

2.2 Etude du comparateur de phase

2.2.1 Caractéristique électrique.

Le comparateur de phase est du type "à pompe de charges" et il se comporte comme une source dont les caractéristiques sont données sur la figure 2.3 :

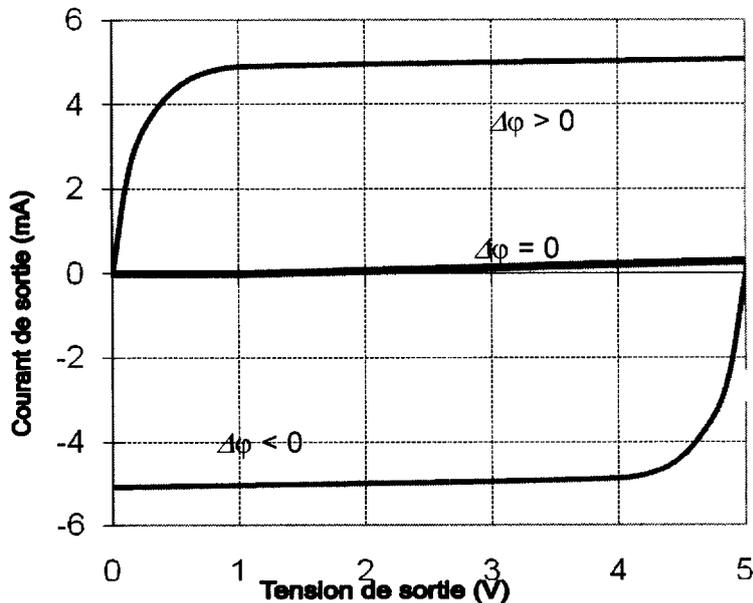


Figure 2-3

La tension de sortie du comparateur reste comprise entre les valeurs 1,6V et 1,9 V.

