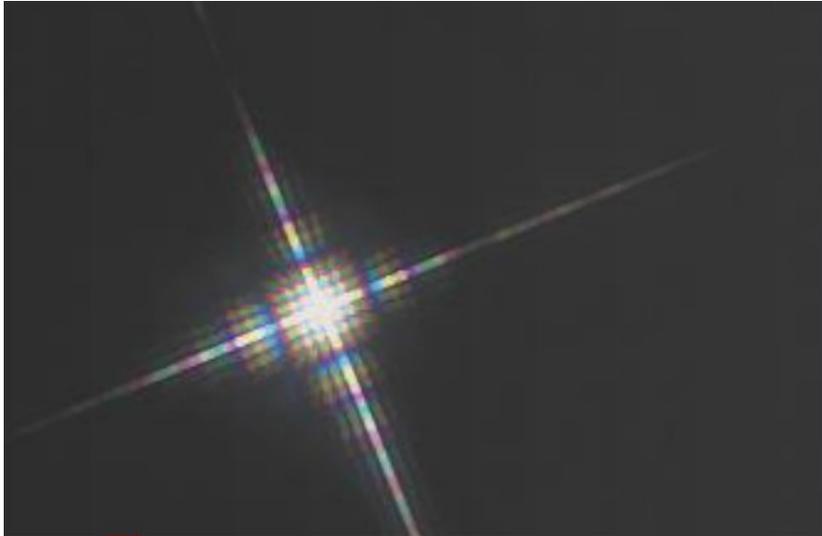


# Chapitre 3

## TROIS PROPRIETES CARACTERISTIQUES DES ONDES

# I. La diffraction

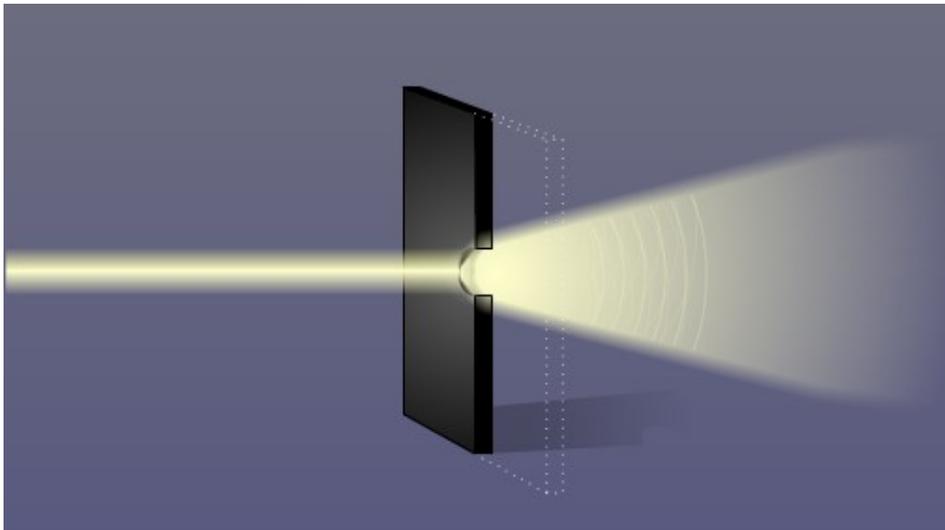
## 1. Définition



**Fig. 2** Diffraction de la lumière blanche par un fin voile.

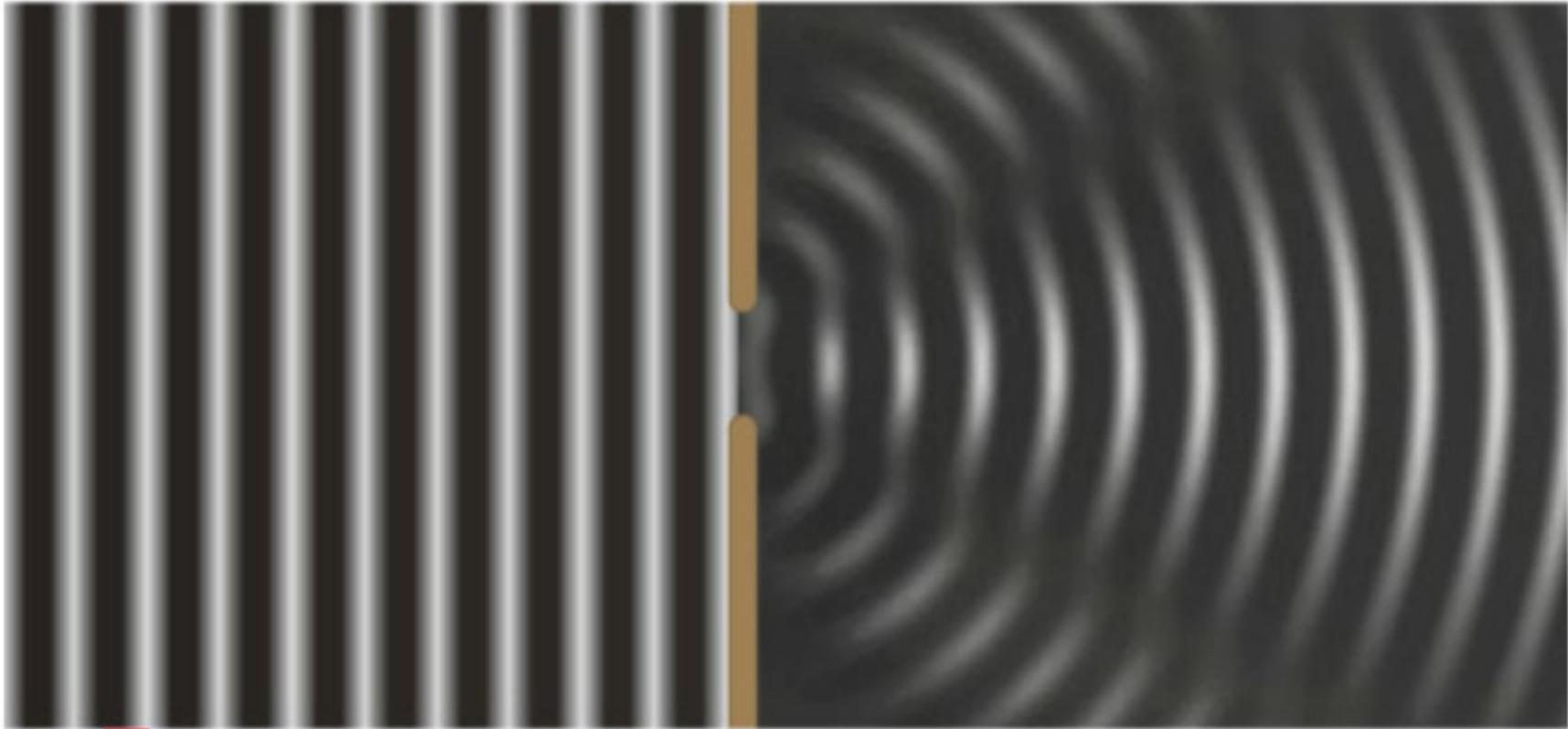


Vagues à l'entrée d'un port



Diffraction de la lumière

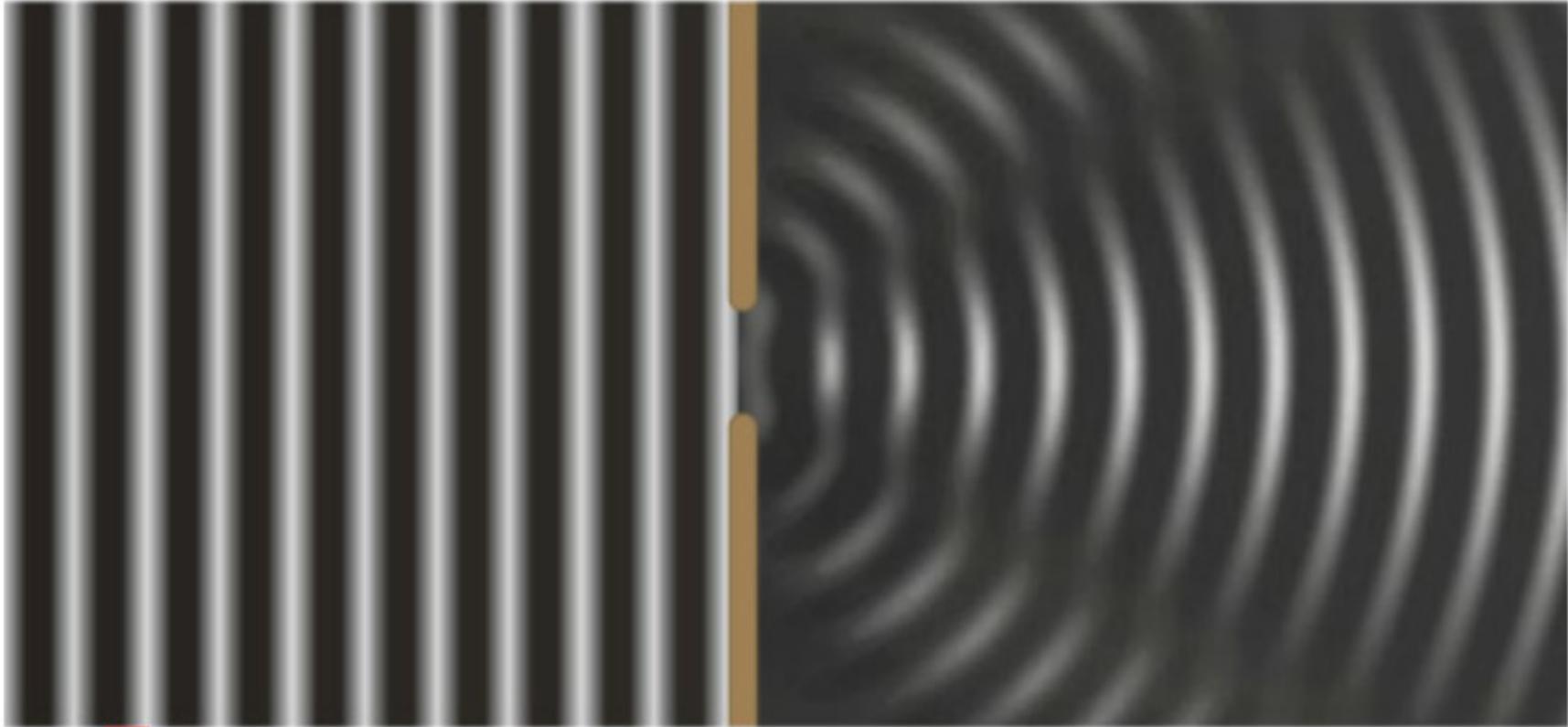
## 2. Condition d'obtention



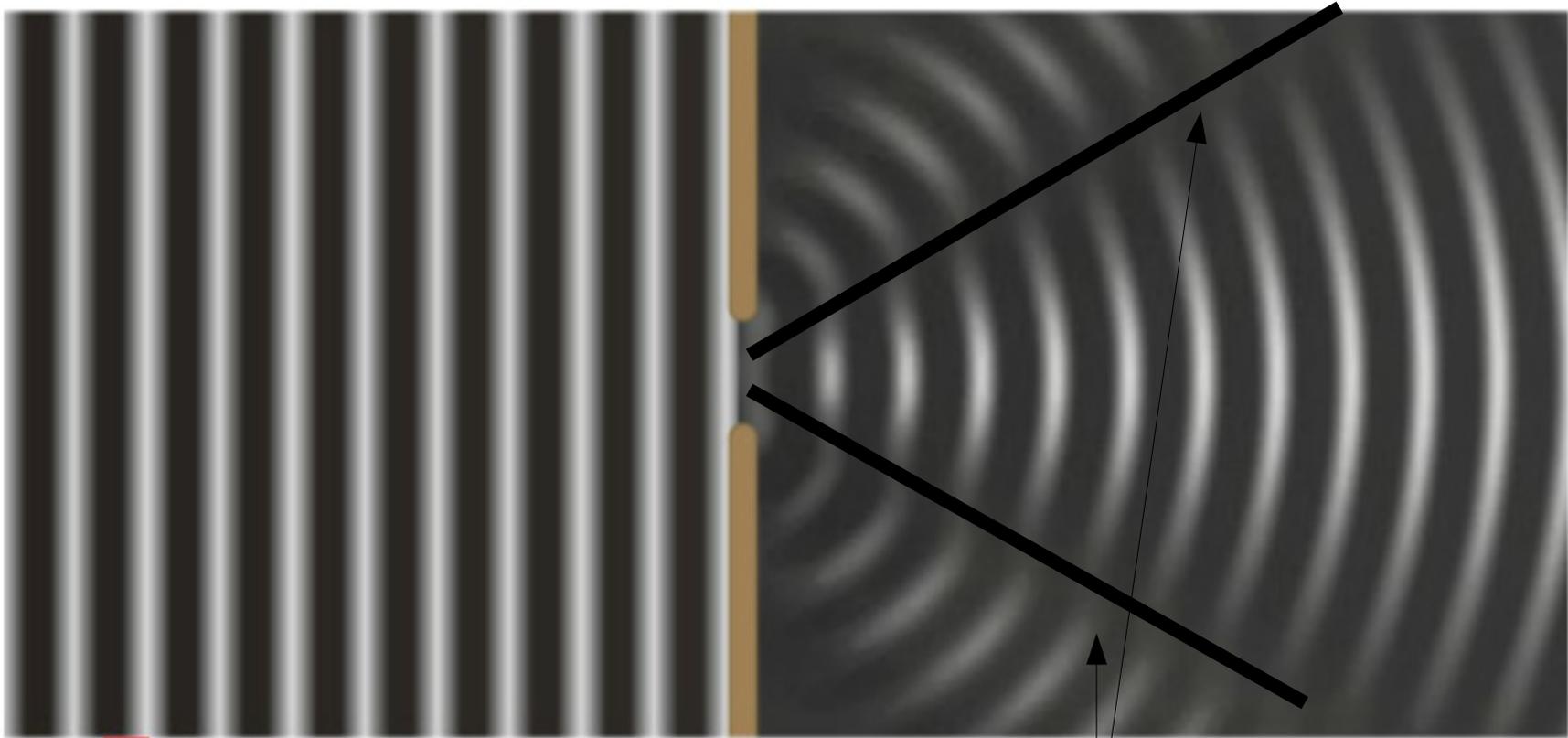
**Fig. 2** Diffraction d'une onde mécanique.

