

26 Expérience historique



COMPÉTENCES Rechercher l'information utile; effectuer un calcul.

Afin de vérifier la théorie de C. DOPPLER, le scientifique C. BUYS-BALLOT a réalisé l'expérience suivante :

Des musiciens à bord d'un train jouent un « La » de fréquence f_E . D'autres musiciens postés le long de la voie ferrée identifient la note entendue lors de l'approche du train, comme le montre le document ci-dessous :



Donnée : tableau de fréquences de notes de musique :

Note	Fa	Fa [#]	Sol	La ^b	La	La [#]	Si
f (Hz)	349	370	392	415	440	466	494

La vitesse du son dans l'air est $V_S = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- Quel est le phénomène à l'origine du décalage des fréquences entre l'onde émise et l'onde perçue ?
 - Quelle est la fréquence de la note f_R entendue par les musiciens situés au bord de la voie ferrée ?
- La relation permettant de calculer la vitesse V_E d'un émetteur sonore s'approchant d'un observateur immobile est :

$$V_E = V_S \cdot \left(1 - \frac{f_E}{f_R}\right)$$

Calculer la valeur de la vitesse de déplacement du train.

Pour aller plus loin

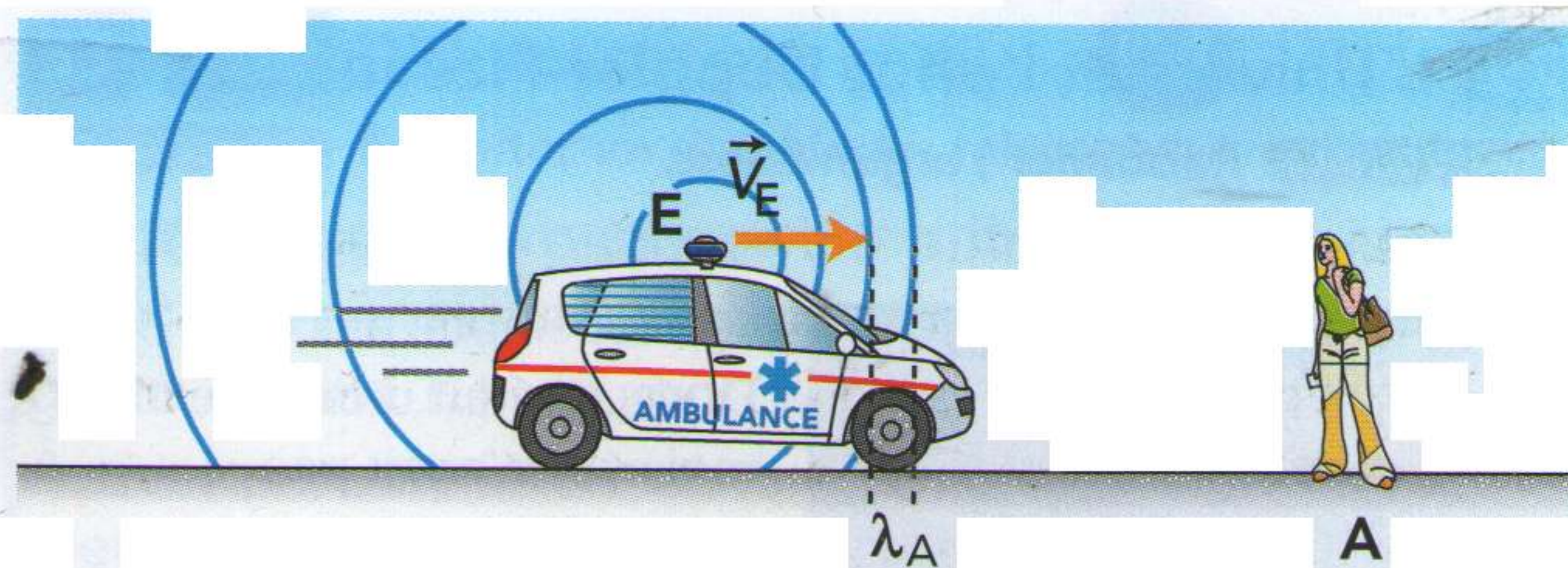
27 Démo Détermination par effet Doppler de la vitesse d'un émetteur sonore qui s'approche

COMPÉTENCES Raisonner; calculer.

La valeur de la vitesse d'un émetteur (E) s'approchant d'un observateur immobile (A) peut être calculée par effet Doppler. On se propose de retrouver la relation liant les diverses grandeurs mises en jeu :

- f_E est la fréquence du signal produit par l'émetteur;
- f_A est la fréquence du signal reçu par l'observateur;
- V est la valeur de la vitesse de l'onde;
- V_E est la valeur de la vitesse de l'émetteur.

Les valeurs des vitesses sont mesurées dans un référentiel terrestre et $V_E \ll V$.



