

## **STI2D – Enseignement de spécialité : Physique- Chimie & Mathématiques**

### **Eléments de méthodologie pour les mini-projets en 1<sup>ère</sup> et Terminale STI2D**

Il s'agit avant tout d'une démarche de projet qui formalise l'apprentissage du travail en équipe et contribue à l'appropriation collective et personnelle des capacités attendues d'une partie du programme de physique-chimie et mathématiques. L'étude est menée dans un contexte technologique et peut évidemment être partagée avec le professeur et l'enseignement d'innovation technologique, ingénierie et développement durable, chaque partie définissant les capacités exigibles des deux programmes à mettre en œuvre. Elle peut également constituer une pré-étude ou une partie du projet final de terminale qui sous-tendra l'épreuve du « grand oral ».

#### **Le cadre :**

Définir le mini-projet ou pré-projet en posant la problématique à traiter et le cahier des charges.

*Rq : On se situe davantage dans une logique de résolution de problème dans un contexte technologique ou de pré-projet que dans un projet complet débouchant sur une réalisation.*

#### **L'objectif de l'étude :**

L'objectif est de proposer une piste de solution argumentée à la problématique de départ à travers une étude (pré-projet), menée par un groupe de 4 élèves, intégrant une expérimentation, une modélisation, éventuellement une réalisation modeste et une présentation.

#### **Les objectifs pédagogiques :**

- Appropriation des capacités exigibles du programme (les signaler explicitement) ;
- Initiation à la conception, en particulier dans le cas d'un pré-projet partagé avec l'enseignement d'innovation technologique, ingénierie et développement durable ;
- Développement des capacités de créativité, de réflexion, d'autonomie ;
- Organisation et suivi du travail en groupe ;
- Utilisation de la communication écrite et orale (présenter un projet et s'exprimer devant un public).

#### **Les aspects organisationnels :**

- Définir les groupes (en général 4 élèves) et dans chaque groupe répartir les rôles, par exemple : chef de projet (organisation, fonctionnement), contrôleur du temps, rapporteur, responsable de la communication.
- Définir le support à produire pour présenter le pré-projet ou le mini-projet.
- Répartir le temps attribué à chaque phase : lancement, réalisation, restitution.
  - Lancement (appropriation de la problématique, répartition des rôles et organisation du groupe) : 30mn en classe.
  - Restitution sur la base du support défini par le groupe : 15 mn devant la classe ;
  - A chaque session de mini-projets, 2 groupes par exemple sont choisis par le professeur pour présenter leur travail devant la classe.
  - Accompagnement en classe par le professeur des travaux des groupes : 3h.

- Découper par exemple le temps consacré en classe au mini-projet en 4x1h pour multiplier les temps de travail personnel et collectif intermédiaires.

### **Le travail collectif :**

Chaque groupe prévoit les actions à mettre en place et organise le travail collectif de chaque membre pour réaliser le travail attendu :

- ✓ Etablir un plan d'action, avec la recherche de solutions ou de pistes prospectives (conception, réalisation), mettre en place un calendrier avec des points d'étapes.
- ✓ Préparer la restitution finale du projet : documents à remettre, tests effectués, éventuellement partenariats noués avec l'extérieur (entreprises, bureau d'études, personnel expert,...), présentation orale avec supports.
- ✓ Faire une auto-évaluation du travail d'équipe, noter les points à améliorer, expliciter les capacités exigibles du programme mobilisées.

### **Un exemple de mise en œuvre**

(Proposition Pierre-François THOMAS)

**Classe de 24 élèves - 6 groupes de 4.**

**Deux présentations orales (choisies par le professeur à la fin du mini-projet) - Remise de 6 rapports présentant les différents travaux sur le mini-projet.**

**Thèmes : ENERGIE – ONDES ET INFORMATIONS**

**Etude et mise en œuvre d'une liaison optique sans fils ou fibre optique**

- 1. Contexte**
- 2. Problématique**
- 3. Proposition de pistes d'études**
- 4. Développement d'une piste de solution**
- 5. Restitution**

#### **1. Contexte**

La transmission de l'information par ondes électromagnétiques s'est beaucoup développée ces dernières années grâce au développement des diodes électroluminescentes (LED). Ces dernières ont la capacité d'être commutées plusieurs millions de fois par seconde. On peut ainsi faire passer des données numériques qui seront ensuite captées par un composant optoélectronique (par exemple une photodiode). Le signal reçu par la photodiode est ensuite traité puis transformé en fonction de l'application souhaitée : commande d'un appareil, transmission de son (voix, musique) d'images ou de vidéos. Les débits actuels ont permis le développement d'un nouveau mode de communication par internet : **le Li-Fi ou Light Fidelity.**

## 2. **Problématique**

Définir et mettre en œuvre une transmission sans fils de signaux dépendant du temps à l'aide de composants simples. Les composants envisagés sont une diode électroluminescente (DEL) pour l'émission et une photodiode pour la réception.