p.68

### 3. Ecart angulaire

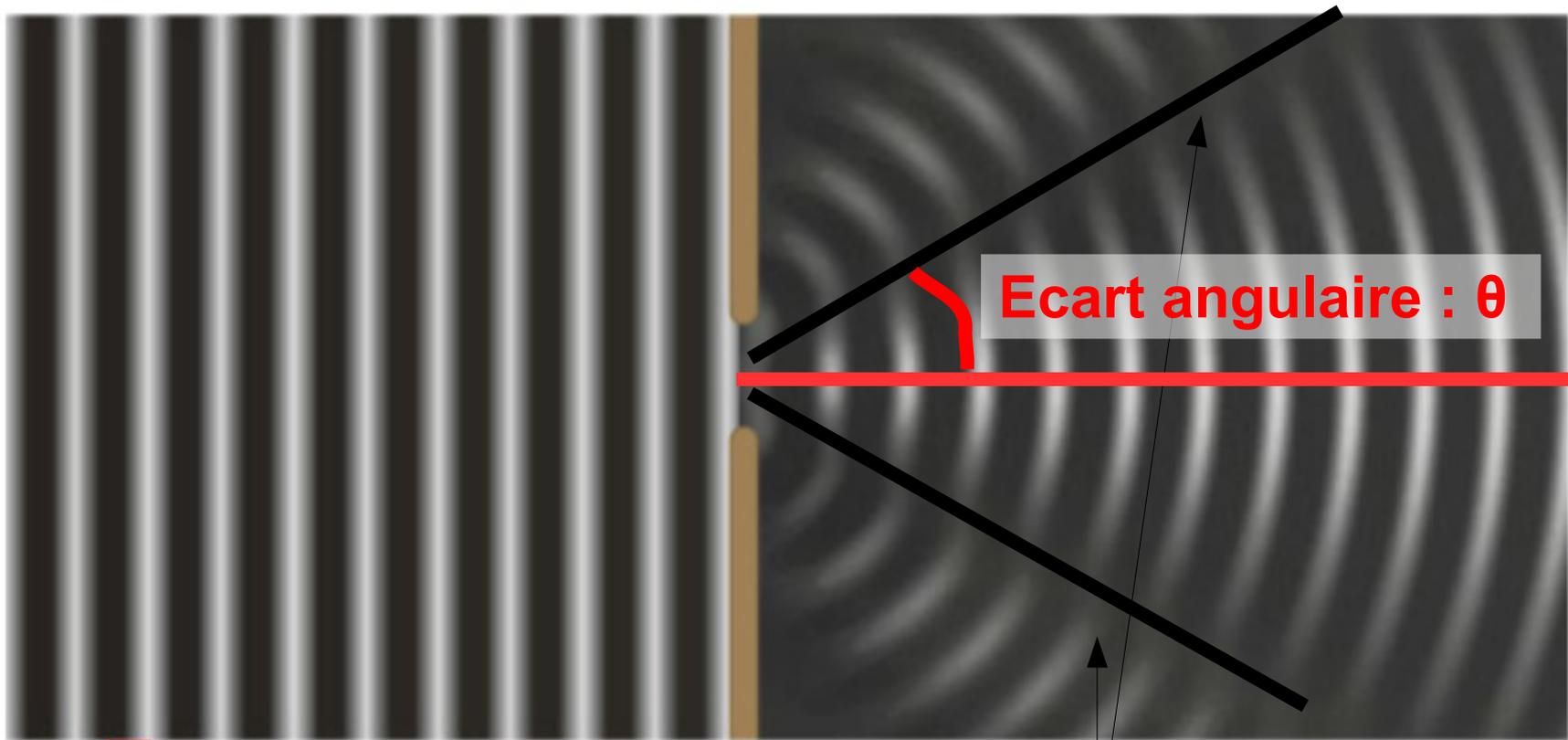


**Fig. 2** Diffraction d'une onde mécanique.



**Fig. 2** Diffraction d'une onde mécanique.

**Zones d'intensité minimale**

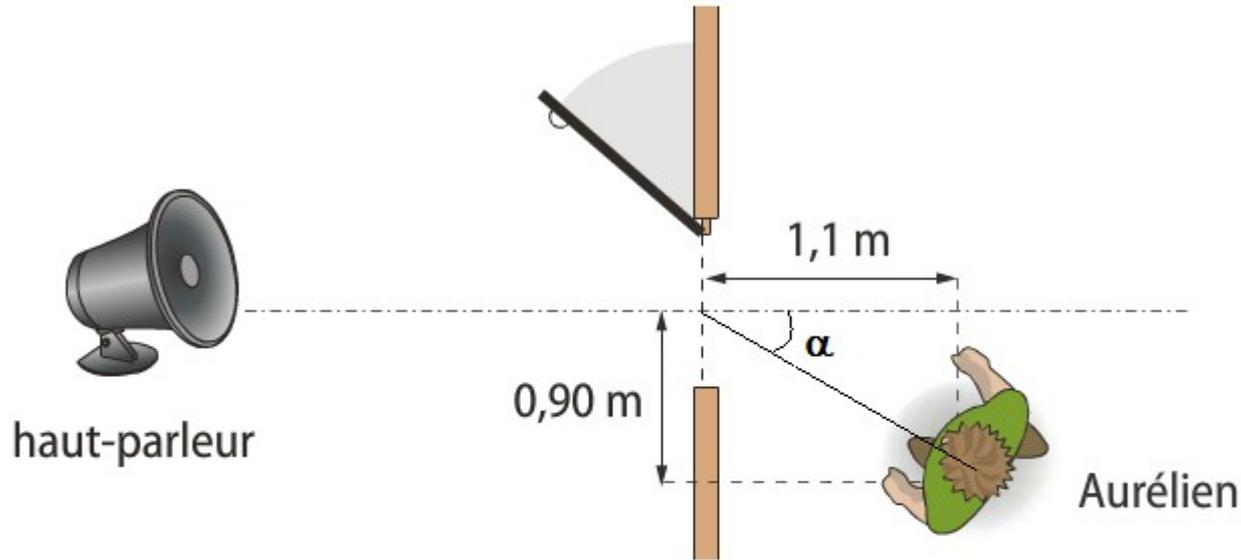


**Fig. 2** Diffraction d'une onde mécanique.

Zones d'intensité minimale

## 6 Écouter aux portes...

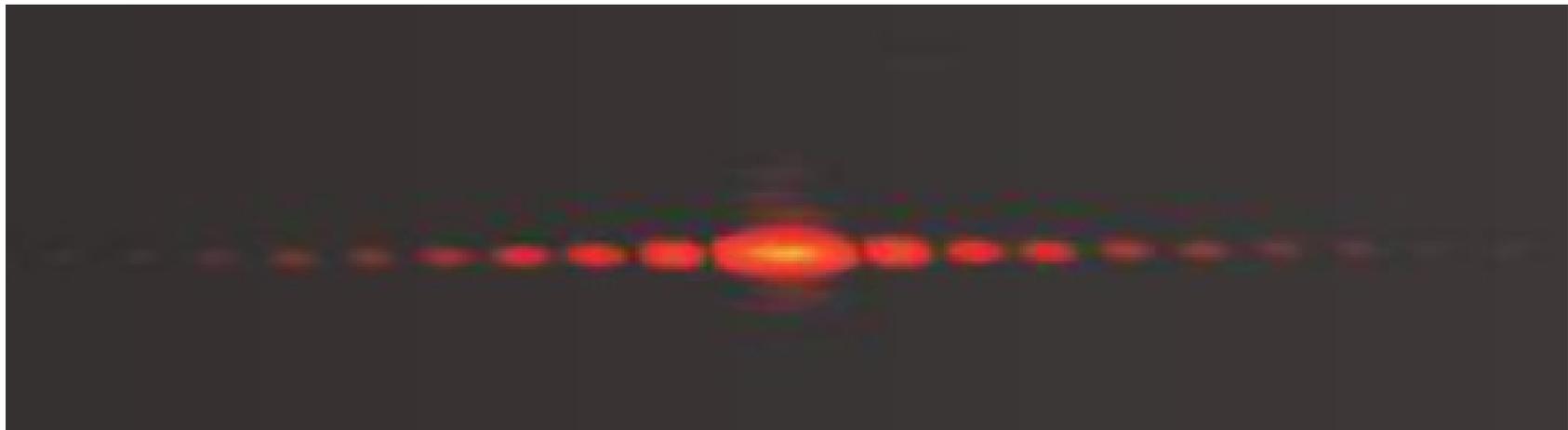
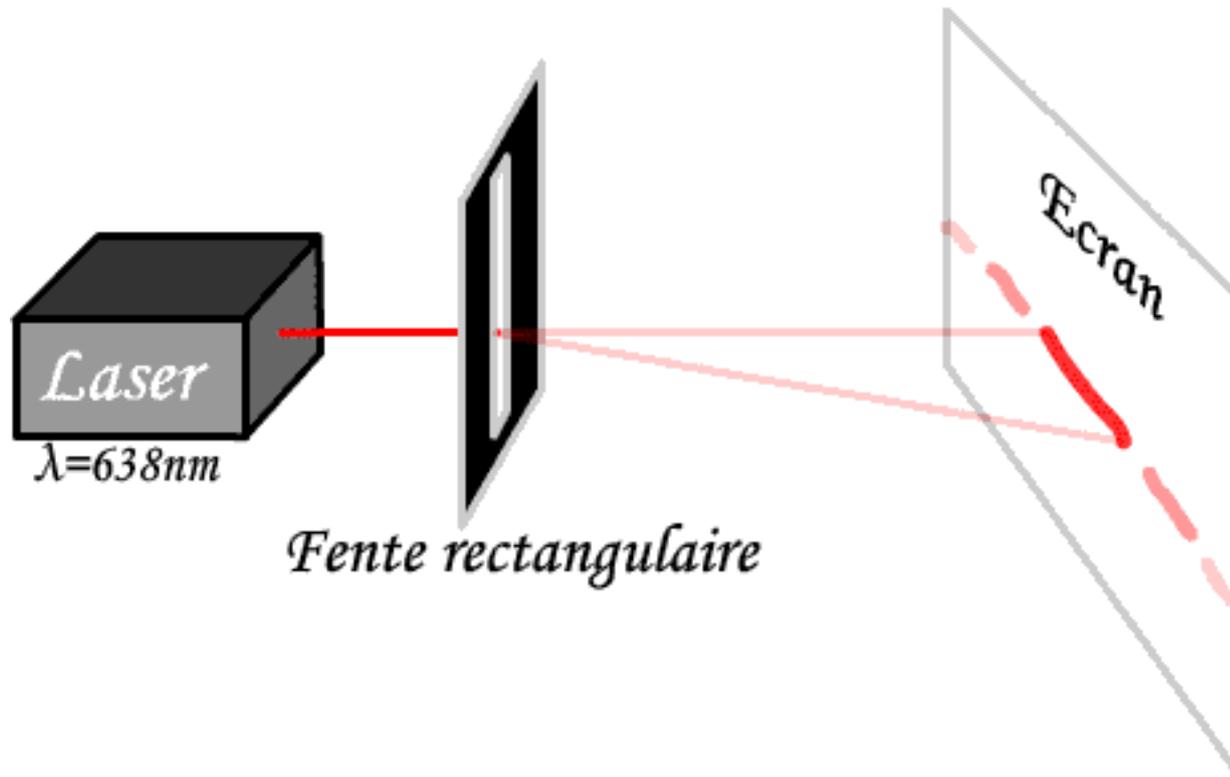
