La Nuit des Temps



10 mars 2021

#NuitdesTemps

Société Française de Physique · cnrs · cea · Société Française d'Optique French Branch of the EOS · Société Chimique de France · université PARIS-SACLAY · P2IO Physique des 2 Infinis et des Origines · IJCLab Irène Joliot-Curie Laboratoire de Physique des 2 Infinis · SCIENCES ET AVENIR

La Nuit des Temps



La Gravité, berceuse du Temps

José Luis Jaramillo
Institut de Mathématiques de Bourgogne

#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

Autres titres possibles…

« Gravité dans la Nuit des Temps :
L'endormissement gravitationnel de l'écoulement temporel »

« Ou pourquoi choisir la montagne au lieu de la mer pour avoir des vacances plus longues »

« Ou pourquoi c'est compliqué d'arriver à l'heure... »

#NuitdesTemps

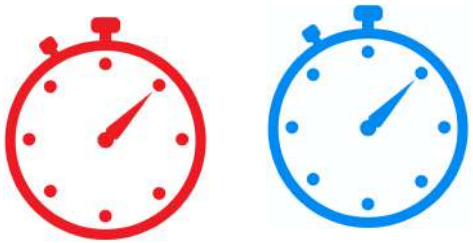
La Nuit des Temps

Deux conditions pour se mettre d'accord sur l'heure d'un rendez-vous

1) Avoir une notion de « Temps universelle ».



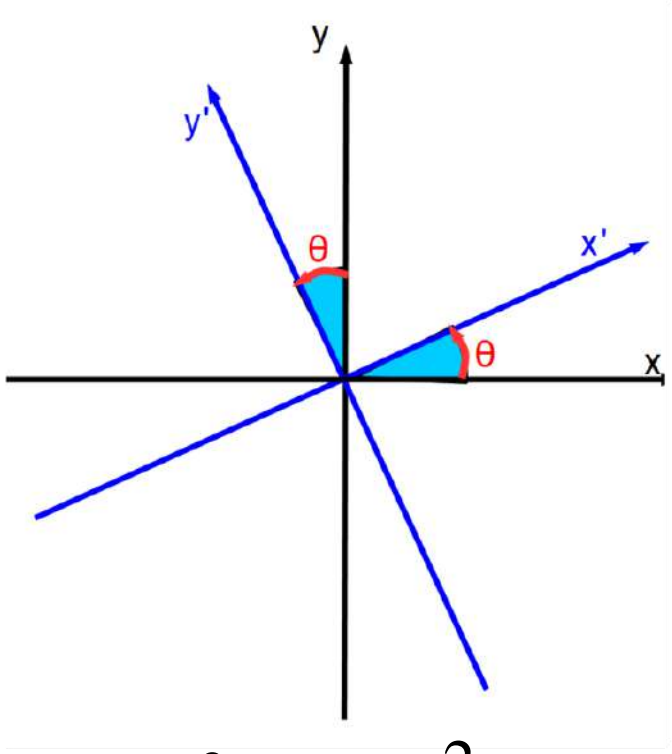
2) Avoir des montres qui marchent toujours « au même rythme » : des « horloges universelles ».



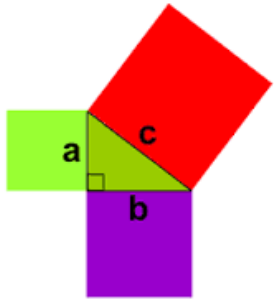
#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

