

Mission Matière sombre

Guide de l'enseignant

IDENTIFICATION DU JEU

Titre du jeu : La validation de la matière sombre

Discipline : Physique

Cours ciblés : Mécanique ou tout cours d'astronomie ou d'astrophysique

Programmes : Sciences de la nature ou cours complémentaires

Objectif poursuivi :

- Contextualiser les concepts de dynamique du mouvement circulaire et de conservation d'énergie.
- Présenter un problème contemporain en physique, soit l'existence de la matière sombre.
- Comparer un modèle théorique à des observations réelles.
- Se familiariser avec l'observation des étoiles et des constellations.

Contenus abordés :

- Conservation d'énergie appliquée au décollage d'une fusée rejoignant une station orbitale (matière vue : énergie cinétique de translation, énergie potentielle gravitationnelle et énergie potentielle du carburant).
- Dynamique du mouvement circulaire d'une étoile en rotation autour d'un noyau galactique.

Durée moyenne du jeu : 45 minutes

Durée moyenne pour l'ensemble des activités du scénario pédagogique : 75 à 90 minutes

Description du jeu (mécanique et but du jeu)

Ce jeu utilise **l'astronomie et le concept de matière sombre** comme trame de fond à l'application du **principe de la conservation d'énergie ainsi qu'à la dynamique d'un objet en mouvement circulaire**. Au cours de la mission, les élèves devront réaliser **une série de tâches en vue d'obtenir des données qui viennent contredire des modèles théoriques** et qui justifient l'introduction du concept de matière sombre.

Dans un premier temps, ils devront **recueillir de l'information** de base sur la composition de la masse de l'univers. Ces données ouvriront la discussion sur les concepts de matière et d'énergie sombre. Par la suite, les élèves utiliseront les notions de conservation de l'énergie afin de **calculer l'énergie à fournir à une fusée pour qu'elle se rende à la station spatiale**.

Finalement, les membres de l'équipe appliqueront les **concepts de dynamique du mouvement circulaire** afin de calculer les vitesses attendues de cinq étoiles dans une galaxie lointaine située dans la constellation du Cygne, UGC 11748. Ces mesures serviront ensuite à **comparer ces vitesses calculées à celles qui ont été observées** par les astronomes afin de tirer des conclusions sur la présence de matière sombre dans cette galaxie.



Pour faciliter le déroulement du jeu, les étudiants et étudiantes auront à réaliser un **travail préparatoire afin d'obtenir les équations** qui leur permettront d'effectuer les calculs nécessaires au jeu. **Des équipes de trois** prendront part à ce jeu et elles seront formées des personnes suivantes : **un ou une pilote utilisant le casque de réalité virtuelle, un ou une chef de mission et un ingénieur ou une ingénieure**, ces deux dernières personnes ayant accès au visuel vu par le ou la pilote grâce à la mise en miroir du casque. Le ou la chef de mission ainsi que l'ingénieur ou l'ingénieure aideront la personne au pilotage dans ses tâches, notamment en résolvant des énigmes et en effectuant des calculs.

***Remarque :** Afin de simplifier les calculs à faire dans le jeu, on néglige l'effet de la masse du carburant. Cette omission peut être justifiée en supposant la découverte future d'un carburant hyper léger. Il est également possible de souligner cette incohérence et d'aborder le problème de front en calculant, à l'aide d'une formule de calcul intégral, l'effet du changement total de la masse attribuable au carburant.*

Les étapes pour progresser dans le jeu sont détaillées et illustrées à l'Annexe 1

MATÉRIEL ET ÉLÉMENTS TECHNIQUES

Matériel requis

Ce jeu requiert l'utilisation de **casques Meta Quest 2 ou 3** ainsi que **d'une tablette ou d'un ordinateur** sur lequel sera mise en miroir l'image visualisée à l'intérieur du casque. **Le jeu est conçu pour des équipes de trois.**

Les étudiants et étudiantes doivent aussi avoir en main le *Guide de familiarisation*, le *Document de planification de la mission*, le *Document du chef de mission*, ainsi que le *Document de l'ingénieur* pour la réalisation du jeu.

Vous retrouverez les informations suivantes dans le *Guide de familiarisation* :

- Comment ajuster et démarrer le casque;
- Comment définir la zone de jeu;
- Comment procéder à la mise en miroir du jeu sur un ordinateur ou une tablette (la mise en miroir consiste en la diffusion en temps réel du contenu du casque de réalité virtuelle sur un écran d'ordinateur ou une tablette);
- Comment démarrer le jeu;
- Comment quitter le jeu;
- Comment éteindre le casque.