Un haut-parleur émet un son de fréquence  $f = 500 \text{ Hz}$  devant une porte de largeur  $a = 0,80 \text{ m}$ .

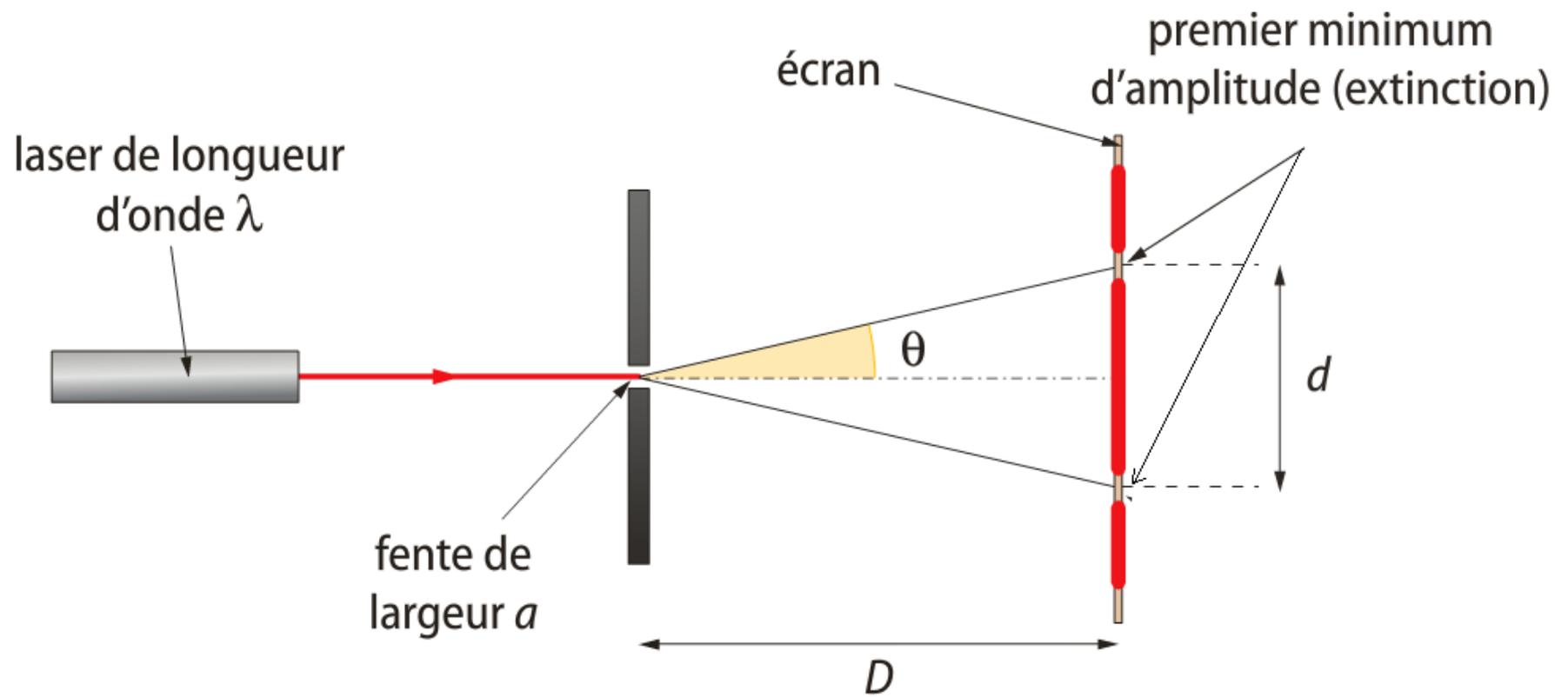


1. Déterminer la longueur d'onde de l'onde sonore.
2. Justifier que l'onde sonore soit diffractée par l'ouverture.
3. Calculer l'écart angulaire de diffraction.
4. Que va entendre Aurélien ? *On admet que l'angle  $\alpha$  vaut  $0,7 \text{ rad}$  (voir figure)*
5. On remplace le haut-parleur par une source de lumière. Aurélien sera-t-il dans l'ombre ou dans la lumière ?

