

Mission Protéine

Guide de l'enseignant

IDENTIFICATION DU JEU

Titre du jeu : Mission Protéine

Discipline : Biologie

Cours ciblé : Biologie cellulaire (101-SNI-RE) ou autre

Programme : Sciences de la nature 200.B1 ou autre

Objectif poursuivi : Mettre en pratique les mécanismes menant à la synthèse d'une protéine fonctionnelle.

Contenus abordés : Synthèse des protéines (transcription, traduction et repliement des protéines).

Durée moyenne du jeu : de 20 à 40 minutes

Durée moyenne pour l'ensemble des activités du scénario pédagogique : 2 heures

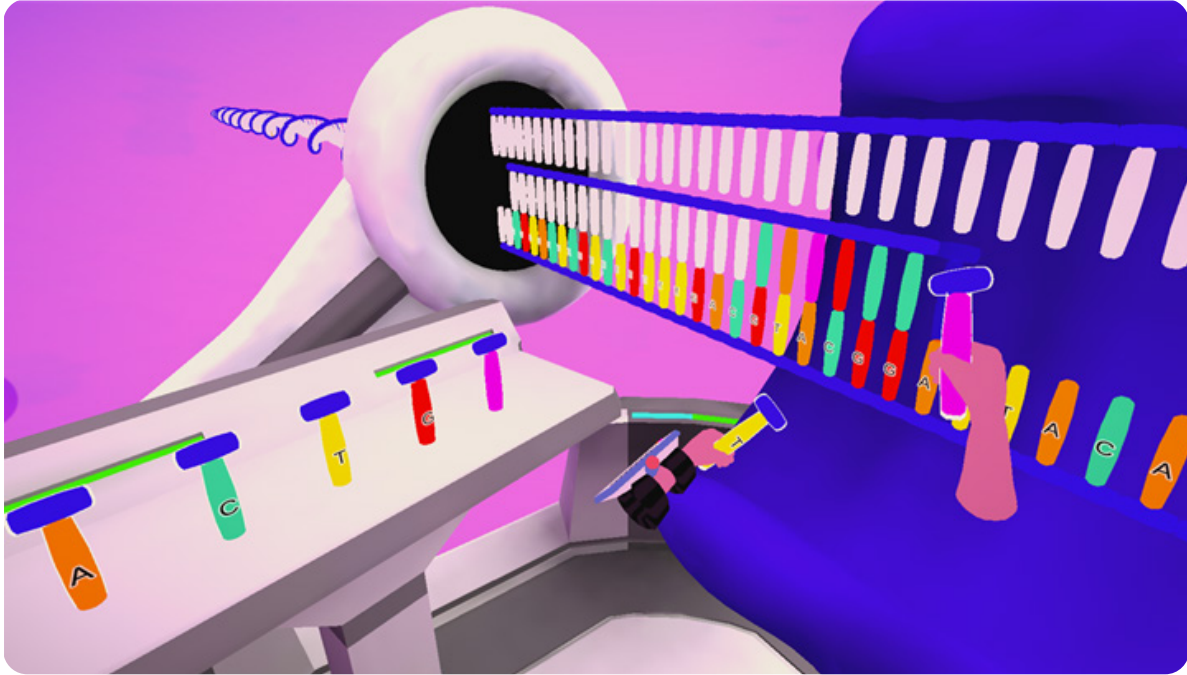
Description du jeu (mécanique et but du jeu)

Le but du jeu consiste à réaliser les processus de la **synthèse des protéines**, à la manière d'un **jeu d'évasion dans une cellule**, afin de guérir un patient atteint d'hémophilie.