Vous retrouverez les informations suivantes dans le *Document de planification de la mission* :

- Une mise en contexte du jeu;
- L'explication du maniement des manettes pour la prise et le placement d'objets ainsi que pour la téléportation;
- Les équations et les contenus théoriques requis pour la résolution des énigmes du jeu. La communication entre les membres de l'équipe est nécessaire pour résoudre les énigmes.

Vous retrouverez les informations suivantes dans le *Document du chef de mission* :

- Une mise en contexte du jeu;
- Des instructions pour faciliter le déroulement du jeu;
- Les informations nécessaires à la réussite de la mission;
- Les supports visuels sur les constellations et une carte du ciel.

Vous retrouverez les informations suivantes dans le *Document de l'ingénieur* :

- Une mise en contexte du jeu;
- Des tableaux pour noter les quantités obtenues au cours de la mission;
- De l'espace pour effectuer les calculs nécessaires au succès de la mission.

La documentation pertinente pour le jeu se retrouve ici (<https://novascience.github.io/VR/>).

Éléments techniques et logistiques à planifier

Le déploiement de la réalité virtuelle dans un cours nécessite **plusieurs étapes de préparation logistique**, notamment la configuration des comptes nécessaires, des casques et du wifi, en plus de l'aménagement du local dans lequel le jeu sera utilisé. **Il est fortement conseillé de consulter l'annexe « Planification de la logistique pour le déploiement de la réalité virtuelle immersive dans un collège ».**

Mesures de sécurité

L'utilisation d'un casque de réalité virtuelle immersive **présente un faible risque de cybermalaise**, une sensation analogue au mal des transports. Afin de minimiser les inconforts potentiels et les autres risques, **il est suggéré de suivre les consignes suivantes :**

1. Un ou une membre du personnel enseignant doit être présent en tout temps lorsque les casques sont utilisés.
2. Les zones de jeu doivent être clairement délimitées et libres de tout objet. Il faut qu'elles restent dégagées pendant toute la durée de l'activité.
3. Le casque ne devrait jamais être utilisé plus de 30 minutes consécutives.
4. Il est suggéré d'arrêter l'utilisation du casque dès l'apparition de tout inconfort (mal de tête, nausée, étourdissement, par exemple). Il est possible, dans ce cas, de simplement changer de rôle avec le coéquipier ou la coéquipière qui n'utilisait pas le casque.
5. **Le casque de réalité virtuelle ne devrait pas être utilisé dès que l'une des conditions suivantes s'applique : troubles cardiaques ou de tension artérielle, anxiété, stress post-traumatique, femmes enceintes, épilepsie.** Dans ces cas, il est possible de jouer le rôle du binôme afin de pouvoir continuer à prendre part à l'activité pédagogique. La même précaution s'applique aux personnes qui ont tendance à souffrir du mal des transports.

Si des symptômes mineurs surviennent, invitez l'étudiant ou l'étudiante à demeurer dans le local et à se reposer pendant un délai raisonnable, tant que les symptômes n'auront pas disparu. Une chaise devrait rapidement être mise à la disposition de toute personne ressentant un malaise.

Si des symptômes plus graves se manifestent, contactez immédiatement la sécurité qui interviendra et communiquera, le cas échéant, avec les secouristes de l'établissement d'enseignement ou les services d'urgence.

PLANIFICATION PÉDAGOGIQUE

Conseils pratiques

1. Ce jeu se déroule en un minimum de deux parties, que l'enseignant ou l'enseignante peut réaliser à son gré. Dans un premier temps, les étudiants et étudiantes doivent se préparer à la mission en calculant deux expressions algébriques qui seront utilisées dans le jeu en se servant des concepts de la conservation de l'énergie (énergie cinétique et équation générale de l'énergie potentielle gravitationnelle) et de la dynamique du mouvement circulaire (accélération centripète et équation générale de la force gravitationnelle).
2. Il est important que ce jeu s'intègre dans un scénario pédagogique complet. Un exemple de scénario est présenté plus loin dans ce document.
3. Il est primordial que l'enseignant ou l'enseignante soit à l'aise avec l'utilisation du casque de réalité virtuelle ainsi qu'avec le jeu afin de pouvoir intervenir si les étudiants et étudiantes éprouvent des problèmes. Il est ainsi fortement conseillé d'explorer le casque et le jeu en profondeur avant son utilisation.
4. Les étudiants et étudiantes doivent recevoir des instructions claires et précises sur l'utilisation du casque et du jeu. Ainsi, il est nécessaire de prévoir un moment pour donner ces instructions et expliquer les supports visuels avant la participation au jeu.