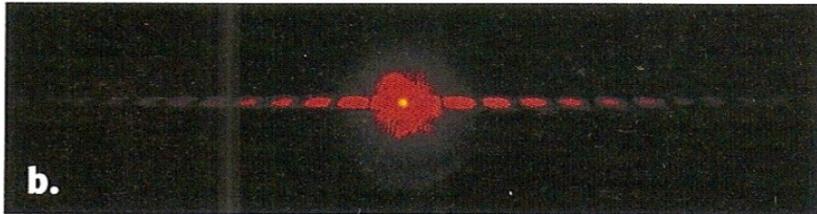
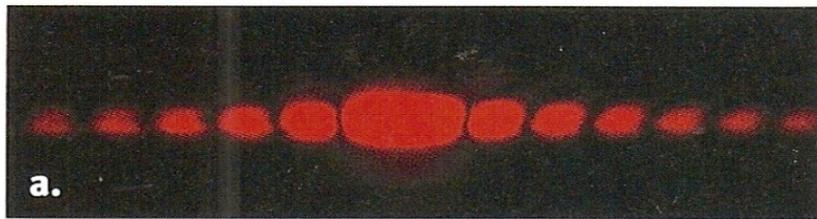
*Donnée. Célérité du son dans l'air :  $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .*

## 4. Diffraction de la lumière d'un laser par une fente

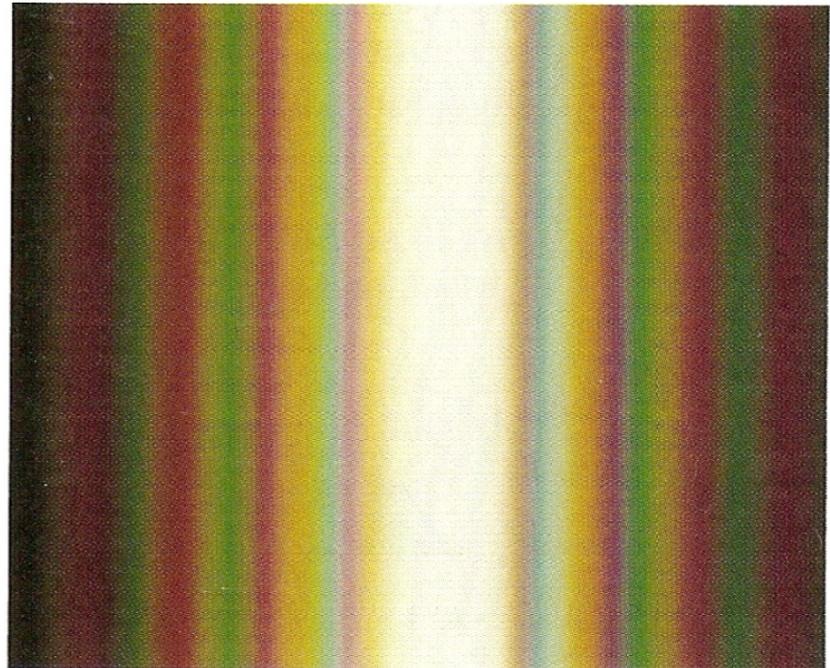




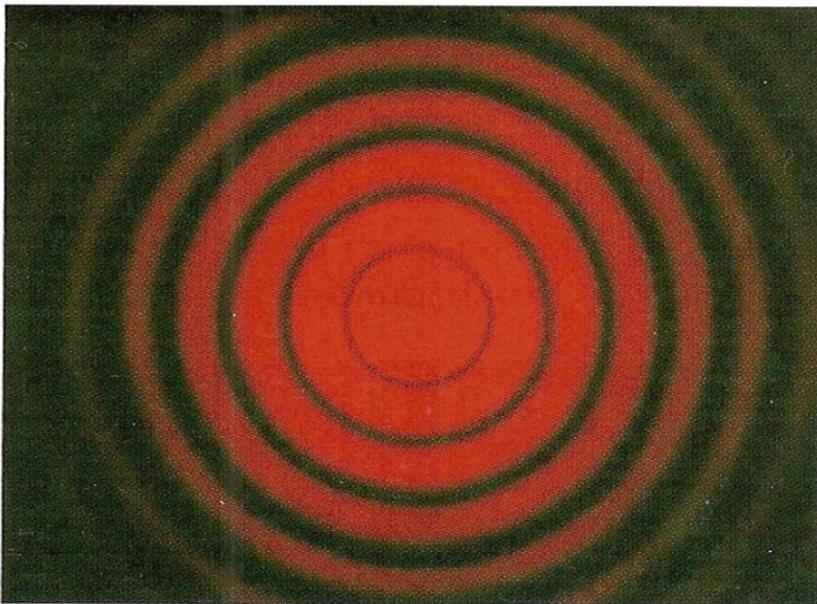
**Fig. 3** Diffraction de la lumière d'un laser par un obstacle de dimension  $a$ .



**Doc. 5.** Figure de diffraction de la lumière d'un laser, pour une fente fine (a) et pour un fil (b).

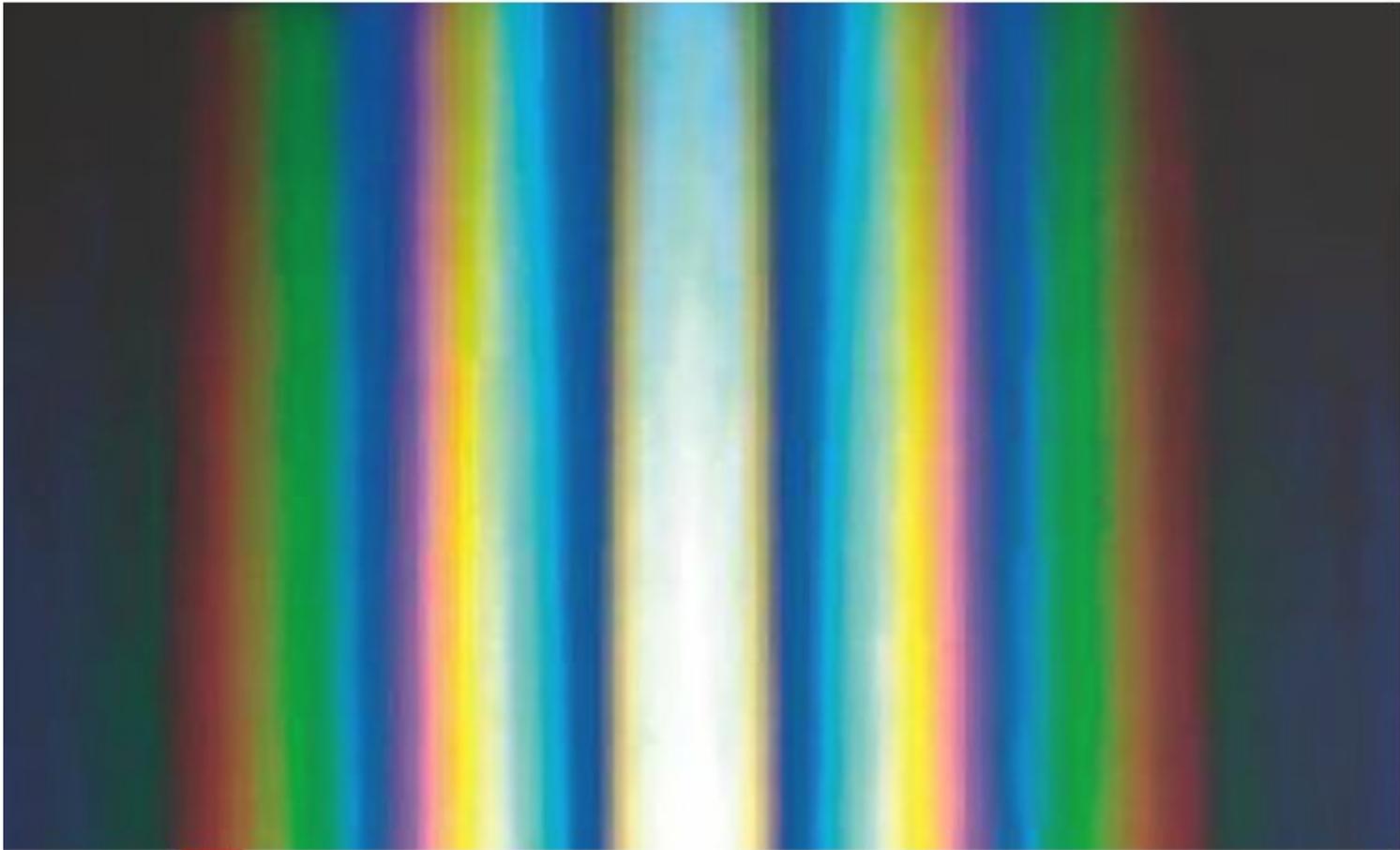
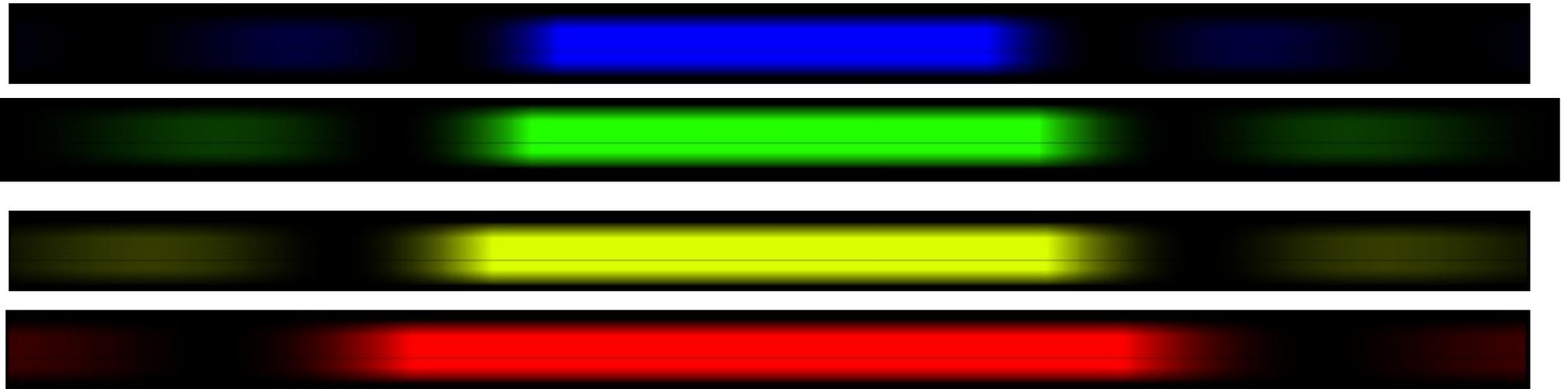


