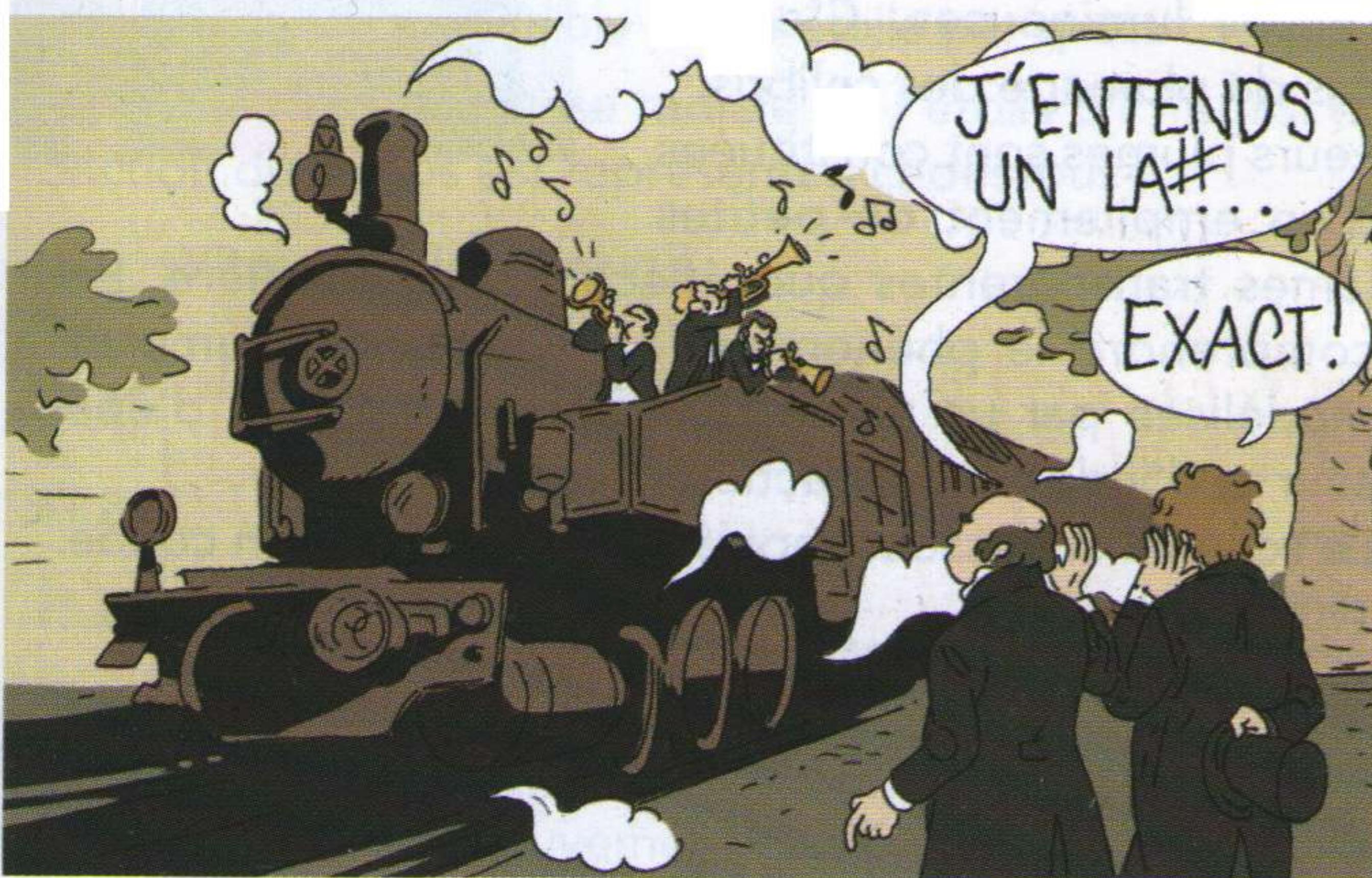


## 26 Expérience historique

**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 <sup>#</sup>	Sol	La <sup>b</sup>	La	La <sup>#</sup>	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

