



## *Rendu réaliste en synthèse d'images.*

Introduction et généralités.



DESS I2N

- 1999-2000 -

Généralités

## *Organisation*

### Le Rendu en synthèse d'images

- Définition
- Evolution
- Problématique

### Modèles d'illumination

- Modélisation de la lumière
- Modélisation des matériaux
- Modélisation de l'éclairage
- Modèle local vs modèle global

DESS I2N

- 1999-2000 -

Généralités

## Organisation

### Modèles locaux

- Présentation et objectifs
- Implémentation, utilisation
- Résultats et limitations



### Textures

- Représentation des textures 2D
- Techniques de placage
- Filtrage des textures
- Représentation des textures 3D



DESS I2N

-

1999-2000

-

Généralités

## Organisation

### Le lancer de rayons

- Historique et principe
- Modèle d'illumination associé
- Implémentation et résultats
- Accélération du lancer de rayons
  - Subdivision spatiale et volumes englobants
  - Parallélisation du lancer de rayons
- Améliorations du lancer de rayons
  - Lancer de faisceaux
  - Lancer de rayons distribués
  - Lancer de photons



DESS I2N

-

1999-2000

-

Généralités

## Organisation

### La radiosité

- Historique et principe
- Modèle d'illumination associé
- Implémentation et résultats
- Accélération et optimisations
  - Radiosité progressive
  - Radiosité hiérarchique
  - Clustering
- Généralisation de la radiosité
  - Milieux participants
  - Radiosité directionnelle



DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## Le rendu en synthèse d'images

### Définition

- Calcul de l'aspect d'un monde virtuel
  - Aspect des objets du monde
  - Représentation visuelle des objets
- Calcul des interactions lumière-matière
  - Simulation des matériaux
    - Texture
    - Propriétés de réflexion
  - Simulation de l'éclairage
    - Apparence d'un objet éclairé
    - Interactions lumineuses entre objets

DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Le rendu en synthèse d'images*

### Evolution

- Dans les années 60, visualisation « brute » des objets
  - . Compréhension géométrique
  - . Essentiellement pour la CAO mécanique
- Fortement limitée par les performances matérielles
- Dans les années 90, simulation fine de l'éclairage
  - . Compréhension photométrique
  - . Utilisations multiples
    - . CAO mécanique
    - . Design et prototypage virtuel
    - . Art et divertissement
- Toujours limitée par les performances matérielles

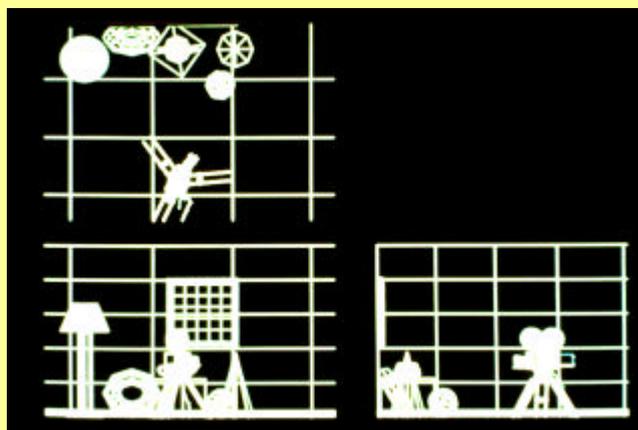
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation filaire en projection sur repère.



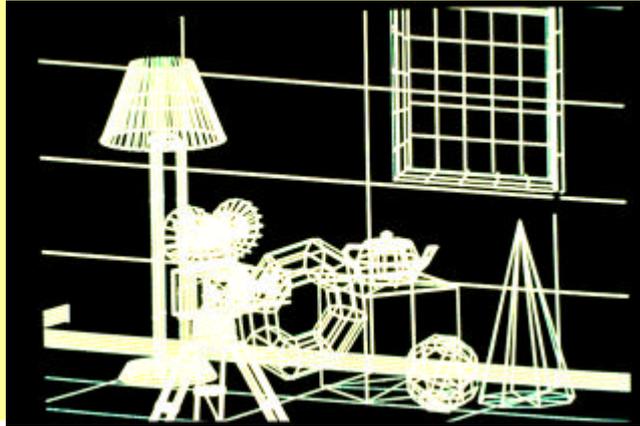
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation filaire en projection orthogonale.



