

## Thème 4 : Ondes et signaux

### Partie 1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

#### CHAP 18 ACT EXP-Effet Doppler

**CORRIGE**

rq :  
 jouer avec l'amplitude du GBF  
 faire gaffe à Ttotale qui doit être de 500  $\mu$ s  
 Pour la 2 ème partie, on peut déplacer émetteur et récepteur et garder fixe la plaque ça aide  
 sur le GBF faut mettre 40 les chiffres en dessous c'est le calibre pas le chiffre multiplicateur

#### 1. OBJECTIF

#### 2. PRINCIPE D'UN RADAR

#### 3. MISE EN EVIDENCE DE L'EFFET DOPPLER

#### QUESTIONS

1) En vous appuyant sur les enregistrements audio que vous venez d'écouter, proposer une description du phénomène physique étudié.

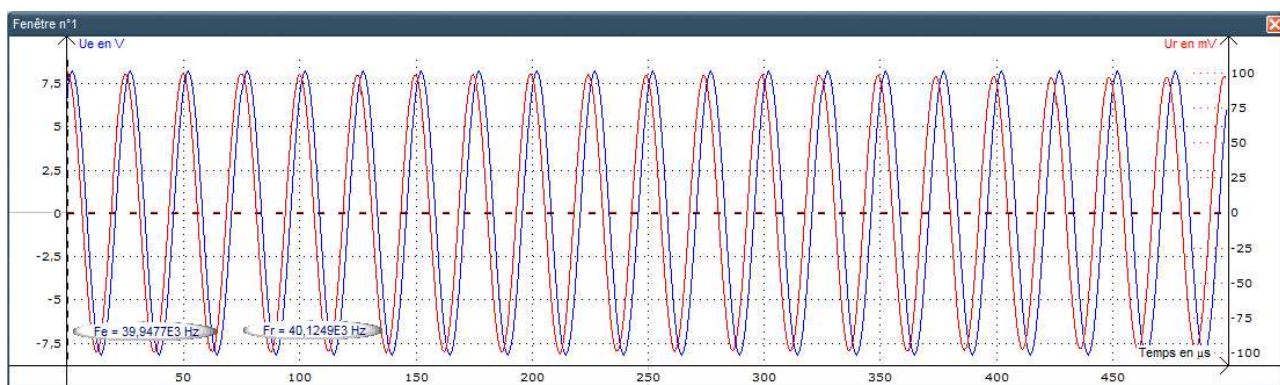
**Le son est de + en + aigu quand la voiture s'approche.**

**Le son est de + en + grave quand la voiture s'éloigne.**

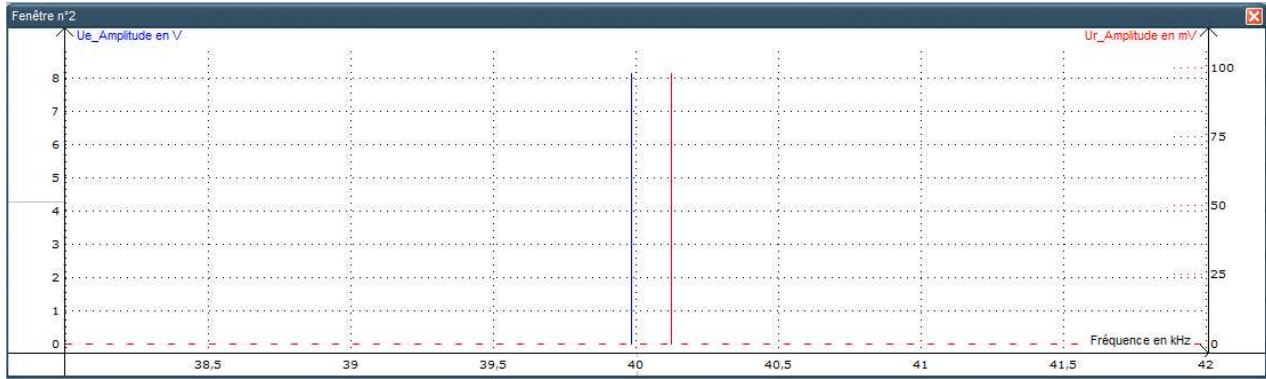
#### 4. APPLIQUER L'EFFET DOPPLER DANS LE DOMAINE ULTRASONORE A LA DETERMINATION D'UNE VITESSE.