2.2.1.1 Cette source se comporte-t-elle comme un générateur de tension ou un générateur de courant ? Justifier.

2.2.1.2 En fonction de la différence de phase, quelles sont les diverses valeurs possibles du courant de sortie ?

2.2.2 Fonctionnement du comparateur

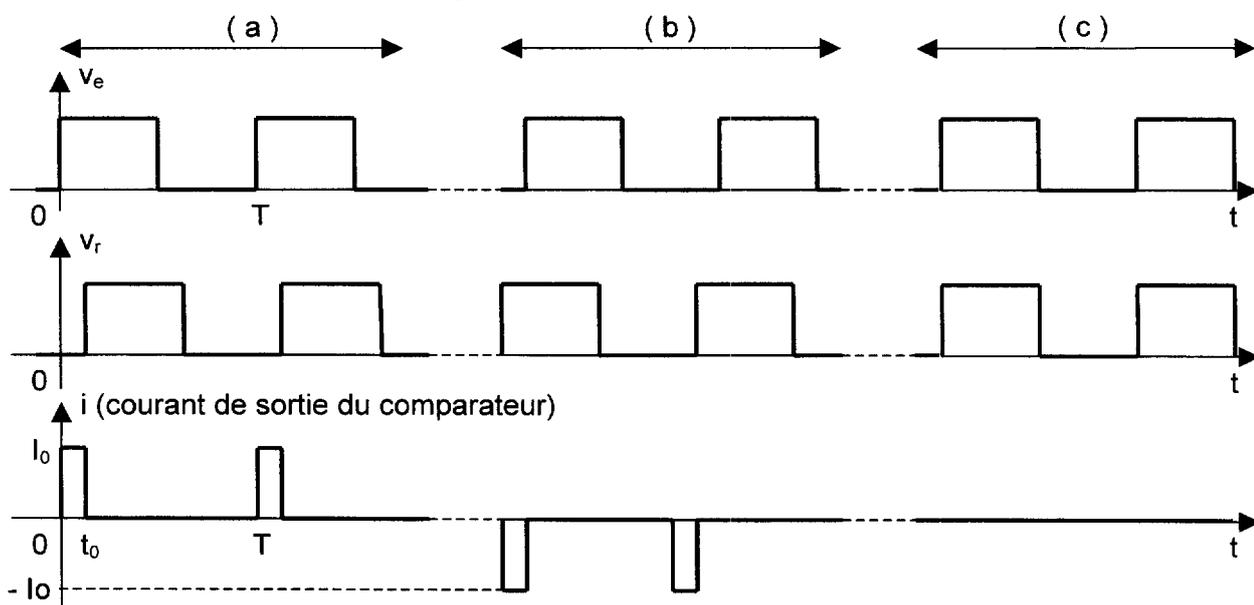


Figure 2-4

2.2.2.1 Dans quel cas de figure (2.4a, 2.4b ou 2.4c) peut on considérer que :

- Il n'y a pas de décalage temporel entre v_e et v_r ?
- v_e est en avance sur v_r ?
- v_e est en retard sur v_r ?

2.2.2.2 Les signaux v_e et v_r sont ceux comme indiqués dans la figure 2.4a. Soit v_{ef} et v_{rf} les fondamentaux respectifs de v_e et v_r ; ces fondamentaux sont de périodes T et on admettra qu'ils sont décalés temporellement de la même valeur t_0 que les signaux v_e et v_r

En appelant φ_e la phase de v_{ef} et φ_r la phase de v_{rf} , déterminer l'expression de la différence de phase entre v_{ef} et v_{rf} , $\Delta\varphi = \varphi_e - \varphi_r$ en fonction de t_0 et T .

2.2.2.3 Déterminer l'expression de la valeur moyenne I de i en fonction de I_0 , t_0 et T . En déduire l'expression de I en fonction de I_0 et $\Delta\varphi$.

2.2.2.4 En écrivant $I = K_\varphi \cdot \Delta\varphi$, calculer la valeur numérique de K_φ en précisant son unité.

$$K_\varphi =$$

2.3 Etude du filtre

Le filtre de boucle a la structure suivante (voir figure 2.5) :

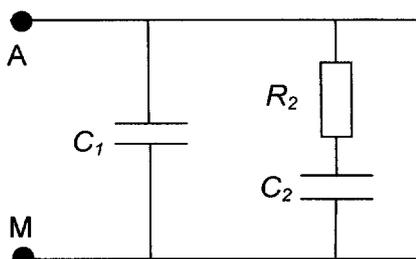


Figure 2-5

Pour les calculs suivants, on utilisera l'opérateur de Laplace p dont on rappelle qu'il s'identifie à $j\omega$ en régime sinusoïdal.

2.3.1 Exprimer les impédances $Z_1(p)$ et $Z_2(p)$ de la première et de la seconde branche du filtre.

2.3.2 Déterminer l'impédance $Z(p)$ entre A et M, en fonction de R_2 , C_1 , C_2 et p . Justifier que

l'on puisse écrire $Z(p) = \frac{1 + \tau_2 p}{(C_1 + C_2)p(1 + \tau_1 p)}$ avec $\tau_1 = R_2 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ et $\tau_2 = R_2 C_2$

2.3.3 Application numérique : $R_2 = 15,4 \text{ k}\Omega$, $C_2 = 150 \text{ nF}$.

Calculer τ_2 ainsi que la fréquence de coupure f_2 correspondante.

$f_2 =$

2.4 Etude de la boucle complète

2.4.1 Schéma fonctionnel.

En réalité, le système étudié comporte un filtre placé en cascade derrière le filtre étudié précédemment. On admettra que sa présence ne modifie pas les calculs précédents.