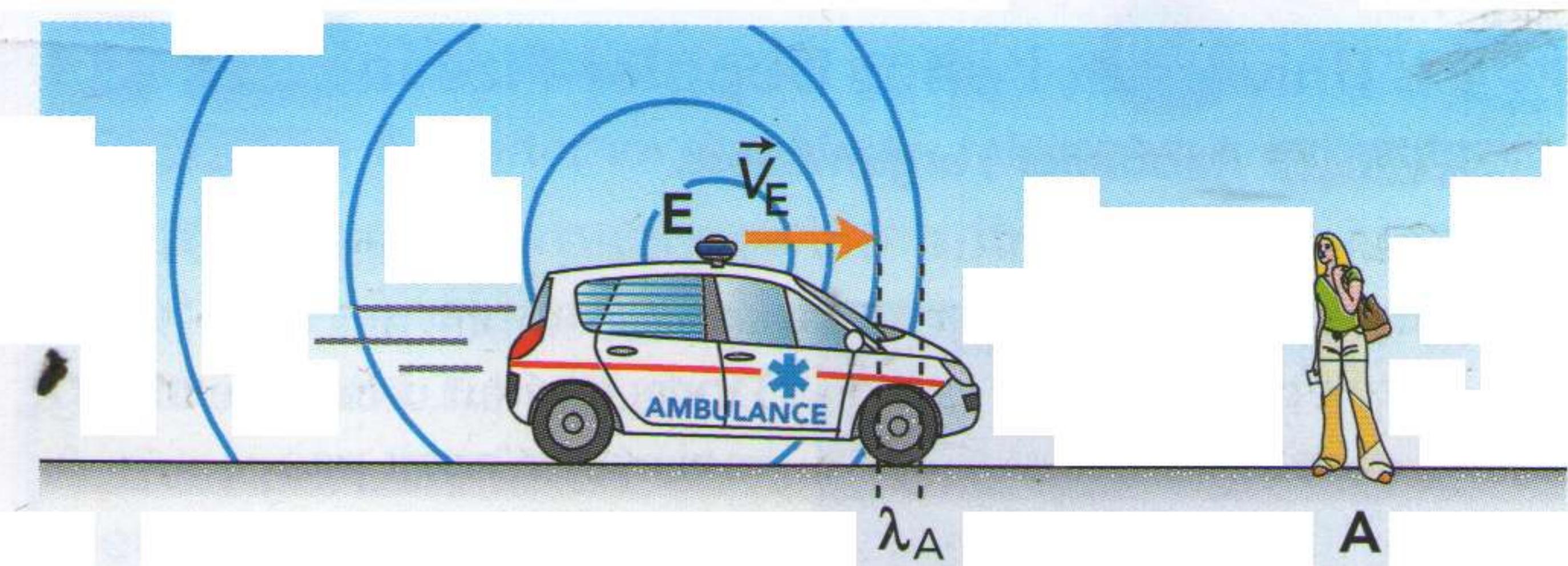
### 27 Démo Détermination par effet Doppler de la vitesse d'un émetteur sonore qui s'approche

**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  $T_A$  ?
- a. Exprimer la relation liant  $f_A$ ,  $f_E$ ,  $V$  et  $V_E$  dans cette situation.  
b. Quelle est l'expression littérale de la valeur de la vitesse  $V_E$  de l'émetteur ?

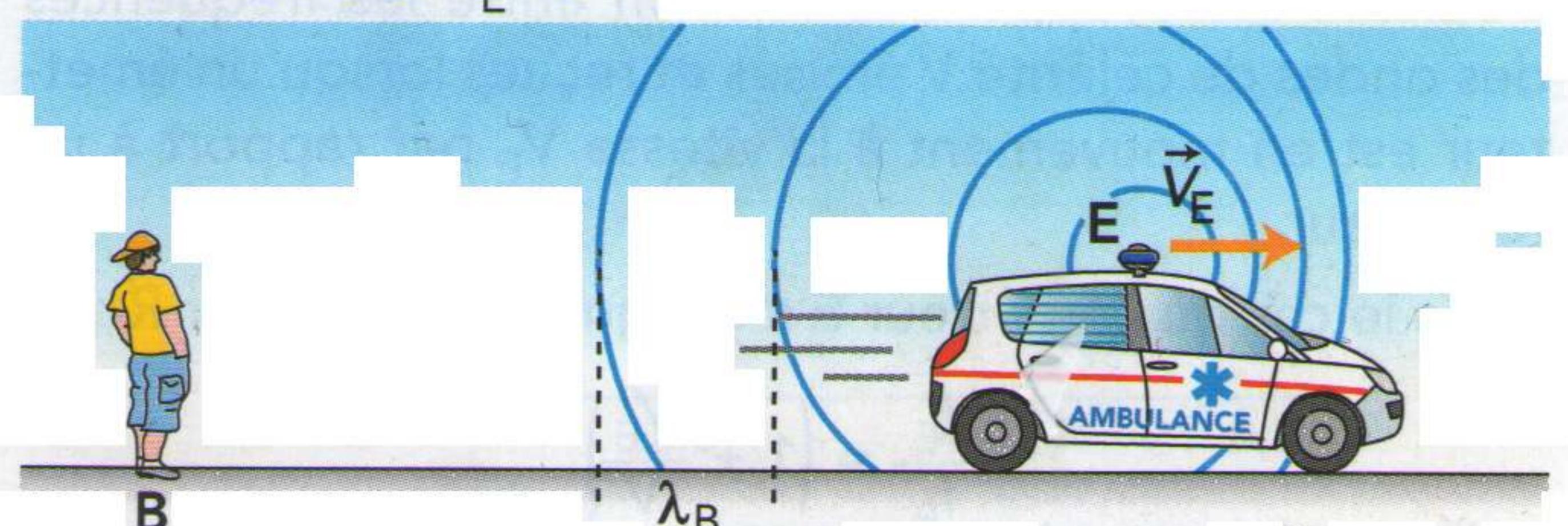
### 28 Démo Détermination par effet Doppler de la vitesse d'un émetteur sonore qui s'éloigne

**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  $T_B$  ?
- a. Exprimer la relation liant  $f_B$ ,  $f_E$ ,  $V$  et  $V_E$  dans cette situation.  
b. Quelle est l'expression littérale de la valeur de la vitesse  $V_E$  de l'émetteur ?