

# Mission Molécule

## Guide de l'enseignant

### IDENTIFICATION DU JEU

**Titre du jeu :** Mission Molécule

**Discipline :** Chimie

**Cours ciblés :** Chimie générale ou autre cours abordant les contenus traités dans le jeu

**Programmes :** Sciences de la nature 200.B1, Science, informatique et mathématiques 200.C1 ou autre

**Objectif poursuivi :** Mettre en pratique les concepts liés à la structure des molécules et des composés ioniques : structures de Lewis, géométries moléculaires, type de liaisons chimiques et hybridation des orbitales afin d'être en mesure de mieux les visualiser.

**Contenus abordés :** Structures de Lewis, géométries moléculaires (structures moléculaires),

hybridations  $sp$ ,  $sp^2$  et  $sp^3$ , liaisons  $\sigma$  et  $\pi$ .

**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** est de résoudre des **énigmes liées à la structure de molécules** impliquées dans différentes **catastrophes écologiques historiques**.

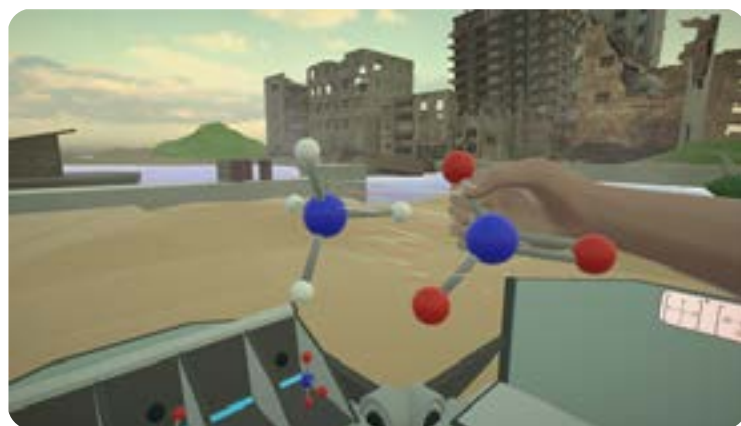
Les étudiantes et étudiants auront d'abord l'occasion de se **familiariser avec le fonctionnement des manettes et l'environnement 3D** de la réalité virtuelle immersive à leur arrivée dans la salle de préparation. Les participants et participantes devront ainsi utiliser les manettes afin de **placer des mots aimantés sur un tableau**, de se téléporter d'un endroit à l'autre et de **prendre une clé afin d'accéder à la machine de téléportation Spatiale, Numérique et Temporelle**.



Après avoir amorcé le premier bond temporel (premier niveau), les participantes et participants se retrouvent au cœur du **nuage de pollution survenu à Beijing durant la COP26 (tenue en Écosse)**. Les élèves doivent **établir la correspondance entre les caractéristiques des 3 molécules présentées ( $O_3$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ )** (le nombre de voisins de l'atome central, la géométrie moléculaire, les angles de liaison, le type d'hybridation de l'atome central ainsi que le type et le nombre de liaisons chimiques) et **les pictogrammes SIMDUT et codes NFPA à placer** dans la machine de téléportation grâce à l'information contenue dans **le document du binôme**. La résolution des énigmes permet de visualiser les molécules en 3D et d'amorcer les bonds temporels (niveaux) suivants.



Le bond temporel suivant nous amène au **port de Beyrouth où des explosions causées par la présence de nitrate d'ammonium ( $NH_4NO_3$ ) sont survenues en août 2020**. Après avoir choisi la meilleure **structure de Lewis** parmi celles proposées, les étudiantes et étudiants auront à choisir les bonnes structures parmi celles présentées et à assembler les ions ammonium et nitrate afin d'observer le composé ionique en 3D.



Enfin, lors du dernier bond temporel, les personnes participantes devront assembler les **orbitales hybrides de l'isocyanate de méthyle**, molécule responsable de la catastrophe de Bhopal survenue en Inde en 1984.



**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.**

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

<b>Avant le jeu</b>	Une <b>activité préparatoire</b> peut être prévue afin de préparer les étudiantes et étudiants aux contenus traités dans la simulation et d'activer leurs connaissances antérieures.
<b>Pendant le cours</b>	<p>En arrivant au cours, des <b>instructions</b> devraient être données en lien avec :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Les objectifs du jeu</li><li>▪ Le déroulement de la séance</li><li>▪ Les consignes relatives au bon fonctionnement du jeu</li></ul> <p>Par la suite, le jeu se joue <b>en équipe de deux</b>. Il importe que <b>les personnes étudiantes soient encadrées</b> (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>
<b>Après le jeu</b>	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 <b>recueillir les impressions des participants et participantes</b> en leur demandant de qualifier leur expérience. Ensuite, une <b>analyse des erreurs ou des concepts plus difficiles</b> peut être faite. Enfin, une <b>synthèse devrait être réalisée, idéalement par les étudiantes et étudiants</b> (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***.