Ce filtre a la structure suivante (figure 2.6):

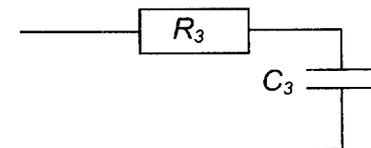


Figure 2-6

La modélisation fonctionnelle du synthétiseur de fréquence présenté sur la figure 1 (page 2) conduit au schéma fonctionnel suivant (figure 2.7) :

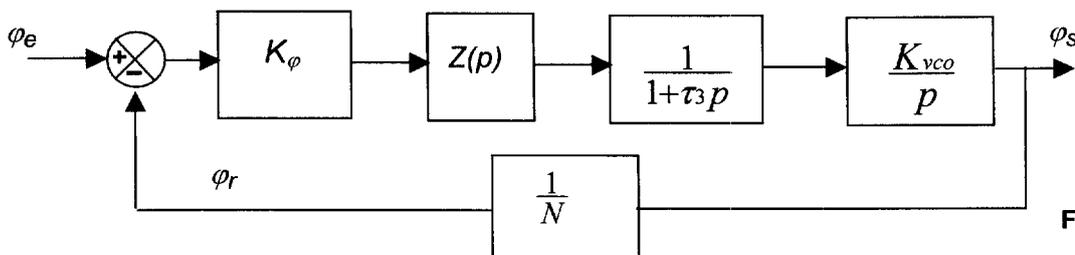


Figure 2-7

2.4.1.1 Justifier la présence du bloc de fonction de transfert $1/(1+\tau_3p)$.

2.4.1.2 Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $FTBO(p)$ et la mettre sous la forme : $FTBO(p) = K \frac{(1 + \tau_2 p)}{p^2 (1 + \tau_1 p)(1 + \tau_3 p)}$

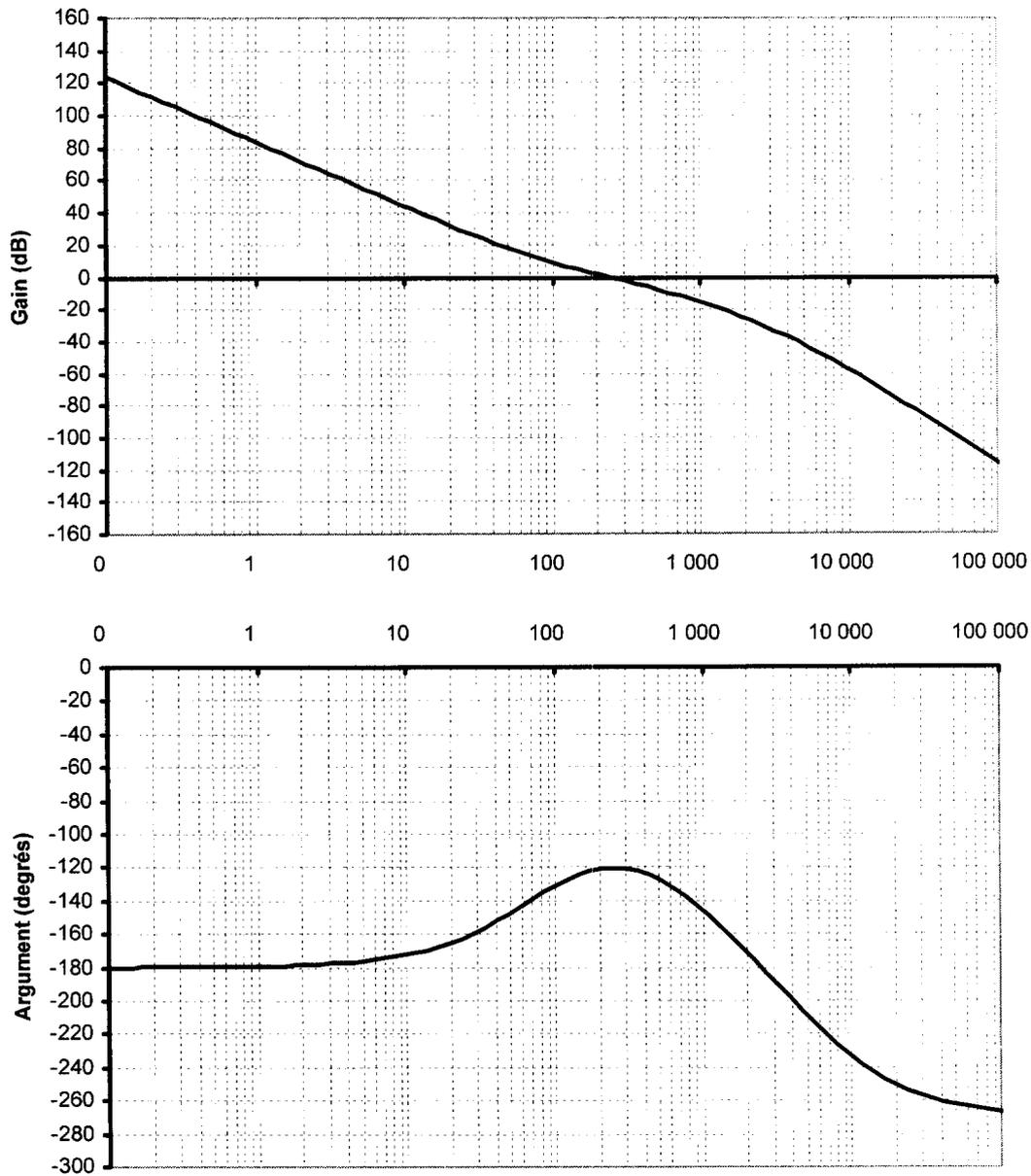
2.4.1.3 Déterminer l'expression de K en fonction de K_ϕ , K_{VCO} , N , C_1 et C_2

