

	<p style="text-align: center;"><b>ANNEE UNIVERSITAIRE 2018-2019</b>  <b>SESSION 1 D'AUTOMNE JANVIER 2019</b></p> <p><b>MENTION : INFORMATIQUE</b>  <b>Code UE : 4TIS902</b>  <b>Intitulé de l'épreuve : Synthèse d'Image Avancée</b></p> <p><b>Date : 17/01/2019    Heure : 14h30    Durée : 1h30</b>  Documents : autorisés  Épreuve de M. : Bénard, Guennebaud et Pacanowski</p>	<p style="text-align: center;"><b>Collège Sciences et technologies</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Masters</b></p>
---	--	--

Vos réponses doivent être **claires** et **concises**.

N'hésitez pas à faire une première lecture complète du sujet pour aller chercher les domaines que vous maîtrisez le mieux. Ne restez pas bloqués sur une question. Cet examen couvre l'ensemble du cours et est noté sur 22 (2 points bonus).

Bon courage !

## A. Échantillonnage et éclairage global (6 pts)

- A.1. On veut échantillonner uniformément des directions sur une sphère, c'est-à-dire avec une densité de probabilité (PDF) constante par rapport à l'angle solide :  $p(\omega) = c$ . Calculez la valeur de la constante  $c$  puis la valeur de la PDF correspondante en coordonnées sphériques  $p(\theta, \phi)$ . Expliquez enfin, sans faire les calculs, comment échantillonner  $\theta$  et  $\phi$  à partir de deux variables aléatoires uniformément distribuées sur  $[0,1]$ . (2 pts)
- A.2. Pour obtenir une image réaliste, il faut prendre en compte la propagation de la lumière dans une scène 3D. Pour cela, Kajiyama a introduit en 1986 l'équation du rendu :
- $$L(p \rightarrow \omega_o) = L_e(p \rightarrow \omega_o) + \int_{\Omega} \rho(p, \omega_o, \omega) L(p \leftarrow \omega) \langle n \cdot \omega \rangle d\omega$$
- Expliquez la signification de chacun des 5 termes et donnez leur grandeur physique (unité) ; certaines grandeurs sont potentiellement sans dimension. (1 pt)
- A.3. Pourquoi le calcul de l'intégrale au sens de Monte Carlo dans cette équation par un échantillonnage uniforme est-il généralement peu efficace ? Comment en améliorer la convergence ? (1 pt)
- A.4. Décrivez l'algorithme du *photon-mapping*. Quelles sont ses limitations ? Comment les variantes plus récentes de cette méthode les adressent-elles ? (2 pt)

## B. Matériaux (5 pts)

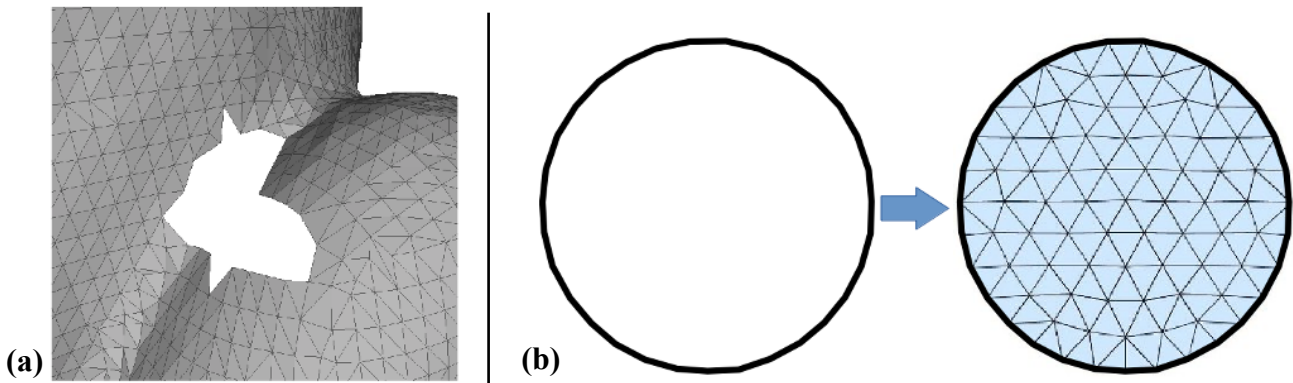
- B.1. Rappelez le nombre de dimensions et les paramètres d'une BRDF quelconque.  
Exprimez intuitivement et mathématiquement le fait qu'une BRDF soit isotrope. (1 pt)
- B.2. Donnez la définition mathématique des BRDF pour les deux cas suivants : Lambert parfait et miroir parfait. (1 pt)
- B.3. Donnez les trois contraintes garantissant qu'une BRDF soit physiquement réaliste. (1 pt)
- B.4. Rappelez les trois termes principaux de la théorie des micro-facettes. Pour chaque terme, donnez l'intuition physique de ce qu'il représente. (2 pts)

### C. Rendu temps-réel (4.5 pts)

- C.1. Rappelez les objectifs et le principe du *deferred shading*. Dans quelles conditions cette technique devrait-elle apporter les plus grands gains de performance ? Dans quels cas, n'est-elle pas applicable ou peu efficace ? (2.5 pts)
- C.2. Rappelez le principe du *shadow mapping*. Expliquez pourquoi, à la différence d'une texture classique, il n'est pas possible de pré-filtrer le contenu de la *shadow map*. (2 pts)

### D. Géométrie (4.5 pts)

Pour cet exercice nous avons en entrée un maillage triangulaire présentant des « trous » que nous souhaitons boucher (voir figure (a) ci-dessous). Pour cela nous disposons d'une fonction prenant en entrée un polygone régulier convexe 2D, et retournant un maillage triangulaire uniforme 2D ayant pour bord le polygone d'entrée (voir figure (b)).



- D.1. Proposez une technique permettant de boucher les trous du maillage par des morceaux de surfaces lisses et d'aires minimales (soyez précis). (2.5 pts)
- D.2. Quelle est la continuité de la surface générée aux bords des trous initiaux ? (1 pt)
- D.3. Comment modifier cette technique pour obtenir un degré de continuité supplémentaire ? (1 pt)

### E. Rendu expressif (2 pts)

- E.1. Décrivez précisément un algorithme permettant d'extraire les contours d'occlusion d'une surface quelconque en espace image. Quelles en sont les limitations ? (2 pts)