##### 4.2. Traitement avec LATIS PRO(\*) :

##### b) Visualiser les 2 courbes avec l'échelle maximale :



##### e) Réaliser l'analyse spectrale des 2 courbes :



### QUESTIONS

1) Mesurer avec précision les fréquences  $f_e$  et  $f_r$

$f_e = 39,948 \text{ Hz}$        $f_r = 40,125 \text{ Hz}$

2) Comparer les fréquences  $f_e$  et  $f_r$ . Les résultats obtenus sont-ils en accord avec ceux attendus.

$f_r > f_e$

**OUI, la fréquence reçue augmente quand l'émetteur se rapproche du récepteur**

3) En déduire la vitesse  $v$  de déplacement du récepteur par rapport à l'émetteur :

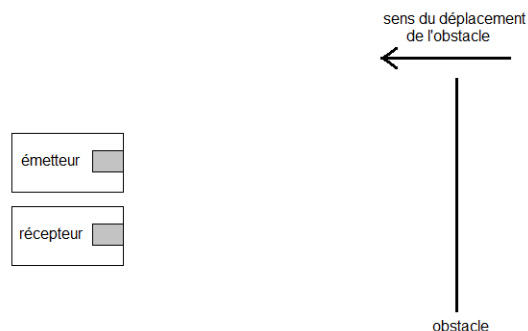
$$v = \frac{(f_r - f_e)}{f_e} \times c$$

**A.N.  $v = (40,125 - 39,948) \times 340 / 39,948 = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$**

### 5. UTILISATION DES ULTRASONS ET DE L'EFFET DOPPLER COMME RADAR DE VITESSE

1) A l'aide du matériel dont vous disposez et d'un écran qui simulera un obstacle en déplacement, proposer un protocole qui permette de vérifier le principe de l'effet Doppler appliqué aux radars.

#### **MONTAGE :**



2) Réaliser le protocole et déterminer la fréquence de l'onde réfléchiée par l'écran en mouvement puis calculer la vitesse de déplacement de l'écran à partir de la formule ci-dessous :

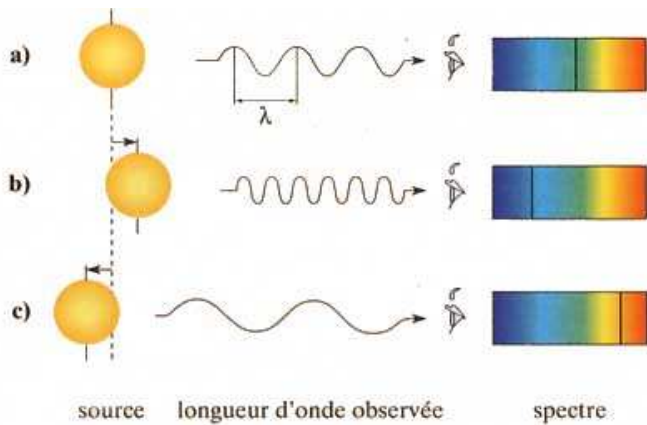
$$v = \frac{|f_r - f_e|}{2 \times f_e} \times c$$

3) La formule utilisée pour obtenir la vitesse par effet Doppler n'est valable que si la vitesse de déplacement  $v$  est faible devant la vitesse de l'onde  $c$ .