**Doc. 7.** Diffraction par une fente d'un faisceau de lumière blanche.



**Doc. 6.** Figure de diffraction par un trou.

Animation sur la diffraction en lumière monochromatique ou en lumière blanche



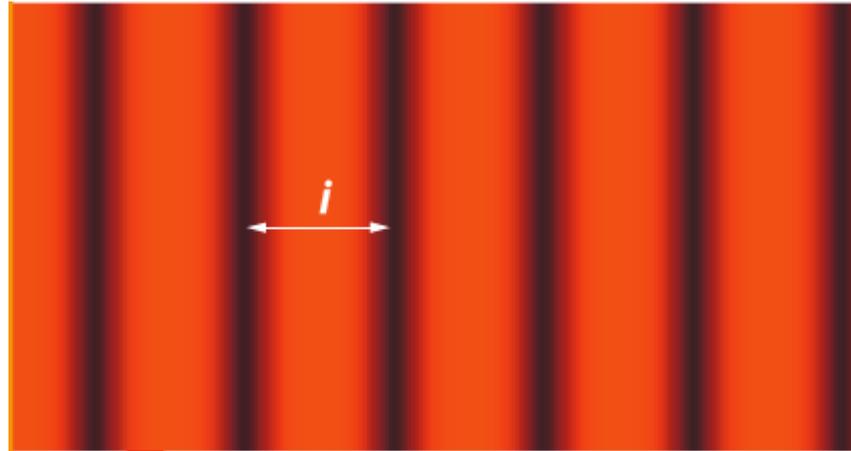
**Fig. 7** Les interférences provoquent une

# II. Les interférences

## 1. Définition



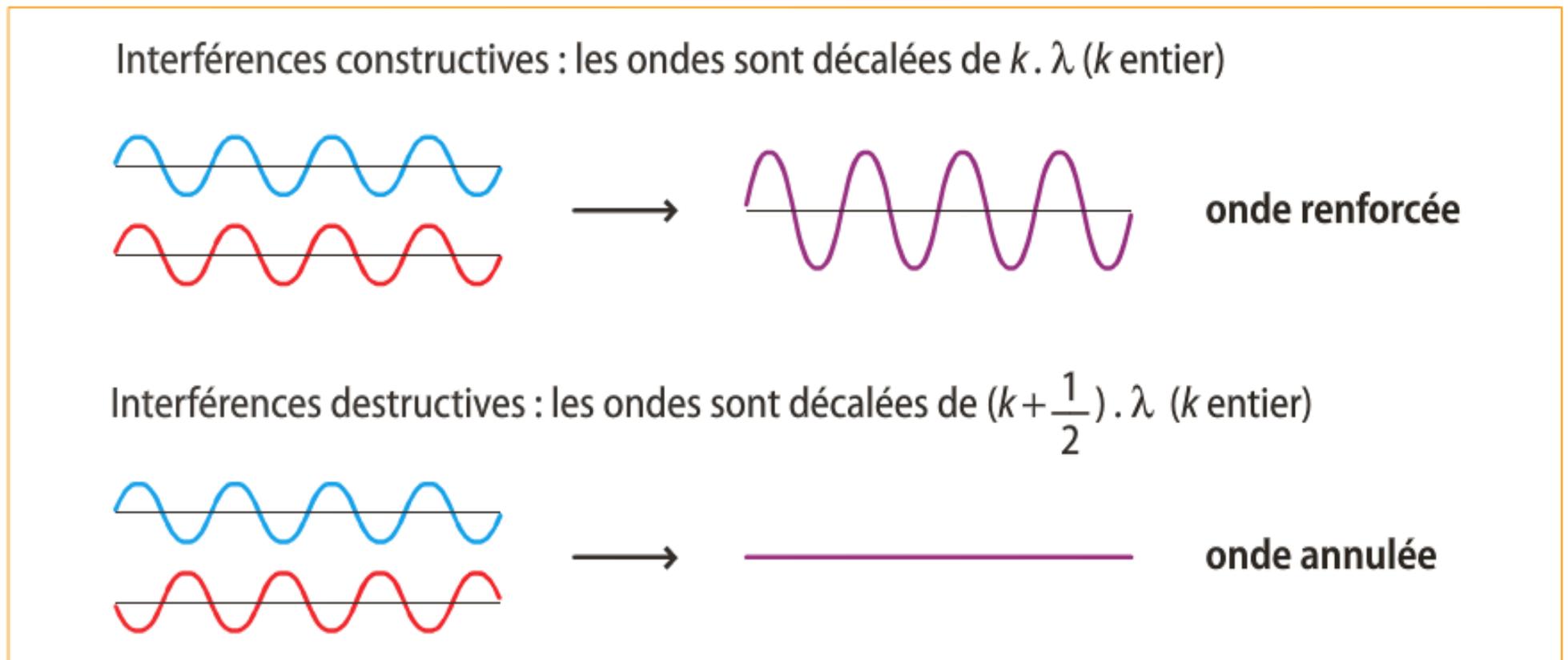
**Fig. 5** Interférences entre des ondes mécaniques : l'amplitude de l'onde résultante est renforcée ou nulle selon les directions. p.75



**Fig. 4** Figure d'interférences en lumière monochromatique.

## **2. Conditions d'obtention**

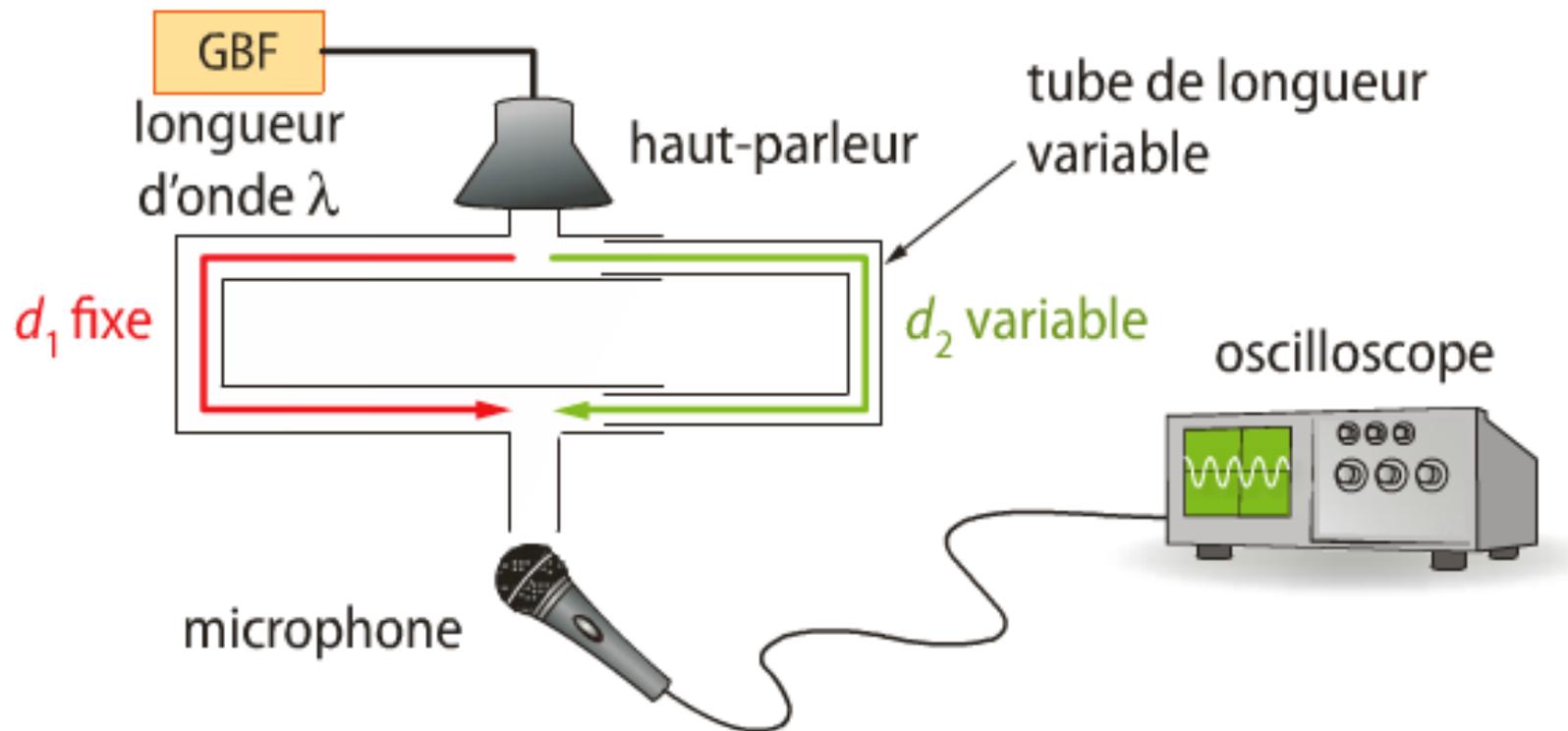
### 3. Interférences constructives et destructives