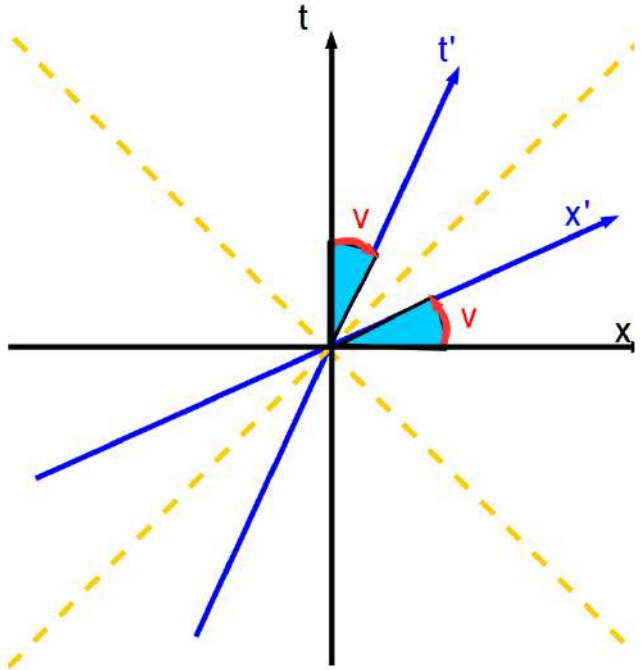
Relativité Restreinte :
Le Temps et l'Espace ne sont pas indépendants



$$ds^2 = dy^2 + dx^2$$



$$c^2 = a^2 + b^2$$



$$d\tau^2 = dt^2 - dx^2$$

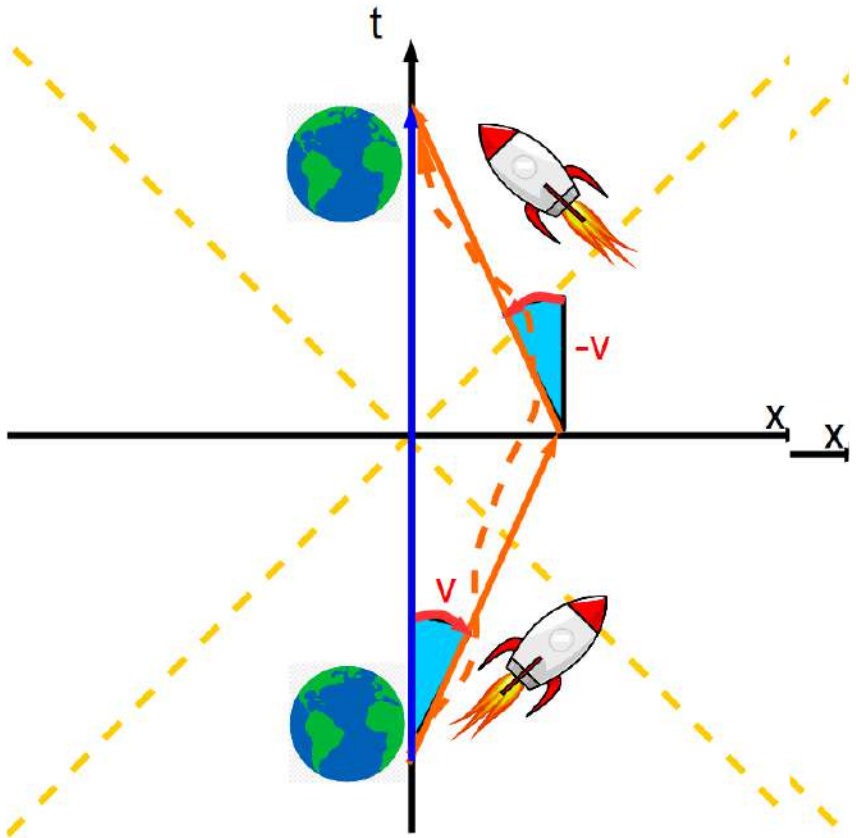
Lignes droites (*« géodésiques »*) :
« Espace Euclidien » : distance « *s* » la plus courte.
« Relativité Restreinte » : temps propre « *τ* » le plus long.

