

Notes de cours non autorisées

### 1) Représentation des images

On considère souvent que l'œil humain est incapable de distinguer deux nuances de la même couleur si celles-ci sont séparées de moins de 1% en intensité (luminance). Un dispositif d'affichage a un taux de contraste de 1000 (valeur approximativement obtenue lors de la projection d'un film). On décide de quantifier (discrétiser) la valeur de luminance que prend chaque pixel d'une image de façon à ce que l'écart entre deux valeurs successives de l'encodage corresponde à deux intensités lumineuses affichées séparées au maximum de 1%.

Calculer le nombre d'intervalles nécessaires en considérant un encodage linéaire  $I(n) = (n/N)(I_{max} - I_{min}) + I_{min}$  (1-a). Même chose avec un encodage exponentiel idéal  $I(n) = I_{min} \cdot 1.01^n$  (1-b).

Afin de représenter l'image correctement, la définition jugée nécessaire pour la projection d'un film est de 3000 pixels en largeur et de 1500 en hauteur. Quelle est la quantité d'information nécessaire à un film (couleur) de 2h projeté à 24 images par seconde si l'encodage exponentiel est utilisé. Comparer avec la capacité d'un DVD (env. 5Go) (1-c)

### 2) Définir en quelques phrases le phénomène d'*aliasing*. Citer une technique permettant de limiter ses effets.

### 3) Transformations géométriques et coordonnées homogènes

On se place dans le cadre des coordonnées homogènes (à 4 composantes). Il est possible de définir toute transformation affine par une simple multiplication matricielle :

$$[x, y, z, 1] \cdot \begin{bmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & 0 \\ j & k & l & 1 \end{bmatrix}$$

Dans cette matrice, quelles sont les composantes qui définissent la partie « translation » de la transformation ? (3-a)

Lors de la transformation des coordonnées utilisateur vers les coordonnées écran, un dispositif d'affichage concatène habituellement trois matrices :

$$M = M_v \cdot M_{proj\_persp} \cdot M_s$$

La première de ces matrices est une matrice de passage des coordonnées utilisateur (point de vue) vers des coordonnées universelles par des translations et rotations, telles que l'on regarde dans le sens de z-négatif et que l'observateur soit situé à l'origine.

La seconde matrice est une matrice dite perspective (en projection centrale) qui ramène les coordonnées précédentes vers le volume canonique  $[-1,1]^3$ . La dernière est une matrice de projection qui ramène dans les coordonnées 2D de l'appareil (coordonnées entières et positives). On s'intéresse ici à la matrice suivante :

$$M_{proj\_persp} = \begin{pmatrix} \frac{2n}{r-l} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2n}{t-b} & 0 & 0 \\ \frac{l+r}{l-r} & \frac{b+t}{b-t} & \frac{f+n}{n-f} & 1 \\ 0 & 0 & \frac{2fn}{f-n} & 0 \end{pmatrix}$$

A quoi correspondent les variables  $n, f, r, l, b, t$  dans cette matrice ? (3-b)

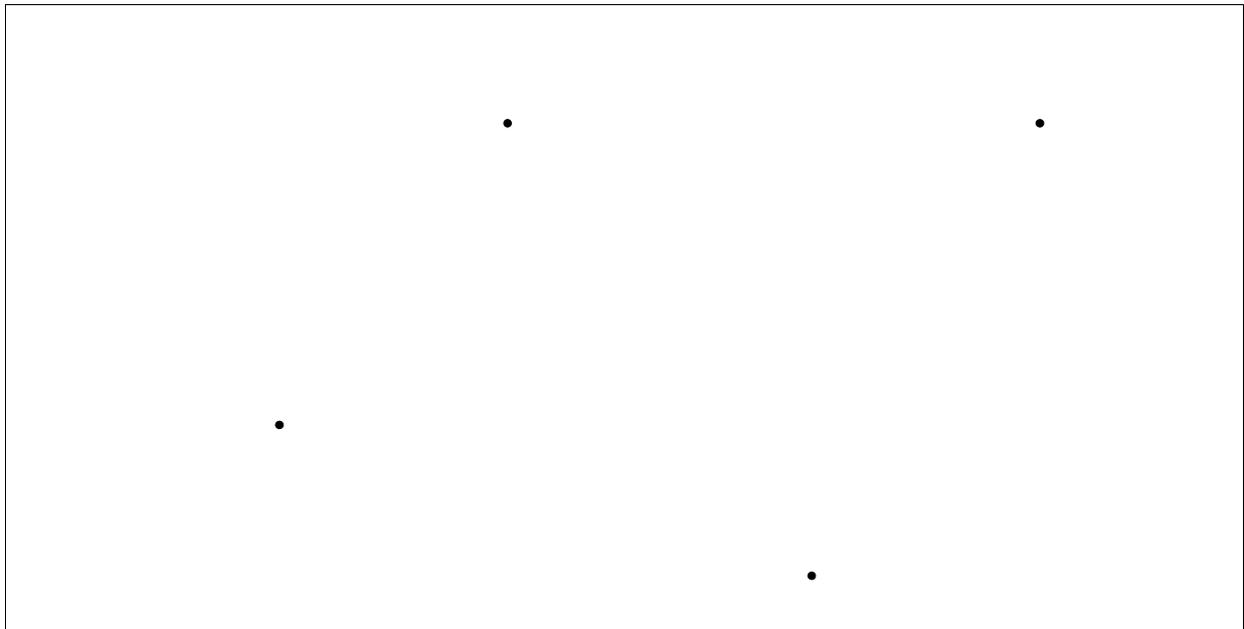
Comment est effectuée l'opération non linéaire qui permet d'effectuer la projection centrale proprement dite ? (3-c)

