont les principaux avantages des fibres optiques dans les transmissions numériques ?

Partie 2 : Étude expérimentale

5. Après avoir réalisé le protocole expérimental décrit dans le document 2, expliquer pourquoi on parle de propagation guidée de la lumière.
6. Le montage expérimental du Document 3 simule une transmission numérique par fibre optique. Le signal électrique émis est généré par le GBF, son amplitude est notée U_e . A la sortie de la fibre optique, le signal lumineux est converti en signal électrique d'amplitude U_s à l'aide d'un capteur optique (phototransistor).
Quel est le rôle de la résistance en série avec le phototransistor ?
7. Après avoir réalisé les réglages décrits dans le document 3, noter les fréquences et les amplitudes **des deux signaux** U_e et U_s .

- Influence de la fréquence du signal émetteur :
 - ▶ Problème posé : la fibre optique modifie-t-elle la fréquence du signal ?
 - ▶ Indication : les contraintes technologiques du montage imposent d'utiliser des fréquences dans la gamme entre 0 et 5 kHz.
- 8. Écrire un protocole expérimental pour répondre au problème et le **faire vérifier.**
- 9. Réaliser le protocole en regroupant les mesures dans un tableau et conclure.

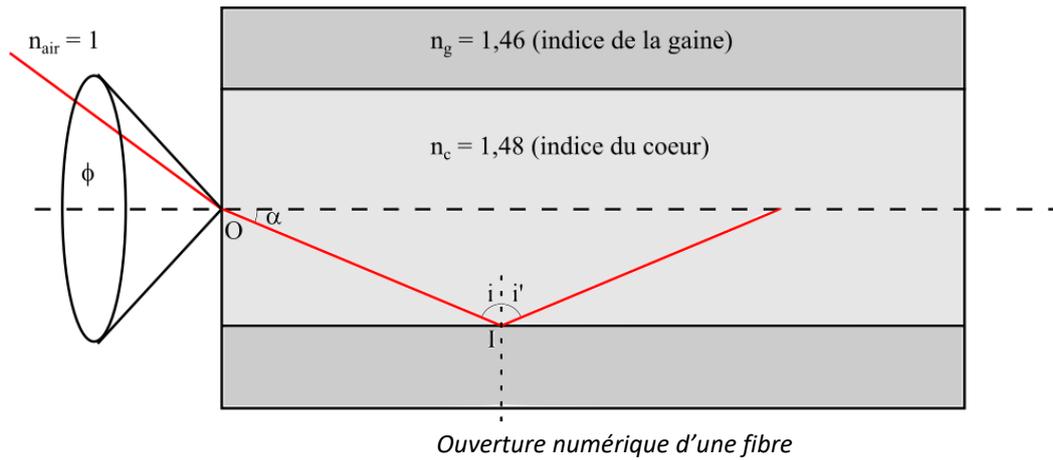
- Atténuation du signal :

Vous disposez de 2 fibres optiques de même type et de longueurs respectives **L1 = 1,0 m** et **L2 = 5,0 m**.

10. À l'aide du **document 4**, écrire un protocole expérimental permettant de mesurer le coefficient d'atténuation du type de fibre optique dont vous disposez. **Faire vérifier.**
11. Réaliser le protocole, regrouper les mesures dans un tableau et détailler le calcul du coefficient d'atténuation.
12. Le résultat obtenu est-il cohérent avec les indications du document 1 ? Justifier.

Partie 3 : Ouverture numérique

Pour qu'un faisceau lumineux soit guidé dans la fibre, il faut que son angle d'incidence soit inférieur à l'angle limite ou angle d'acceptance Φ représenté ci-dessous. L'ouverture numérique est un paramètre important de la fibre : une forte ouverture numérique permet de transmettre une grande quantité de lumière.



13. Expliquer le principe de guidage de la lumière dans une fibre optique en vous aidant du schéma ci-dessus.

Une méthode approximative de mesure de l'ouverture numérique est décrite dans le document 5.