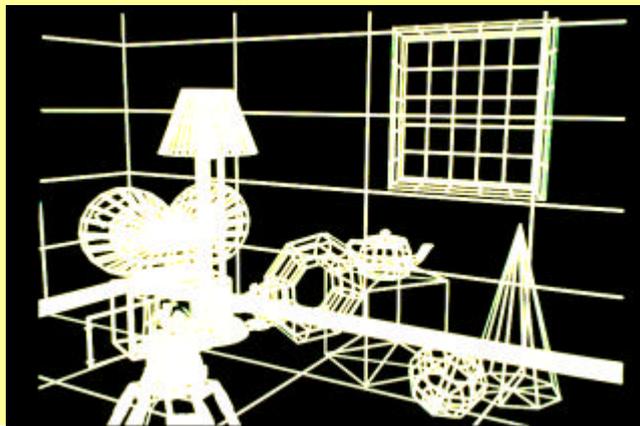
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation filaire en projection perspective.



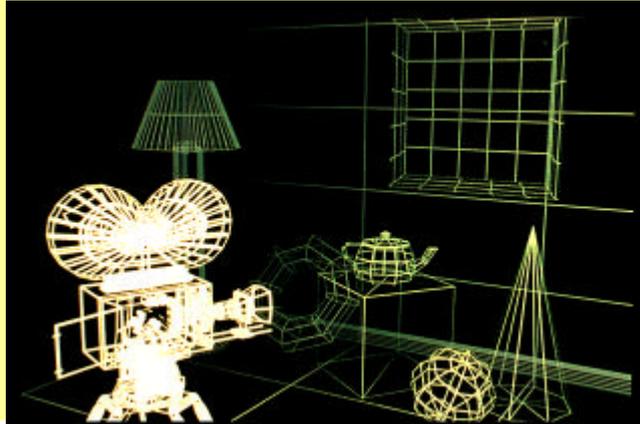
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation filaire avec effet de profondeur.



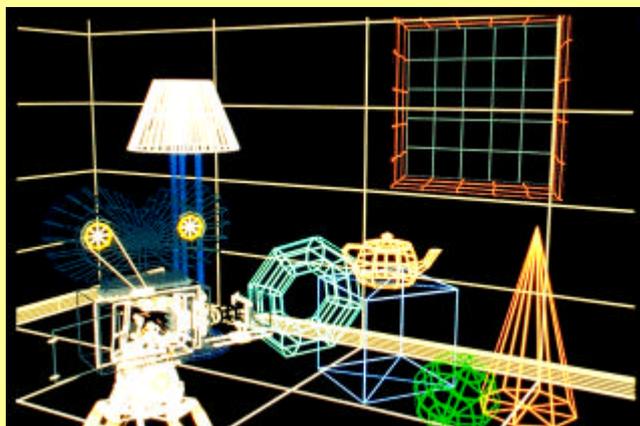
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation filaire colorée.



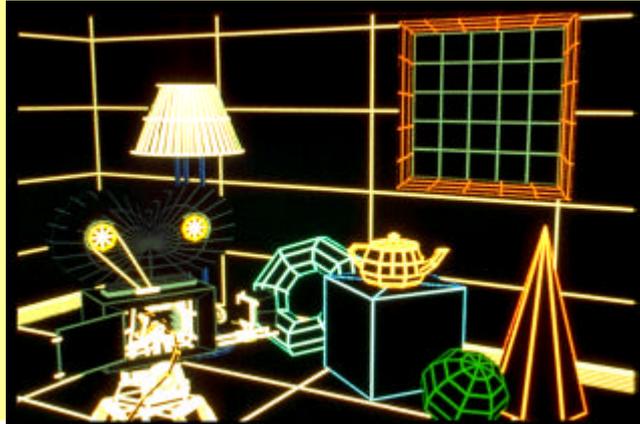
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation filaire et élimination des lignes cachées



