

## Examen P22 - MV54

Réalité Virtuelle et Augmentée : Durée 2h - Aucun document autorisé  
Les parties doivent chacune être sur une page séparée.

### Partie 1 : Réalité Virtuelle et Mesh (5 pts)

#### Question 1 (3 points) :

Dans un contexte d'infographie 3D, expliquez ce qu'est un maillage (mesh) et de quoi il est constitué. Citez au moins 2 utilisations possibles d'un maillage dans un moteur 3D temps réel comme Unity.

#### Question 2 (2 points) :

Vous devez développer une application de réalité virtuelle pour un client. Cette application doit comporter un certain nombre de fonctionnalités (manipuler des objets, se déplacer, visualiser des mains virtuelles, etc.).

Pour l'instant, le client ne possède que des Oculus Quest. Vous avez donc le choix entre l'utilisation de modules existants pour Oculus ou de développer vos propres modules. Essayez de lister au moins un avantage et un inconvénient pour chaque cas.

## Partie 2 : Réalité Augmentée (6 pts)

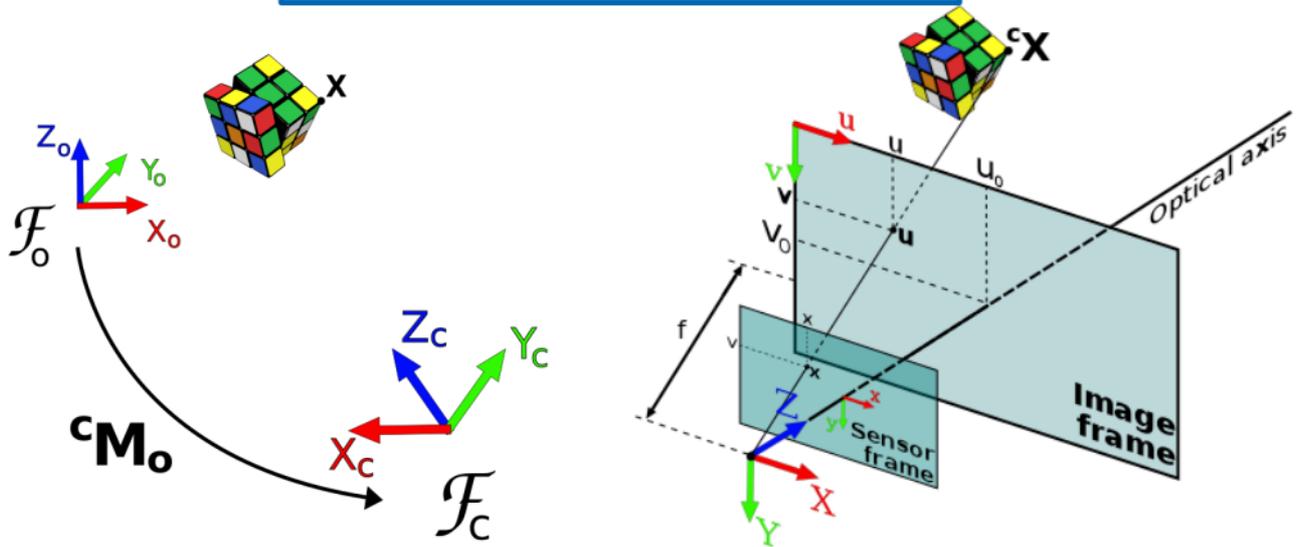
### Question 1 (1pt):

Quelle problématique était déjà considérée en 1997 comme étant fondamentale à toute application de Réalité Augmentée (RA). Expliquez pourquoi.

### Question 2 (1pt):

Décrivez chaque élément de cette équation :

$$\mathbf{u} = \mathbf{K}pr_p({}^c\mathbf{M}_o \ {}^o\mathbf{X})$$



### Question 3 (2pt):

Donnez et décrivez brièvement deux méthodes permettant de trouver une solution au problème « Perspective-n-Point » (PnP) ?

### Question 4 (2pt):

Donnez les 3 grandes familles d'approches d'estimation de pose basée vision pour la RA. Expliquez brièvement leurs avantages et leurs inconvénients respectifs.

## Partie 3 : Moteur de Rendu (6 pts)

Question de cours (2 pts) :

- Donner deux étapes de la pipeline de rendu présente dans la carte graphique.
- Donner au moins deux types de buffer utilisé dans le rendu.

Exercice Réalisation d'un Souls-Like dans l'espace (4 pts)

**Question 1 (3 pts) :** Architecture du moteur de rendu

Vous êtes en charge d'architecturer le moteur de rendu pour la réalisation d'un jeu Souls-like dans l'espace. Ce jeu offrira la possibilité de se déplacer librement dans des environnements allant de planètes luxuriantes, à des vaisseaux spatiaux avec de nombreuses lumières. Le moteur de rendu doit être capable de supporter de nombreux meshes et de nombreuses lumières différentes.