Déroulement de l'activité

1. Pendant un cours juste avant le jeu ou pour un devoir, chaque équipe remplit le document de préparation qui sera utilisé pour faire les calculs qui seront nécessaires pendant le jeu.
2. Le jeu se déroule en classe, avec des équipes d'au moins trois personnes : un ou une pilote qui utilise le casque et effectue les manœuvres, un ou une chef de mission qui guide le ou la pilote en suivant un document prévu à cet effet et un ingénieur ou une ingénieure en charge d'effectuer les calculs nécessaires.

Exemple de scénario pédagogique

Avant le jeu	<p>Une activité préparatoire peut planifiée afin de préparer les étudiants et étudiantes aux contenus traités dans la simulation et d'activer les connaissances antérieures. L'activité peut se dérouler en classe ou à la maison.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Présentation du contexte de la matière sombre et courte recherche sur Internet par les étudiants et étudiantes à son sujet. (C'est l'occasion idéale de mentionner Vera Rubin!)▪ Le Document de planification de la mission est rempli.▪ Lecture du guide de familiarisation de l'équipement.
Pendant le cours	<p>En arrivant au cours, des instructions devraient être données en lien avec :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Les objectifs du jeu▪ Le déroulement de la séance▪ Les consignes relatives au bon fonctionnement du jeu <p>Par la suite, le jeu se joue en équipe de trois. Il importe que les personnes étudiantes soient encadrées (sur les plans technologiques et conceptuels) par un nombre suffisant de personnes pendant le jeu. Dans la salle de préparation, qui forme la première activité du jeu, les étudiantes et étudiants auront l'occasion de se familiariser avec les manettes et l'environnement 360 du jeu.</p>
Après le jeu	<p>Un débriefing devrait avoir lieu après le jeu afin de s'assurer que les étudiantes et étudiants font bien les apprentissages souhaités. D'abord, on peut recueillir les impressions des participants et participantes en leur demandant de qualifier leur expérience. Ensuite, une analyse des erreurs ou des concepts plus difficiles peut être faite. Enfin, une synthèse devrait être réalisée, idéalement par les étudiantes et étudiants (sous la forme d'un résumé ou autre), et une rétroaction devra être fournie par l'enseignant ou l'enseignante.</p> <p>Un document comportant des questions déjà préparées est également disponible.</p>

Il est possible de consulter un exemple de scénario pédagogique dans ***l'Annexe 3***

ANNEXE 1 – Description détaillée des étapes du jeu

Le jeu, étape par étape

Sortie de secours

Recommencer un niveau :

- Si un problème survient pendant le jeu, il est toujours possible de recommencer un niveau en appuyant 3 secondes sur le bouton vert en bas de l'écran situé sur le bras gauche du ou de la pilote.

Redémarrer le jeu :

- Si un problème survient pendant le jeu, il est toujours possible de quitter le jeu ou d'appuyer 3 secondes sur le bouton rouge en bas de l'écran situé sur le bras gauche de la personne au pilotage, ou bien d'appuyer sur le bouton Oculus de la main droite du joueur ou de la joueuse.



Tâche 1 : Salle de préparation

Étape 1.1 : Familiarisation avec le jeu et les contrôles.

- Lire le tableau à gauche décrivant la mission.
- Consulter l'hologramme sur la table qui décrit l'utilisation des contrôles.
 - Pour prendre un objet, utiliser le bouton contrôlé par le majeur (celui vers l'intérieur de la main).
 - Pour se téléporter, utiliser le bouton contrôlé par l'index (celui vers le devant de la main).
- Consulter le bracelet sur le bras gauche qui donne les instructions au cours du jeu.

Étape 1.2 : Remplir le tableau sur la composition de la masse de l'univers.