2.4.1.4 En déduire la valeur du condensateur C_1 sachant que le coefficient du VCO est $K_{VCO} = 7,85 \cdot 10^5 \text{ rd s}^{-1} \text{ V}^{-1}$ et que $K = 6,42 \cdot 10^5 \text{ s}^{-2}$

2.4.2 Degré de stabilité.

Les diagrammes de Bode de la fonction de transfert $FTBO(j\omega)$ sont représentés sur la figure 2.8.

Figure 2-8



- 2.4.2.1 La fréquence de coupure f_3 correspondant à τ_3 est égale à 6 kHz. Positionner sur le graphique 2.8 les fréquences f_2 et f_3 .
- 2.4.2.2 Déterminer la valeur de la marge de phase et de la marge de gain (répondre sur la figure 2.8) en faisant apparaître la construction graphique utilisée.
- 2.4.2.3 Le degré de stabilité du synthétiseur est-il suffisant ?

Handwritten notes:
 f₂ = 100 Hz
 f₃ = 6 kHz

2.4.2.4 C_1 restant constant, que devient la marge de phase si le coefficient K augmente ? Et que devient-elle si K diminue ? Que peut-on dire alors de la valeur de K ?

3 Perturbation et découplage en haute fréquence

3.1 Elimination de courant haute fréquence

Le coffret électronique comporte une carte "alimentation" qui fournit une tension continue de 5V pour alimenter la carte "communication". On s'intéresse à un circuit intégré logique de cette carte (figure 3.1).

Lors de transitions logiques un courant circule entre l'alimentation et le circuit intégré. Ce courant, de forme impulsionnelle possède des composantes hautes fréquences pouvant aller jusqu'à 200 MHz.

