

Document technique – Choix d'implémentation et d'optimisation XR

Projet : Risk Factor VR

1. Environnement de développement et plateformes XR

Le projet *Risk Factor VR* a été développé sous forme de prototype en réalité virtuelle à l'aide du moteur Unity. L'expérience a été conçue pour être déployée sur deux types de plateformes : une version PC VR et une version destinée à un casque VR autonome via un APK.

Ce double déploiement a fortement influencé les choix techniques réalisés, notamment en matière de performances, de gestion des ressources et de confort utilisateur, les casques autonomes présentant des contraintes matérielles plus strictes.

2. Choix d'interactions et de locomotion

Les interactions ont été pensées afin de rester simples, intuitives et cohérentes avec les standards actuels de la VR. Le déplacement du joueur s'effectue à l'aide du joystick, permettant une navigation fluide dans l'environnement industriel tout en conservant un bon contrôle.

La manipulation des objets repose sur un système de saisie directe (grabbing), permettant au joueur de prendre et déposer les tonneaux de produits chimiques ainsi que les équipements de protection individuelle. Les interactions physiques ont été volontairement simplifiées afin d'assurer une stabilité du comportement des objets et de limiter les calculs coûteux en temps réel.

Le port des équipements de protection individuelle (EPI) a été rendu obligatoire dans le jeu afin de respecter les normes de sécurité en vigueur dans les environnements industriels et de sensibiliser l'utilisateur à leur caractère non négociable lors de la manipulation de produits chimiques.

Un tapis roulant a été implémenté afin de simuler un flux industriel réaliste de produits chimiques, permettant de structurer la tâche de tri, de contrôler le rythme de l'expérience et de renforcer la crédibilité de la mise en situation professionnelle.

3. Conception orientée confort utilisateur

Une attention particulière a été portée au confort de l'utilisateur, élément essentiel en réalité virtuelle afin d'éviter la fatigue visuelle ou le motion sickness.

Pour cela, plusieurs choix ont été effectués :

- limitation de la vitesse de déplacement,
- interactions simples et prévisibles,
- indications visuelles claires (surbrillance des objets interactifs),
- instructions textuelles et sonores permettant de guider le joueur sans surcharge cognitive.

L'ensemble de l'interface utilisateur est intégré directement dans l'environnement via des éléments de type Canvas en world space, afin de maintenir l'immersion et éviter les ruptures visuelles. Il en est de même pour les feedback ou nous avons également insisté sur les canvas et l'immersion sonore.

Nous avons cherché à renforcer l'immersion en intégrant la présence d'un personnage féminin jouant le rôle de superviseure, guidant l'utilisateur tout au long de l'expérience.

4. Gestion des échecs critiques et feedback utilisateur

Le prototype intègre un mécanisme d'échec critique visant à renforcer l'apprentissage par la conséquence. Lorsqu'un tonneau contenant un produit dangereux (corrosif ou inflammable) est lâché ou tombe au sol, une réaction visuelle est déclenchée : le tonneau s'enflamme afin de matérialiser immédiatement le danger associé à une mauvaise manipulation.

Cet événement est accompagné d'un message audio d'alerte rappelant à l'utilisateur l'importance de manipuler les tonneaux avec précaution. Ce message sonore est volontairement joué même lorsque des tonneaux non dangereux sont lâchés, afin de renforcer un réflexe global de vigilance et d'éviter toute prise de risque liée à une mauvaise identification préalable.

Ce choix de conception permet :

- de rendre les erreurs immédiatement compréhensibles,
- de renforcer l'impact pédagogique par un feedback multimodal (visuel et sonore),
- de sensibiliser l'utilisateur aux conséquences potentielles d'une mauvaise manipulation, sans mettre en danger réel.

Ce système s'inscrit dans une logique d'apprentissage par l'erreur, cohérente avec les objectifs pédagogiques du serious game.

5. Optimisation des performances XR

Les performances étant un enjeu central en VR, plusieurs techniques d'optimisation ont été mises en place afin de garantir une expérience fluide, en particulier sur casque autonome.

Un système de pooling d'objets est utilisé pour gérer l'apparition des tonneaux de produits chimiques sur le tapis roulant. Cette approche permet de limiter les instanciations et destructions répétées d'objets à l'exécution, réduisant ainsi la charge sur le garbage collector et les variations de performances.

Par ailleurs, les modèles 3D utilisés ont été volontairement limités en complexité (low poly), et les matériaux choisis restent peu coûteux en calcul. Le nombre d'objets actifs simultanément dans la scène est contrôlé afin d'éviter toute surcharge inutile.

6. Mécanismes temporisés et gestion de la scène

L'apparition des tonneaux sur le tapis roulant est gérée à l'aide de coroutine, permettant de contrôler le rythme de la tâche et le nombre d'objets présents dans la scène à un instant donné.

Ce choix permet à la fois de :

- Préserver les performances,
- Exécution temporisée plutôt que continue
- Réduction des calculs exécutés à chaque frame

Conclusion

Les choix d'implémentation et d'optimisation réalisés pour *Risk Factor VR* ont été guidés par les contraintes spécifiques de la réalité virtuelle, en particulier en matière de performance et de confort utilisateur. Le prototype démontre une approche cohérente et maîtrisée de la conception XR, tout en restant extensible pour de futures améliorations techniques et pédagogiques.