- Prendre chacun des éléments sur la table et les placer au bon endroit sur le tableau.
- Pour prendre une pastille, utiliser le bouton contrôlé par le majeur (celui vers l'intérieur de la main).
- Les chiffres doivent aller sur les formes comportant un pourcentage.
- **Les bonnes réponses sont les suivantes :**
 - « Atomes » et « 4,6 % » pour la section en jaune,
 - « Matière sombre » et « 24 % » pour la section en bleu,
 - « Énergie sombre » et « 71,4 % » pour la section en gris.
- Une fois l'exercice réussi, le tableau va disparaître.

Étape 1.3 : Prendre la carte d'accès

- Se téléporter pour prendre la clef rectangulaire située près du meuble de labo.
- Pour se téléporter, appuyer sur le bouton contrôlé par l'index (celui vers le devant de la main) jusqu'à l'apparition d'un laser bleu et pointer avec le laser la zone entourée de bleu (bien diriger le laser vers le sol) puis relâcher.
- Pour prendre la carte, utiliser le bouton contrôlé par le majeur (celui vers l'intérieur de la main).



Étape 1.4 : Ouvrir la porte pour entrer dans le noyau de la cellule (miniaturisation du joueur).

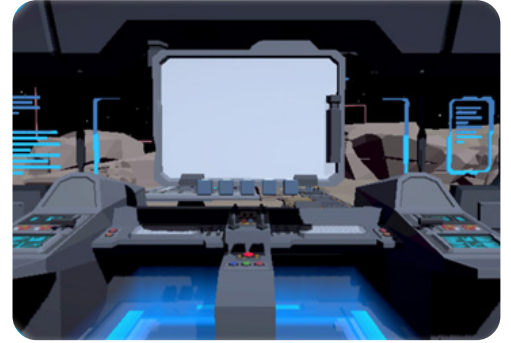
- Se téléporter vers la porte, en diriger le laser vers la zone entourée de bleu.
- Placer la carte dans la fente du meuble sous le bouton rouge, la partie noire vers l'extérieur.
- Appuyer sur le bouton rouge, la porte s'ouvrira et le jeu passera automatiquement à la salle suivante.



Salle 2 : Base de contrôle

Étape 2.1 : Confirmer l'équation de l'énergie requise pour le lancement de la fusée.

- Se téléporter vers la station de validation (au fond, au centre).
- Sélectionner la bonne formule mathématique à utiliser pour calculer l'énergie requise par la fusée.
 - Les réponses sont placées aléatoirement.
 - Attention à la masse du terme d'énergie cinétique. Ce devrait être la masse de la fusée.
 - Attention au signe du terme d'énergie gravitationnelle. Le terme du rayon de la Terre devrait être positif.
 - Équation correcte :
$$W_{nc} = \frac{1}{2} m_f (v_{ISS}^2 - v_T^2) + G m_T m_f \left(\frac{1}{r_t} - \frac{1}{r_{ISS}} \right)$$
- Une fois cette étape réussie, vérifier la main gauche pour voir les instructions.



Noter que les étapes 2.2 et 2.3 peuvent être réalisées dans l'ordre de votre choix.

Étape 2.2 : Station de simulation de pilotage (station à la droite).



- Le but est de trouver les trois constellations figurant sur le tableau (Lyra, Aries, Fornax) en orientant le vaisseau à l'aide du manche.
- Noter qu'il est possible de recentrer la simulation à l'aide du bouton à gauche.
- Voici des indices pour trouver les constellations à partir de la position initiale en appuyant sur le bouton « Recentrer le vaisseau » :
 - Lyra : Pivoter vers la droite en suivant les signes astrologiques, Aquarius, Capricornus jusqu'à Sagittarius, puis aller directement vers le haut en traversant 2 ou 3 constellations.
 - Aries : La constellation est presque visible dès le départ. Elle se situe dans le coin en haut à gauche.
 - Fornax : La constellation se trouve en bas à gauche, tout juste hors du champ de vision quand la simulation est centrée.

- Une fois que les trois constellations sont trouvées, l'écran de gauche comportera les renseignements requis.
 - Vitesse de la station spatiale : $v_{ISS} = 7\,196 \text{ m/s}$
 - Rayon de la Terre : $R_T = 6\,371\,000 \text{ m}$
 - Masse de la fusée : $m_f = 2,8 \times 10^6 \text{ kg}$

Étape 2.3 : Station d'analyse céleste (station de gauche).



