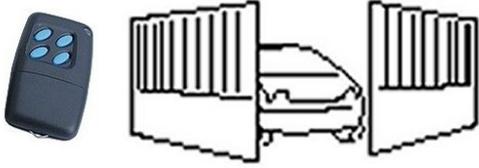


LYCEE BEAUMONT REDON	LYCEE JEAN GUEHENNO FOUGERES	LYCEE JEANNE D'ARC VITRE
<b>ACADÉMIE DE RENNES</b> <b>THEME 2006 BAC S.T.I. Génie électronique</b>		
OUVRE-PORTAIL		<b>SEQUENCE</b> Non évaluée
<b>PRESENTATION DES ELEMENTS CONSTITUANT LA BARRIERE INFRAROUGE</b>		

L'infrarouge a été découvert par l'astronome anglais d'origine allemande William Herschel (1738 -1822) en 1800 à partir de l'échauffement produit par le soleil.

Le rayonnement infrarouge est une onde électromagnétique, au même titre que les ondes radioélectriques. Il se situe au delà des rayonnements visibles de 760 nm à 1mm, comme le montre la figure 1 ci-dessous.

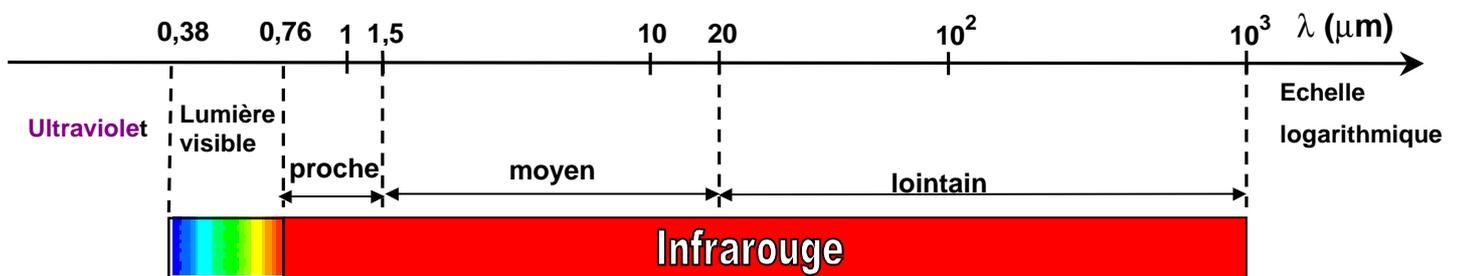


Figure 1

## 1. Quelques grandeurs photométriques.

### a- Intensité énergétique.

Etant donné qu'une source ne rayonne pas de la même façon dans toutes les directions, cette notion permet de caractériser le comportement énergétique d'une source suivant la direction considérée.

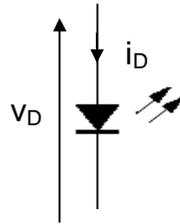
### b- Eclairement énergétique.

L'éclairement énergétique représente le flux de rayonnement qui arrive sur un objet. Il est défini par le quotient du flux lumineux que reçoit une surface par son aire. Son unité est le Watt par mètre carré ( $W.m^{-2}$ ).

## 2. Diodes Emettrices d'infrarouge.

Une diode émettrice d'infrarouge (IRED pour Infrared emitting diode) est une diode semi-conductrice (généralement à base de l'arséniure de gallium GaAs ou de ses composés) qui en polarisation directe produit un rayonnement dans l'infrarouge proche par émission spontanée. L'origine de la radiation émise est l'énergie libérée lors du passage d'un électron d'un niveau d'énergie élevé à un autre niveau inférieur.