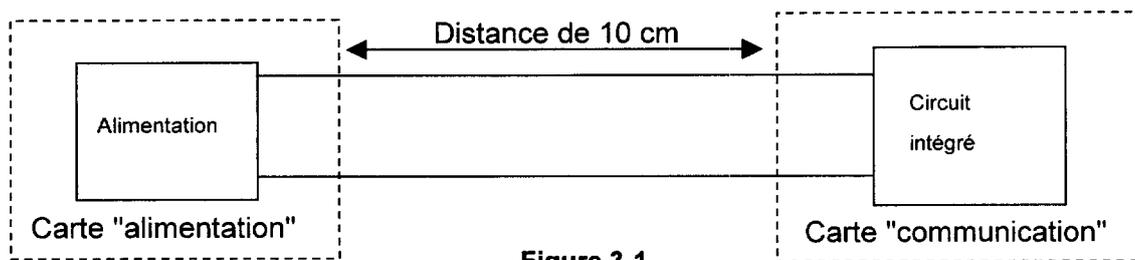


Figure 3-1

L'alimentation se comporte comme une source de tension, le circuit intégré se comporte comme une source de courant, et pour les hautes fréquences, un fil, même rectiligne, possède une impédance inductive caractérisée par une inductance linéique de l'ordre de $0,8 \mu\text{H}$ par mètre.

3.1.1 Quelle est, pour chaque fil, la valeur de son inductance ainsi que celle de son impédance à 200 MHz ?

3.1.2 Déterminer le schéma électrique équivalent du circuit de la figure 3.1.

3.1.3 Pourquoi évite-t-on la circulation de courants haute fréquence sur des distances importantes ?