- L'équipe doit identifier les quatre constellations représentées sur l'écran afin de choisir le bon groupe de variables dans le document d'instructions.
- Utiliser les flèches pour passer d'une constellation à l'autre.
- Il est possible de pointer les étoiles avec la main droite pour les comparer aux listes d'étoiles présentées pour chacune des constellations dans le document d'instructions.
 - Constellation 1 : Centaure
 - Constellation 2 : Grand Chien
 - Constellation 3 : Andromède
 - Constellation 4 : Cassiopée
- Variables à utiliser contenues dans le cahier d'instructions :
 - Masse de la Terre : $m_T = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$
 - Rayon orbital de la station spatiale : $R_{ISS} = 6\,779\,000 \text{ m}$
 - Vitesse de la Terre à l'équateur : $v_T = 7\,196 \text{ m/s}$

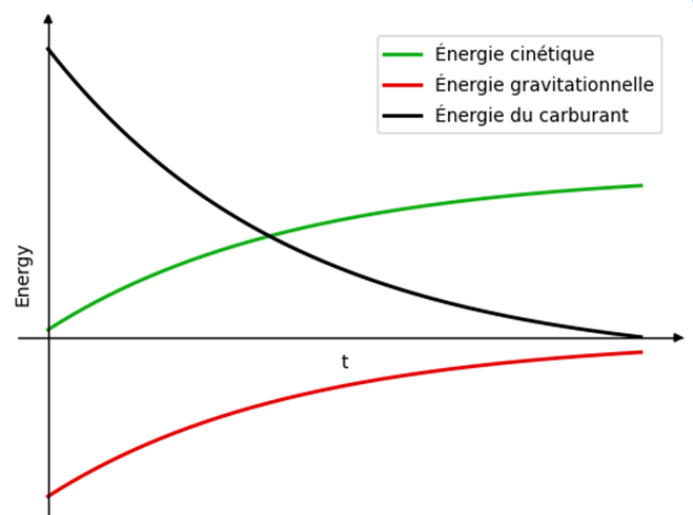
Étape 2.4 : Retourner à la station de validation.

- Valider la quantité d'énergie dont la fusée a besoin.
- Utiliser l'équation donnant la quantité d'énergie dont la fusée a besoin pour le voyage vers la station spatiale.
- **Équation :**
 - $$W_{nc} = \frac{1}{2} m_f (v_{ISS}^2 - v_T^2) + G m_T m_f \left(\frac{1}{r_t} - \frac{1}{r_{ISS}} \right)$$
- **Données :**
 - Vitesse de la station spatiale : $v_{ISS} = 7\,196 \text{ m/s}$
 - Rayon de la Terre : $R_T = 6\,371\,000 \text{ m}$
 - Masse de la fusée : $m_f = 2,8 \times 10^6 \text{ kg}$
 - Masse de la Terre : $m_T = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$
 - Rayon orbital de la station spatiale : $R_{ISS} = 6\,779\,000 \text{ m}$
 - Vitesse de la Terre à l'équateur : $v_T = 7\,196 \text{ m/s}$
- **Réponse :**
 - Énergie requise pour la fusée : $8,27 \times 10^{13} \text{ J}$
- Une fois la réponse confirmée, le ou la pilote passera automatiquement à la salle suivante.

Salle 3 : Voyage à l'intérieur de la fusée

Étape 3.1 : Démarrage de la fusée.

- Activer le démarrage de la fusée en saisissant le manche.
- Noter l'apparence des graphiques montrant l'énergie en fonction du temps.
 - Graphique sur la gauche : Énergie du carburant
 - Graphique au centre : Énergie potentielle gravitationnelle
 - Graphique sur la droite : Énergie cinétique



Étape 3.2 : Démarrer la séquence d'arrimage.

- Quand les graphiques sont terminés, utiliser le bouton vert sur la droite pour démarrer l'arrimage. Les consignes données sur l'écran du bras gauche du ou de la pilote confirmeront qu'il est temps de continuer.
- Après avoir appuyé sur le bouton, regarder vers l'avant pour profiter du spectacle de l'arrimage!

Salle 4 : Station spatiale

Noter que la station sur la gauche (gravité artificielle) n'est pas utilisée.

Étape 4.1 : Identifier les cinq étoiles.