Le symbole d'une diode émettrice d'infrarouge est :

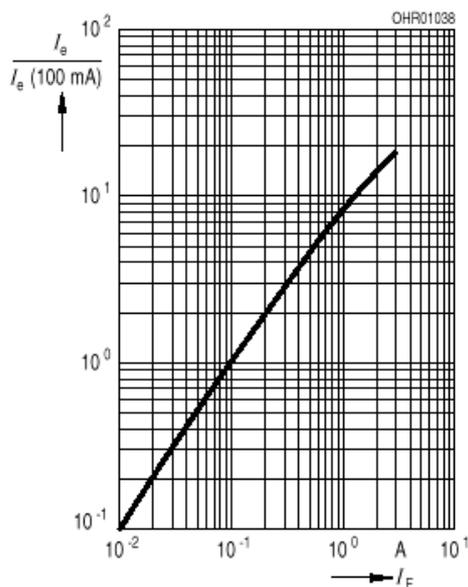


Parmi les principales caractéristiques, on peut citer :

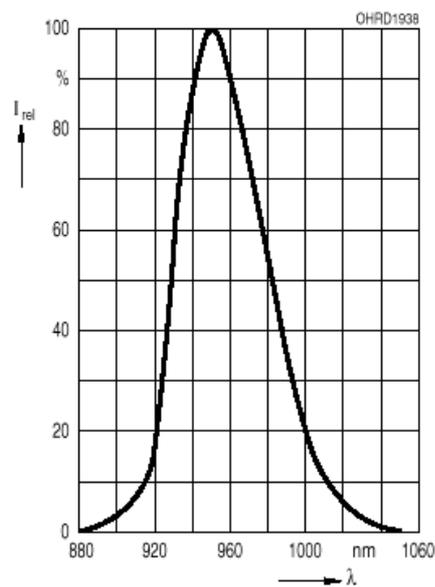
### a- Intensité lumineuse.

C'est l'intensité du courant dans la diode qui module le flux ou l'intensité énergétique de la radiation émise. Le constructeur donne la courbe de l'intensité énergétique  $I_e$ , rapportée à une valeur de référence  $I_{e_0}$ , dans l'axe du composant en fonction du courant dans la diode  $I_F$ .

Dans le cas de la diode émettrice LD271 utilisée dans le thème, cette courbe est donnée à la figure 2. L'intensité de référence est prise ici pour un courant  $I_{e_0} = 100\text{mA}$  et le relevé a été effectué avec des impulsions de  $20\ \mu\text{s}$  pour éviter l'échauffement de la diode.



**Figure 2:** Intensité énergétique en fonction du courant pour la diode



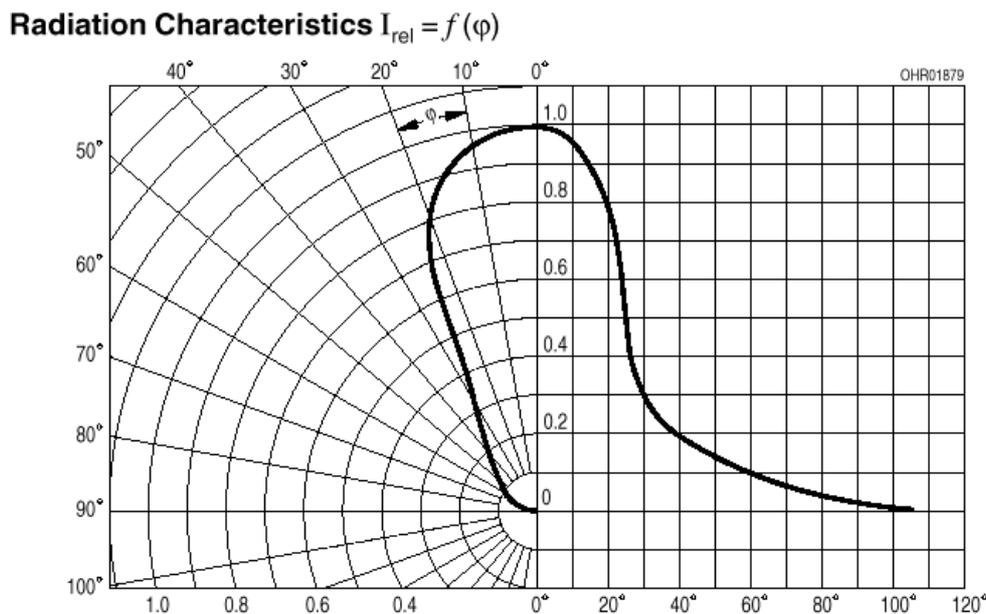
**Figure 3:** Spectre d'émission de la diode LD271

### b- Spectre d'émission.

La radiation émise par une diode infrarouge n'est pas monochromatique, mais possède un spectre continu. Un exemple de spectre de la diode LD271 est donné à la figure 3 et où les intensités énergétiques sont données en valeurs relatives (par rapport à la valeur maximale). L'abscisse  $\lambda_p$  du maximum est appelée longueur d'onde de pic. La largeur de la bande spectrale  $\Delta\lambda$  est définie à mi-intensité.