## 3. **Proposition de pistes d'études**

Exploiter des spectres d'émission et de réception.

Dimensionner la valeur d'une résistance en fonction du courant qui doit la parcourir.

Réaliser des schémas et des montages électriques.

Régler un GbF pour obtenir un signal carré de fréquence donnée avec une valeur moyenne et une amplitude crête à crête fixée.

Réaliser des mesures à l'oscilloscope.

Mettre en œuvre de façon simple la réflexion d'une onde.

## 4. **Développement d'une piste de solution et prolongements possibles avec l'ETT**

La première partie du mini projet consiste à mettre en œuvre une photodiode émettrice en tenant compte de ses caractéristiques techniques.

La seconde partie du mini projet consiste à mettre en œuvre une photodiode réceptrice en tenant compte de ses caractéristiques techniques.

Ce mini projet peut trouver un prolongement naturel dans le cadre de l'enseignement en ETT, notamment en utilisant des cartes à microcontrôleurs qui peuvent être programmées en langage Python. On peut par exemple envisager l'utilisation du code CR5 pour la transmission de commandes en infrarouge.

---

## **Capacités exigibles pour aborder la problématique posée :**

### **Mesure et incertitudes**

- Distinguer les notions de grandeur, valeur et unité.
- Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés

### **Energie**

- Distinguer les formes d'énergie des différentes sources d'énergie associées
- Identifier les principales conversions d'énergie : électromécanique, photoélectrique, électrochimique, thermodynamique (conversions réalisées par une machine thermique), etc.

### **Energie électrique**

- Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma donné, et inversement, les symboles étant fournis.
- Représenter le branchement d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un système d'acquisition ou d'un oscilloscope sur un schéma électrique.
- Utiliser les conventions d'orientation permettant d'algébriser tensions et intensités électriques.
- Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles dans un circuit comportant trois mailles au plus.

### **Notion d'onde**

- Associer une onde à une perturbation qui se propage, dont les caractéristiques peuvent transporter des informations.
- Associer le transport de l'information à la propagation entre l'émetteur et le récepteur d'une onde modulée selon un code donné.
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant d'observer les phénomènes de transmission, d'absorption et de réflexion d'une onde

### **Ondes électromagnétiques**

- Ordonner les domaines des ondes électromagnétiques en fonction de la fréquence et de la longueur d'onde dans le vide.
- Citer les longueurs d'ondes perceptibles par l'œil humain.
- Citer quelques caractéristiques du rayonnement émis par différentes sources lumineuses d'usage courant.