- Le but initial est de pointer dans le ciel les cinq étoiles figurant dans le document d'instructions.
- Chaque fois qu'une étoile est trouvée, des données s'affichent à l'écran de la station d'analyse.
- Pour pointer, utiliser le bouton de l'index droit.
- Trouver les cinq étoiles sans aide est un exercice difficile. Pour faciliter l'identification, il est possible d'afficher de l'information sur la voûte céleste à partir de la station de sectorisation.

Étape 4.1 : Identifier les cinq étoiles.



- Se téléporter jusqu'à la station de sectorisation au milieu du vaisseau.
- La station de sectorisation permet de choisir le niveau de difficulté pour repérer les étoiles en variant la quantité de renseignements présentés.
 - Bouton vert : aucune information supplémentaire
 - Bouton bleu : noms des étoiles affichés sur la voûte céleste
 - Bouton mauve : noms des constellations affichés sur la voûte céleste
- Il est possible de changer d'idée en cours de route.
- Certaines étoiles ne seront pas visibles vu l'orientation de la station spatiale. Le ou la pilote doit se rendre à la station de pilotage afin de modifier l'orientation de la station spatiale.

- Le ou la pilote doit communiquer les données des cinq étoiles aux membres de l'équipe. Voici les renseignements qui devraient s'afficher :
 - Étoile A**
 - Vitesse observée : $2,47 \times 10^5$ m/s
 - Rayon orbital : $1,85 \times 10^{20}$ m
 - Étoile B**
 - Vitesse observée : $2,40 \times 10^5$ m/s
 - Rayon orbital : $2,75 \times 10^{20}$ m
 - Étoile A**
 - Vitesse observée : $2,37 \times 10^5$ m/s
 - Rayon orbital : $3,18 \times 10^{20}$ m
 - Étoile A**
 - Vitesse observée : $2,25 \times 10^5$ m/s
 - Rayon orbital : $4,26 \times 10^{20}$ m
 - Étoile A**
 - Vitesse observée : $2,47 \times 10^5$ m/s
 - Rayon orbital : $6,48 \times 10^{20}$ m

Étape 4.5 : Calcul des vitesses théoriques.

- Se téléporter vers la deuxième partie de la station d'analyse, sous le graphique.
- À l'aide du clavier, entrer les vitesses calculées pour chacune des cinq étoiles de la galaxie UGC 11748.
- Le calcul se fait à partir de l'équation obtenue dans le document préparatoire.
 - Équation :**
 - $$v = \sqrt{\left(\frac{Gm_g}{r} \right)}$$
 - L'équation ci-dessus suppose qu'environ 95 % de la masse de la galaxie est comprise dans une sphère centrale de la galaxie avec une masse $m_g = 1.54 \times 10^{41}$ kg.
 - Vitesse calculée :**
 - Étoile A : 236 km/s
 - Étoile B : 193 km/s
 - Étoile C : 179 km/s
 - Étoile D : 155 km/s
 - Étoile E : 126 km/s
- Si une mauvaise valeur est entrée, une indication figurera sur l'écran du bras gauche du ou de la pilote.
- Une fois les cinq valeurs entrées correctement, le graphique montrera à la fois les vitesses calculées en vert et les vitesses observées en rouge.
- Noter que les vitesses observées ne semblent pas varier en fonction du rayon orbital. Cela est contraire à ce qui est attendu. Une explication possible serait la présence d'une quantité importante de matière non identifiable par la luminosité. Et cette matière ne serait pas concentrée au centre de la galaxie.*

Étape 4.6 : Visualiser l'hologramme montrant la matière sombre.

- Se téléporter à nouveau vers la station de pilotage (au centre).
- Appuyer sur le bouton pour afficher l'hologramme montrant la galaxie comme sa luminosité permet de la voir ainsi que la sphère due à la matière sombre.

Étape 4.7 : Fin du jeu.

- Se retourner vers la porte de la station spatiale pour voir l'animation de félicitations.
- Se téléporter vers le podium et appuyer sur le bouton vert pour terminer le jeu.
- Bravo!