#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

Relativité Restreinte = principe de relativité + vitesse universelle de la lumière

« Jumeaux de Langevin » : le temps «τ» dépend de l'état de mouvement



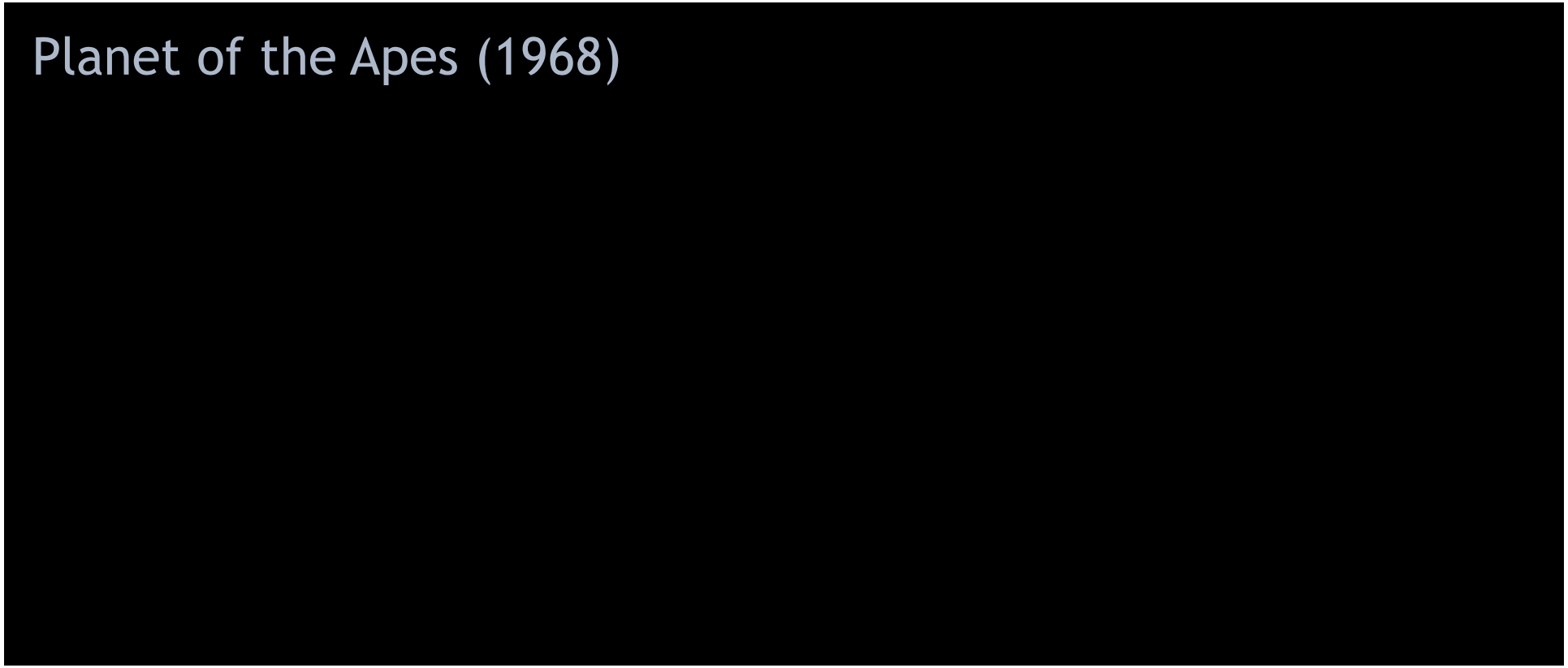
Le temps « propre » de la trajectoire en ligne droite (couleur bleu) est toujours plus long que celui de n'importe quelle trajectoire qui change de vitesse (couleur orange).

Le jumeau « accéléré » est le plus jeune au rencontre.