### c- Répartition spatiale de l'intensité énergétique.

Le constructeur précise la répartition de l'intensité énergétique relative ( $I_e/I_{e0}$ ) en fonction de l'angle  $\varphi$  définissant la direction d'observation. Sur la documentation technique on donne soit le diagramme de rayonnement, soit la courbe de l'intensité en fonction de l'angle  $\varphi$ , soit parfois les deux. Un exemple de ces représentations pour la diode infrarouge LD271 est donné à la figure 4. Pour chiffrer la plus ou moins grande directivité d'un émetteur, on définit l'angle de demi-intensité pour lequel l'intensité est la moitié de sa valeur axiale.



**Figure 4:** diagramme de rayonnement et courbe de l'intensité en fonction de l'angle  $\varphi$  définissant la direction d'observation pour la diode LD271.

On constate que la diode LD271 émet une forte intensité dans son axe, et qui diminue progressivement sous un angle de  $\pm 20^\circ$  pour chuter très rapidement au-delà.

### d- Caractéristique statique.

Pour utiliser une diode émettrice d'infrarouge, il suffit de la polariser en direct par une source de tension.

On se propose de relever la caractéristique  $i_D (v_D)$  de la diode LD271.

- A l'aide de la documentation constructeur, préciser le courant maximal admis par la diode émettrice LD271.
- Calculer la valeur de la résistance de protection R pour limiter le courant dans la diode à 100 mA. La tension aux bornes de la diode est estimée à 1,2 V et  $U = 10V$ .

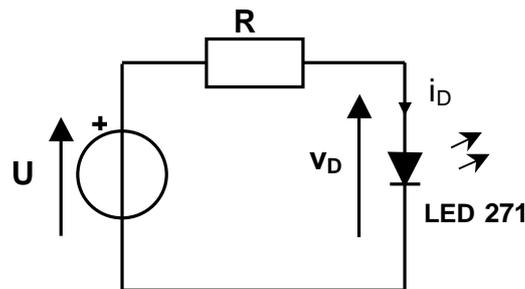


Figure 5

- Déterminer la puissance dissipée dans la résistance R.
- Réaliser le montage (Figure 5) et relever la caractéristique  $i_D (v_D)$ .
- Tracer la caractéristique et déterminer la tension de seuil de la diode émettrice. Comparer cette valeur à celle du constructeur.

### 3. Détecteurs d'infrarouges .

On distingue deux familles de détecteurs de rayonnement infrarouge :

- les détecteurs utilisant l'effet photoélectrique comme les phototransistors, les photodiodes et les photorésistances.
- Les détecteurs thermiques.

Le détecteur infrarouge utilisé dans le thème est le TSOP 1738 dont la structure interne est donnée à la figure 6 ci-dessous:

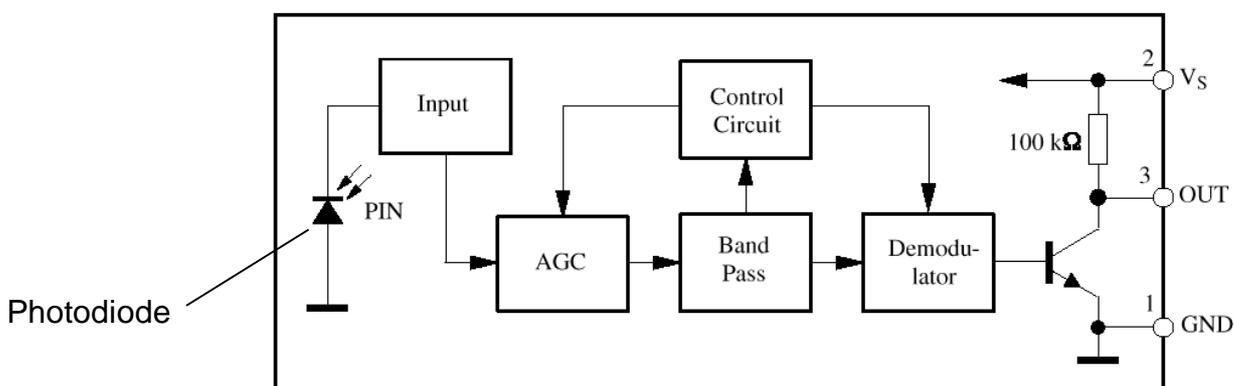
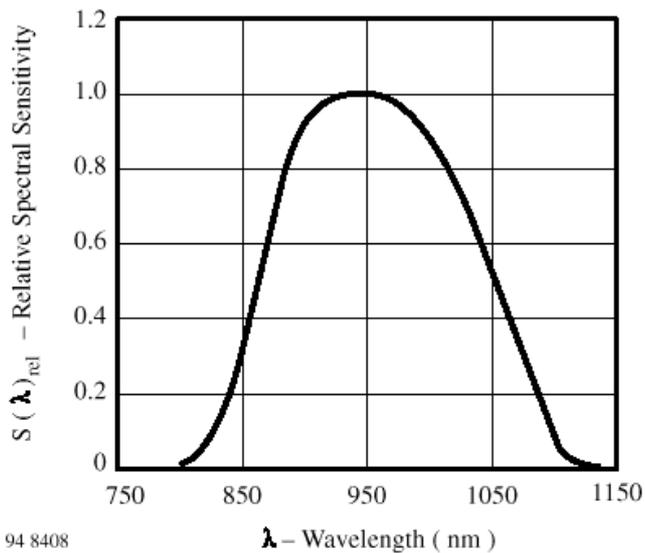


Figure 6

La photodiode est une diode à jonction qui produit un courant inverse en fonction de l'éclairement reçu. Ici, on a affaire à une variante, la photodiode PIN qui comporte une région intrinsèque (non dopée) entre les couches P et N. Un des avantages de ce type de photodiode est son meilleur temps de réponse.

Parmi les principales caractéristiques, on peut citer :

