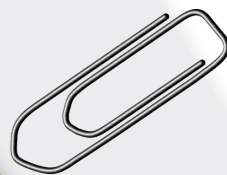


Validation de la matière sombre  
Document de planification de la mission  
**- PHYSIQUE -**  
NovaScience

Dossier d'accompagnement



# Mise en contexte

**Vous êtes un groupe de chercheurs spécialisés en détection de la matière sombre dans l'espace.**

Votre mission : **envoyer votre pilote à la station spatiale** afin d'**obtenir de l'information sur plusieurs étoiles**. En échange, la NASA vous fournira de l'information sur cinq étoiles de la galaxie UGC 11748, une galaxie où on a de fortes raisons de croire à la présence de matière sombre.

L'équipe devra d'abord faire la démonstration de ses compétences en réalisant plusieurs simulations avant de pouvoir **décoller vers la station spatiale**.

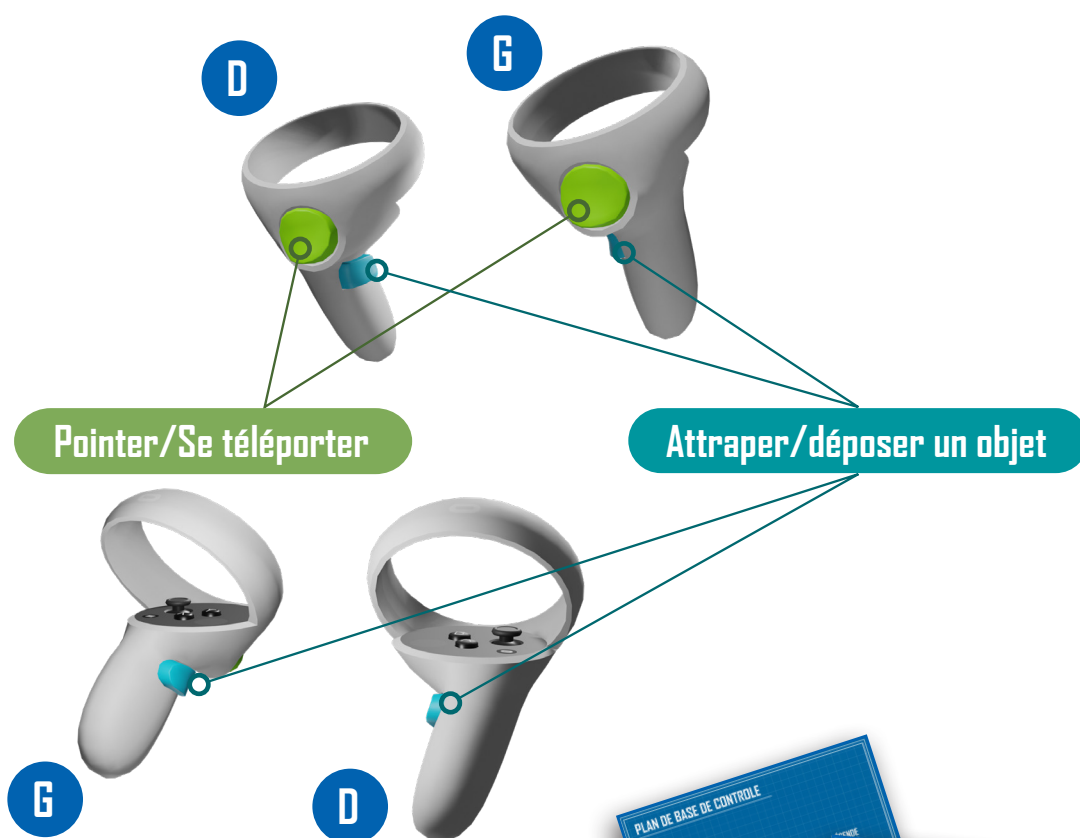
Pour accomplir la mission, le pilote, le chef de mission et l'ingénieur devront collaborer et combiner les informations complémentaires à leur disposition.

**Bonne chance !**

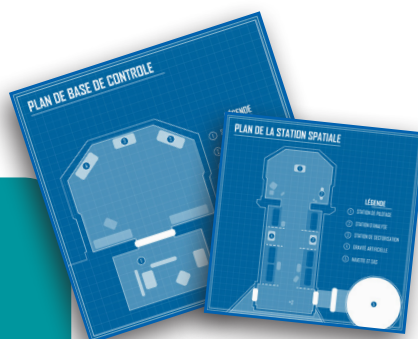


# Assistance au partenaire

Votre pilote aura à manipuler de **l'équipement particulier**. Si jamais il ou elle requiert de l'assistance pour les manipulations, **voici le mode d'emploi de l'équipement**.



