

COULEUR

* Def: sensation qui résulte de l'interaction de la lumière visible avec les cellules de notre œil.

* Lumière: entièrement définie par la composition spectrale [S(x)]

* Lumière blanche: tout le spectre

1666 Newton prisme



* Reflectance spectrale:

capacité à renvoyer un % de chaque longueur d'onde reçue : $R(\lambda)$

* Perception: physiologique de l'œil $P(\lambda)$

Perception d'une longueur d'onde λ : $= S(\lambda) \times R(\lambda) \times P(\lambda)$

L'œil: capteur de couleur et les cônes (7 millions)

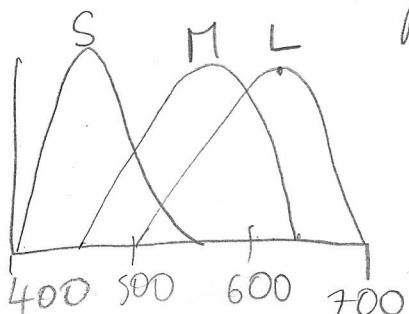
1802 Young émit l'hypothèse de la trivariance visuelle

→ 3 types de cônes

— Ondes longues L (rouge) - 580

— Moyennes M (vert) - 545

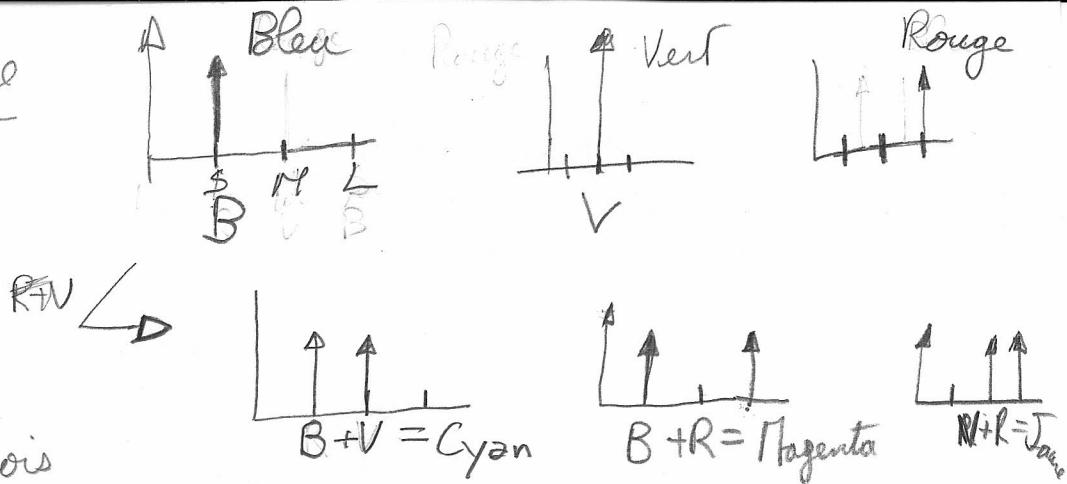
— Courtes S (bleu - 440)



Toute information est transmise sous forme de 3 jauges

 **Principe additif**
et × de la lumière

Synthèse additive



Sur un écran les trois

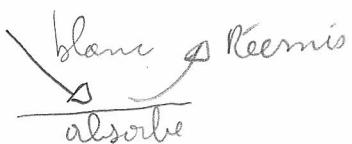
longueurs d'onde primaires choisies pour exciter les 3 types de batonnet sont

Rouge : 700 \rightarrow bien dans les rouges

Verte : 546 \rightarrow ++ R -- B

Bleue : 455 \rightarrow bien dans les bleus

Synthèse soustractive:



En imprimerie CMJ envoient des primaires soustractives. L'orange permet d'obtenir la plupart des couleurs.

base Cyan/Magenta/Jaune

C + M = Bleu

M + J = Rouge

J + C = Vert

C + M + J = Noir

Écrous \Rightarrow difficulté de produire des CMJ pigments purs. Par exemple combinaison des 3 \rightarrow brun foncé et non du noir (interaction entre les deux chimique)