**a- Réponse spectrale.**

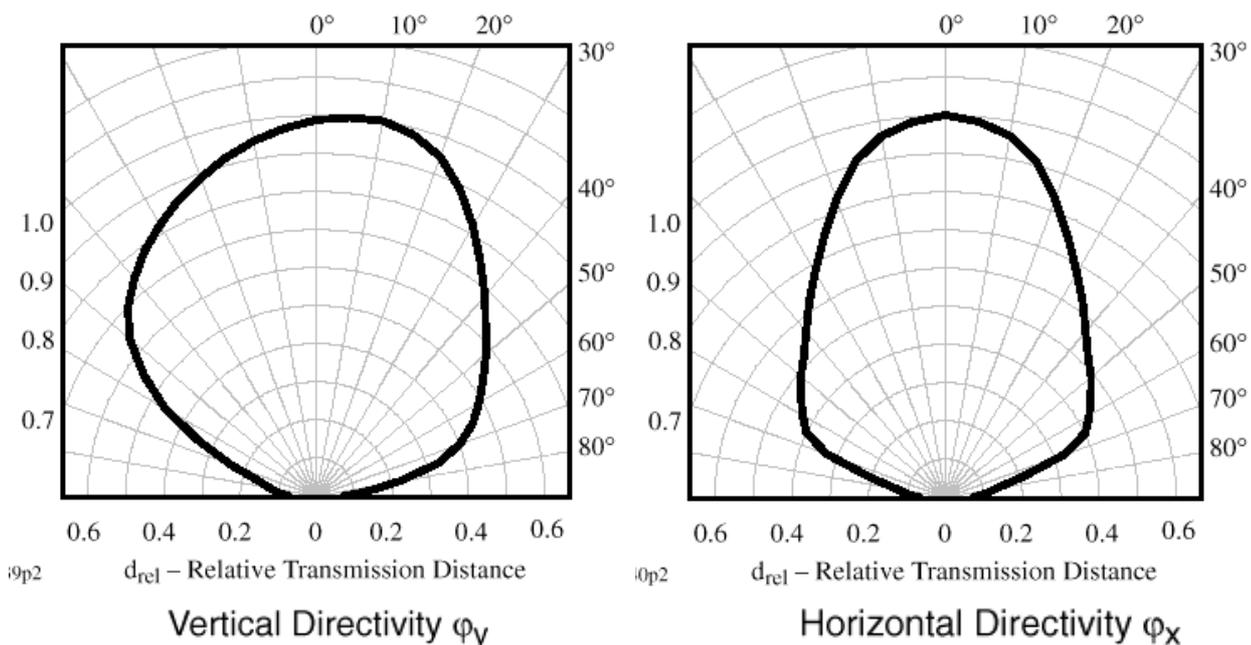


Pour le photodétecteur TSOP 1738, le constructeur donne la courbe de la sensibilité relative en fonction de la longueur d'onde (Figure 7).

**Figure 7**

**b- Réponse angulaire.**

Pour le TSOP 1738, l'influence de l'angle d'incidence du rayonnement est précisée par deux diagrammes de directivité qui traduisent la sensibilité dans la direction définie par l'angle  $\phi$  (Figure 8).



**Figure 8**

**4. Barrière infrarouge par transmission : détection d'obstacle.**

La diode émettrice LD271 et le récepteur TSOP 1738 sont placés de chaque côté du portail comme le montre la figure 9. En l'absence d'obstacle, le récepteur TSOP 1738 reçoit le

rayonnement émis par la diode LD271 . En présence d'un obstacle, le faisceau est interrompu et le récepteur ne reçoit plus le rayonnement de la diode émettrice.

Par ailleurs, pour se mettre à l'abri de l'éclairage ambiant, la solution consiste à moduler le rayonnement infrarouge en alimentant la diode par un multivibrateur travaillant à une fréquence de 38 kHz. Ce dernier est à son tour modulé en tout ou rien par un autre multivibrateur de fréquence beaucoup plus basse, 100Hz environ. Les deux astables en cascade constituent le générateur de trains d'impulsions.

A la réception, après amplification et démodulation, on restitue le signal de l'oscillateur astable à 100Hz.

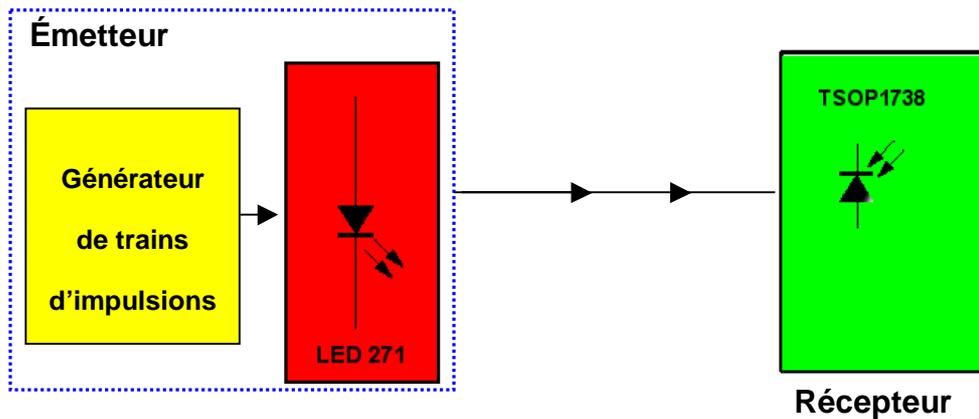
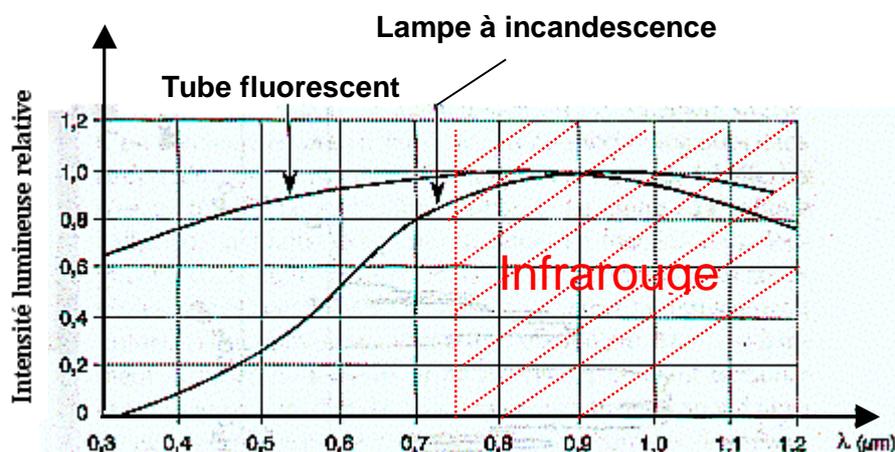


