Bulle de Savon

1. (a) ✘ Les franges sombres sont dues aux interférences destructives entre les deux rayons lumineux réfléchis au niveau du film comme indiqué figure (1) (ce qui correspond à une différence de marche $\delta = (2k+1)\,\frac{\lambda}{2}$)

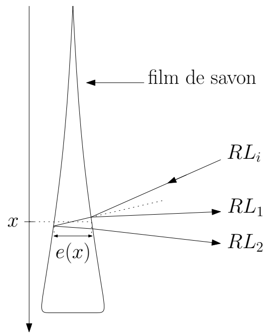

Figure 1 – Interférences entre les RL réfléchis

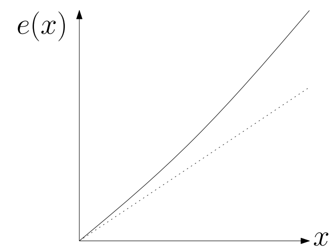

Figure 2 – Allure de la courbe représentant $e(x)$

✘ La différence de marche entre les rayons lumineux qui interfèrent étant : $\delta = 2ne(x) + \frac{\lambda}{2}$ (la différence de marche $\lambda/2$ étant due au fait que le coefficient de réflexion pour la première réflexion est négatif), les franges sombres correspondent à une épaisseur locale :

$$e(x) = \frac{k\lambda}{2n}$$

✘ Si l'évolution de l'épaisseur était linéaire, x et $e(x)$ seraient proportionnelles et l'interfrange serait de la forme : $i = \frac{\lambda_R}{2na} = Cste$, a étant le coefficient de proportionnalité entre $e(x)$ et x. L'interfrange n'étant pas constante, on en déduit que cette relation n'est pas linéaire et plus précisément que la pente de la courbe (i.e. $a = \frac{\lambda_R}{2ni}$) augmente avec x. D'où la forme de la courbe représentée figure (2).

✘ le haut de la lame se situe sur le haut de la photo, c'est là que la pente de la courbe est la plus faible et donc que l'interfrange est la plus élevée.

✘ Dans le cas d'un filtre bleu, on obtiendrait les mêmes évolutions mais les franges d'interférences seraient plus resserrées.

(b) Entre deux franges successives, l'ordre d'interférences k varie de 1 et donc l'épaisseur varie de $\frac{\lambda}{2}$. La difficulté, c'est que l'on ne connait pas l'ordre d'interférence initial (en haut de la lame). On peut ainsi, avec cette méthode, représenter uniquement l'évolution de l'épaisseur relative de la lame : en fixant l'ordre d'interférences de la première frange sombre (à 1 par exemple), on peut déterminer l'épaisseur locale de toutes les autres franges sombres.

(c) Par réflexion : l'amplitude de RL_1 est proportionnelle à $r_{air\to savon} = 0.17$ et l'amplitude de RL_2 est proportionnelle à $r_{savon\to air} \times t_{savon\to air} \times t_{air\to savon} = 0.16$: on obtient les mêmes ordres de grandeur et le contraste est bon.
Par transmission : l'amplitude de RL_1 est proportionnelle à $t_{air\to savon} \times t_{savon\to air} = 0.96$ et l'amplitude de RL_2 est proportionnelle à $t_{air\to savon} \times r^2_{savon\to air} \times t_{savon\to air} = 0.016$: les ordres de grandeur sont cette fois très différents et le contraste est mauvais.

2. (a) Les différentes longueurs d'onde présentes dans la lumière blanche forment différentes figures d'interférences qui se superposent : pour une valeur donnée de x et donc de $e(x)$ les longueurs d'onde éteintes λ vérifient : $e(x) = \frac{k\lambda}{2n}$. Pour des faibles valeurs de $e(x)$, il y a peu de longueurs d'onde éteintes et une teinte dominante apparait. Pour des valeurs de $e(x)$ plus élevées, plusieurs longueurs d'onde sont éteintes et aucune teinte ne se dégage : c'est le blanc d'ordre supérieur.

(b) Pour obtenir un ordre de grandeur de $e(x)$ on peut procéder par encadrement : sachant que $\lambda_v \leq \lambda \leq \lambda_R$, on peu écrire :

$$\frac{2ne(x)}{\lambda_R} \leq k \leq \frac{2ne(x)}{\lambda_v}$$

Ainsi, le nombre de franges sombres sera :

$$N = Ent\left(\frac{2ne(x)}{\lambda_R} - \frac{2ne(x)}{\lambda_R}\right) \approx \frac{2ne(x)}{2\lambda_v}$$

Sachant que $N \approx 5$, on en déduit : $e(x) \approx 1.5\,\mu$m