14. À l'aide du document 5, trouver une relation entre Φ , L et D.

15. Réaliser le montage décrit dans le document 5, mesurer la largeur de la tâche pour 3 valeurs de distances D et calculer Φ .

16. En déduire la valeur moyenne de Φ et calculer l'**ouverture numérique** de la fibre donnée par la relation $ON = \sin \Phi$

17. Le fabricant de la fibre optique indique une ouverture numérique $ON \approx 0,45$. Comparer la valeur obtenue avec celle du fabricant et citer toutes les sources d'incertitudes rencontrées.

**DOCUMENT 1 : Les différents types de transmissions numériques**

Voici un tableau récapitulatif des principales caractéristiques de différents types de transmissions numériques :

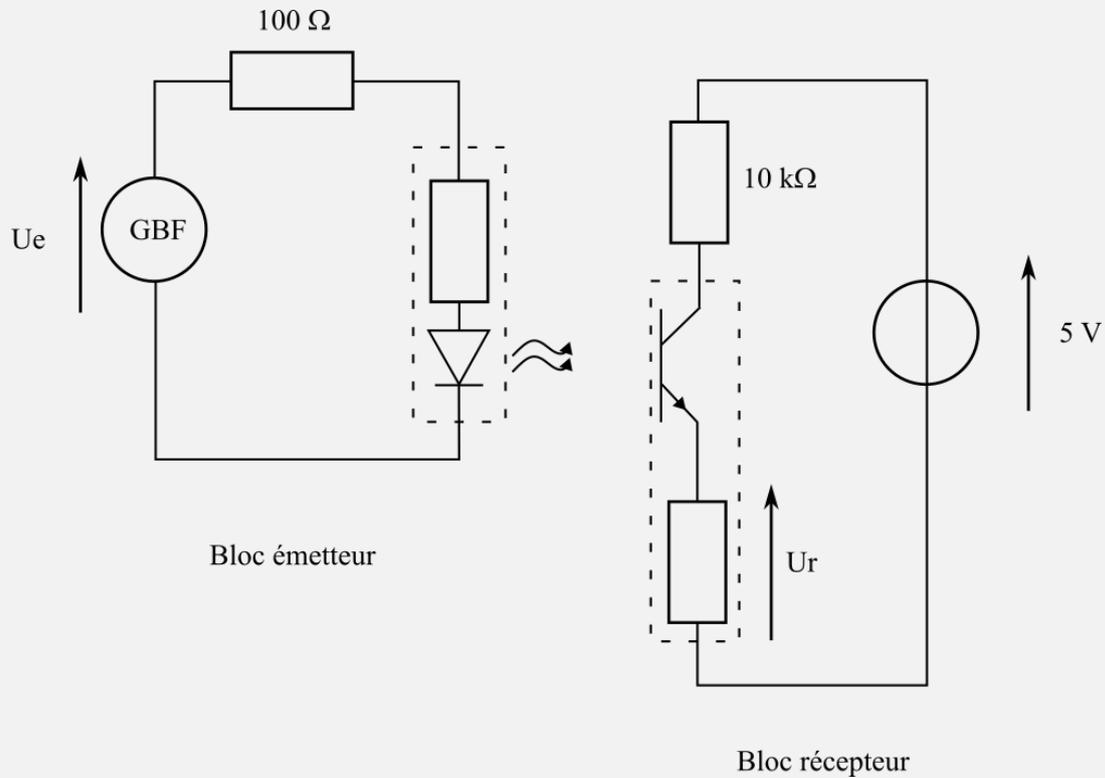
Type de transmission	Bande passante	Coefficient d'atténuation	Débit binaire	Ouverture numérique	Remarques
Guidée par ligne téléphonique - ADSL	Quelques MHz	1,5 dB/m	10 kbits/s	Non concerné	Les signaux s'atténuent fortement après quelques km dans la ligne
Guidée par fibre optique multimode – ligne télécommunication	≈ 3,5 THz	0,7 à 4 dB/km	Jusqu'à 10 Gbits/s	≈ 0,1	Immunité des interférences électromagnétiques, elle permet de transmettre le signal sur des dizaines de milliers de km
Guidée par fibre optique monomode – ligne télécommunication	Pratiquement illimitée	0,2 à 0,4 dB/km	40 à 100 Gbits/s	De 0,2 à 0,3	Même remarque que pour la multimode. Ne supporte que de faibles courbures
Guidée par câble coaxial	≈ 1 GHz	0,17 dB/m	10 Mbit/s (100m)	Non concerné	Les signaux s'atténuent après quelques dizaines de m parcourus dans le câble
Libre par transmission hertzienne Wi-Fi (réseau local)	De 20 à 160 MHz	Important	10 Mbit/s	Non concerné	Les signaux s'atténuent fortement après quelques dizaines de mètres dans l'air
Libre par transmission hertzienne (chaînes satellites)	De 2 à 4 GHz	Important	100 Mbit/s	Non concerné	Les signaux peuvent parcourir quelques dizaines de milliers de km mais le délai de transmission du signal est élevé