1. Quelle pipeline de rendu de frame peut être utiliser pour réaliser la frame finale ? Réaliser un schéma présentant les différentes passes de rendu. Expliquer chacun de vos choix.
2. Différents éléments de rendu vont se révéler être semi-transparents (par exemple des vitres). Quelle solution permettrait de gérer ces entités ?
3. Il est en discussion la possibilité d'offrir la compatibilité VR au jeu. Quelle technique de rendu sera nécessaire si le portage du jeu en VR est demandé ?

**Question 2 (1pt) :** Intégration d'un effet de rendu dans le moteur

Il est demandé d'intégrer un effet de rendu appelé le SSAO. Le SSAO, acronyme de Screen Space Ambient Occlusion, permet d'ajouter de l'ombrage localisé qui ne peut pas être géré par la passe de rendu des ombres. Comme son nom l'indique, il s'agit d'un effet screen space et nécessite en entrée une texture de profondeur et une texture avec les normales des différentes entités et retourne une texture en nuance de gris (un seul canal de couleur). Le SSAO s'effectue au moment du calcul des lumières et n'a pas d'impact sur le rendu d'éléments semi-transparents. Positionner la passe de SSAO dans la pipeline de rendu de frame réalisée précédemment. Expliquer votre choix.

**Question Bonus (1pt) :** Choix artistique

Pour réaliser l'étape de tonemapping, il a été décidé d'utiliser l'opérateur de tonemapping Reinhard. Donner un avantage et un inconvénient d'utiliser ce tonemapping.

## Partie 4 : Le matériel de la VR/AR

### Question 1 (1 pts) :

Voici un descriptif du casque Oculus Rift sorti en 2016 réalisé par un site de démontage de matériel technologique :

« Avant toute chose, sachez que le casque a été passé devant une caméra infrarouge pour déterminer combien de ces LED étaient réellement présentes sur le périphérique. Et le site est formel : contrairement aux versions non commerciales, il en dispose sur sa façade avant et arrière. Passons maintenant au démontage en lui-même. Initialement, le démontage est assez facile à réaliser : il suffit juste de retirer la mousse de protection située à l'intérieur du casque et de déconnecter le câble. En revanche, là où nous avons vu que la précédente version utilisait l'écran AMOLED du Galaxy Note 3 (1920×1080), nous découvrons **deux écrans OLED avec une définition combinée de 2160×1200**.



Ces écrans sont indépendants, séparés de 90 mm de côté et situés chacun sous chaque lentille, qui ne sont plus interchangeables. **La densité de ces écrans est de 456 ppp**, soit plus qu'un iPhone 6S Plus. Toutefois nos confrères signalent néanmoins que celle-ci est moindre par rapport à un Galaxy S7, qui pour sa part, en a une de 577 ppp pour sa version normale, le S7 Edge lui en compte une de 534 ppp. Notez tout de même que leur définition est toutefois supérieure avec 2560×1440. »

Quels sont les avantages des écrans choisis ? Justifier ce choix de la part du constructeur.

**Question 2 (2 pts):** Voici maintenant un descriptif technique du casque Meta (Oculus) Quest 2 lors de sa sortie :

« Comme nous avons commencé à aborder les caractéristiques du Quest 2, allons-y. Voilà ce que l'on retient des changements entre le Quest 2 et les précédents casques de VR d'Oculus :

- Le poids du casque a été allégé de 10 %, il est de 503 grammes contre 572 grammes ;
- Le processeur est désormais un **Qualcomm Snapdragon XR2** de Qualcomm, il s'agit d'un SoC conçu pour la réalité virtuelle et conçu sur la base d'un SoC pour smartphone ;
- La mémoire RAM passe de 4 à 6 Go ;
- La définition des deux écrans, de technologie LCD, du Quest 2 (un pour chaque œil) affiche 1 832 x 1 920 pixels (contre 1 440 x 1 600 pixels sur le Quest d'origine), **soit une définition 4K pour les deux yeux** ;
- L'image a un taux de rafraîchissement minimum de 72 Hz, comme sur le Quest d'origine, mais Oculus a annoncé que **ce taux passera à 90 Hz** via une simple mise à jour logicielle ;
- La connexion à un PC se fait via connectique USB-C. »

Au niveau des écrans plusieurs éléments diffèrent par rapport à l'Oculus Rift. Pensez-vous qu'il s'agisse d'un progrès ? Vous intégrerez à la fois des éléments liés à la partie affichage ainsi qu'à la partie technologie choisie. En quoi le taux de rafraîchissement est un progrès pour le motion sickness et quel est le rapport entre cette fréquence et des fréquences physiologiques caractéristiques ?