Prenons  $n=-1 ; f=-11 ; l=-1 ; r=1 ; b=-1 ; t=1$ . Construire la matrice, effectuer le changement de coordonnées pour un point situé en  $(0,0,5)$ . Le point résultant est-il situé dans le volume canonique ? (3-d)

Cette matrice est-elle inversible ? (en d'autres termes, a-t-on une bijection entre le volume canonique et le volume de départ ?) Qu'en est-il de la profondeur (coordonnée  $z$  après application de la transformation) ? Doit-elle encore servir pour l'affichage proprement dit (sur un dispositif 2D comme un écran) ? (3-e)

#### 4) Représentation de courbes

On s'intéresse ici à une courbe de Bézier dont les points de contrôle sont donnés (ordonnés de gauche à droite)



Quel est le degré polynomial de la courbe ? Celui-ci peut-il être fixé indépendamment du nombre de points de contrôle ? (4-a) Tracer les points correspondant à des paramètres de 0.4 et 0.6 en utilisant l'algorithme de De Casteljau (par construction graphique). Pour  $t=0.0$  et  $t=1.0$  où se trouvent les points ? (4-b) Que peut-on dire de la tangente à la courbe en  $t=0.0$  et  $t=1.0$  ? (4-c)

Pour un nombre de points de contrôle fixé, quelles libertés supplémentaires offre l'utilisation de B-splines en lieu de la courbe de Bézier ? (4-d) Quelle est la courbe B-spline de degré minimal possible, et de degré maximal possible ? (4-e)

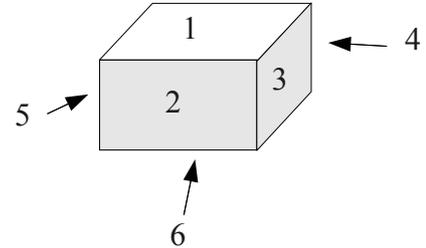
#### 5) Donner un algorithme plausible pour le lancer de rayon – avec calcul des ombres.

6) Citer les noms de quelques modèles de réflexion et les décrire brièvement. Les définir en particulier par rapport à la spécularité.

### 7) Radiosité

Soit un cube (6 faces) formé d'une surface émettrice de lumière ( $E_1=1, R_1=0.5$ ) et des autres faces toutes identiques ( $E_n=0, R_n=0.5$ ). Les équations de la radiosité se mettent sous la forme suivante :

$$\begin{pmatrix} 1-R_1F_{11} & -R_1F_{12} & \cdots & -R_1F_{1n} \\ -R_2F_{21} & 1-R_2F_{22} & \cdots & -R_2F_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -R_nF_{n1} & -R_nF_{n2} & \cdots & 1-R_nF_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_n \end{pmatrix}$$



Les dimensions du cube sont  $1 \times 1 \times 1$ .

On demande ici de calculer la matrice du système linéaire et de résoudre (si possible) (7-a)

Les facteurs de forme sont calculés sur chaque face en utilisant la formule vue en cours :

$$T_{ij} = \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta \cos \theta'}{\pi \|x-x'\|^2} V(x, x') dA dA' \quad \text{et} \quad T_{ij} = A_i F_{ij}$$

$V(x, x')$  est le facteur de vue : il vaut 1 si les points  $x$  et  $x'$  sont mutuellement visibles, 0 autrement.

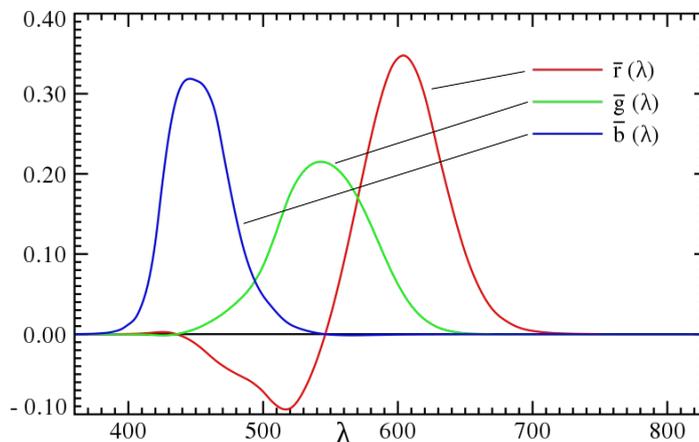
On calculera de façon approchée avec un seul point d'intégration situé au centre des faces :

$$\int_T f(x, y) dx dy \approx A f(x_c, y_c)$$

Après la résolution, la solution obtenue est évidemment constante pour chaque face du cube. La réalité est autre : proche de la face émettrice de lumière, l'intensité émise est plus forte. Comment peut-on faire pour améliorer le réalisme de la simulation ? (7-b)

### 8) Colorimétrie

Décrire l'expérience qui a mené à la réalisation des courbes de sensibilité de l'observateur standard dans les années 1930 : (8-a)



Pourquoi trouve-t-on des valeurs négatives ? Comment cela a-t-il été intégré dans le protocole expérimental ? (8-b)