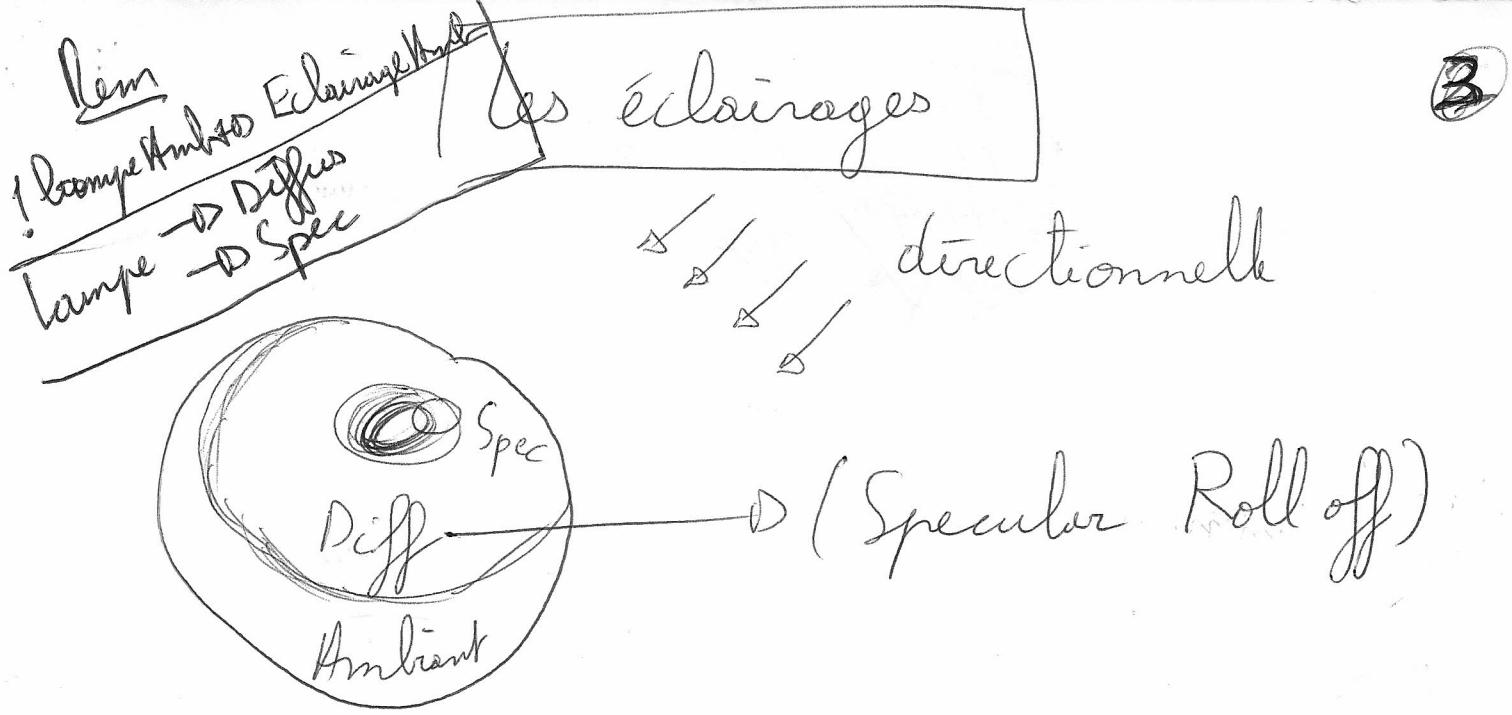
Batonnet: capte intensité lumineuse (10 millions)
 $\times 100$ plus sensible que les cones division donnant en RVB
 On supposera une sensibilité sur tout le spectre.

Modélisation retenue % V, % B, % R, Intensité

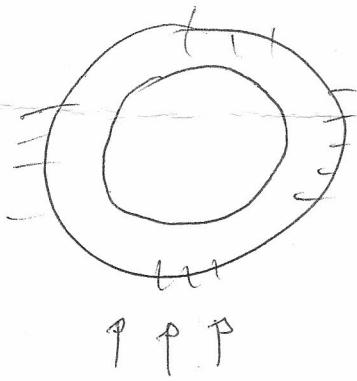
R (0-1)
 V
 B
 Pour réception
 intensité
 \rightarrow saturation