3.1.4 Habituellement, on rajoute un composant pour éviter cette circulation de courant. Quel est ce composant, où doit-on le placer et comment choisir sa valeur ?

3.2 Condensateurs de découplage

L'oscillateur commandé en tension utilise un transistor MOS dont le drain doit être maintenu à potentiel constant. Ceci est réalisé par l'association des deux condensateurs C47 (4,7 μ F) et C50(10 nF) (voir figure 3.2).

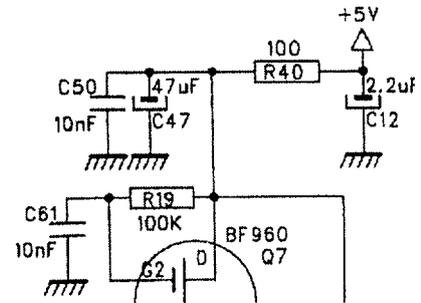
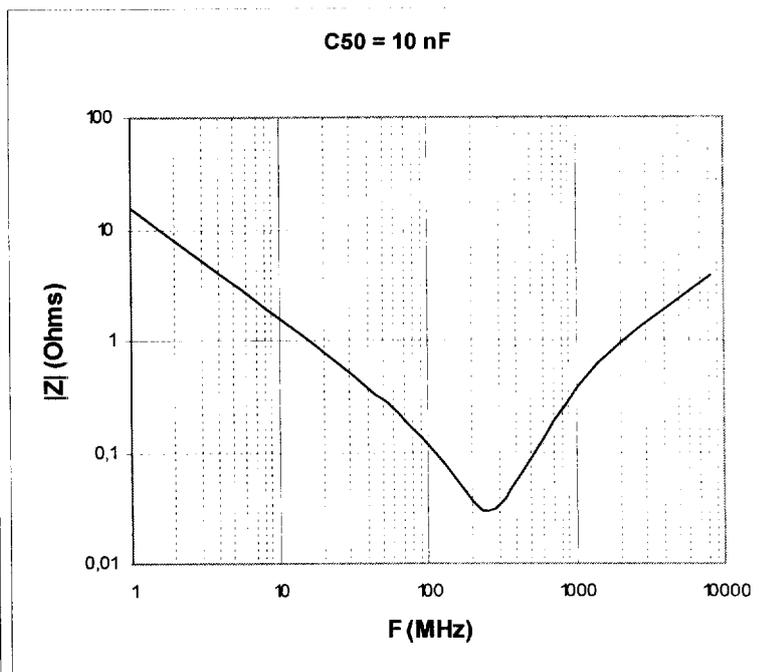
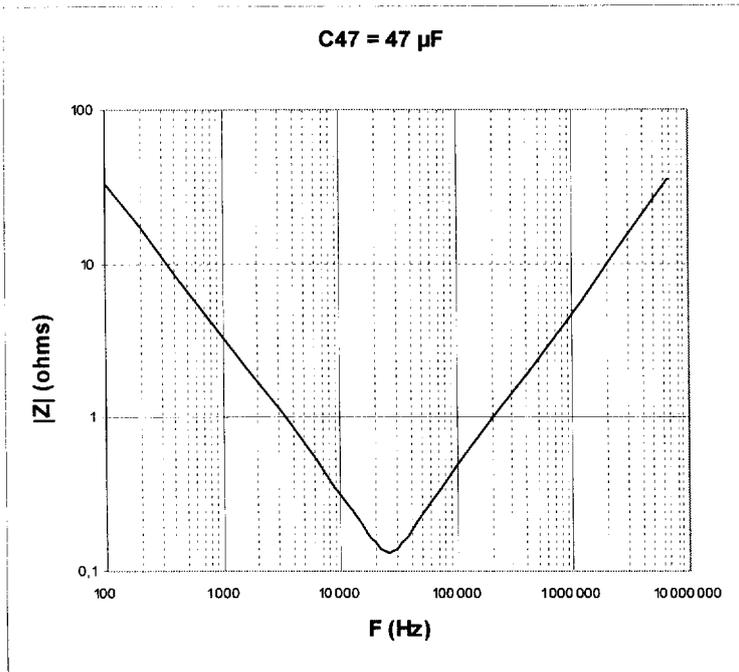