**Fig. 6** Conditions d'interférences constructives ou destructives.

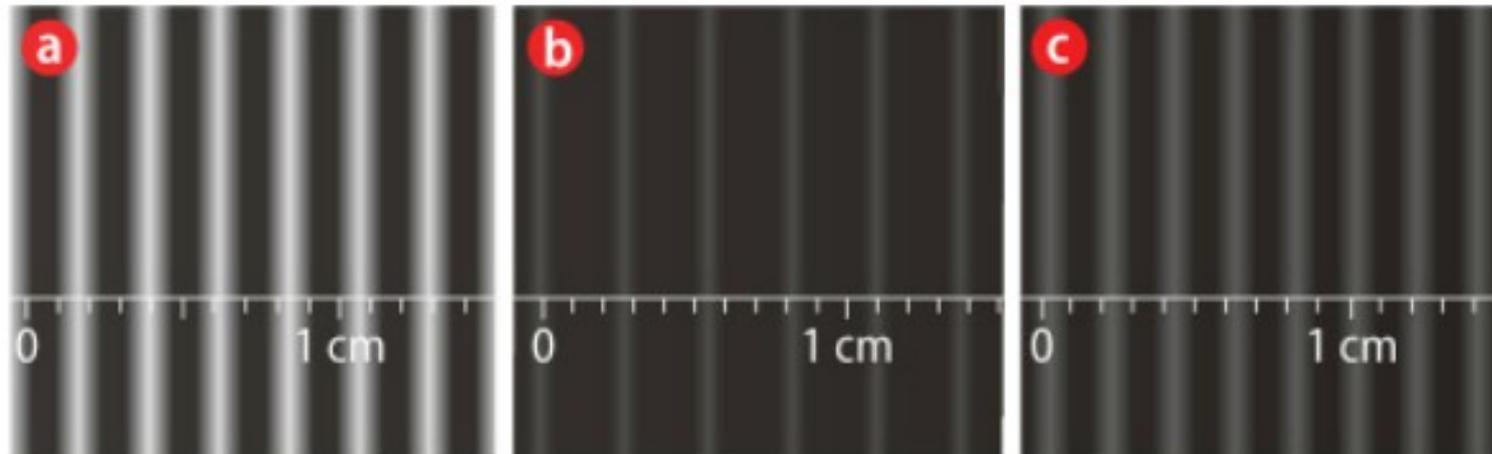
## Principe du casque anti-bruit actif

Pour illustrer le principe d'un casque anti-bruit, on réalise l'expérience schématisée ci-dessous :



## 9 Interfrange

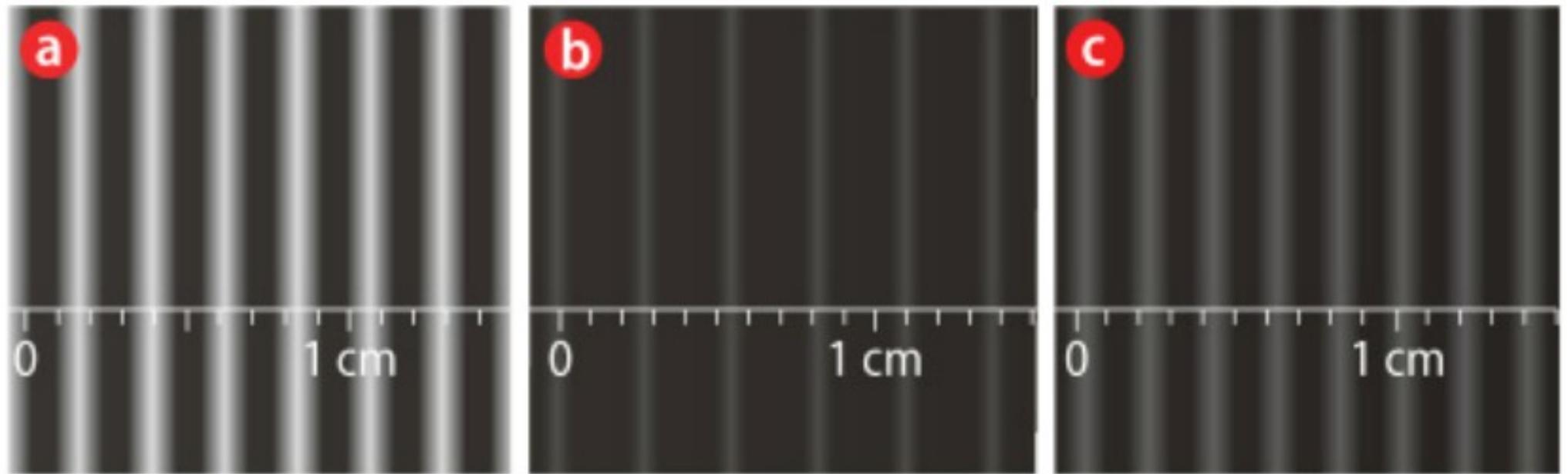
Pour caractériser une figure d'interférences lumineuses, on définit l'interfrange, noté  $i$ , qui est la distance séparant deux franges lumineuses (ou deux franges sombres) consécutives. En réalisant le dispositif des bifentes de Young, on obtient les trois figures d'interférences ci-dessous, pour une lumière laser incidente bleue, rouge, puis verte.



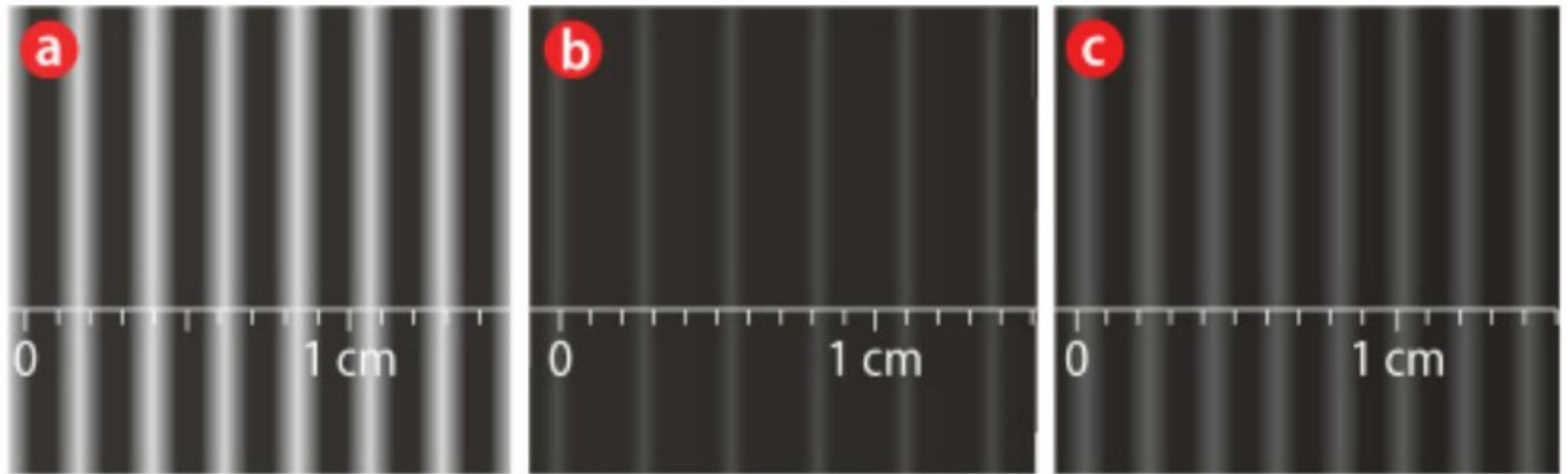
On démontre que  $i$  est proportionnel à  $\lambda$ , les autres paramètres expérimentaux restant inchangés.