\* Dans le document de votre chef de mission, vous trouverez les plans nécessaires à la mission.



\* Votre pilote recevra aussi de l'information à l'écran porté à son bras. Rappelez-lui d'y jeter un coup d'œil!



Réinitialiser le niveau

# Lancement de la fusée



**Votre première tâche consiste à déterminer l'énergie nécessaire afin de lancer une fusée pour qu'elle atteigne la station spatiale en orbite autour de la Terre.**

Puisque la fusée s'éloigne considérablement de la surface de la Terre, la force gravitationnelle qu'elle subit varie. Ainsi, on doit utiliser l'équation générale permettant de calculer l'énergie potentielle gravitationnelle, présentée au bas de cette page. Dans cette équation, on considère que  $U_g$  est nulle lorsqu'une distance infinie sépare les deux objets. Les variables présentes dans cette équation sont décrites à la page suivante.

Équation

$$U_g = - \frac{G m_T m_F}{r}$$

# Lancement de la fusée



**Considérons la situation initiale** où la fusée est sur la rampe de lancement et possède une vitesse égale à la vitesse de rotation de la Terre ainsi que la situation finale où la fusée s'arrime à la station spatiale et a donc la même vitesse que celle-ci.

Sur la page suivante, calculez premièrement l'énergie mécanique initiale de la fusée ( $E_i$ ) et son énergie mécanique finale ( $E_f$ ). À partir de l'équation de conservation de l'énergie ( $E_i + W_{nc} = E_f$ ), calculez également l'énergie qu'il faut fournir à la fusée afin de l'amener à la station spatiale, qui correspond au terme  $W_{nc}$ .

**Masse de la Terre :**  $m_T$  (Station d'analyse céleste)

**Masse de la fusée :**  $m_f$  (Station de simulation de pilotage)

**Distance du centre de la Terre à la plateforme de lancement :**  $r_T$   
(Station de simulation de pilotage)

**Distance du centre de la Terre à la station spatiale :**  $r_{ISS}$   
(Station d'analyse céleste)

**Vitesse orbitale de la station spatiale :**  $v_{ISS}$   
(Station de simulation de pilotage)

**Vitesse de rotation de la Terre :**  $v_T$  (Station d'analyse céleste)

**Constante gravitationnelle :**  $G$  (Document de l'ingénieur)

Durant la mission, vous obtiendrez les valeurs numériques de chacune des variables à l'endroit mentionné entre parenthèses.

# Lancement de la fusée



## Situation initiale : Lancement de la fusée

Énergie potentielle gravitationnelle :

Énergie cinétique :

## Situation finale : Arrivée à la station spatiale

Énergie potentielle gravitationnelle :

Énergie cinétique :

# Lancement de la fusée



À l'aide des équations précédentes, utilisez l'équation de conservation de l'énergie mécanique afin de calculer l'énergie qu'il faudra fournir à la fusée ( $W_{nc}$ ).

Écrivez l'expression finale ici. Vous en aurez besoin au cours de la mission, **à la page 3 du document de l'ingénieur.**

