

## TP n°9 : transmission d'un signal en bande de base à l'aide d'une fibre optique .

→ **But du TP** : le but de ce neuvième TP de seconde année est l'étude d'une chaîne de transmission utilisant une fibre optique. Le support de transmission est alimenté par des signaux aléatoires et on veut étudier le comportement des différents éléments de la chaîne. Les signaux seront émis par un ordinateur équipé du logiciel Labview permettant de disposer d'un signal aléatoire sur la carte de sortie. On étudiera la maquette utilisée et on mesurera la qualité de la transmission en traçant le diagramme de l'oeil.

### A) Obtention d'un signal aléatoire.

Ce signal est généré par le « vi » « genebit-alea.vi » présent dans le répertoire de classe.

La copie de ce vi est donnée en annexe 1. Sur ce vi, on peut voir deux générateurs :

- un générateur de séquence aléatoire binaire.
- un générateur de signaux carrés à la fréquence correspondant au rythme de la séquence binaire. Celui-ci nous servira à la synchronisation lors du tracé du diagramme de l'oeil.

Identifier sur la copie du vi ces deux générateurs.

### Vérification du fonctionnement.

Brancher les deux sorties AO0 et AO1 de la carte NI aux deux voies de l'oscilloscope..

Lancer le « vi » après avoir préalablement indiqué un débit de 10 kHz par exemple, et un niveau de bruit de 0.

Visualiser les deux signaux, identifier la séquence binaire aléatoire  $s(t)$  et le signal horloge  $h(t)$ .

Imprimer ces deux signaux et donner leurs caractéristiques temporelles. (notamment la fréquence pour  $h(t)$  et les niveaux de tension).

### B) étude de la maquette fibre optique.

On dispose d'une maquette dont le schéma structurel est donné annexe 2.

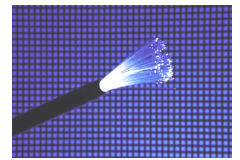
On rappelle les données suivantes sur le spectre de la lumière visible :

$$: \lambda_{\text{BLEU}} = 490 \text{ nm}; \lambda_{\text{JAUNE}} = 580 \text{ nm}; \lambda_{\text{ROUGE}} = 660 \text{ nm}$$

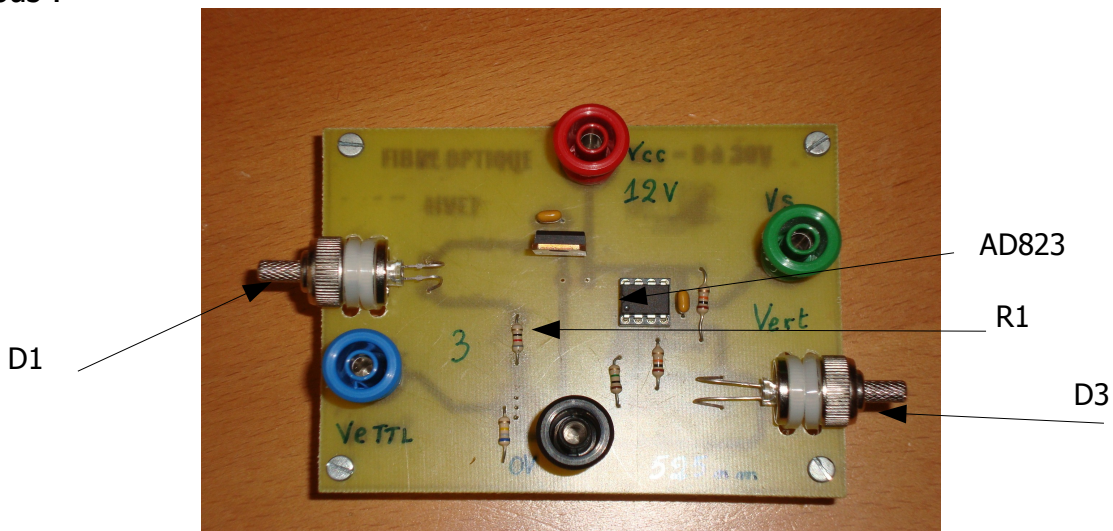
Si  $\lambda < \lambda_{\text{BLEU}}$ , comment s'appelle le domaine du visible ?

Même question si  $\lambda > \lambda_{\text{ROUGE}}$ .

D'après vous, à quelle couleur correspond  $\lambda = 565 \text{ nm}$  ?



On utilisera la maquette repérée « rouge » ou « vert » dont une photo est présente ci-dessous :



Pour la maquette « rouge », D1 est une diode électroluminescente de type MARL 110069 et D3 une photo diode de type EPD-660.

Pour la maquette « vert », D1 est une diode électroluminescente de type MARL NSPG500S et D3 une photo diode de type EPD-525.