#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

Relativité Restreinte et « Jumeaux de Langevin » : Le prix à payer des voyages interstellaires



#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

Relativité Restreinte et « Jumeaux de Langevin »
Le prix à payer des voyages interstellaires

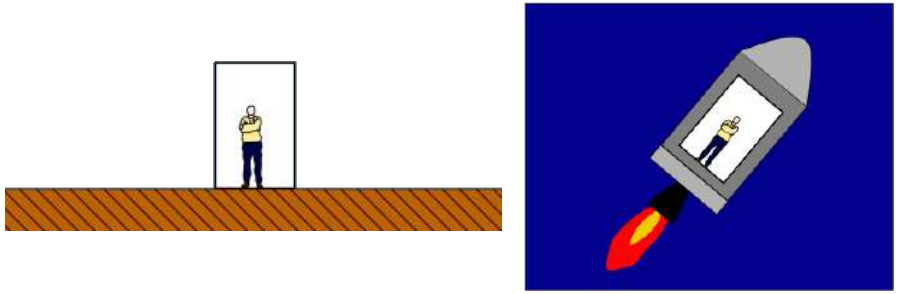


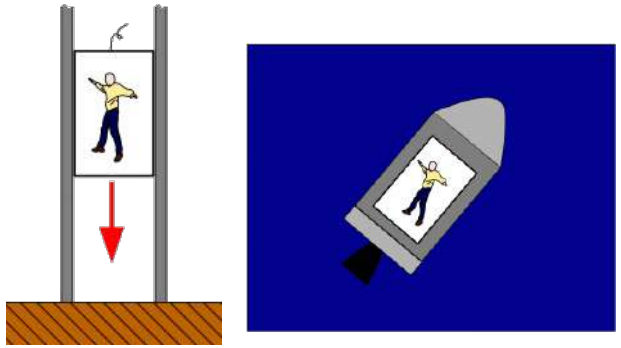
#NuitdesTemps