Vue lactée
 blanche
 Méthode de couleur



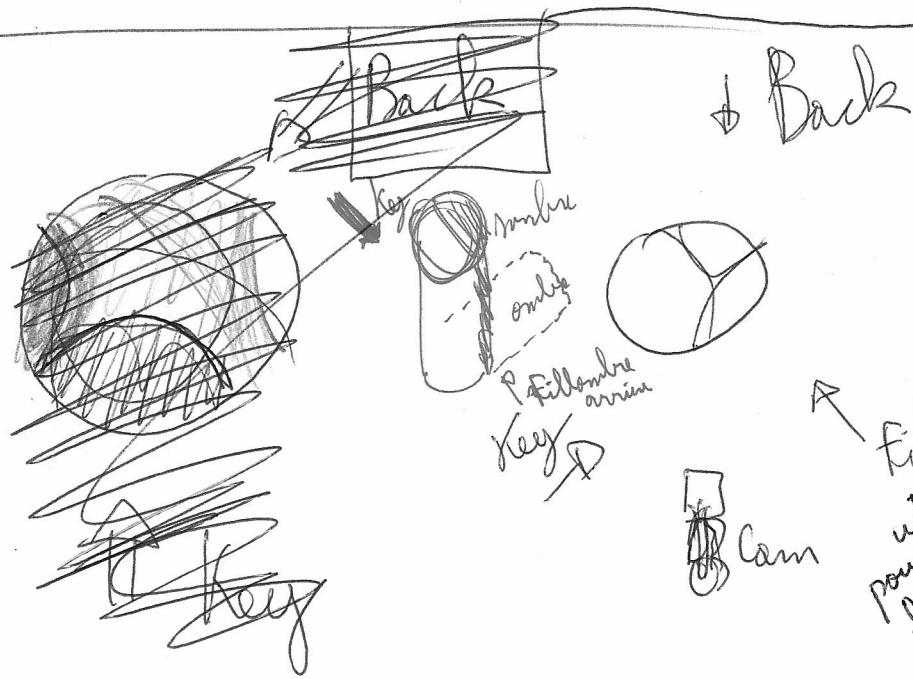
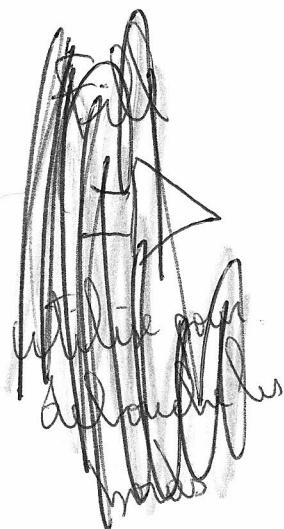
Comment Eclairer les objets



Creuse
l'objet bord
sombre
⇒ éclaire avec
une lampe de
télé de gpm



Ambiant



utilisé
pour déboucher
les bords

Couleur

lum blanche

1
1
1

%

Couleur objet

O	R
O	V
1	B



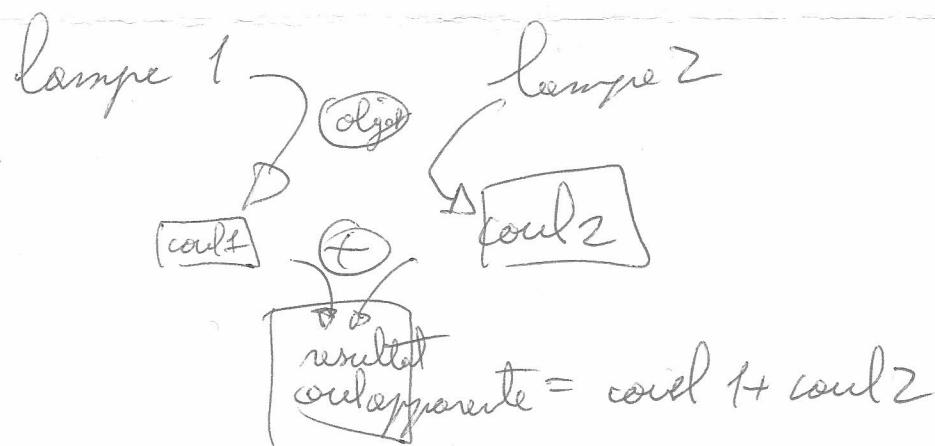
O
O
L

Couleur apparente

Intensité entre deux

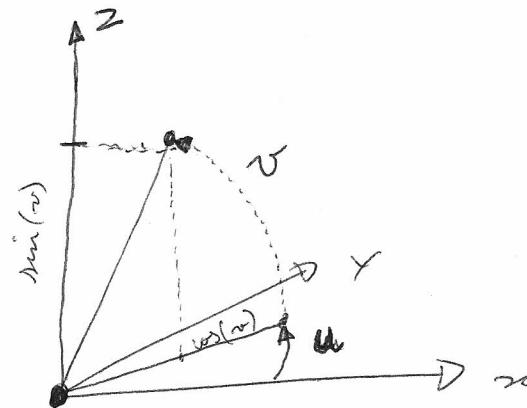
schéma

Principe additif et multiplicatif



(4)

Coordonnées sphériques

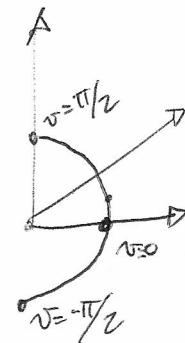


$$\begin{cases} x(u, v) = \cos(v) \cdot \cos(u) \\ y(u, v) = \cos(v) \cdot \sin(u) \\ z(u, v) = \sin(v) \end{cases}$$

