

Examen Final MV56 – Printemps 2026

Sans documents. Durée 1h30

Chaque partie est indépendante et doit être sur une copie séparée

Partie 1 : Infographie 3D et Réalité Virtuelle (S. CHEVRIAU) - 4 points

Question 1 (2 points)

Dans le domaine de l'infographie 3D, expliquez ce qu'est un maillage (mesh) et sa composition minimale.

Citez au moins 2 utilisations possibles d'un maillage dans un moteur 3D temps réel comme Unity.

Question 2 (1 point)

Expliquez la notion de matériau double face, ses avantages et inconvénients.

Question 3 (1 point)

Dans le standard OpenXR, expliquez où se situent les référentiels « Aim » et « Grip » liés aux contrôleurs VR.

Donnez au moins un cas d'usage pour chaque référentiel.

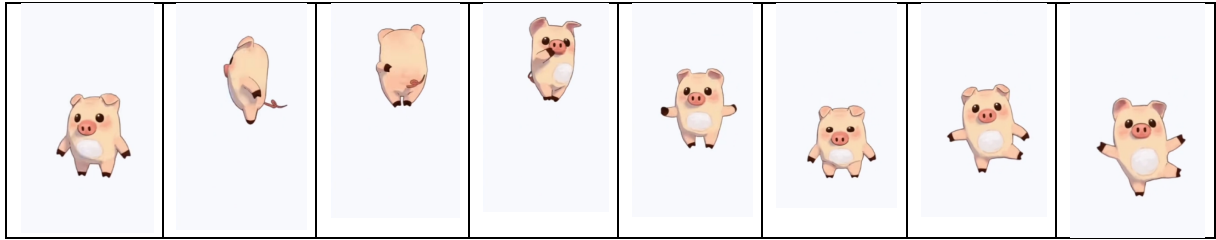
Partie 2 : Blender et Animation 3D (F. LAURI) – 9 points

Exercice 1 : Questions de cours (4 points)

1. Parmi les 12 principes d'animation de John Lasseter, expliquez brièvement les techniques Anticipation et Follow Through & Overlapping Action ainsi que leurs intérêts. Donnez un exemple concret d'application sur un personnage riggé effectuant un saut ou un geste du bras.
2. Pour animer les expressions faciales d'un personnage, comparez l'utilisation des Shape Keys (Morph Targets) et celle d'un rig facial basé sur des os + contraintes. Indiquez un avantage et un inconvénient majeur de chaque approche, et dans quel cas vous choisiriez l'une plutôt que l'autre.

Exercice 2 : Description d'animations (5 points)

Décrivez précisément comment vous modéliserez et animerez ce modèle, sachant que l'animation illustrée ci-dessous dure environ 4-5 secondes et est cadencée à 30 fps :



Pour votre réponse, structurez-la clairement et traitez **obligatoirement** les points suivants :

1. **Modélisation et définition des matériaux**
 Comment chaque partie de ce modèle serait conçu, avec quelles techniques ? Décrivez le matériau appliqué.
2. **Timing et découpage**
 Décrivez le timing approximatif des différentes phases et justifiez-le en utilisant au moins **trois principes de Lasseter**.
3. **Rigging et contraintes**
 Quelle armature et contraintes sur les os utiliseriez-vous et sur quels os ? Justifiez vos choix.
4. **Skinning**
 Quels problèmes de déformation prévoyez-vous avec les poids automatiques ? Sur quelles zones ? Comment les corrigeriez-vous ?
5. **Morph Targets (Shape Keys)**
 Quels Shape Keys utiliseriez-vous pendant l'action ? À quels moments et pourquoi ?
6. **Animation des parties secondaires**
 Comment géreriez-vous le Follow Through / Overlapping Action sur les bras, la tête, la queue ?

Partie 3 : Ingénierie d'un système de Réalité Virtuelle (F. GECHTER) – 8 points

CONTEXTE DU PROJET

Un cabinet d'ingénierie est mandaté pour concevoir un simulateur immersif destiné à la formation complexe pour la maintenance de centrales nucléaires. Le dispositif repose sur un casque de Réalité Virtuelle (RV) capable de basculer en mode Virtualité Augmentée pour permettre à l'utilisateur d'interagir avec ses outils physiques tout en restant immergé.

En tant qu'ingénieur système, votre rôle est de justifier les choix technologiques d'affichage, d'analyser les performances optiques et de garantir la sécurité informatique de l'infrastructure face aux données sensibles manipulées.

PARTIE 1 : Arbitrages technologiques et architecture optique (3 points)

Le cahier des charges impose une lecture parfaite de textes techniques fins et un rendu fidèle des zones d'ombre pour identifier des micro-fissures sur les matériaux.

1. **Comparaison des dalles d'affichage** : En analysant les caractéristiques intrinsèques des technologies **OLED**, **LCD** et **Micro-LED**, déterminez laquelle est la plus adaptée pour obtenir un contraste infini (noirs parfaits). Justifiez également laquelle de ces

technologies pourrait poser un problème de pérennité du matériel si des éléments d'interface statiques restent affichés en permanence à la même position sur l'écran.

2. **Analyse des composants optiques** : Les oculaires du casque utilisent des lentilles biconvexes asymétriques. Analysez les deux principaux types de dégradations de l'image induits par cette forme de lentille. Proposez une méthode logicielle pour compenser ces défauts avant que l'image ne soit projetée.

PARTIE 2 : Performance du système de vision réelle numérisée (2 points)

Le casque permet de voir le monde réel via des capteurs d'image embarqués.

1. **Convergence d'architecture** : Quelle architecture matérielle de casque est la plus adaptée à cet usage ? Démontrez en quoi cette architecture est structurellement similaire à celle d'un casque de Réalité Virtuelle classique.
2. **Limites sensorielles** : Identifiez deux facteurs de performance qui, s'ils ne sont pas optimisés, créent un décalage entre la perception de l'utilisateur et la réalité physique, entraînant un malaise sensoriel.

PARTIE 3 : Sécurité informatique et intégrité des données (3 points)

Le simulateur manipule des données hautement confidentielles : cartographie 3D des zones sensibles de la centrale et données biométriques des opérateurs.

1. **Sécurité du maillage et des scans** : Le casque génère en continu un maillage 3D de l'environnement et un modèle numérique du visage de l'opérateur. Analysez les risques informatiques liés à la capture de ces flux. Quelles sont les questions critiques que l'ingénieur doit se poser concernant le transit de ces données sur le réseau de l'entreprise ?
2. **Intégrité du contenu et risque de détournement** : Si le flux numérique affiché dans le casque est compromis par une intrusion extérieure, expliquez comment une altération volontaire de la scène virtuelle peut être utilisée comme un outil de désinformation ou de manipulation.