- À la date $t = 0$, E est à la distance d de A et émet une onde. Exprimer littéralement la date t_1 au bout de laquelle le signal est perçu par A.
- Déterminer l'expression de la distance d_E parcourue par l'émetteur pendant la période T_E du signal émis.
 - À la date T_E , quelle est la distance entre E et A ?
 - À la date T_E , l'émetteur émet de nouveau une onde. À quelle date t_2 l'observateur reçoit-il cette onde ?
- Quelle est la durée T_A séparant deux signaux consécutifs captés par l'observateur ? Que représente T_A ?
- Exprimer la relation liant f_A , f_E , V et V_E dans cette situation.
 - Quelle est l'expression littérale de la valeur de la vitesse V_E de l'émetteur ?

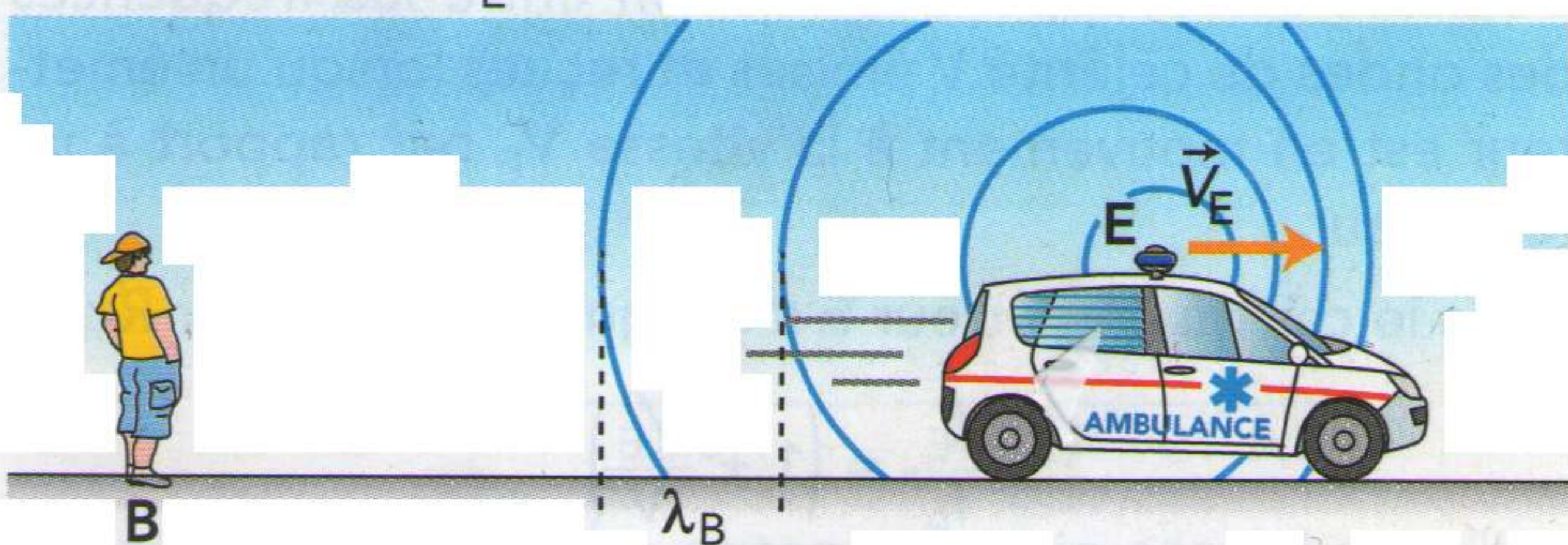
28 Démo Détermination par effet Doppler de la vitesse d'un émetteur sonore qui s'éloigne

COMPÉTENCE Réaliser une démonstration.

La valeur de la vitesse d'un émetteur (E) s'éloignant d'un observateur immobile (B) peut être calculée par effet Doppler. On se propose de retrouver la relation liant les diverses grandeurs mises en jeu :

- f_E est la fréquence du signal produit par l'émetteur;
- f_B est la fréquence du signal reçu par l'observateur;
- V est la valeur de la vitesse de l'onde;
- V_E est la valeur de la vitesse de l'émetteur.

Les valeurs des vitesses sont mesurées dans un référentiel terrestre et $V_E \ll V$.



- À la date $t = 0$, E est à la distance d de B et émet une onde. Exprimer littéralement la date t_1 au bout de laquelle le signal est perçu par B.
- Déterminer l'expression de la distance d_E parcourue par l'émetteur pendant la période T_E du signal émis.
 - À la date T_E , quelle est la distance entre E et B ?
 - À la date T_E , l'émetteur émet de nouveau une onde. À quelle date t_2 l'observateur reçoit-il cette onde ?
- Quelle est la durée T_B séparant deux signaux consécutifs captés par l'observateur ? Que représente T_B ?
- Exprimer la relation liant f_B , f_E , V et V_E dans cette situation.
 - Quelle est l'expression littérale de la valeur de la vitesse V_E de l'émetteur ?