## Détails de la problématique posée :

### Etude et mise en œuvre d'une liaison optique sans fils ou fibre optique

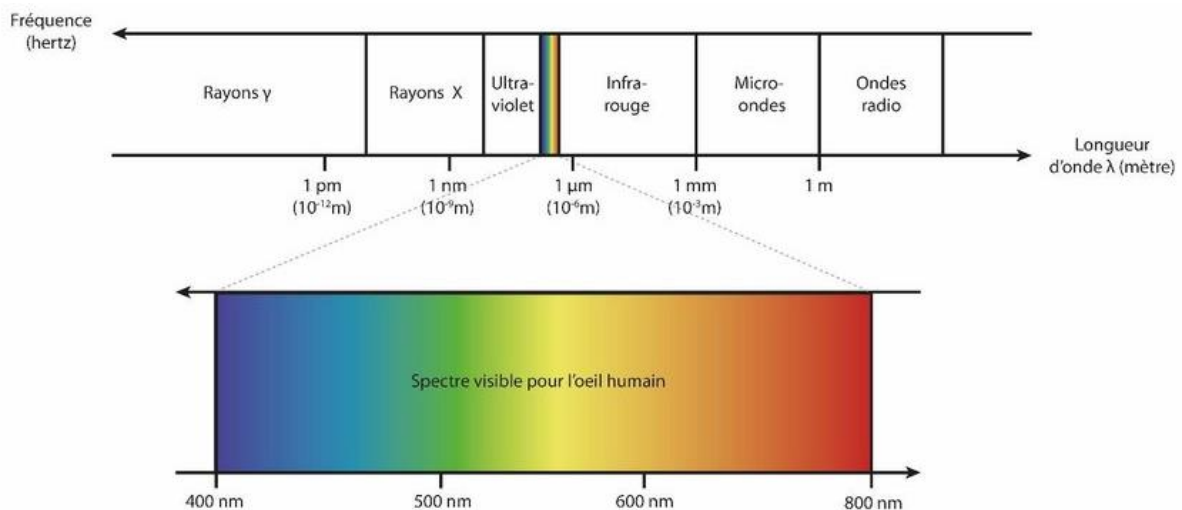
Le but de ce mini projet est de définir et mettre en œuvre une transmission sans fils de signaux dépendant du temps à l'aide de composants simples. Les composants envisagés sont une diode électroluminescente (DEL modèle TSAL6100) pour l'émission et une photodiode (modèle SFH 206 K) pour la réception. Le milieu de propagation entre l'émetteur et le récepteur est l'air.

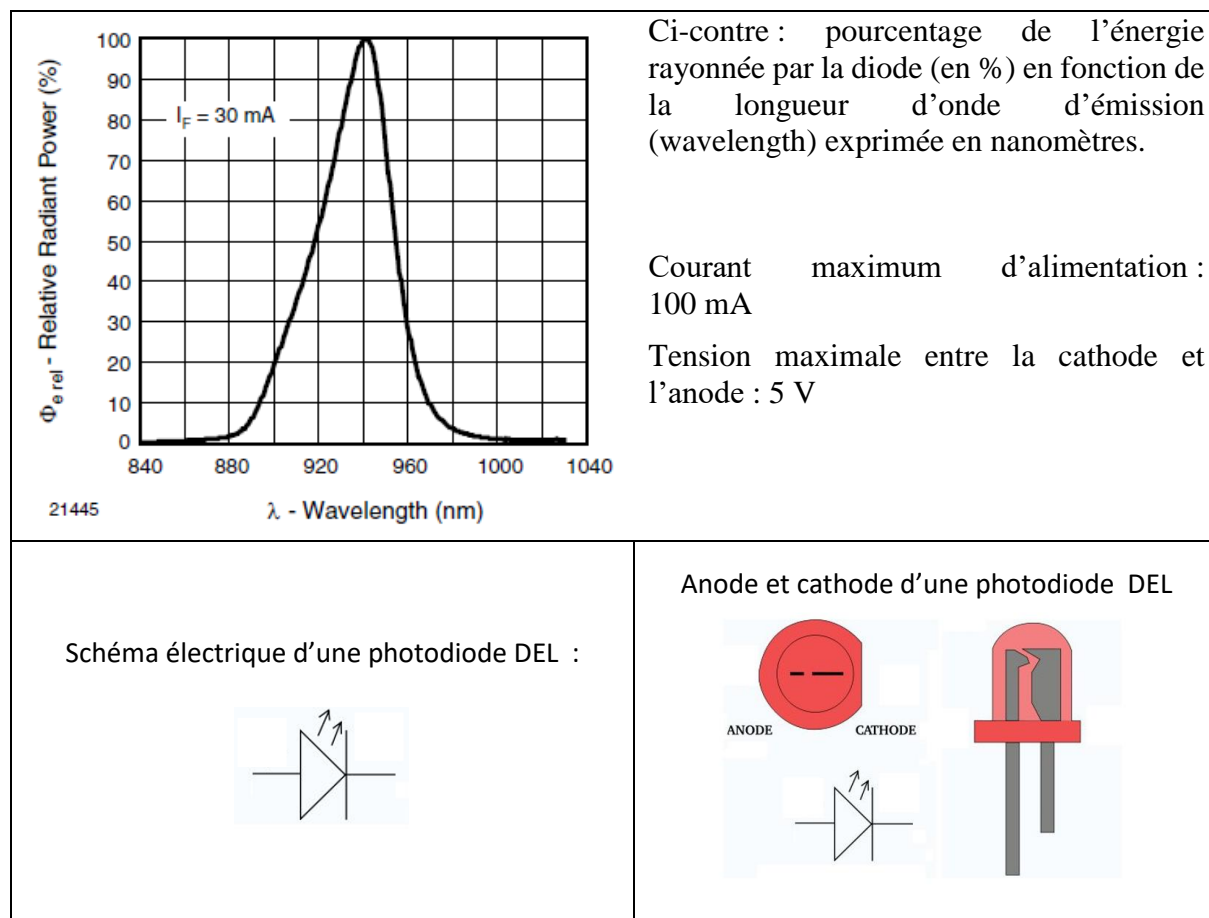
L'étude que vous avez à mener comprend deux parties :