$$c = 443 \text{ m/s et } v \ll c$$

## 6. PRESENTATION DE L'EFFET DOPPLER-FIZEAU

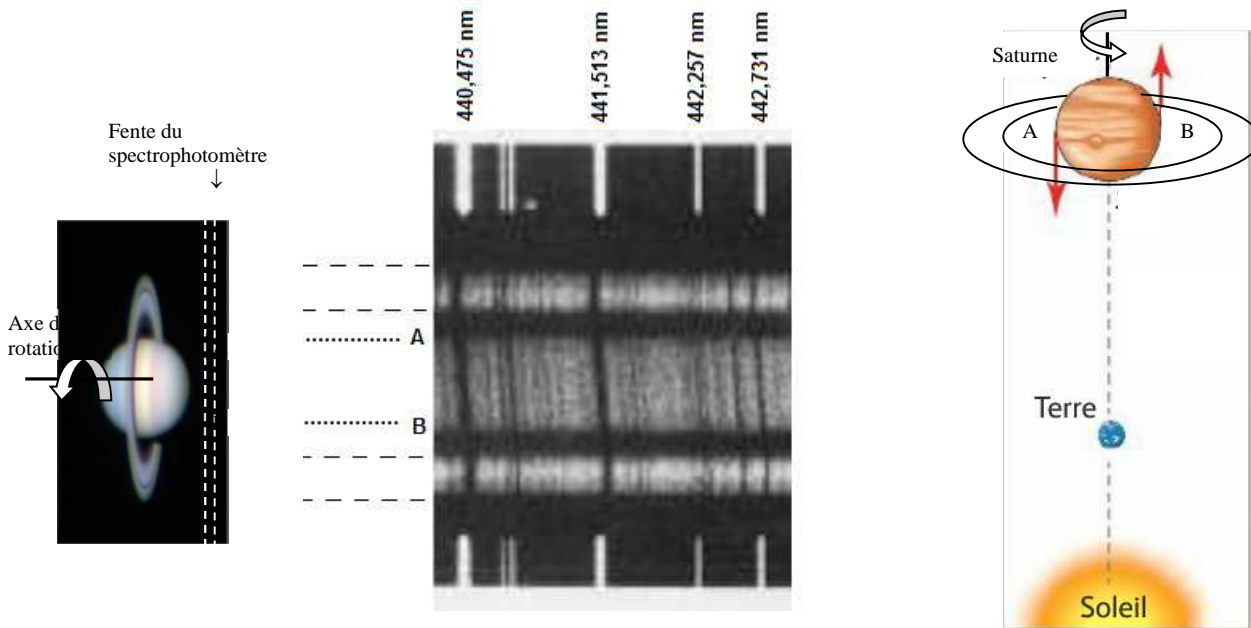
En appliquant les conséquences des travaux de C. Doppler à la lumière, H. Fizeau a postulé en 1848 que, si une étoile ou une galaxie s'éloigne ou se rapproche de la Terre, on doit pouvoir observer un décalage de ses raies d'absorption. La mesure de ce décalage permettrait ainsi de calculer la vitesse radiale de l'étoile par rapport à la Terre. La précision des instruments de l'époque ne lui a pas permis de vérifier son hypothèse ce qui est aujourd'hui possible avec les télescopes modernes.



Décalage du spectre vers les courtes longueurs d'onde (BLEU) pour un objet lumineux qui se rapproche de l'observateur

Décalage du spectre vers les grandes longueurs d'onde (ROUGE) pour un objet lumineux qui s'éloigne de l'observateur

*Le spectre ci-dessous est celui de la lumière du soleil diffusé par Saturne et reçue par la Terre. La fente du spectroscopie est dans le plan équatorial de Jupiter (plan qui contient l'orbite de Jupiter). Dans ce plan, à cause de la rotation de la planète, le point A sur la figure se rapproche du Soleil ou de la Terre, tandis que B s'en éloigne*



La fente du spectrographe permet d'isoler une bande étroite comprenant le centre de Saturne et ses anneaux selon la figure ci-dessus.