**1. a.** Définir le phénomène d'interférences.

**b.** Déterminer l'interfrange des trois figures d'interférences ci-dessous.

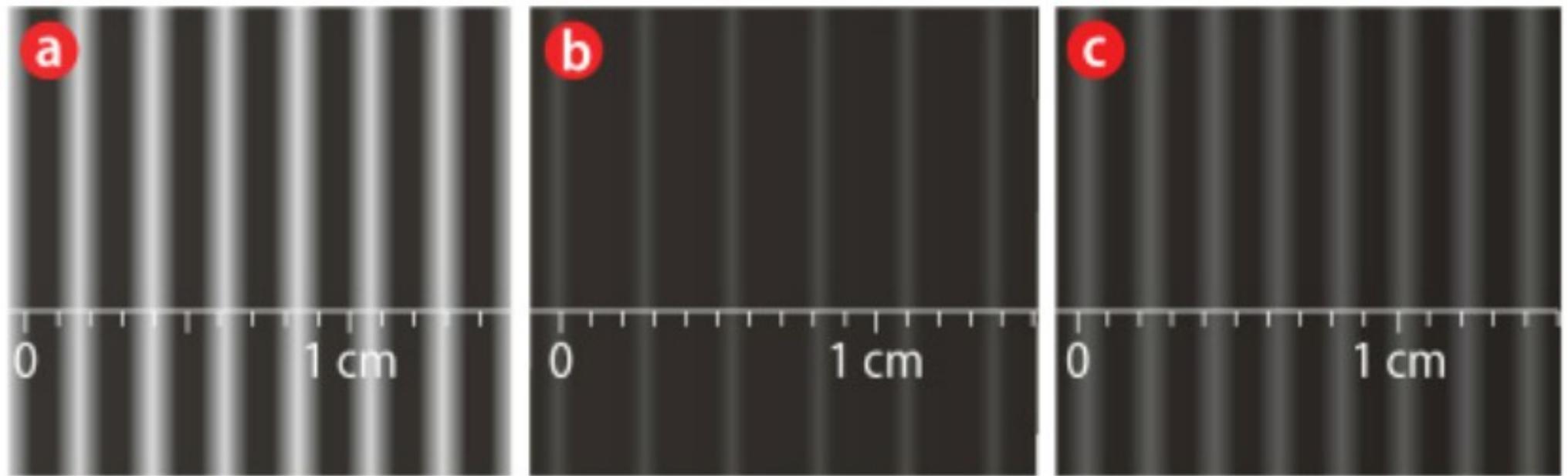


**b.** Déterminer l'interfrange des trois figures d'interférences ci-dessous.



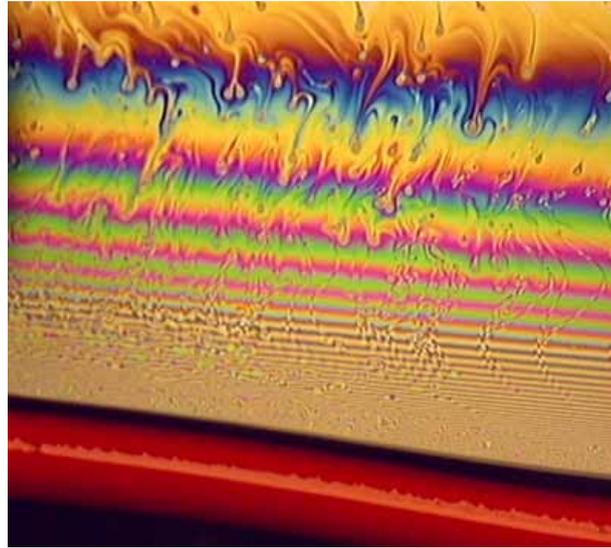
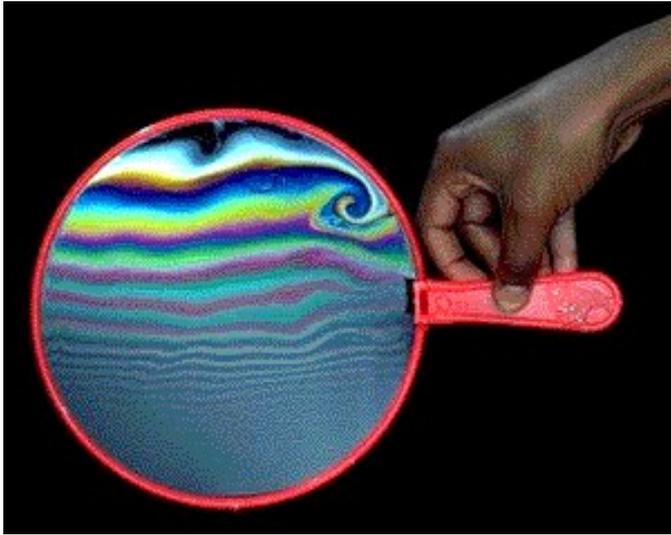
**2.** Attribuer à chaque figure la couleur de la lumière laser incidente. Justifier.

**b.** Déterminer l'interfrange des trois figures d'interférences ci-dessous.



- 2.** Attribuer à chaque figure la couleur de la lumière laser incidente. Justifier.
- 3.** Proposer une expérience pour déterminer la longueur d'onde d'un laser à partir des résultats précédents.

## Couleurs interférentielles



<http://philippe.boeuf.pagesperso-orange.fr/robert/physique/bullesavon.htm#Remarque>

[http://www-obs.univ-lyon1.fr/labo/perso/gilles.adam/lumiere/interfer/interfer\\_public\\_couleur2.pdf](http://www-obs.univ-lyon1.fr/labo/perso/gilles.adam/lumiere/interfer/interfer_public_couleur2.pdf)

## Couleur interférentielle des colibris

Regarder à partir de 1:30



# III. L'effet Doppler

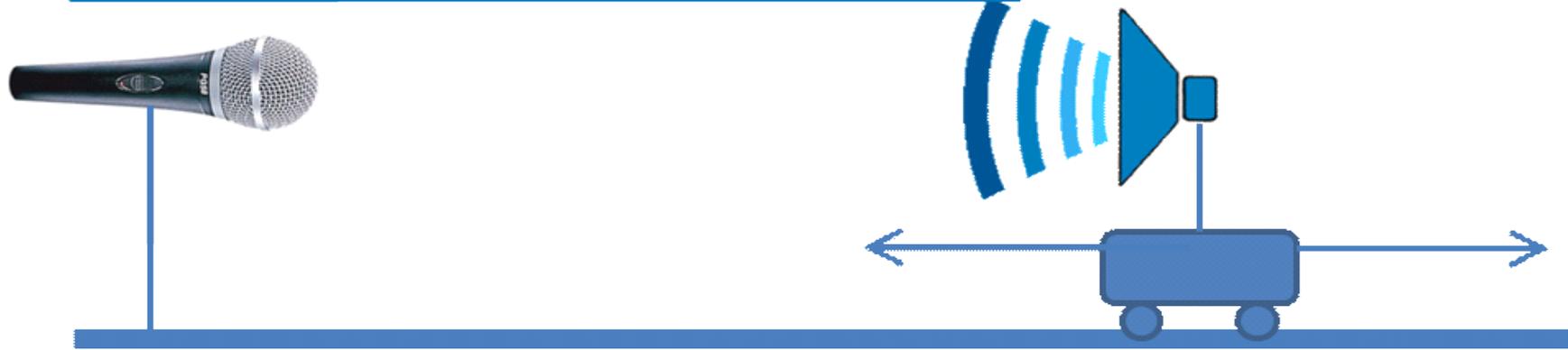
Extrait de The Big Bang theory

## 1. Définition

Animation sur le front d'onde : [ostralo.net](http://ostralo.net)



## Émetteur mobile récepteur fixe



Éloignement de l'émetteur

$$f_R = f_E / (1 + u/c) \text{ et } f_R < f_E$$

Rapprochement de l'émetteur

$$f_R = f_E / (1 - u/c) \text{ et } f_R > f_E$$

## 14 Au feu les pompiers !

**1.** Lorsque l'émetteur est en mouvement à vitesse constante par rapport à un récepteur fixe, l'effet Doppler est traduit par la relation  $f_r = f_e \cdot v / (v \pm u)$ .

**a.** Préciser la signification et l'unité de chaque grandeur.

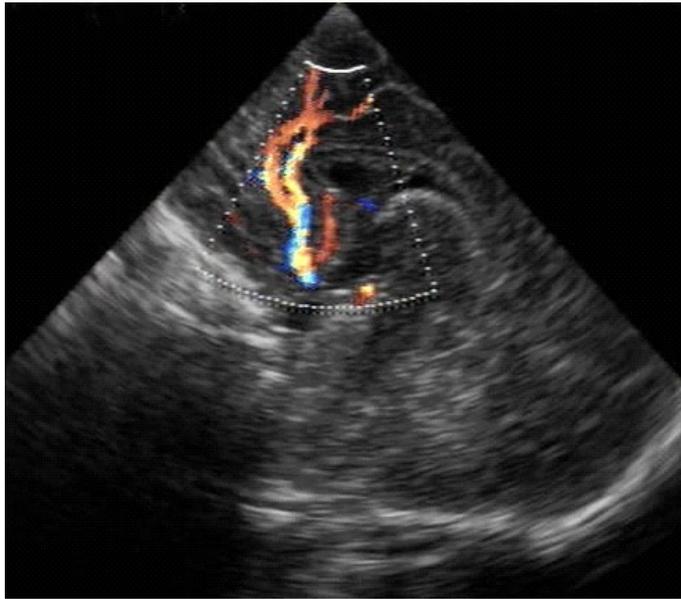
**b.** Quelles sont les deux situations correspondant au signe «  $\pm$  » de la formule ?

**2.** La sirène d'un camion de pompier, de fréquence 400 Hz, se rapproche d'Elsa, fixe sur la chaussée. Elsa mesure une fréquence de 417 Hz pour le son de la sirène.

**a.** Déterminer la formule qui correspond à l'expérience d'Elsa. Justifier.

**b.** Calculer la vitesse du camion, en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  puis en  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