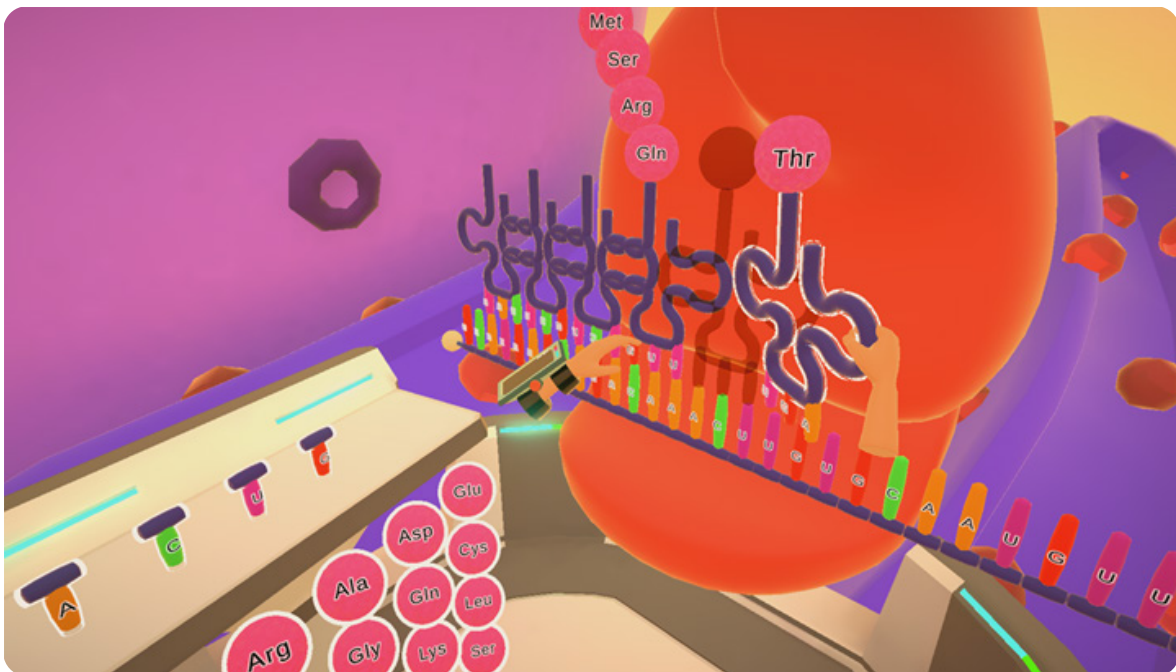
Les étudiantes et étudiants ont d'abord l'occasion de se **familiariser avec le fonctionnement des manettes et l'environnement 3D** de la réalité virtuelle immersive à leur arrivée dans la salle de préparation. Les personnes participantes doivent utiliser les manettes pour **prendre des identifiants aimantés et les déposer sur les bons organites sur le schéma de la cellule**, puis pour se téléporter d'un endroit à l'autre et **prendre une clé afin d'être miniaturisées et d'accéder au noyau de la cellule**.



Les personnes participantes **se retrouvent d'abord dans le noyau de la cellule** afin de réaliser la **transcription du gène « corrigé »** et l'introduire chez le patient par la **méthode CRISPR-Cas9**. Ces personnes ont ensuite à **choisir les bons nucléotides** pour faire la **synthèse du brin d'ARNm**, réaliser l'épissage et le faire **sortir du noyau par un pore nucléaire**.



Ensuite, les élèves se retrouveront **dans le cytoplasme** afin de réaliser la **traduction** en associant **les bons nucléotides de l'anticodon de l'ARNt** et en **choisissant le bon acide aminé** à l'aide du code génétique. Une fois la protéine synthétisée, elle sera repliée avant d'être envoyée à l'appareil de Golgi.



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 deux.**

Les étudiants et étudiantes doivent aussi avoir en main le ***Guide de familiarisation*** ainsi que le ***Dossier d'accompagnement*** pour la réalisation des jeux.

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 ***Dossier d'accompagnement*** :

- 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 informations requises pour progresser dans le jeu. Le jeu nécessite une communication entre le binôme (la personne qui a en main le Dossier d'accompagnement et visualise le jeu sur l'ordinateur ou la tablette) et la personne qui porte le casque. Non seulement le binôme orientera son collègue dans le jeu, mais cette personne possédera aussi certaines informations, telles que le code génétique. Il est important que la personne participante ou la joueuse attende les instructions du binôme avant de progresser afin de faciliter l'apprentissage et l'achèvement des étapes du jeu.

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

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

Déroulement de l'activité

Afin d'optimiser l'apprentissage, **il est important que ce jeu fasse partie d'un scénario pédagogique complet**. Du temps pour effectuer un retour sur le jeu devra également être prévu.

De façon générale, le scénario pédagogique devrait comporter les éléments suivants :

Avant le jeu	Une activité préparatoire peut être prévue afin de préparer les étudiantes et étudiants aux contenus traités dans la simulation et d'activer leurs connaissances antérieures.
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 deux. 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	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.

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

Conseils pratiques

1. Il est primordial que l'enseignante ou l'enseignant soit à l'aise avec l'utilisation du casque de réalité virtuelle ainsi qu'avec le jeu, afin de pouvoir intervenir si les étudiantes et étudiants éprouvent des problèmes. Il est ainsi fortement conseillé de se familiariser avec le casque et le jeu avant son utilisation.
2. Les étudiants et étudiantes doivent recevoir des instructions claires et précises sur l'utilisation du casque et du jeu (pour certaines manipulations précises, comme la prise et le placement d'objets ainsi que la téléportation). Il est donc nécessaire de prévoir un moment pour ces instructions. Il faut aussi inciter les étudiants et étudiantes à bien suivre les indications données dans le ***Guide de familiarisation*** et le ***Dossier d'accompagnement***.
3. Les élèves devront avoir pris connaissance, au préalable, des processus de la synthèse des protéines : la transcription, la traduction et l'utilisation du code génétique, puisque le jeu consiste en une activité de consolidation des apprentissages.