Les caractéristiques de ces composants sont données dans les fichiers de même nom que les composants fournis dans le répertoire classe. .

Pour obtenir un courant de 20mA dans la LED D1 (valeur conseillée par le constructeur) déterminez la valeur à attribuer à la résistance R1. Noter la cohérence avec R1 soudée sur la maquette.

Mesurez la tension aux bornes de R1 en imposant une tension de 5V continue sur l'entrée  $V_e$ . En déduire la valeur du courant  $I_{D1}$ . Commentez.

Quelles sont les valeurs extrêmes de flux lumineux envoyé pour 20mA d'après les doc constructeurs ? Quelle est l'unité de flux lumineux ?

Le flux lumineux reçu est converti en courant par la photo diode D3.

Le montage à amplificateur opérationnel est un convertisseur courant-tension.

Quel est le rôle des résistances R3 et R4 ? Répondre à cette question en indiquant la valeur de  $V^+$  pour le composant AD823.

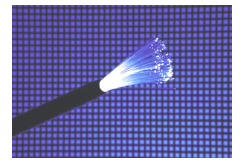
En utilisant le théorème de superposition, montrer que l'expression de la tension de sortie  $V_s$  vaut, en négligeant l'influence du condensateur C4 :

$$V_s = V_{cc}/2 - R_2 \cdot I_{\Phi}$$

Reliez la LED émettrice à la photo diode par une fibre plastique courte de longueur L.

Imposez un signal d'entrée de type TTL [0-5V] de fréquence  $f = 1 \text{ kHz}$ .

Visualisez  $v_e(t)$  et  $v_s(t)$  avec une sonde. Imprimez les chronogrammes correspondants.



Faire apparaître sur les chronogrammes la valeur de la tension  $V_s$  pour les 2 états logiques présents en entrée. En déduire la valeur de  $I_\phi$  quand la photodiode est éclairée.

On veut trouver la puissance lumineuse reçue par la photodiode : trouver le coefficient entre l'intensité électrique (en Ampère) et la puissance lumineuse ( en Watts) envoyée en consultant la doc constructeur de la photo-diode D3

En déduire la valeur de la puissance lumineuse reçue quand la photo-diode est éclairée.  
On la notera  $P_r$ .

Reliez la LED émettrice à la photo diode par une fibre plastique longue de longueur  $L'$

Imprimez les tensions d'entrée et de sortie à 1kHz. (Pour la tension de sortie, on se placera en couplage AC qui élimine la composante continue de 6V)

Déterminez comme précédemment la valeur de la tension  $V_s$  pour les 2 états logiques.

En déduire la valeur de  $I'_\phi$  quand la photodiode est éclairée.

Quelle est la puissance lumineuse reçue par la photodiode (voir doc constructeur) ?  
On la notera  $P'_r$ .

Détermination de la valeur de l'atténuation dans la fibre .

La puissance lumineuse  $P_r$  reçue par la photodiode est fonction de la puissance lumineuse  $P_e$  émise par la LED et de la longueur de la fibre.

La puissance lumineuse dans la fibre varie exponentielle suivant la loi :

$P_r(x=L) = P_e(x=0) \cdot e^{-\alpha \cdot L}$  où la variable  $\alpha$  ( en  $m^{-1}$ ) le coefficient d'atténuation dans la fibre.

Or, le constructeur chiffre en général  $N$ , l'atténuation en dB/m qui est par définition :

$$N_{dB/m} = \frac{1}{L} \cdot 10 \cdot \log \left( \frac{P_e(x=0)}{P_r(x=L)} \right)$$

En déduire que :  $N_{dB/m} = \frac{10}{2,3} \cdot \alpha$  avec  $2,3 = \ln(10)$

Dans le TP, l'atténuation  $N_{dB/m}$  peut être évaluée à partir des puissances reçues pour les 2 longueurs  $L$  et  $L'$ .

Valider alors une expression de la forme :  $N = \frac{10}{L' - L} \log \frac{P_r}{P'_r}$

Chiffrer la valeur de  $N$  et comparer avec la documentation constructeur. ( fibre Conrad )

---

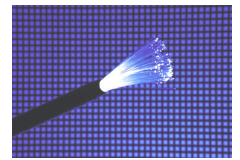
Ce produit est utilisé dans le domaine industriel, pour effectuer les opérations suivantes : mesurer et capter, signaler, commander, régler et éclairer.