Figure 9: barrière infrarouge par transmission

Certains types de lampes émettent de la lumière "invisible" (ultraviolet et infrarouge), qui ne sert à rien pour l'éclairage; cette lumière indésirable pollue et constitue notamment un parasite pour les systèmes électroniques utilisant le rayonnement infrarouge à l'air libre. Un exemple de spectres est donné ci-dessous :



- ◆ En vous aidant de la documentation constructeur du TSOP1738, donner la valeur de la fréquence centrale  $f_0$ .
- ◆ Dans le cas de la figure 10, déterminer la ou les valeurs extrêmes des temps suivants  $t_{pi}$ ,  $t_d$  et  $t_{po}$ . Comparer la valeur de  $t_{pi}$  à celle recommandée pour un fonctionnement optimal.
- ◆ Préciser le niveau de la tension à la sortie du TSOP1738 lorsqu'il reçoit le signal émis.

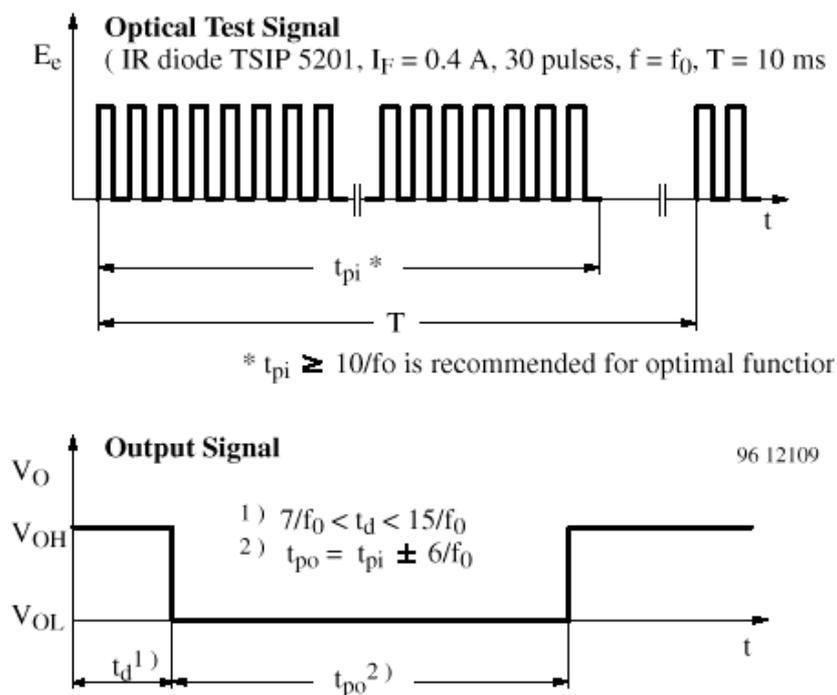


Figure 10

- ◆ Exemple de barrière infrarouge réalisée par le couple [LD 271 – TSOP 1738].