- Partie 1 : étude et réalisation de la partie émission
- Partie 2 : étude et réalisation de la partie réception

### **Partie I** Emission avec une DEL ; circuit de photoémission

#### Document 1 : Données les domaines des ondes électromagnétiques



**Document 2 :****Données techniques sur la diode modèle TSAL6100**

1. Exploiter les documents pour indiquer quelle est la nature des ondes électromagnétiques émises par la diode et si elles sont visibles à l'œil nu.
2. La diode est un composant polarisé. Le courant doit entrer par l'anode. Exploiter les documents pour repérer l'anode sur la DEL.
3. Pour cette partie, on souhaite que la diode soit parcourue par un courant dont l'intensité vaut 50% de la valeur maximale. Calculer cette valeur en ampères.

Si la LED est alimentée directement en 5 V, elle éclaire mais, le courant qui la traverse est supérieur à 100 mA, elle finit par chauffer et griller. Il est donc nécessaire de la protéger en ajoutant une résistance électrique qui limitera l'intensité du courant qui la traverse.

4. Calculer la valeur de la résistance permettant de limiter le courant calculé à la question 3 dans le cas où la tension d'alimentation est de 5 V.
5. Proposer un schéma électrique comportant un GbF, la diode et la résistance de protection. Puis le réaliser en travaux pratiques.

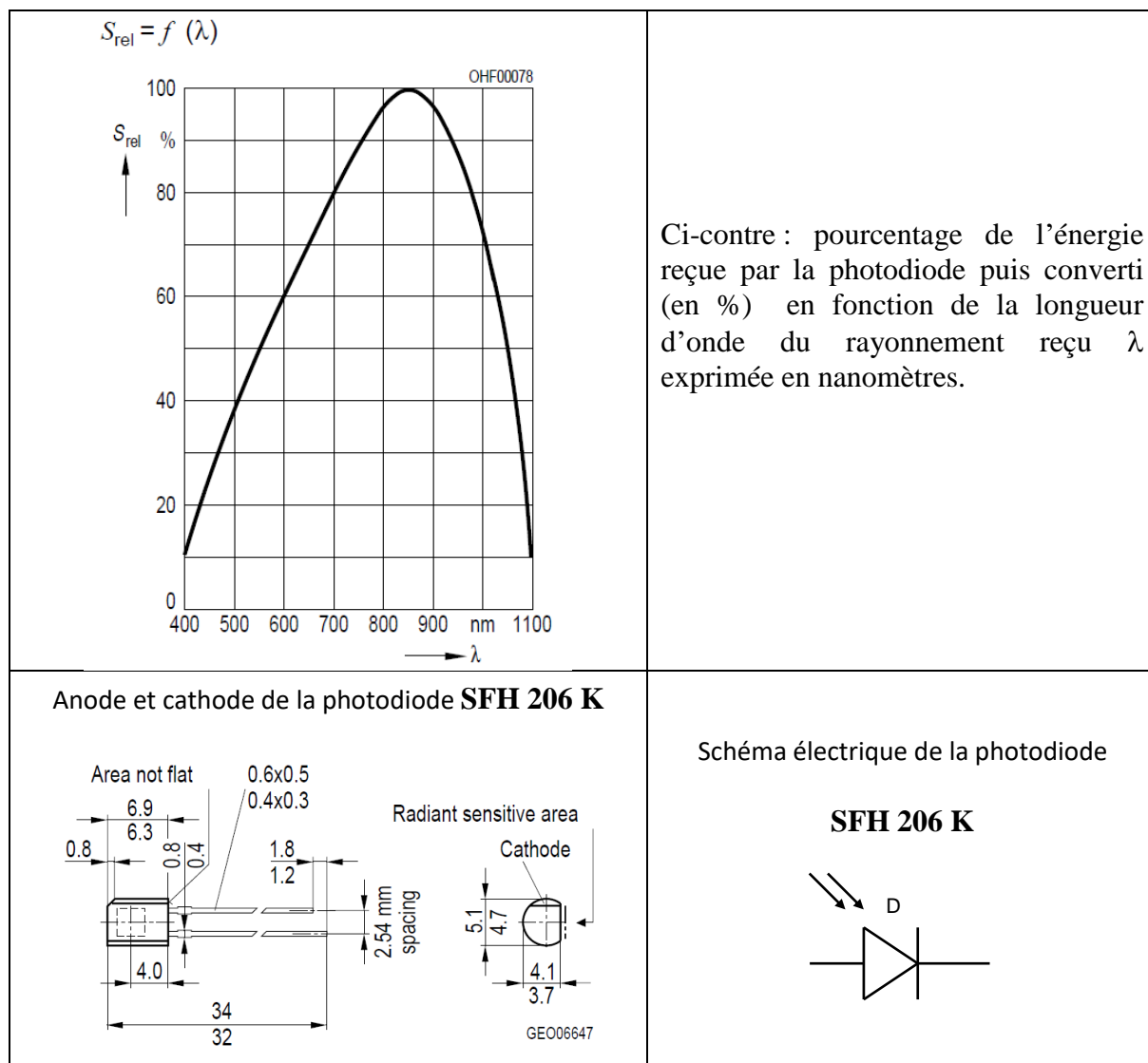
Le GbF doit être réglé pour obtenir un signal carré de fréquence 50 Hz, de valeur moyenne 3 V et de tension crête à crête 2 V.