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

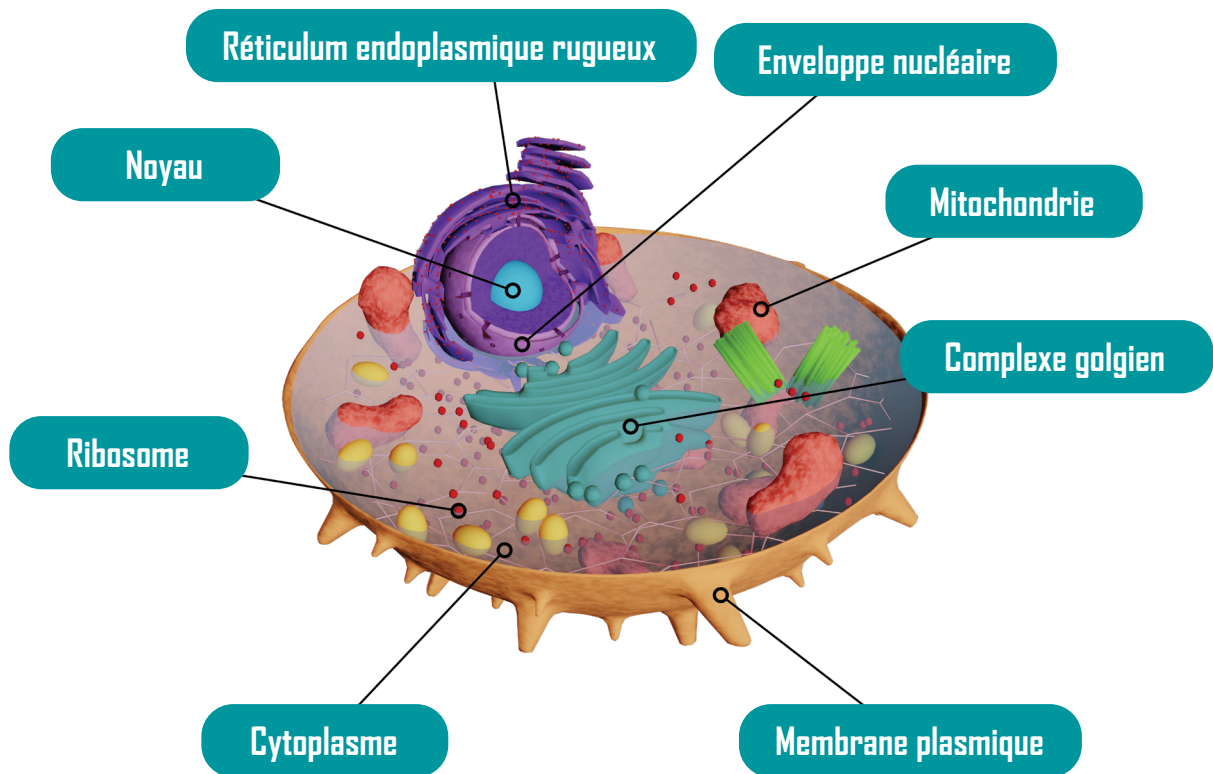
Étape 1.1 : Familiarisation avec le jeu et les contrôles.

- 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 : Placer les étiquettes magnétisées sur les cases libre afin d'identifier correctement les organelles de la cellule.

- Prendre chacun des identifiants aimantés sur la table et les placer à l'endroit approprié sur le schéma de la cellule.
- Pour prendre une étiquette, approcher la main de l'objet à soulever et appuyer sur le bouton contrôlé par le majeur (celui vers l'intérieur de la main). Maintenir le bouton enfoncé jusqu'à ce que l'objet doive être relâché.
- Une fois l'exercice réussi, le tableau glissera vers la gauche.

Tableau complété



Une fois l'exercice réussi, le tableau glissera vers la gauche.

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.



Tâche 2 : Fabrication de l'ARN messenger

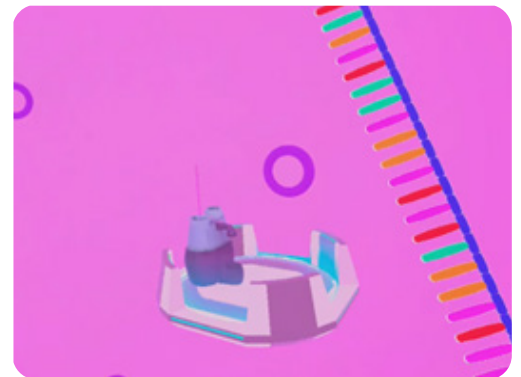
Étape 2.1 : Appariement des bases azotées.

