

CORRIGÉ :

- 1) On considère un TGV qui avance à une vitesse $v = 300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 83,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport au sol. Le passager est assis sur un siège.
Peut-on affirmer que « le passager est immobile » ? Que peut-on affirmer exactement ?
→ Affirmer qu'un objet est immobile n'a de sens que si on précise dans quel référentiel on étudie son mouvement. Ce qu'on peut affirmer est que le passager est immobile **par rapport au TGV**.
- 2) Le passager, pour se rendre à la voiture bar, marche vers l'avant du train à une vitesse de $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Quelle est sa vitesse par rapport au train ? par rapport au sol ?
→ Par rapport au TGV, le passager avance à 5 km/h ;
par rapport au sol, le passager avance à $300 + 5 = 305 \text{ km/h}$.
- 3) Même question, lorsque le passager quitte la voiture bar pour retourner à sa place
→ Par rapport au TGV, le passager avance toujours à 5 km/h ;
par rapport au sol, le passager avance à $300 - 5 = 295 \text{ km/h}$.
- 4) **Prévision d'après la relativité galiléenne** : si on étend le principe de relativité galiléenne à la lumière : à quelle vitesse la lumière émise par la lampe se propage-t-elle par rapport au TGV ? Par rapport au sol ?
→ Si on étend le principe de relativité galiléenne à la lumière, alors la vitesse de la lumière dépend elle aussi du référentiel d'étude. On a alors :
 $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$ par rapport au train
 $c' = c - v = 299\,792\,458 - 83 = 299\,792\,375 \text{ m/s}$ par rapport au sol
- 5) Expliquer pourquoi la réponse précédente n'est pas compatible avec la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell.
→ Il est indiqué en préambule que les équations de Maxwell donnent une seule valeur possible de la célérité de la lumière, égale à c (et non c') quel que soit le référentiel. Or d'après le calcul précédent, la célérité de la lumière dépend du référentiel choisi. Cela suggère que les équations de Maxwell sont valables par rapport à la Terre mais pas par rapport au TGV.

2^{ème} partie – L'hypothèse de l'« éther »

- 1) Selon l'hypothèse de l'éther, la lumière a-t-elle une célérité de valeur c par rapport à la terre ? Pourquoi ?
→ La célérité de la lumière vaut c par rapport à l'éther. Comme la Terre est en mouvement par rapport à l'éther, sa célérité est différente dans le référentiel terrestre, pour la même raison que le piéton de la partie précédente avance à des vitesses différentes selon qu'on étudie son mouvement par rapport au train ou par rapport au sol.
- 2) Expliquer pourquoi Michelson et Morley s'attendaient à mesurer un écart de temps entre les 2 parcours possibles de la lumière. Rédiger un court paragraphe mais aucun calcul n'est demandé.
→ Pour Michelson et Morley la Terre est en mouvement par rapport à l'éther.
L'un des deux bras est placé dans la même direction que le mouvement de la Terre dans l'éther et l'autre lui est perpendiculaire.
La lumière n'aura pas la même célérité, par rapport à la Terre, sur chacune des portions de son trajet.
Donc, en moyenne, sa célérité sur le trajet 1 sera différente de celle sur le trajet 2.

3^{ème} partie – 1905 : fin de l'hypothèse de l'« éther » et relativité d'Einstein

- 1) Répondre à nouveau à la question (1.b) en admettant cette fois le postulat d'Einstein et non plus celui de Galilée.
→ Selon Einstein la célérité de la lumière vaut c dans tous les référentiels :
 $c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport au train
 $c' = c = 299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport au sol