DESS I2N

1999-2000

Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation surfacique et élimination des surfaces cachées



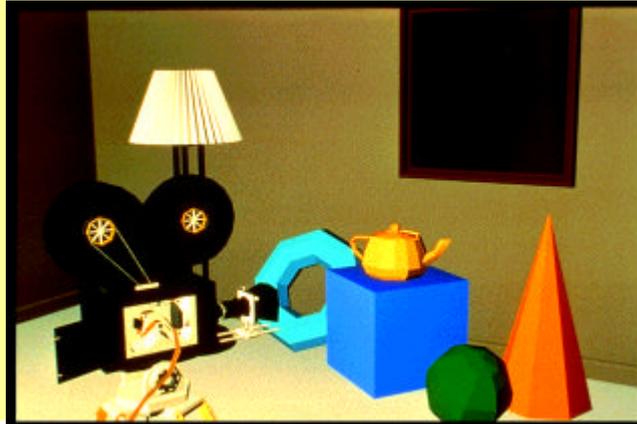
DESS I2N

1999-2000

Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation surfacique et éclairage local diffus.



DESS I2N

-

1999-2000

-

Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation avec lissage de Gouraud.



DESS I2N

-

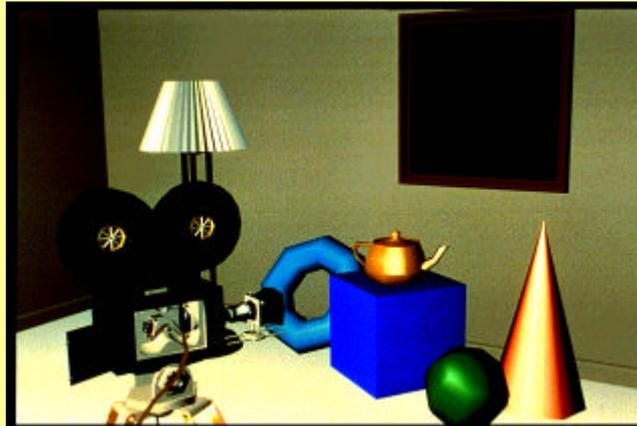
1999-2000

-

Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation avec éclairage spéculaire.



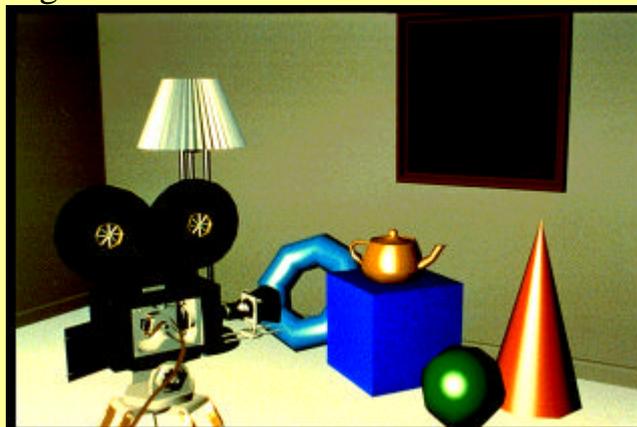
DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Visualisation avec éclairage spéculaire et lissage de Phong.



DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Primitives avec éclairage spéculaire et lissage de Phong.



DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Modèle d'éclairage local : modèle de Phong.



DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Evolution du rendu*

Placage de textures.



DESS I2N

-

1999-2000

-

Généralités

## *Evolution du rendu*

Placage de textures et displacement mapping.



DESS I2N

-

1999-2000

-

Généralités

## *Evolution du rendu*

Reflexion mapping.



DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités

## *Problématique*

A partir de :

- Une définition géométrique de la scène
  - Objets de la scène
- Une définition des états de surfaces
  - Textures des objets
- Une définition photométrique de la scène
  - Sources de lumière et matériaux des objets
- Une définition d'un capteur
  - Œil, capteur UV, capteur thermique ...

DESS I2N

- 1999-2000

- Généralités



## *Problématique*

---

Le rendu réaliste de la scène correspond à la réponse à la question :

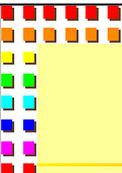
- Que « voit » ce capteur ?