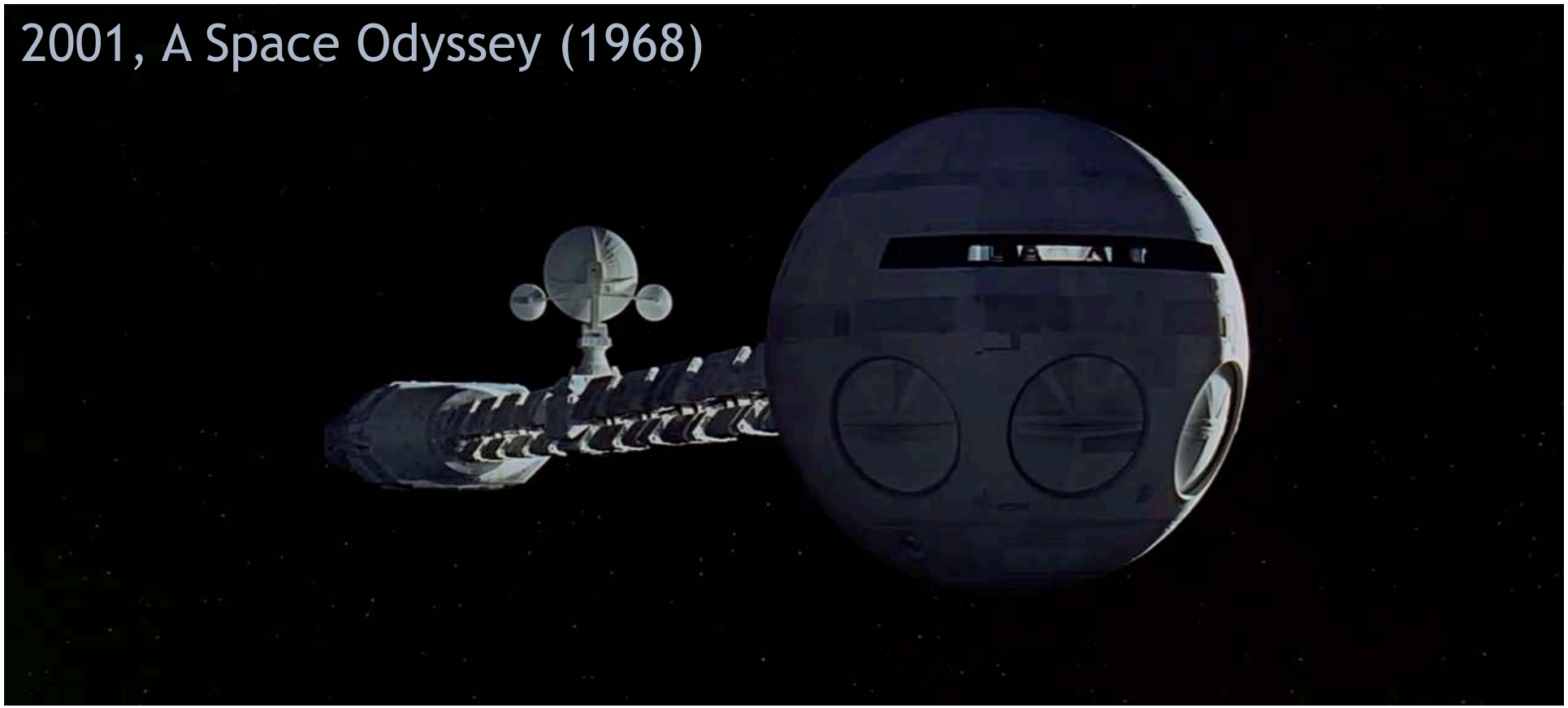
La Nuit des Temps

Gravité en Relativité Générale

Principe d'équivalence : la force gravitationnelle comme une accélération





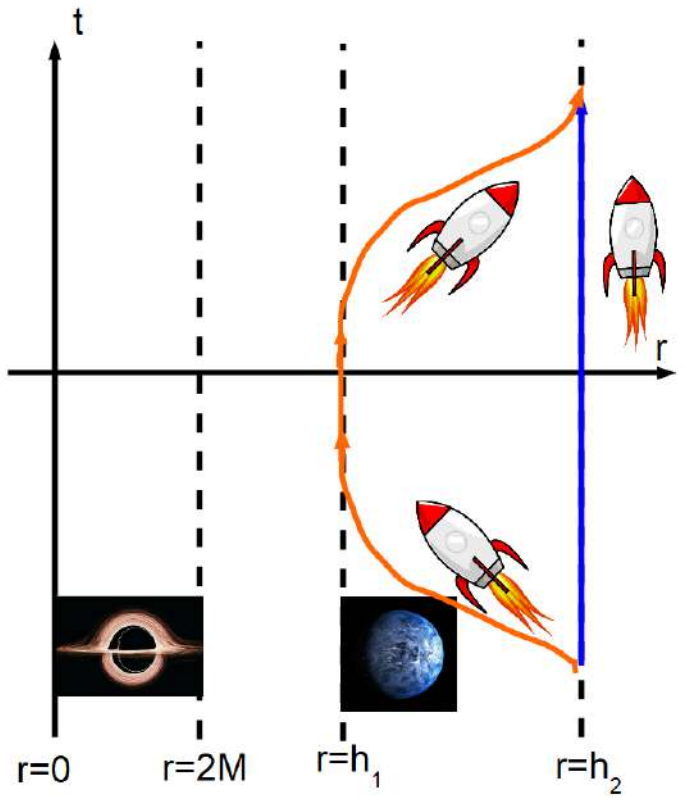


La Nuit des Temps

Principe d'équivalence et Relativité Générale: dilatation gravitationnelle du temps

$$d\tau^2 = \quad \longrightarrow \quad d\tau^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