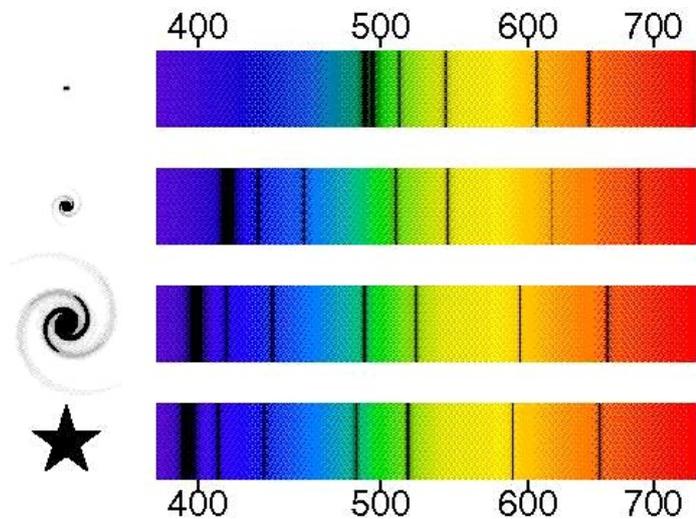
# Applications



Échographie utilisant l'effet Doppler

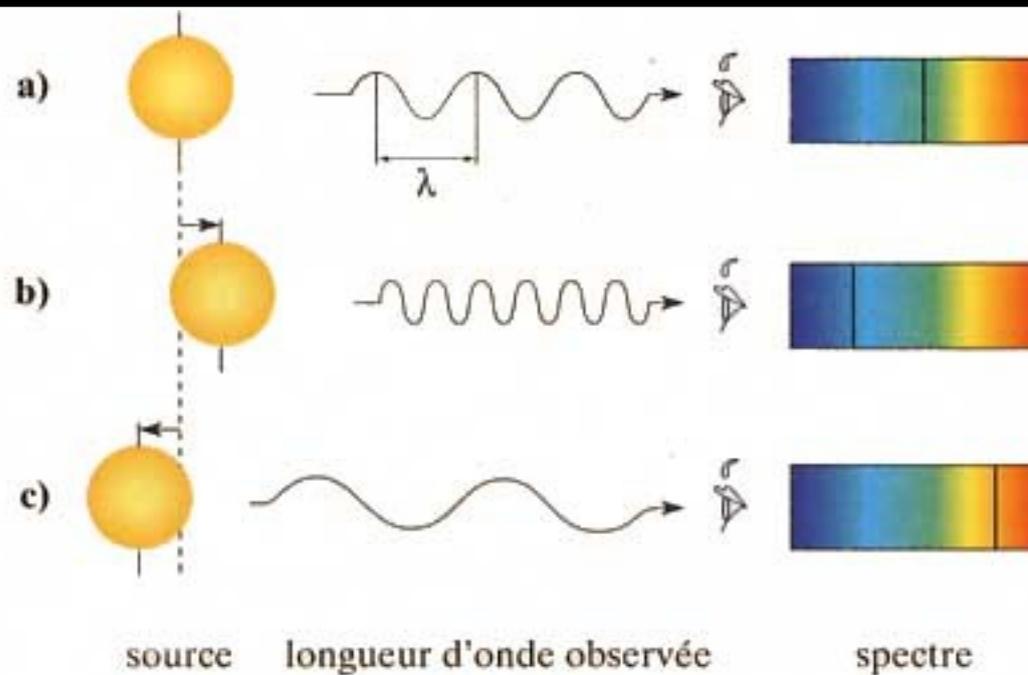


Radar routier utilisant l'effet Doppler

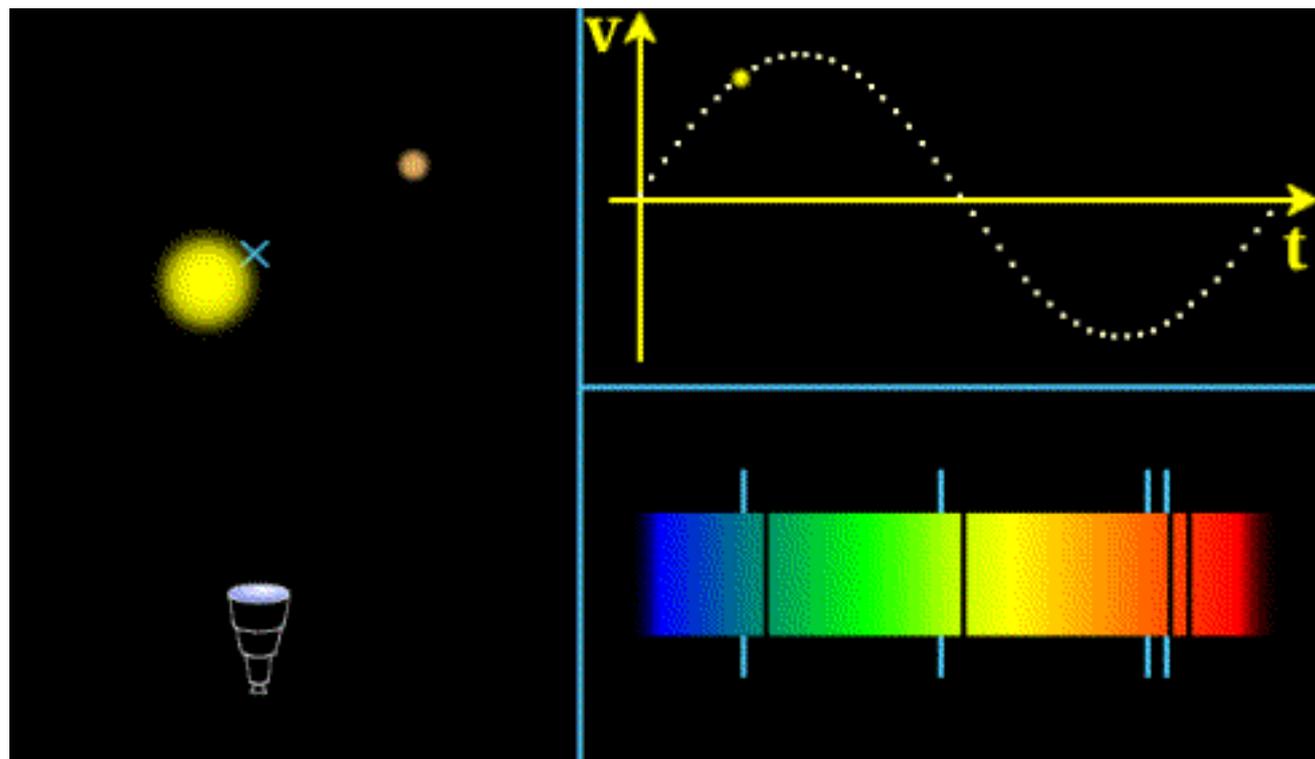
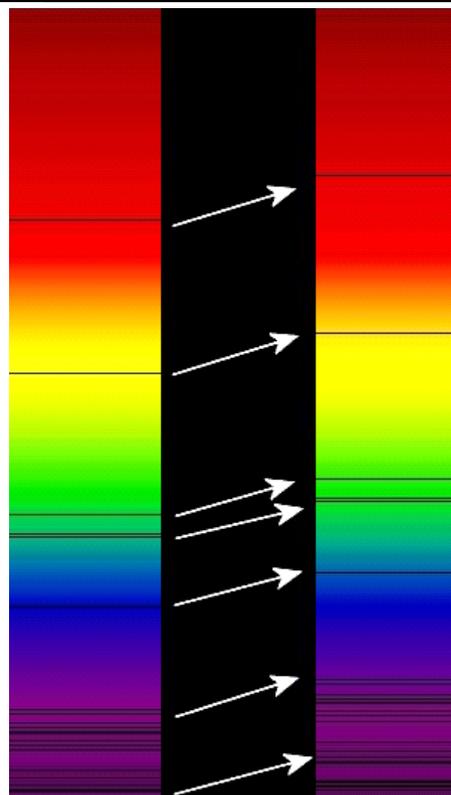


Effet Doppler en astronomie . Les raies spectrales des éléments sont déplacées vers le rouge.

Doc 1



Doc 2





The Doppler Shift is an important physical phenomenon that astronomers use to measure the speeds of distant stars and galaxies. The basic formula for slow-speed motion (that is, speeds much slower than the speed of light) is:

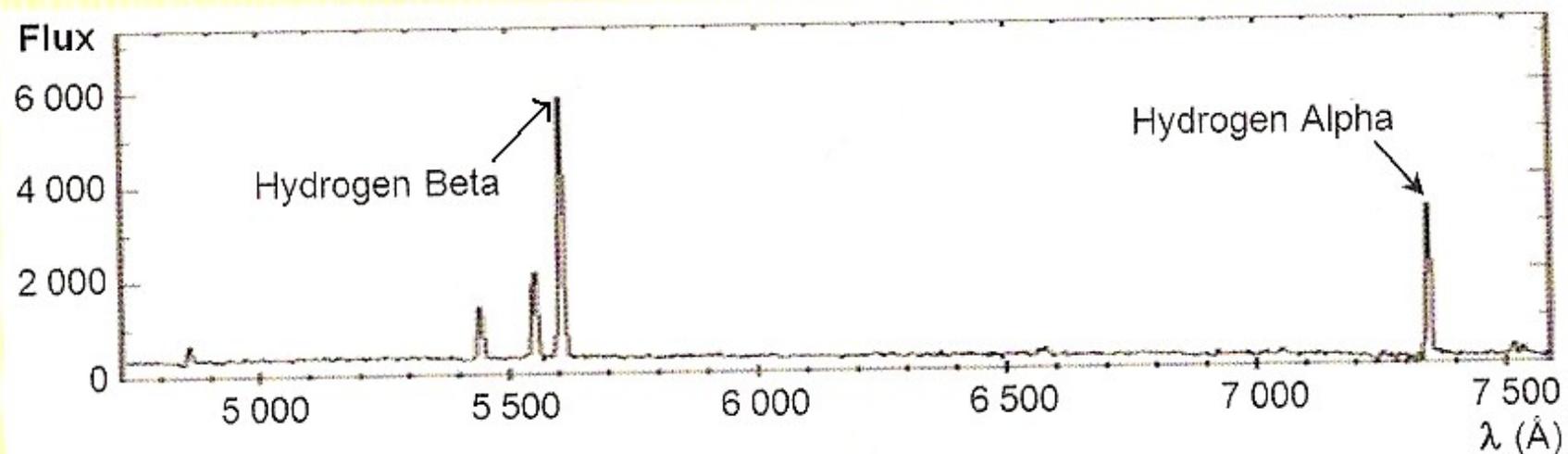
$$\text{speed} = 299\,792 \times \frac{\lambda_0 - \lambda_r}{\lambda_r}$$

The speed of the object in km/s can be found by measuring the wavelength of the signal that you observe ( $\lambda_0$ ),

and knowing what the rest wavelength of the signal is  $\lambda_r$ , with wavelength measured in units of Angstroms,  $\text{\AA}$  ( $1 \text{\AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$ ).

The spectrum below is a small part of the spectrum of the Seyfert galaxy Q2125-431 in the constellation Microscopium. An astronomer has identified the spectral lines for Hydrogen Alpha ( $\lambda_{r\alpha} = 6\,563 \text{\AA}$ ) and Beta ( $\lambda_{r\beta} = 5\,007 \text{\AA}$ ).

<http://www.nasa.gov>



1. Déterminer avec le plus de précision possible les longueurs d'ondes  $\lambda_{0\alpha}$  et  $\lambda_{0\beta}$  correspondant aux pics d'absorption  $\alpha$  et  $\beta$  de l'hydrogène.

2. En déduire la valeur de la vitesse radiale de la galaxie Q2125-431 par rapport à la Terre.
3. Cette galaxie s'approche-t-elle ou s'éloigne-t-elle de la Terre?