# 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 libres afin d'ordonner chronologiquement les catastrophes écologiques.

- Prendre chacun des identifiants aimantés sur la table et les placer à l'endroit approprié sur la ligne de temps.
- Pour prendre une étiquette, approchez la main de l'objet à soulever et appuyez 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.

### 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 accéder à la machine à Projection Temporelle, Spatiale et Numérique (téléportation du joueur au prochain niveau).

- 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 : Nuage de pollution à Beijing

### Étape 2.1 : Ozone – Structure Lewis, géométrie moléculaire, hybridation et angle de liaison.

- La personne participante doit maintenant sélectionner la structure de Lewis la plus plausible de l'ozone ( $O_3$ ) parmi les trois choix offerts sur le tableau bleu devant elle.
  - Bonne réponse = structure du centre
- Ensuite, la ou le partenaire qui ne porte pas le casque VR, mais qui a en main le dossier d'accompagnement, doit résoudre les énigmes portant sur l'ozone afin de déterminer les pictogrammes SIMDUT et NFPA qu'il faut placer sur le panneau de contrôle.
  - Premièrement, parmi les choix proposés dans le dossier d'accompagnement, elle ou il doit déterminer le nombre de voisin ainsi que la géométrie moléculaire de l'atome central afin de choisir le bon pictogramme SIMDUT. Il doit transmettre l'information obtenue, c'est-à-dire le pictogramme déterminé, à son partenaire portant le casque VR. Ce dernier fait défiler les pictogrammes sur la console jusqu'à ce que celui désiré apparaisse. Il le prend et l'insère sur le tableau de bord.
  - Deuxièmement, parmi les choix proposés sur la page suivante du dossier d'accompagnement, le type d'hybridation et l'angle de liaison de l'atome central de l'ozone doivent être déterminés parmi les combinaisons proposées. Le pictogramme associé à la bonne réponse doit être placé sur le tableau de bord comme précédemment. Le symbole NFPA (couleur et numéro) est obtenu en sélectionnant la bonne couleur (en choisissant le losange jaune, bleu ou rouge) ainsi que le chiffre approprié (en appuyant sur le symbole + ou -). Le symbole est ensuite inséré à l'endroit approprié (désigné par un point d'interrogation) sur le tableau de bord.
  - Les réponses aux questions se rapportant à l'ozone sont les suivantes:



3	Angulaire	
$Sp^2$	$\angle < 120^\circ$	

- Tableau de bord complété (l'ordre peut différer):

- Tableau de bord complété (l'ordre peut différer):



- Enfin, la molécule doit être insérée dans la capsule à gauche.

## Étape 2.2 : Monoxyde de carbone – Structure de Lewis, hybridation, angle de liaison et liaisons chimiques.




- La personne participante doit maintenant sélectionner la structure de Lewis la plus plausible du monoxyde de carbone (CO) parmi les trois choix offerts sur le tableau bleu devant elle.
- Ensuite, les partenaires doivent résoudre les énigmes portant sur le monoxyde de carbone afin de déterminer les pictogrammes SIMDUT et les symboles NFPA à insérer sur le panneau de contrôle, comme précédemment.
  - Les réponses aux questions se rapportant au monoxyde de carbone sont les suivantes:

Type d'hybridation	Angle de liaison	NFPA	Pictogramme SIMDUT
Sp	-	4	
Nombre de liaisons $\pi$	2		0
Nombre de liaisons $\sigma$	1		3

- Enfin, la molécule doit être insérée dans la capsule à gauche.

## Étape 2.3 : Dioxyde de soufre – Structure de Lewis, géométrie moléculaire, hybridation, angle de liaison et liaisons chimiques.

- La personne participante doit maintenant sélectionner la structure de Lewis la plus plausible du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) parmi les trois choix offerts sur le tableau bleu devant elle.
- Ensuite, les partenaires doivent résoudre les questions portant sur le dioxyde de soufre afin de déterminer les pictogrammes SIMDUT et les symboles NFPA à insérer sur le panneau de contrôle, comme précédemment.
  - Les réponses aux questions se rapportant au dioxyde de soufre sont les suivantes:

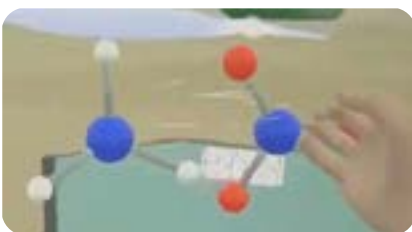
3	Angulaire	
Sp <sup>2</sup>	 < 120	0 
Nombre de liaisons $\pi$	2	 0
Nombre de liaisons $\sigma$	2	 3

- Enfin, la molécule doit être insérée dans la capsule à gauche.