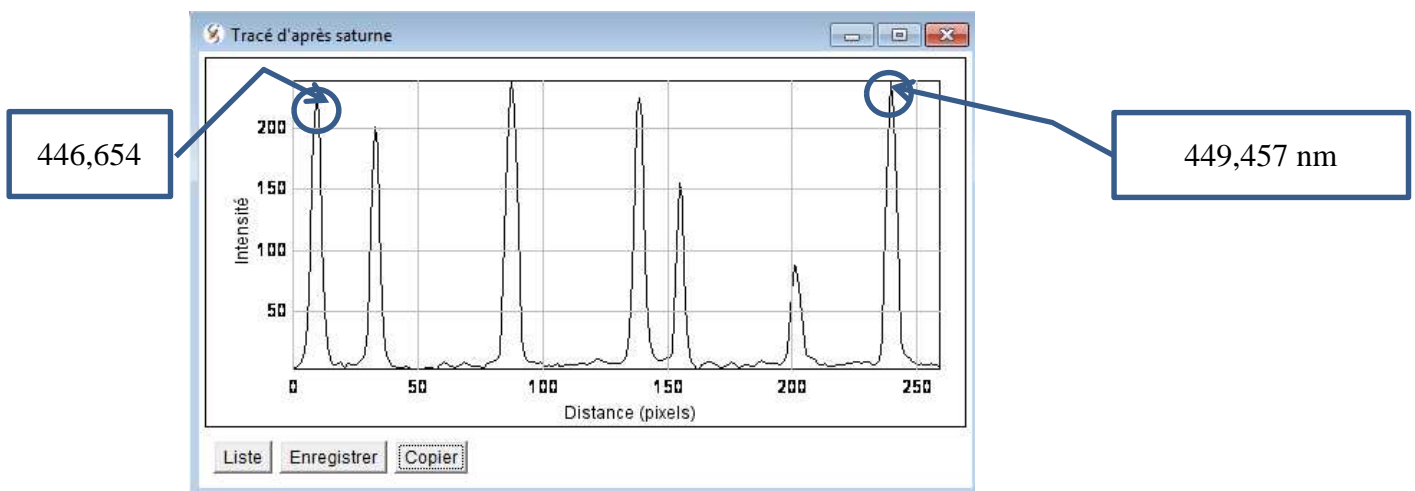
De manière à pouvoir effectuer un étalonnage des longueurs d'onde en nm, ce spectre est encadré par le spectre d'émission du fer obtenu dans les mêmes conditions c'est-à-dire avec le même spectrographe.

Ce spectre présente des raies d'absorption dues aux éléments présents dans l'atmosphère du Soleil. C'est l'effet Doppler-Fizeau qui permet d'expliquer l'inclinaison des raies : les raies d'absorption correspondant à la source A (se rapprochant de l'observateur) se décalent vers les courtes longueurs d'onde (partie supérieure du spectre) tandis que celle correspondant au point B (s'éloignant de l'observateur) se décalent vers les grandes longueurs d'onde (partie inférieure du spectre).

La mesure du décalage  $|\Delta\lambda|$  en longueur d'onde entre le bord supérieur et inférieur d'une raie permet de calculer la valeur  $v_r$  de la vitesse radiale du point A (ou B) à la surface de saturne.