- La personne participante doit maintenant compléter la séquence de nucléotides formant l'ARN messenger, en appariant les bases azotées complémentaires au brin matrice d'ADN.
 - Une automatisation montre le début de la formation du brin d'ADN. La personne participante doit prendre, une à une, les nucléotides sur la table à leur gauche en utilisant le bouton du majeur et les attacher à la suite du brin d'ADN commencé (en blanc). Chaque base azotée doit être complémentaire au brin matrice d'ADN, et la personne participante binôme, en suivant le guide, dirige la personne participante portant le casque.
 - Si un appariement comporte une erreur, l'écran sur le poignet gauche du joueur l'indiquera.
**les étudiants oublient parfois que le A de l'ADN doit être apparié avec le U et non le T.

Tâche 2 : Fabrication de l'ARN messenger

Étape 3.1 : Téléportation à la station d'épissage de l'ARN messenger (ARNm)

- Lorsque l'ARN messenger a été correctement formé, la personne participante, suivant les instructions sur son poignet gauche, doit retirer l'ARNm de l'enzyme ARNm synthase et, tout en gardant l'ARNm dans sa main, se téléporter à la station d'épissage entourée de bleu.



Étape 3.2 : Épissage de l'ARN messenger

- La personne participante doit déposer l'ARNm dans la machine à épissage, par l'embouchure la plus grosse (celle de gauche) et attendre que les introns soient retirés pour reprendre l'ARN qui sortira de la petite embouchure (celle de droite). Le nouvel ARNm comportera uniquement les exons (truc mnémotechnique : 'les exons sont exprimés').
- L'ARNm épissé doit maintenant être expulsé du noyau par les pores nucléaires mauves et la personne participante doit se téléporter dans le cytoplasme pour la traduction.

Tâche 4 : Traduction

Étape 4.1 : Formation de l'anticodon sur l'ARN de transfert (ARNt)

- L'ARNm est placé automatiquement sur le ribosome, et les premiers acides aminés de la chaîne polypeptidique sont placés. La personne participante doit maintenant placer les bases azotées correspondant à l'anticodon sur l'ARNt. En appariant les bases complémentaires au codon apparaissant sur l'ARNm qui se trouve dans le ribosome, les personnes participantes doivent placer les bases azotées se trouvant sur la table à l'extrémité de l'ARN de transfert.

Étape 4.2: Chargement de l'ARN de transfert

- En utilisant le code génétique du guide, la personne participante binôme trouve l'acide aminé correspondant au codon sur l'ARNm et la personne participante avec le casque doit le placer à l'autre extrémité de l'ARNt.
 - ** les étudiants ont tendance à utiliser l'anticodon sur l'ARNt au lieu du codon sur l'ARNm pour déterminer l'acide aminé. Le premier anticodon amène à un STOP, ce qui devrait amener les personnes participantes à réaliser leur erreur.



En ordre, l'anticodon et l'acide aminé à placer sur l'ARNt sont les suivants :

Anticodon 1 : UGA ; Acide aminé 1: Thr

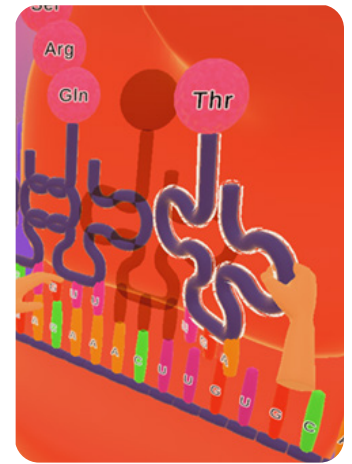
Anticodon 2 : ACA ; Acide aminé 2: Cys

Anticodon 3 : CGU ; Acide aminé 3: Ala

Anticodon 4 : UAC ; Acide aminé 4: Met

Étape 4.3 : Placement de l'ARNt chargé sur le ribosome

- L'ARN de transfert doit maintenant être placé sur le ribosome, avec l'anticodon apparié au codon, afin de permettre la création d'un bond peptidique avec la chaîne polypeptidique déjà formée.



Tâche 5 : Repliement de la protéine et formation d'une vésicule de transport pour l'envoi au complexe golgien

Étape 5.1 : Repliement de la protéine par une 'protéine chaperon'

- Lorsque la protéine est formée, la personne participante doit la prendre et se téléporter vers la station de repliement. Après avoir déposé la protéine dans la machine bleue représentant la protéine chaperon, il faut appuyer 3 fois, pour représenter la complexité du processus de repliement jusqu'à la structure tertiaire.

Station de repliement



Étape 5.2 : Envoi de la protéine au complexe golgien

- La dernière étape consiste à placer la protéine dans le 'canon', qui représente la formation d'une vésicule de transport pour l'acheminement au complexe golgien.

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](#)