Approche inverse de l'analyse d'images

- Un capteur « voit » cette image
- Qu'est-ce que c'est ?



DESS I2N - 1999-2000 - Généralités



## *Problématique*

---

Définition géométrique de la scène

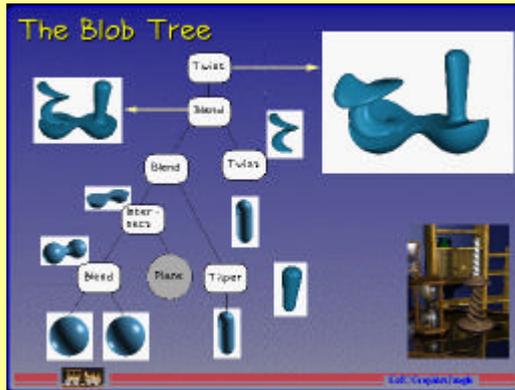
- Représentation des objets souvent complexe
  - Nombreux polygones
  - Equations pas toujours triviales
- Détermination des surfaces visibles coûteuse



DESS I2N - 1999-2000 - Généralités

# Géométrie

Equations complexes



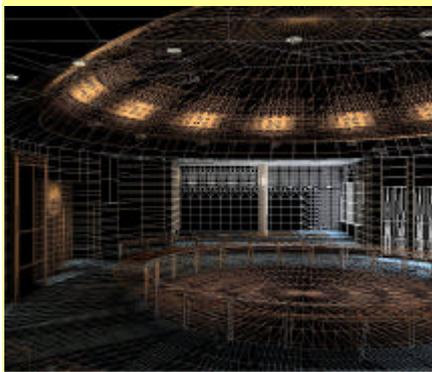
DESS I2N

1999-2000

Généralités

# Géométrie

Nombreux polygones



DESS I2N

1999-2000

Généralités

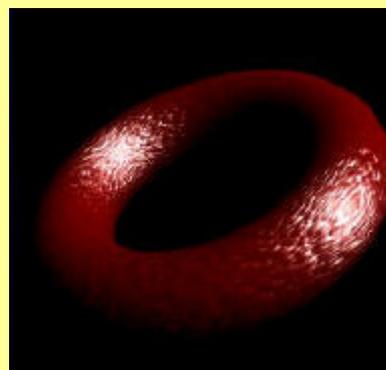
## *Problématique*

### Définition des états de surface

- En augmentant le nombre de micro-polygones
  - augmente la complexité géométrique
- En perturbant la normale
  - Bump mapping
- En perturbant la position
  - Displacement mapping
  
- Fonctions de perturbation complexes ou images

## *Etat de surface*

### Bump Mapping



*Etat de surface*

Surface mouillée



DESS I2N - 1999-2000 - Généralités

*Etat de surface*

Vieillessement des matériaux



DESS I2N - 1999-2000 - Généralités

## Problématique

### Définition photométrique de la scène

- Définition des sources
  - spectre d'émission, distribution spatiale de l'émission
- Définition des matériaux
  - fonction de réflectance
- Représentation spectrale complexe
  - échantillonnage du spectre (RVB ou plus)
- Prise en compte de la polarisation
- Représentation physique de la lumière et des interactions.