$$dt^2 - d$$

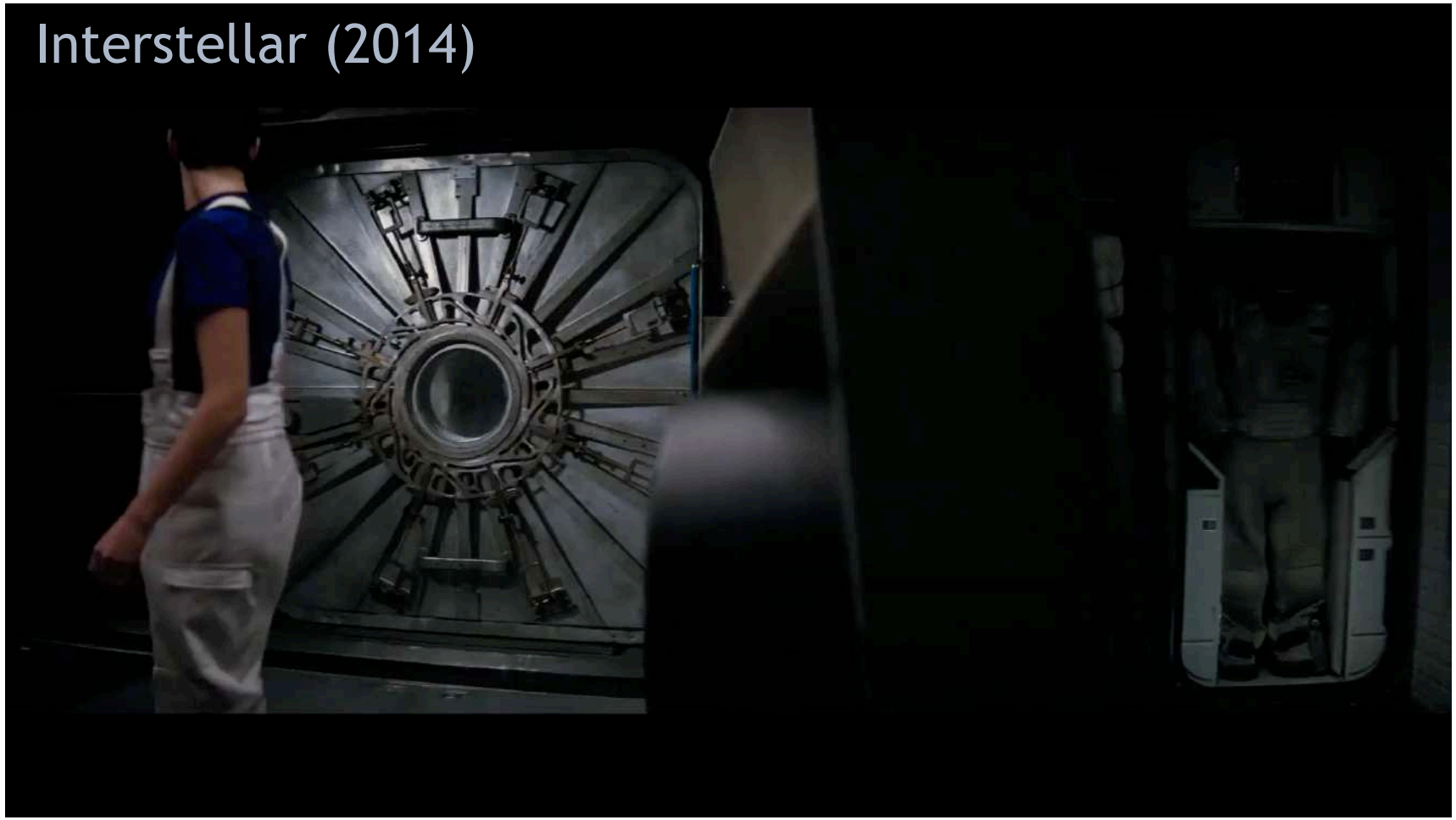


Le temps écoulé pour le vaisseau orange est plus court que pour le vaisseau bleu.
Le temps « passe » plus lentement dans les régions où la gravité est plus forte.

#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

Principe d'équivalence et Relativité Générale:
Le temps passe plus lentement dans les régions où la gravité est plus forte



#NuitdesTemps

La Nuit des Temps

La Gravité « pousse » la matière vers les zones de l'Espace où le Temps s'écoule plus lentement



La Gravité ralentisse l'écoulement du temps,
« l'endormit » en le berçant
…comme dans une Nuit des Temps.

#NuitdesTemps