# Préparation au décollage

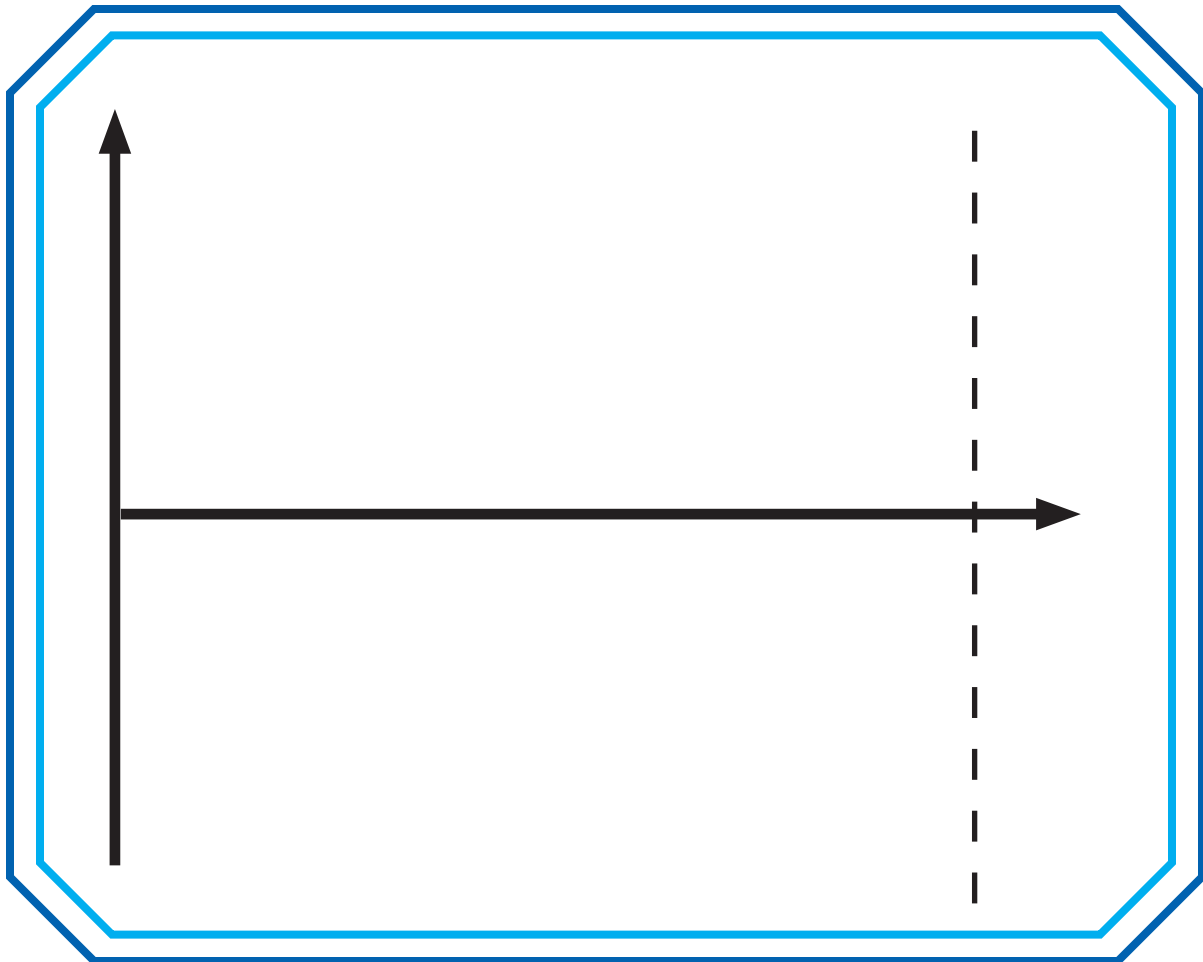
Ayant analysé les énergies en jeu, **tentez maintenant de prédire l'allure des graphiques** d'énergie en fonction du temps, pour les trois énergies suivantes entre le décollage et l'arrivée à la station spatiale :

- **L'énergie cinétique**

La fusée part avec une vitesse faible, correspondant à la vitesse de rotation de la Terre. Elle doit finalement s'arrimer à la station spatiale qui orbite autour de la Terre.

- **L'énergie potentielle gravitationnelle**

- **L'énergie potentielle dégagée par le carburant dont dispose la fusée.**





# Calcul des vitesses



Une fois l'équipe arrivée à bord de la station spatiale, elle pourra se concentrer sur son exploration de la matière sombre. Pour y arriver, l'équipe devra calculer la vitesse attendue d'une étoile en fonction de sa distance par rapport au centre de la galaxie. En mesurant la luminosité d'une galaxie, il est possible d'obtenir une mesure indirecte de sa masse et de sa répartition.

Ces mesures révèlent que la nette majorité des étoiles dans **la galaxie UGC 11748**, qui devraient représenter plus de **95% de sa masse**, sont à l'intérieur d'un rayon de  $1,64 \times 10^{20}$  m et que la masse contenue dans ce rayon serait de  $1,54 \times 10^{41}$  kg. Cette masse ne tient compte que de la matière que nous pouvons voir.

Une validation de ces mesures peut être obtenue en mesurant la vitesse orbitale d'étoiles situées au pourtour de la galaxie. Considérons une étoile située à une distance  $r$  du centre de la galaxie. À la page suivante, **écrivez algébriquement la deuxième loi de Newton pour cette étoile**. Dans votre équation, utilisez les variables  $r$  pour la distance entre l'étoile en question et le centre de la galaxie,  $m_e$  pour la masse de cette étoile,  $m_g$  pour la masse totale des étoiles contenues à l'intérieur du rayon mentionné plus haut (on peut établir approximativement que cette masse est concentrée en un point au centre de la galaxie) et  $v$  pour la vitesse de cette étoile.

Par la suite, isolez la vitesse dans cette équation. Vous utiliserez cette équation dans la simulation afin de calculer la vitesse attendue pour plusieurs étoiles en fonction de leur distance par rapport au centre de la galaxie. Ces vitesses seront les vitesses calculées.

# Calcul des vitesses



Poser la deuxième loi de Newton afin d'isoler la vitesse

Équation finale de la vitesse calculée :

Tracer une esquisse du graphique de la vitesse en fonction de la distance