- **L'ouverture numérique** détermine la capacité de la fibre à accepter la lumière. Elle s'exprime sans unité.
- **L'atténuation** caractérise la perte de signal sur une certaine distance exprimée en $\text{dB}\cdot\text{m}^{-1}$.
- **La bande passante** représente la largeur de la bande de fréquences qu'un système de transmission est capable de transmettre sans atténuation. Elle est généralement exprimée en hertz (Hz).
- **Le débit de données**, quant à lui, est la quantité de données transmises par unité de temps, généralement exprimée en bits par seconde ($\text{bit}\cdot\text{s}^{-1}$).

**DOCUMENT 2 : Montage expérimental**

Le montage expérimental est constitué :

- D'un Générateur Basse Fréquence (GBF) permettant d'alimenter la DEL.
- D'un bloc émetteur comportant une DEL émettant une onde lumineuse infrarouge (et un peu rouge !).
- D'un bloc récepteur comportant un **phototransistor** convertissant le signal lumineux reçu en courant électrique.



⚠ Pour le réglage du GBF suivre les indications du professeur

- **Réaliser** le montage sur deux platines d'expérimentation **sans allumer les générateurs** et le **faire vérifier**.
- **Régler** le GBF pour avoir une tension sinusoïdale de fréquence **f = 1 Hz** et d'amplitude maximale.
- **Observer** la DEL clignoter et **augmenter** progressivement la fréquence jusqu'à **50 Hz**.
- **Relier** une extrémité de la fibre optique à la DEL (un système de fixation par vissage permet de connecter la fibre à la DEL) et **observer** l'autre extrémité restée libre.
- **Connecter** l'autre extrémité de la fibre optique au bloc récepteur et **alimenter** le bloc récepteur avec le générateur 5V.

DOCUMENT 3 : Visualisation des tensions Ue et Ur.

- **Mettre en œuvre** le système de mesure de tension utilisé au lycée pour visualiser les signaux Ue et Ur.

**DOCUMENT 4 : Atténuation**

Dans le montage expérimental utilisé dans ce TP, on peut calculer le coefficient d'atténuation du signal dans un type de fibre optique avec la relation suivante :

$$A = \frac{20 \times \log \left(\frac{U_{S \max 1}}{U_{S \max 2}} \right)}{\Delta L}$$

A est le coefficient d'atténuation exprimé en **dB.m⁻¹**.

U_{S max 1} et **U_{S max 2}** sont les amplitudes (**en V**) des signaux à la sortie des fibres optiques de longueur L1 et L2.

ΔL = L2 – L1 la différence de longueur entre les fibres optiques (**en m**).

DOCUMENT 5 : Méthode de mesure approximative de l'ouverture numérique d'une fibre optique

Dans ce montage, on considère que la divergence du faisceau lumineux en sortie de fibre optique est équivalente au cône d'acceptance en entrée de fibre optique.

Soit L la largeur de la tache centrale et D la distance fibre-écran.