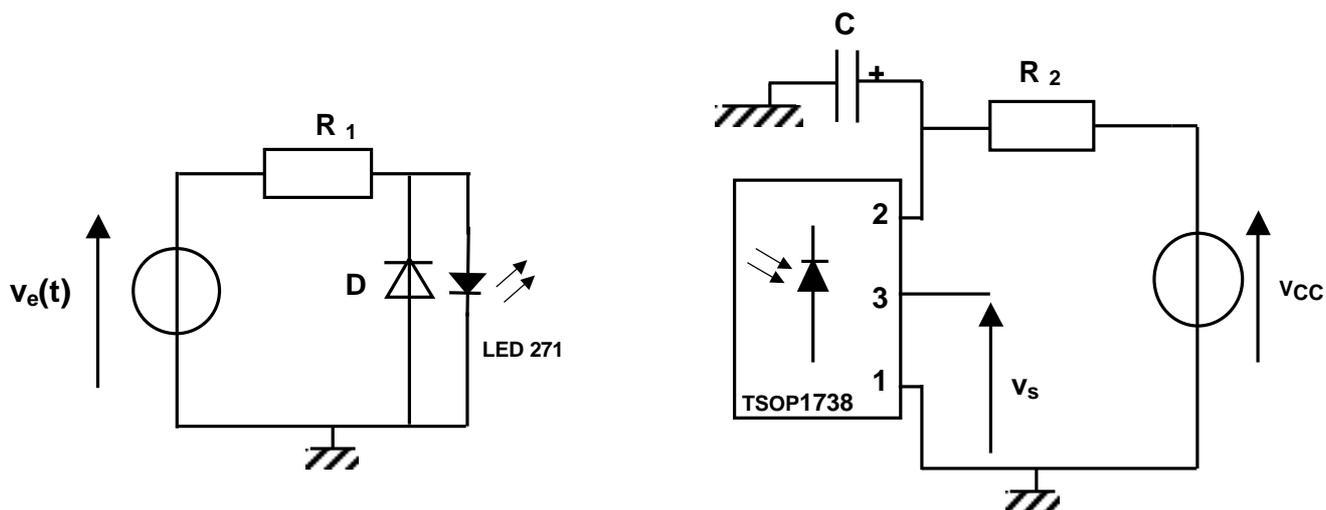


Figure11 : émetteur et récepteur infrarouge

On donne :  $R_1 = 1$  k $\Omega$  ,  $R_2 = 330\Omega$  ,  $C = 47\mu F$  ,  $D : 1N 4148$  et  $V_{CC} = 5V$ .

## I Exploitation de la documentation technique.

1. Dans quel domaine d'infrarouge la LED 271 émet-elle ?
2. Déterminer la valeur de la longueur d'onde correspondant à l'intensité lumineuse maximale de la radiation émise par la LED 271.
3. Déterminer la largeur de la bande spectrale  $\Delta\lambda$  définie à mi-intensité.
4. Déterminer la valeur de l'angle de demi-intensité  $\phi_{1/2}$  qui permet de chiffrer la directivité de la diode émettrice LED 271.
5. Justifier l'appellation récepteur infrarouge pour le TSOP1738. Déterminer la valeur de la longueur d'onde correspondant à sa sensibilité maximale.
6. Déterminer la largeur de la bande spectrale  $\Delta\lambda$  du TSOP1738.
7. Conclure quant à la pertinence du choix de ce couple émetteur-récepteur.

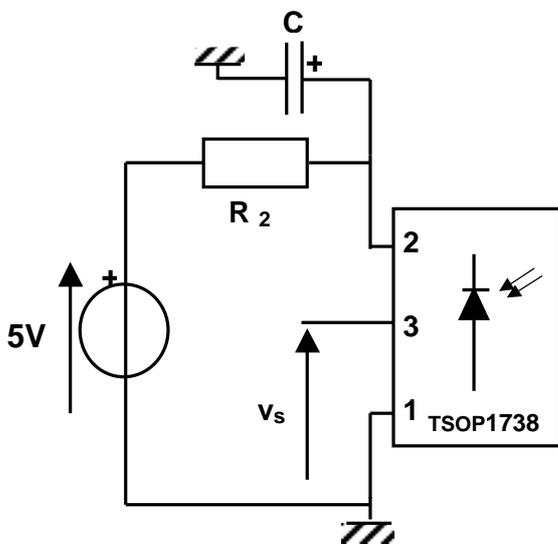
## II Manipulation.