**Fonctionnalités :**

Matière fibreuse : plastique (PMMA) Type de fibre : saut d'indice/multimode

**Caractéristiques techniques :**

Atténuation: 0,18 dB Fibres (nombre): 1 Ouverture numérique: 0.53 Rayon de courbure (min.): 10 mm

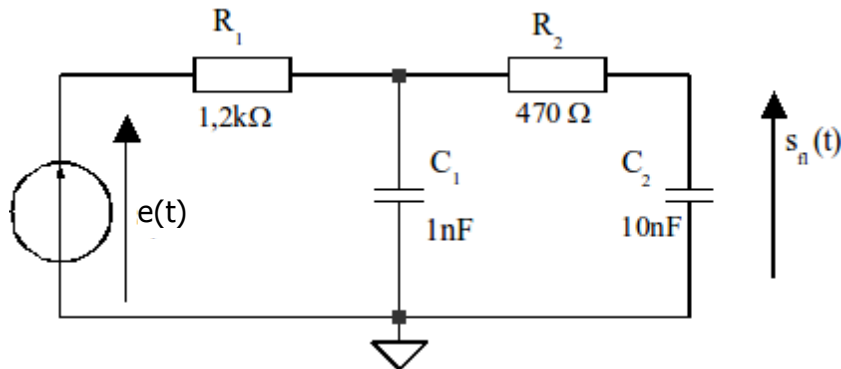


### C) Effet de la ligne sur la transmission d'un signal en bande de base.

#### Dégradation du signal le long d'une ligne de transmission.

On a écrit dans le cours : « Toute ligne de transmission se comporte comme un filtre passe-bas » .

On simulera dans le TP la ligne de transmission (composants émetteur+récepteur+ fibre optique) par le montage ci-dessous :



Le signal d'entrée est donné par le générateur Labview « genebit\_alea.vi ».

Le débit du signal d'entrée  $e(t)$  est de 9600 bauds.

Visualiser et représenter  $h(t)$  et  $sf(t)$ .

Justifier rapidement l'allure obtenue pour  $sf(t)$ .

Placer alors le signal  $e(t)$  à l'entrée de la maquette et visualiser le signal de sortie  $vs(t)$

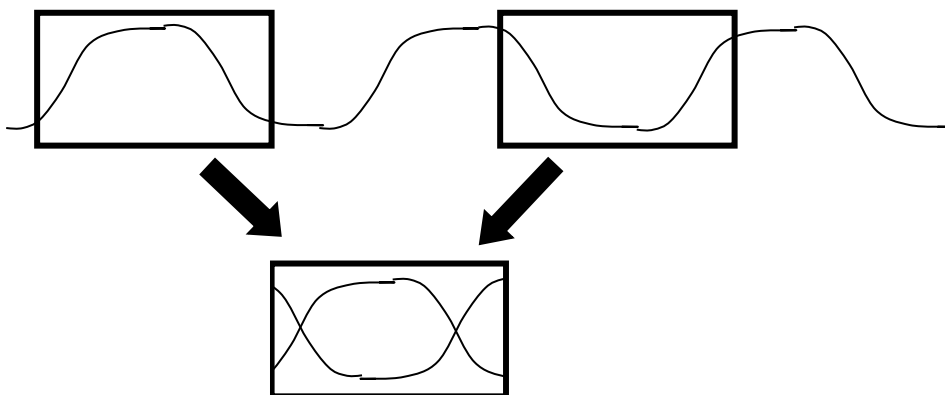
La forme de  $s(t)$  est-elle la même que celle de  $sf(t)$  visualisée précédemment ?

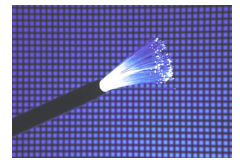
#### Qualité de la transmission.

Pour juger de la qualité de la transmission, on visualise à l'oscilloscope le diagramme de l'œil.

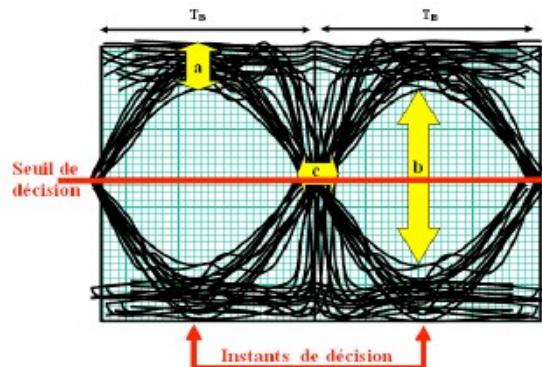
Il suffit de se synchroniser sur le signal d'horloge et de visualiser 2 ou 3 éléments du signal  $s(t)$  correspondant en mettant la persistance de l'oscilloscope au maximum ( $\infty$ ).

La succession aléatoire des états hauts et bas entraîne une superposition sur l'écran de courbes donnant l'apparence d'un œil.





Si l'œil est ouvert, on pourra reconnaître le niveau logique sans erreur ; s'il est fermé, le taux d'erreur sera important et la transmission jugée non valide.