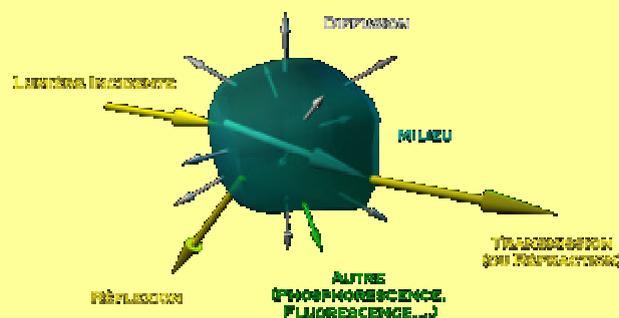
DESS I2N

1999-2000

Généralités

## Phénomènes lumineux

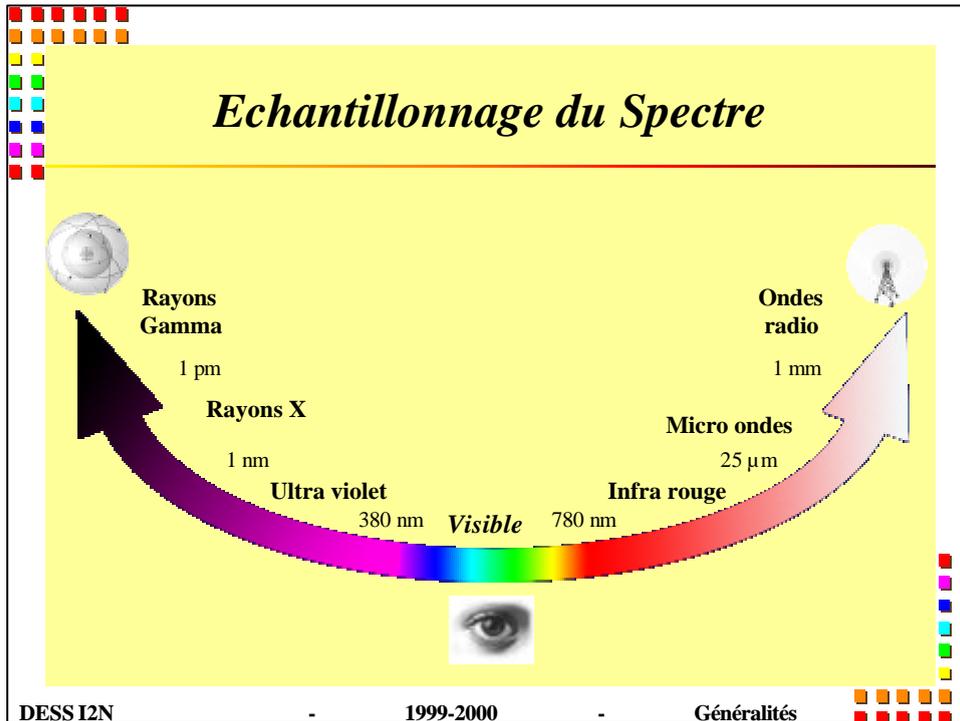
### PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES LUMINEUX



DESS I2N

1999-2000

Généralités



## Problématique

### Définition des capteurs

- Plages spectrales détectées
  - UV, Visible, IR
- Sensibilité du capteur
  - intensité minimale, contraste ou intensité ...
- Transformation des informations
  - conversion spectre ↔ RVB pour l'affichage
- Informations techniques ou physiologiques sur le capteur.

DESS I2N - 1999-2000 - Généralités

## Capteur humain (œil)

### Affichage d'une image vue par l'œil humain

- Conversion du spectre en couleur
  - Prise en compte de la physiologie de l'œil
  - Observateur moyen défini par la CIE
- Prise en compte de la dynamique du périphérique de sortie
  - Données techniques fournies par le constructeur

DESS I2N

1999-2000

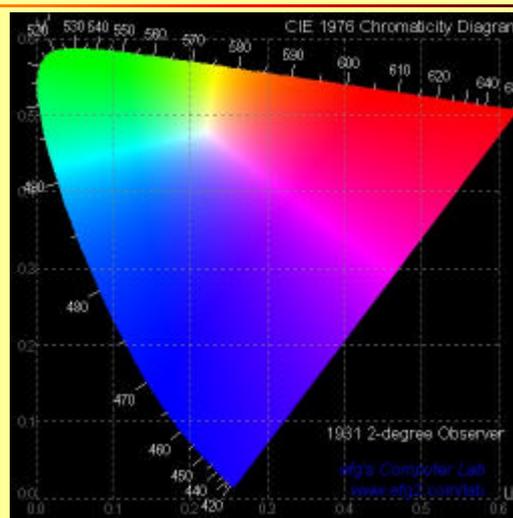
Généralités

## Capteur humain (œil)

Diagramme des couleurs dans l'espace standardisé CIE-XYZ

$$u' = 4X / (X + 15Y + 3Z)$$
$$v' = 9Y / (X + 15Y + 3Z)$$

La distance entre 2 points est proportionnelle à la différence de perception.