Figure 3-2

Les caractéristiques des condensateurs C47 et C50 sont données par les courbes suivantes :

Figure 3-2

Figure 3-1



3.2.1 Quelle est la nature du condensateur C47 au delà de 100kHz ? Justifier.

3.2.2 Justifier l'ajout du condensateur C50.

4 Feux à LED

Le dispositif de signalisation lumineuse installé sur la balise maritime utilise un feu à LED. Le but de cette partie est de présenter deux aspects de cette technologie.

4.1 Photométrie.

La lumière est un rayonnement électromagnétique. Pour caractériser la **puissance** d'un rayonnement électromagnétique (souvent appelée **flux énergétique**), on utilise une unité énergétique telle que le **Watt**.

Mais lorsque ce rayonnement est destiné à être vu, on utilise les grandeurs photométriques qui tiennent compte de la courbe de sensibilité de l'œil humain en fonction de la longueur d'onde (figure 4.1).

On utilise alors la grandeur **flux lumineux** dont l'unité est le **lumen**.

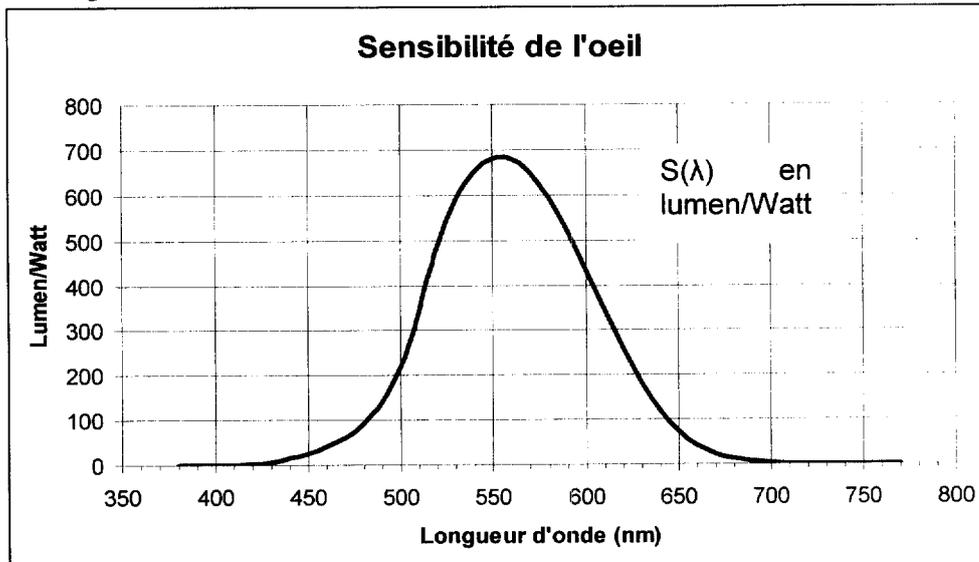


Figure 4-1

On représente cette opération par le schéma fonctionnel suivant (figure 4.2) :

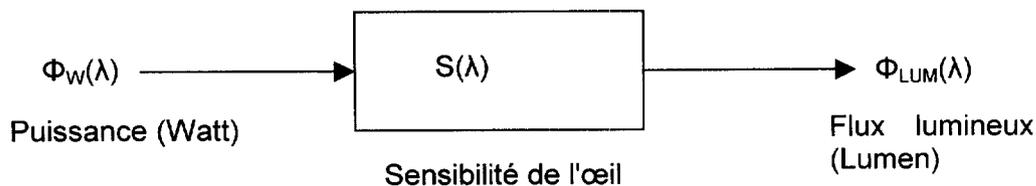


Figure 4-2

On rappelle les valeurs

- des longueurs d'onde de trois couleurs : $\lambda_{\text{BLEU}} = 490 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{JAUNE}} = 580 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{ROUGE}} = 660 \text{ nm}$
- de la vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3.10^8 \text{ m/s}$

Définition du lumen :

Une source qui émet un rayonnement de $(1/683) \text{ Watt}$ à la fréquence $f_L = 540.10^{12} \text{ Hz}$ produit un flux de 1 lm (lumen).

4.1.1 A quelle longueur d'onde correspond cette fréquence f_L ?
Placer ce point sur la figure 4.1.

4.1.2 Placer sur le graphe les zones de rayonnement U.V. (ultraviolet) et I.R. (infra rouge).

4.1.3 Déterminer la valeur de la sensibilité $S(\lambda)$ pour $\lambda = 500 \text{ nm}$.

4.1.4 En déduire le flux lumineux Φ_{LUM} d'une source qui émet une puissance $\Phi_{\text{W}} = 10 \text{ mW}$ à la longueur d'onde de 500 nm .

4.1.5 Quel serait le flux lumineux pour une longueur d'onde de 900 nm ? Justifier ce résultat.

4.2 Spectres d'émissions.

Dans les balises maritimes, les lampes à incandescence sont progressivement remplacées, notamment par les LED. Le but de cette partie est de comparer leurs spectres d'émission

4.2.1 Spectre d'émission de la LED de la balise étudiée.

Sur la figure 4.3 est représenté le spectre de la LED.