6. Visualiser l'émission de la LED en la filmant avec votre téléphone portable (le capteur qu'il contient est sensible jusqu'à des longueurs d'ondes proches de 1000 nm). Pourquoi votre téléphone portable vous permet-il de vérifier que votre montage fonctionne correctement ?

## Partie II

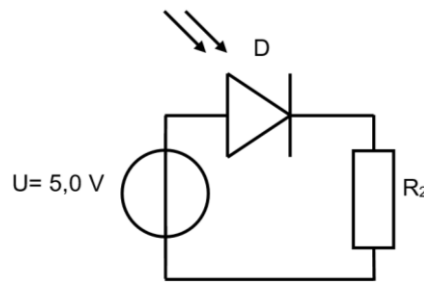
## Circuit de photodétection

### Document 3 : Données techniques sur la photodiode modèle SFH 206 K



### Document 4 : vitesse des ondes électromagnétiques dans l'air : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Pour détecter le signal reçu par la photodiode, on lui associe une résistance  $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$  et un générateur de tension continu délivrant une tension continue de 5,0 V suivant le schéma suivant :



1. Identifier sur la photodiode l'anode et la cathode en fonction de la longueur des pattes du composant.
2. Exploiter les documents pour indiquer si la photodiode peut capter le signal envoyé par la photodiode, et si oui, quel pourcentage de l'énergie reçue sera converti.
3. Proposer un schéma électrique (sans le réaliser) qui permettrait de mesurer les valeurs moyenne et efficace de l'intensité du courant traversant la photodiode.
4. Etablir une liste de matériel pour réaliser la mesure à l'oscilloscope de la tension aux bornes de la résistance.

Orienter la diode émettrice face à face à la photodiode à une distance d'environ 3,0 cm. Pour réaliser les mesures sur le circuit de photo détection, il est nécessaire que le circuit de photoémission soit alimenté.

5. Proposer un schéma électrique pour visualiser, dans le montage complet, la tension aux bornes de la résistance  $R_2$ .
6. Réaliser le montage puis représenter la tension (en fonction du temps) relevée à l'oscilloscope aux bornes de la résistance.
7. Que se passe-t-il si l'on place devant la photodiode un écran constitué d'un morceau de feuille d'aluminium ?
8. Visualiser simultanément la tension délivrée par le GbF et la tension aux bornes de la résistance  $R_2$  du montage détecteur à l'aide d'un oscilloscope. Comment expliquer que le temps de propagation dans l'air n'est pas visible à l'écran ?
9. Remplacer la résistance du circuit de réception par une résistance  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ . Indiquer quelles sont les modifications apportées sur la sensibilité du circuit de détection. Vaut-il mieux utiliser  $R_2$  ou  $R_3$  ?