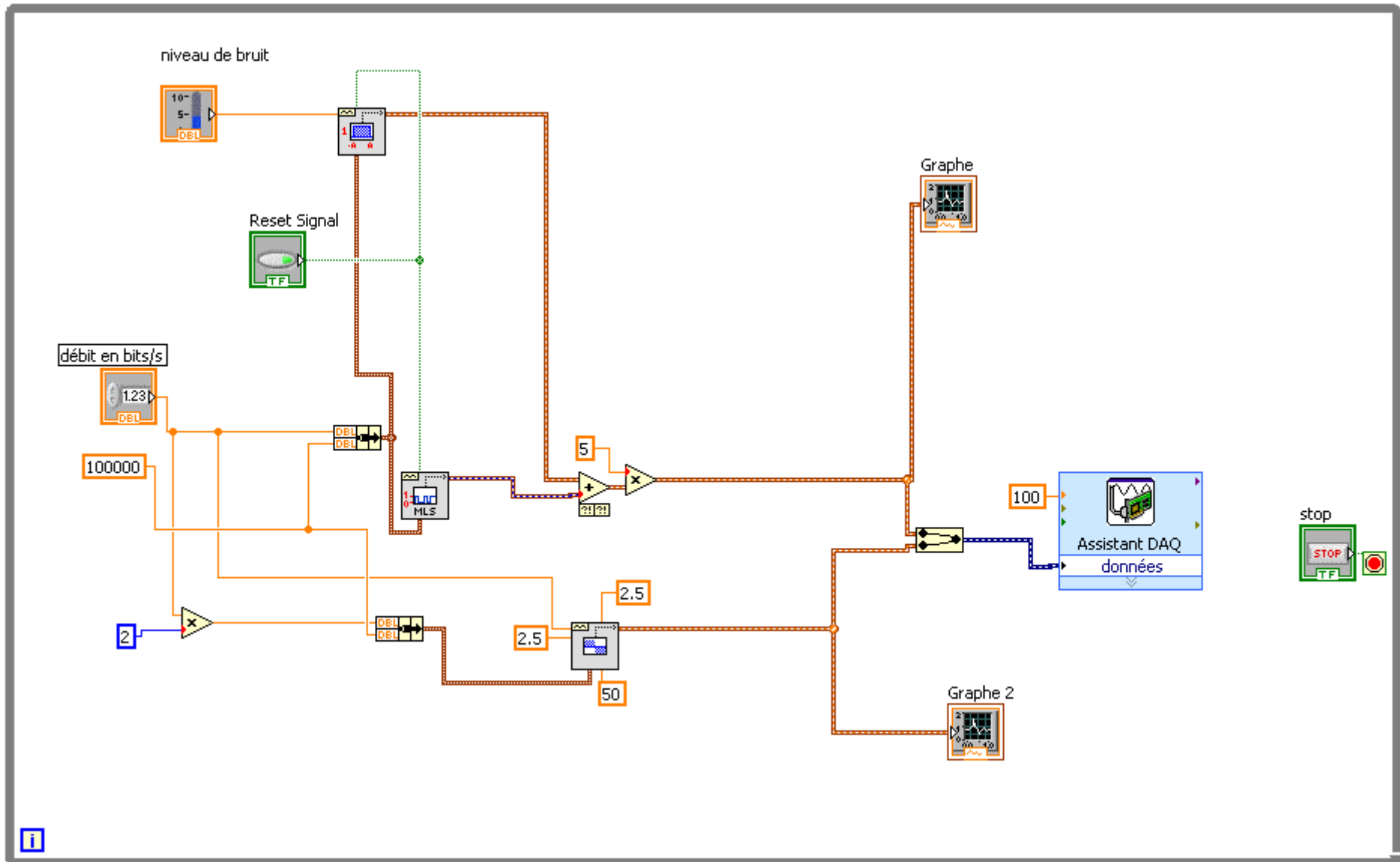


Représenter le diagramme de l'œil pour un débit de 9600 Bauds, 19200 Bauds puis 38400 Bauds. Commenter les allures obtenues et l'influence du débit sur les paramètres du diagramme de l'œil.

Dans le cas d'une transmission correcte, indiquer sur le chronogramme les instants de décision (c'est-à-dire les instants où il faut « lire » le niveau logique du signal pour une bonne interprétation) ainsi que les seuils de décision.

Augmenter le niveau de bruit à une valeur entre 25 et 50% et indiquer l'influence de ce paramètre sur les paramètres du diagramme de l'œil.

Annexe 1 : copie du vi « genebit\_alea.vi ».



**Annexe 2 : Schéma structurel de la maquette « fibre optique »**

