

**Cours de Relativité et principes variationnels (PHY 431)**  
**Ecole polytechnique – Ingénieur – 2ème année**  
**Année 2023-2024**  
**Pr. Sylvain Chaty**

**PC2 : Optique relativiste (29/11/2023)**

**Notions :** Forme quadratique invariante, Rapidité et rotation hyperbolique, Diagrammes d'espace-temps, Paradoxe des jumeaux, *Effet Doppler*, *Aberration des angles*, *Focalisation relativiste*, Mouvement supraluminique, Apparence des objets en mouvement, Notation tensorielle, *Paradoxe du garage*

**Exercice à rendre pour le 04/12/2023 : un combiné de paradoxes**

Le jour de leur 18ème anniversaire, Ulysse quitte son jumeau Achille qui demeure à Terre. A bord d'une fusée dont la vitesse est égale à  $v = 0.4c$ , Ulysse voyage en maintenant le cap sur Sirius, pendant 10 ans de son temps propre. A ce moment, il change de direction en rebroussant chemin et, au bout de 10 autres années de son temps propre, revient sur Terre. Sur le trajet aller, ainsi que sur le trajet retour, Ulysse passe par le garage du spatioport intergalactique pour effectuer un plein express de sa fusée, sans s'arrêter ni même diminuer sa vitesse. La fusée a une longueur propre  $L_f = 100$  m, et le garage une longueur propre  $L_g = 90$  m. Le plein express ne fonctionne que lorsque les deux portes avant et arrière du garage sont fermées, ce qui permet par la même occasion d'identifier la fusée et d'effectuer le paiement sans contact.

1. Déterminer les durées de l'aller, du retour, ainsi que la durée totale du voyage, mesurées respectivement par Ulysse et Achille. En déduire l'âge de chacun des jumeaux au moment de leurs "joyeuses" retrouvailles.
2. Ulysse a-t-il réussi à effectuer un plein express de sa fusée ?