1. Régler le générateur G.B.F pour avoir un signal **ve(t)** rectangulaire variant de **0** à **5V**, de rapport cyclique minimal et de fréquence  $f = 38\text{kHz}$ .
2. Réaliser le montage de la figure 11.
3. Relever en concordance des temps  $i_D$ ,  $v_e$  et  $v_s$ . Conclure.
4. Quel est l'intérêt d'alimenter la diode émettrice par un courant périodique impulsionnel ?
5. Quel est le rôle de la diode D ?
6. En se servant du schéma de la structure interne du TSOP1738 donné plus haut, justifier la valeur prise par la tension  $v_s$ .
7. Faire varier la fréquence de quelques kHz autour de 38kHz et observer l'évolution de la tension  $v_s$ .
8. En intercalant un obstacle entre l'émetteur et le récepteur pour  $f = 38\text{kHz}$ , relever  $v_s$  et justifier sa valeur.
9. Conclure en complétant le tableau suivant :

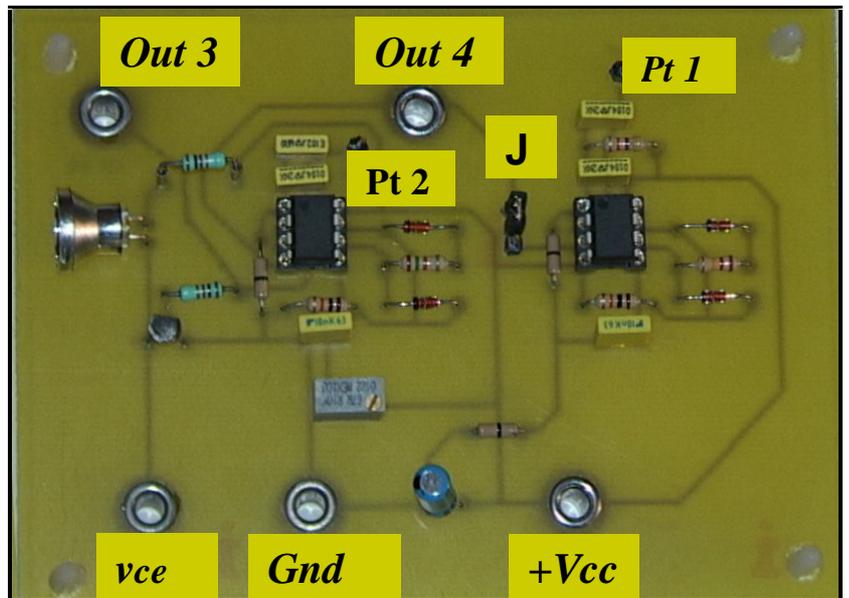
	Présence d'obstacle	Absence d'obstacle
$v_s$ (Volts)		

### III Manipulation sur la maquette.

- Alimenter la maquette sous une tension continue de 5V.
- Placer le cavalier J et relever les oscillogrammes de la tension out 4 et la tension Pt1 aux bornes du condensateur C<sub>10</sub>.
- Retirer le cavalier J et appliquer une tension continue de +5V en out 4.
- Visualiser la tension out 3 et ajuster le potentiomètre P1 pour régler sa fréquence à 38kHz environ.
- Relever les oscillogrammes de la tension out3 ,la tension Pt2 aux bornes du condensateur C<sub>8</sub> et la tension v<sub>ce</sub>. Commenter ces relevés.
- Retirer la tension continue +5V et replacer le cavalier J.
- Relever les oscillogrammes de la tension out 3 ,la tension Pt2 aux bornes du condensateur C<sub>8</sub> et la tension v<sub>ce</sub>. Commenter ces relevés et conclure quant à la fonction réalisée par ce montage.
- Réaliser le montage ci-dessous :



$R_2 = 330\Omega$  ,  $C = 47\mu F$



- Relever en concordance des temps les oscillogrammes des tensions out3 et vs.
- Relever les valeurs des temps t<sub>pi</sub>, t<sub>d</sub> et t<sub>po</sub> et les comparer aux valeurs théoriques.
- Observer l'évolution de la tension vs lorsqu'on place un obstacle entre le récepteur et la diode émettrice.