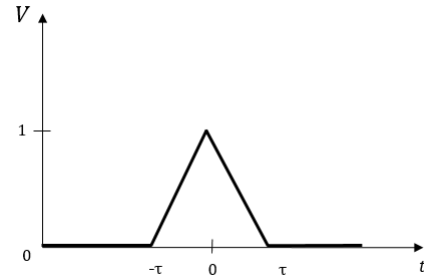


## Exercices - Série 12

### Exercice 1 - niveau 1

On suppose un signal de la forme :

$$V(t) = \begin{cases} 1 + t/\tau, & \text{si } -\tau < t \leq 0 \\ 1 - t/\tau, & \text{si } 0 \leq t < \tau \\ 0, & \text{si } |t| > \tau \end{cases}$$

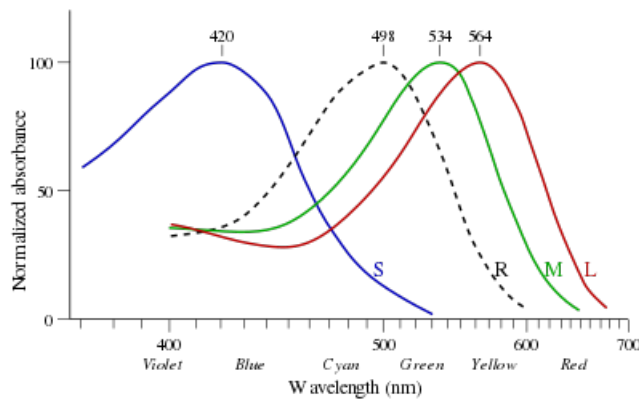


Calculer le spectre de fréquences de ce signal (spectre de Fourier) :

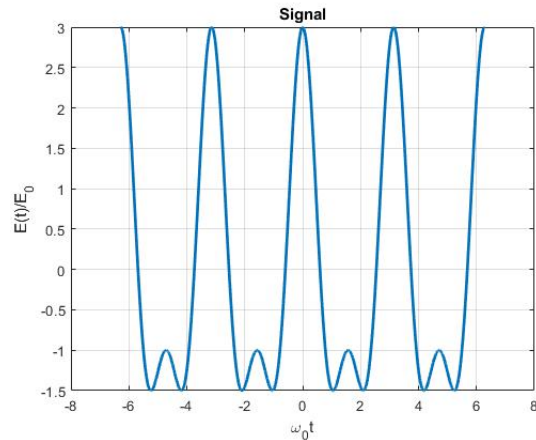
$$\tilde{V}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) e^{i\omega t} dt \quad (1)$$

### Exercice 2 - niveau 2

Les cellules photoréceptrices de la rétine contiennent des iodopsines, des molécules qui absorbent autour de longueurs d'onde particulières : iodopsine S ( $\lambda = 420$  nm, bleu), iodopsine M (534 nm, vert) et iodopsine L ( $\lambda = 564$  nm, rouge) (voir la figure (a)).



(a)



(b)

1. crédit : Dr. J. Loizu, Prof. A. Fasoli

Une onde électromagnétique arrive sur la rétine avec une amplitude du champ électrique qui varie dans le temps (à la position de la rétine) de la manière suivante :

$$E(t) = E_0[4\cos^2(\omega_0 t)\cos(2\omega_0 t) - 1] \quad (2)$$

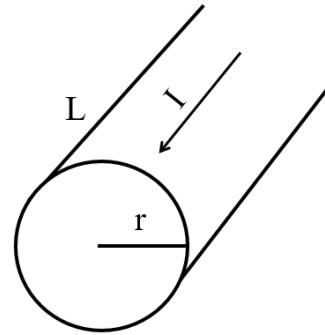
avec  $\omega_0 = 1.765 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$  (voir la figure (b)).

- En utilisant les relations trigonométriques, écrivez  $E(t) = \sum_n E_n \cos(n\omega_0 t)$  et identifier les  $E_n$ . Combien de fréquences différentes contient le signal ?
- Calculez les longueurs d'onde et les fréquences (couleurs) contenues dans ce signal.
- Quelle partie du signal va être perçu par l'oeil humain ?

### Exercice 3 - niveau 1

On considère un fil de cuivre de rayon  $r$  et de longueur  $L$  dans lequel passe un courant  $I$  constant, à travers une différence de potentiel  $V$ .

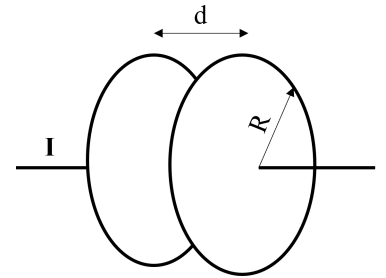
- Calculez le vecteur de Poynting  $\vec{S}$  associé aux champs électriques et magnétiques à la surface du fil.
- Montrez que le flux total de  $\vec{S}$  à travers la surface du fil est égal et opposé à la puissance dissipée par le fil.



### Exercice 4 - niveau 2

Un condensateur, à plaques circulaires parallèles de rayon  $R$  séparé de  $d$ , est chargé par un fil avec courant  $I$ .

- Calculer le vecteur de Poynting  $\vec{S}$  dans le condensateur pendant sa charge, en fonction de  $I$  et du potentiel  $V$  entre les plaques.
- Montrer que l'énergie électromagnétique entrant dans le volume entre les plaques du condensateur par unité de temps est égale à l'énergie emmagasinée par le condensateur.



### Exercice 5 - niveau 2

- Trouvez les valeurs maximales des champs électriques et magnétiques dans les cas suivants :
  - une lampe halogène (100 W) à une distance de 1 m.
  - un pointeur laser (5 mW) focalisé en un point (disque) de rayon 1 mm.
- Supposons maintenant qu'un électron libre initialement au repos se trouve dans le champ électrique créé par le pointeur laser du point a). Que vaut l'amplitude d'oscillation  $x_0$  de cet électron libre (masse  $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ) causée par le champ électrique du pointeur laser, si nous supposons que la radiation du laser est monochromatique et de longueur d'onde  $\lambda = 560 \text{ nm}$  ? On néglige la gravitation.