$$|\Delta\lambda| = \frac{4v_r}{c} \times \lambda_0$$

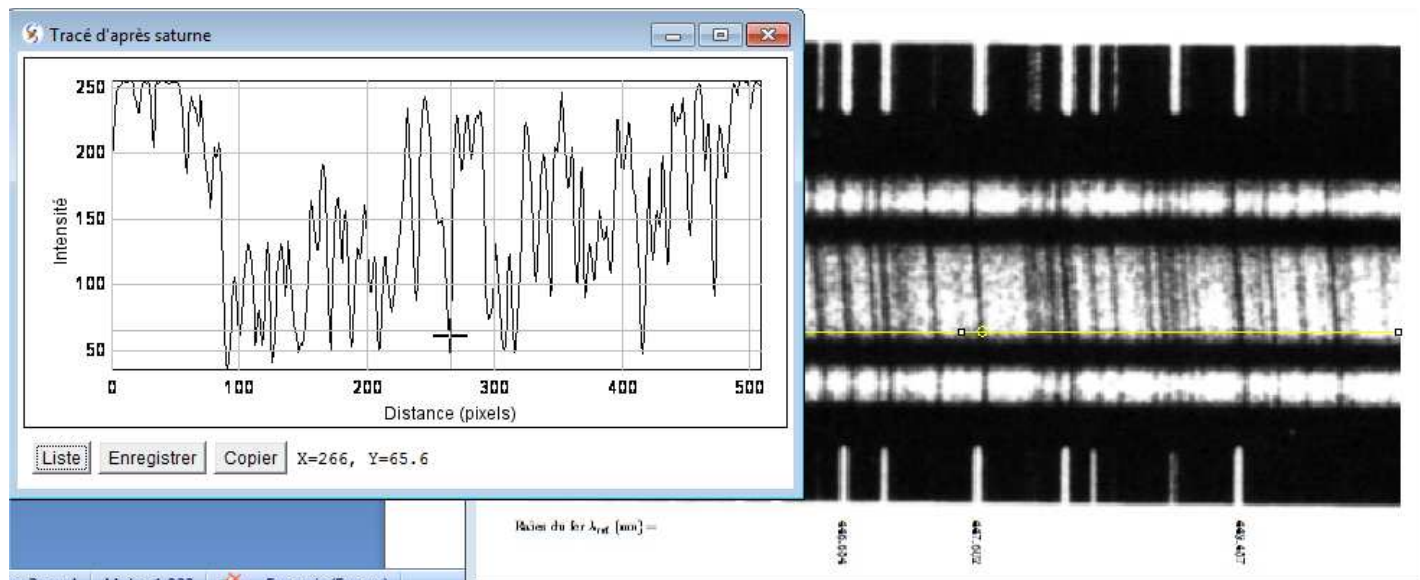
## 7. DETERMINATION DE LA VITESSE RADIALE ET DE LA PERIODE DE ROTATION DE SATURNE



a) Recopiez et compléter alors la correspondance suivante :  $2,803 \text{ nm} \leftrightarrow 230 \text{ pixels}$

b) Après avoir effectué un zoom avant, noter le pixel,  $p_A$ , correspondant à cette raie.  $p_A = 261$

c) Après avoir effectué un zoom avant, noter le pixel,  $p_B$ , correspondant à cette raie.  $p_B = 266$



## 8. CALCUL DE LA VITESSE RADIALE A LA SURFACE DE SATURNE

a) À l'aide de la différence de pixels  $p_B - p_A$  et de la correspondance précédemment établie, calculer  $\Delta\lambda$ .

$$\Delta\lambda = \frac{(266 - 261) \times 2,803}{230} = 0,061 \text{ nm}$$

b) En déduire la vitesse,  $v_r$ , à la surface de Saturne.

$$v_r = \frac{\Delta\lambda \times c}{4\lambda_0} = \frac{0,061 \times 3,00 \cdot 10^8}{4 \times 447,602} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

## 9. CALCUL DE LA PERIODE DE ROTATION DE SATURNE

1) En déduire la période de rotation de Saturne sur elle-même au niveau de l'équateur. Dans les tables, on trouve  $T_{th} = 37 \cdot 10^3 \text{ s}$ . La période de rotation obtenue en étudiant le spectre de Saturne est-elle en accord avec la valeur

théorique ?  $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \times 60,3 \cdot 10^6}{1,0 \cdot 10^4} = 38 \cdot 10^3 \text{ s}$