ANNEXE 2 – Planification de la logistique pour le déploiement de la réalité virtuelle immersive dans un collège

À faire avant la première utilisation

Achat des casques	Il faut prévoir un ensemble de casques Oculus Quest 2 ou 3 à raison d'un casque pour deux personnes. Un stock de 14 à 15 casques devrait être envisagé.
Transport des casques et recharge	Prévoir un chariot pour le transport permettant de recharger les casques.
Comptes Meta	<p>Afin de pouvoir effectuer la mise en miroir qui permet aux étudiants et étudiantes sans casque de voir l'image, chaque casque doit être lié à un compte Meta distinct.</p> <p>Il est donc nécessaire de créer autant d'adresses courriel institutionnelles (ou autre) qu'il y a de casques, et de créer un compte Meta pour chacune de ces adresses. Le fait de créer des alias d'une adresse de courriel institutionnelle peut simplifier la gestion de courriels. Par exemple : <code>casquemeta1@dawsoncollege.qc.ca</code> ; <code>casquemeta2@dawsoncollege.qc.ca</code>, etc.</p> <p>La procédure pour créer un compte Meta à partir d'une adresse courriel se trouve <u>ici</u>.</p>
Configuration des casques	Chaque nouveau casque doit être configuré afin d'y associer le compte Meta correspondant et de le connecter au bon réseau wifi.
Installation du jeu	Pour installer le jeu, il faut télécharger l'application Meta sur un appareil mobile et se connecter en utilisant les coordonnées du compte Meta lié au casque. On doit ensuite sélectionner Rechercher et taper Novascience dans l'outil de recherche. Il faudra ensuite cliquer sur l'image du jeu et sélectionner Télécharger. La procédure détaillée se trouve <u>ici</u> .
Configuration du réseau wifi	Le réseau wifi de l'établissement doit permettre la mise en miroir de plusieurs casques simultanément sur une tablette, un ordinateur ou un téléphone. Ces permissions sont généralement gérées par l'équipe informatique de l'établissement, il importe donc d'effectuer les vérifications au préalable.
Préparation à la mise en miroir (tablette ou cellulaire)	Si la mise en miroir s'effectue sur une tablette ou un téléphone, l'application Meta Quest doit y être installée et connectée au même compte que le casque correspondant. L'appareil doit être connecté au même réseau wifi que le casque.
Préparation à la mise en miroir (ordinateur)	Si la mise en miroir s'effectue sur un ordinateur, celui-ci doit être connecté sur le compte Meta correspondant à l'adresse <code>oculus.com/casting</code> . L'ordinateur doit être connecté au même réseau wifi que le casque.

À faire à chaque session

Prévoir un local	Afin d'avoir l'espace pour participer au jeu de façon sécuritaire, chaque équipe devrait disposer d'un espace de 1,50 m sur 2,10 m sans mobilier ni élément encombrant autre que ce qui est nécessaire pour les étudiants et étudiantes qui n'utilisent pas le casque. Il faut vérifier auprès des services informatiques que le wifi permet la mise en miroir des casques dans ce local.
Prévoir l'équipement pour la mise en miroir	Prévoir l'équipement nécessaire pour la mise en miroir des casques, que ce soit des ordinateurs, tablettes ou téléphones. Si la mise en miroir se fait à l'aide de tablettes ou téléphones, s'assurer que l'application Meta y est déjà installée.
Encadrement	Prévoir un grand nombre de personnes qualifiées afin d'encadrer les étudiants et étudiantes sur les plans technologiques et conceptuels. Ces personnes doivent être en mesure d'aider les étudiants et étudiantes à utiliser le casque, à choisir l'application et à réaliser la mise en miroir au début du jeu. Par la suite, l'assistance peut porter sur un dépannage technique, mais idéalement, les aides connaissent suffisamment bien le contenu du jeu pour être en mesure de répondre aux questions portant sur les contenus difficiles pour les étudiants et étudiantes ou du moins pour les orienter vers des pistes.
Recharger les casques	S'assurer que les casques sont rechargés avant chaque utilisation.
Recharger les batteries des manettes.	S'assurer que les batteries des manettes sont rechargées.
Mise à jour	S'assurer que les casques et le jeu sont mis à jour avant utilisation.
Documents préparatoires	Distribuer les documents préparatoires à l'avance pour que les élèves se familiarisent avec le jeu et l'équipement.
Nettoyage	Prévoir des lingettes humides pour nettoyer le pourtour des casques ainsi qu'un tissu sec en microfibre pour nettoyer les lentilles au besoin.
Sécurité	Prévoir un espace pour s'asseoir au cas où des participantes et participants ressentent un malaise.
Réponses	S'assurer que les réponses aux questions (ou énigmes) du jeu sont facilement accessibles.

ANNEXE 3 Exemple de scénario pédagogique

[Cliquez ici pour ouvrir le lien](#)