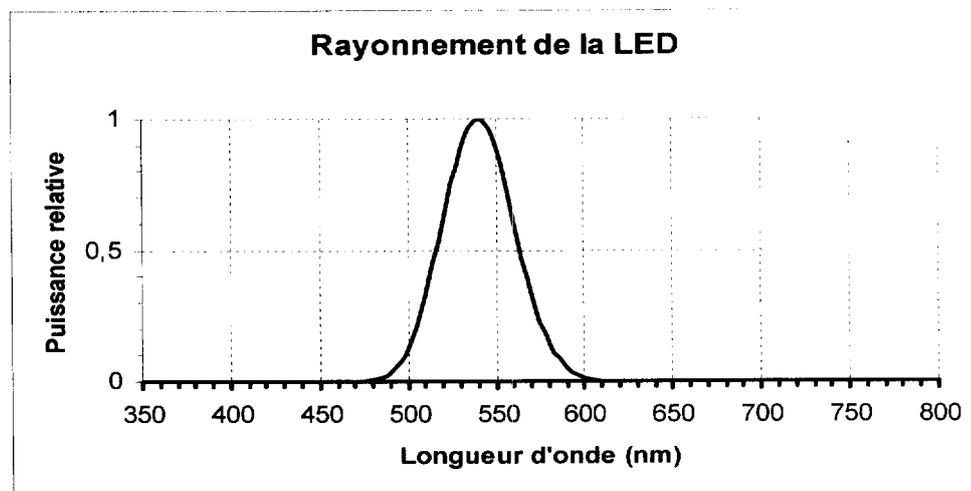


Figure 4-3

4.2.1.1 Quelle est la couleur dominante de cette LED ?

On rappelle à nouveau les données : $\lambda_{\text{BLEU}} = 490 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{JAUNE}} = 580 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{ROUGE}} = 660 \text{ nm}$

4.2.1.2 La totalité du rayonnement est-il visible ?

4.2.2 Spectre d'émission d'une lampe à incandescence.

Sur la figure 4.4 est représenté le spectre relatif d'émission d'une lampe à incandescence.

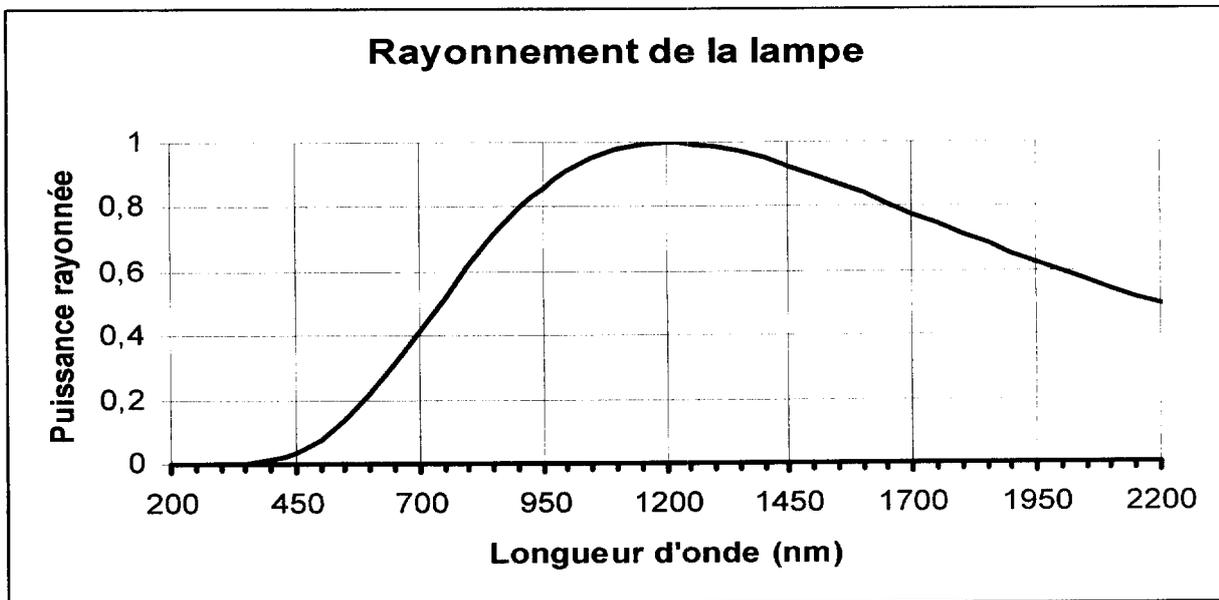


Figure 4-4

4.2.2.1 Représenter en hachuré sur cette figure, la zone du rayonnement visible.

4.2.2.2 Dans quelle zone du spectre se situe le maximum du rayonnement ? (Visible, IR, UV ?)

4.2.2.3 Sous quelle forme est ressenti ce rayonnement ?