DESS I2N

1999-2000

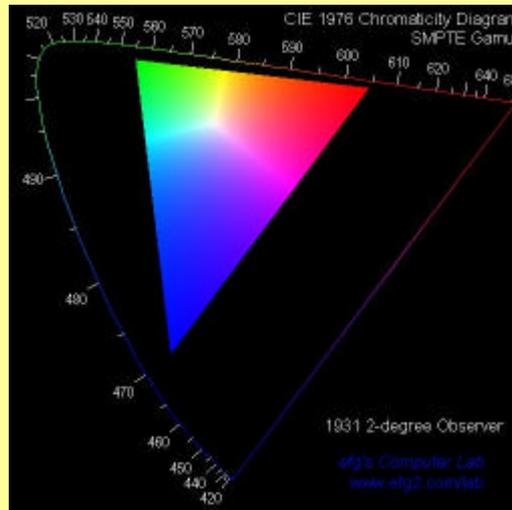
Généralités

## Capteur humain (œil)

Diagramme des couleurs représentables sur un écran CRT

Obtenu à partir des coordonnées chromatiques des phosphores RVB.

Ce diagramme est **DEPENDANT** du moniteur.



DESS I2N

1999-2000

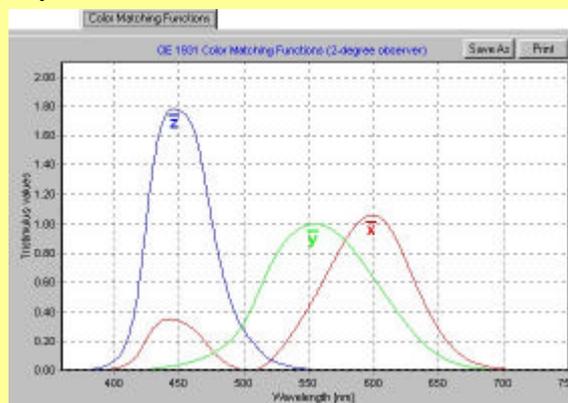
Généralités

## Capteur humain (œil)

Fonction de correspondances spectre → couleur

- Observateur moyen CIE

Fonctions permettant la conversion d'informations spectrales en couleur de l'espace normalisé XYZ



DESS I2N

1999-2000

Généralités

## Capteur humain (œil)

Conversion spectre → couleur XYZ

$$\text{Norm} = \max\left(\int_{380}^{780} \bar{x}(\lambda) d\lambda, \int_{380}^{780} \bar{y}(\lambda) d\lambda, \int_{380}^{780} \bar{z}(\lambda) d\lambda\right)$$

$$X = \frac{\int_{380}^{780} \bar{x}(\lambda) \cdot \text{spec}(\lambda) d\lambda}{\text{Norm}}$$

$$Y = \frac{\int_{380}^{780} \bar{y}(\lambda) \cdot \text{spec}(\lambda) d\lambda}{\text{Norm}}$$

$$Z = \frac{\int_{380}^{780} \bar{z}(\lambda) \cdot \text{spec}(\lambda) d\lambda}{\text{Norm}}$$

DESS I2N

1999-2000

Généralités

## Capteur humain (œil)

Conversion couleur XYZ → couleur RVB

- Conversion XYZ → RVB pour un moniteur NTSC

$$\begin{bmatrix} R & V & B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.96696 & -0.548333 & -0.296804 \\ -0.954515 & 1.93796 & -0.0274414 \\ 0.0638084 & -0.12955 & 0.982263 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

<http://www.efg2.com/Lab/Library/color.htm>

<http://www.efg2.com/Lab/Graphics/Colors/Chromaticity.htm>

DESS I2N

1999-2000

Généralités

**Capteur humain (œil)**

---

Spectre échantillonné en R V B



Affichage direct



Conversion spectrale

DESS I2N - 1999-2000 - Généralités

**Capteur humain (œil)**

---

Différence perceptuelle due au moniteur


-

=


DESS I2N - 1999-2000 - Généralités