## Tâche 3 : Catastrophe de Bhopal

### Étape 3.1 : Nitrate d'ammonium – Structure 3D et angle de liaison

- La personne participante doit maintenant sélectionner la structure de Lewis la plus plausible du nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) parmi les trois choix offerts sur le tableau bleu devant elle.
- Bonne réponse = structure en haut à droite
- Ensuite, sans le dossier d'accompagnement, les partenaires doivent déterminer la géométrie de l'ion d'ammonium parmi les structures 3D se trouvant à droite, et celle du nitrate parmi les structures se trouvant à gauche.
  - Les deux ions doivent être liés en les assemblant de façon à ce qu'un ion soit placé dans la sphère grise associée à l'autre ion.



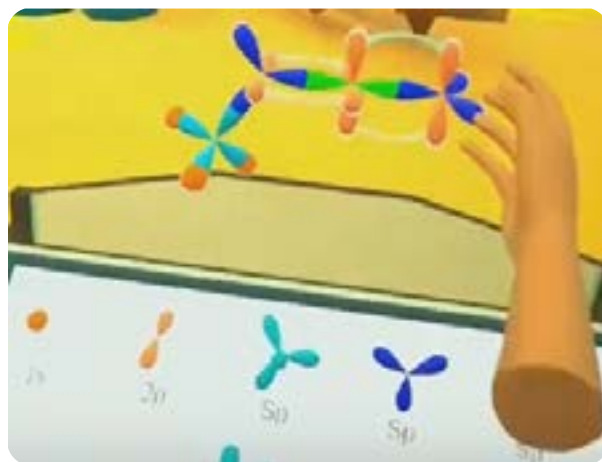
- Enfin, la molécule doit être insérée dans la capsule à gauche.



## Tâche 4 : Explosions au port de Beyrouth

### Étape 4.1 : Isocyanate de méthyle – Structure 3-D et orbitales moléculaires

- La personne participante doit maintenant sélectionner la structure 3D correspondant à la formule chimique de l'isocyanate de méthyle ( $\text{CH}_3\text{NCO}$ ) parmi les cinq choix offerts.
- Bonne réponse = 4e structure
  - La structure doit être insérée dans la capsule à sa gauche.
- Ensuite, la structure de l'isocyanate de méthyle doit être assemblée à partir de ses orbitales hybrides, en utilisant les choix affichés dans le tableau de bord.
  - Les orbitales doivent être placés dans la sphère ombragée, une à la suite de l'autre.
  - Ne pas oublier d'utiliser les orbitales 1s pour les hydrogènes du méthyle.
  - Ne pas oublier d'utiliser les orbitales 2p pour les liaisons pi.
- Solution



### Étape 5 : Fin du jeu.

- Amorcer le bond temporel suivant 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. <b>Un stock de 14 à 15 casques devrait être envisagé.</b>
Transport des casques et recharge	Prévoir <b>un chariot pour le transport</b> 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 <b>créer un compte Meta pour chacune de ces adresses</b>. 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 <a href="#"><u>ici</u></a>.</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 <a href="#"><u>ici</u></a> .
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

<b>Prévoir un local</b>	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.
<b>Prévoir l'équipement pour la mise en miroir</b>	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.
<b>Encadrement</b>	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.
<b>Recharger les casques</b>	S'assurer que les casques sont rechargés avant chaque utilisation.
<b>Recharger les batteries des manettes.</b>	S'assurer que les batteries des manettes sont rechargées.
<b>Mise à jour</b>	S'assurer que les casques et le jeu sont mis à jour avant utilisation.
<b>Documents préparatoires</b>	Distribuer les documents préparatoires à l'avance pour que les élèves se familiarisent avec le jeu et l'équipement.
<b>Nettoyage</b>	Prévoir des lingettes humides pour nettoyer le pourtour des casques ainsi qu'un tissu sec en microfibre pour nettoyer les lentilles au besoin.
<b>Sécurité</b>	Prévoir un espace pour s'asseoir au cas où des participantes et participants ressentent un malaise.
<b>Réponses</b>	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](#)