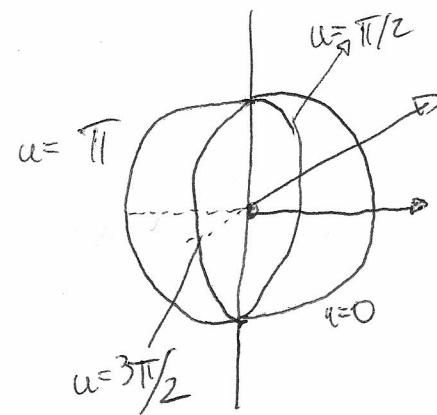
quadrique
 x^2
 $x^2 + y^2$
 $x^2 + y^2 + z^2$

Paramétrisation

$$v: [-\pi/2, \pi/2]$$



$$u: [0, 2\pi]$$



Pour l'objet O

Module

Les lumières

Diffusion

d'illumination

* La lumière ambiante : lumière de fond uniforme

Elle produit une intensité qui dépend du coef réflexion ambiant objet

Coeff
= Intensité

$$I_{\text{reflecté par l'objet}} = \text{Coef} \cdot I_{\text{Ambiant de la pièce}}$$

$$I_{AO} = \text{Coef} \times I_A \times \text{Cos} \theta \times \text{capacité AO}$$

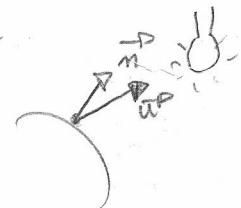
La Réflexion

* Lumière diffuse : loi de Lambert : la lum diffuse dépend de l'angle entre la source et la normale à la surface. \Rightarrow indip de la pos camera

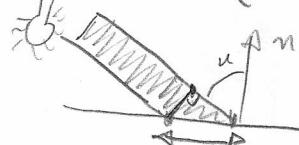
$$I_{DO} = \rho_{DO} \times I_{\text{Source}} \times \underbrace{\cos u}_{\text{angle source normale}} \times \text{Cos Obj}$$



les parties cachées ne sont pas éclairées



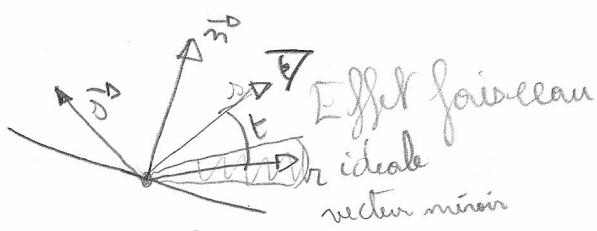
$$I_{DO} = I_S \rho_{DO} \max \left(\frac{s \cdot n}{\|s\| \|n\|}, 0 \right)$$



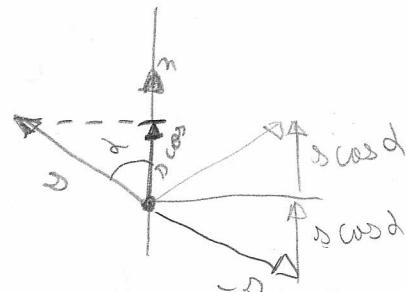
* Calcul de la Réflexion Spéculaire : Effet de faisceau pour les surfaces réfléchissantes qui n'est pas des miroirs parfait

La lumière est réfléchie maximalement dans la dir miroir parfaite.

L'intensité de la lumière réfléchie dépend rapidement de l'angle de réflexion



$$\eta = -d + 2 \frac{D \cdot n}{\|m\|} n$$



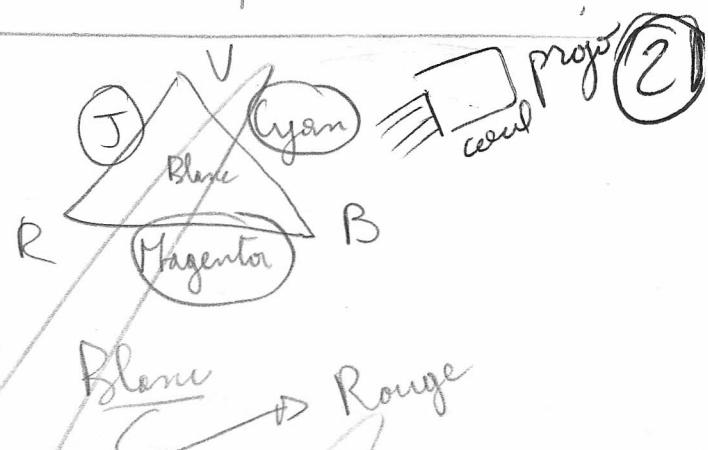
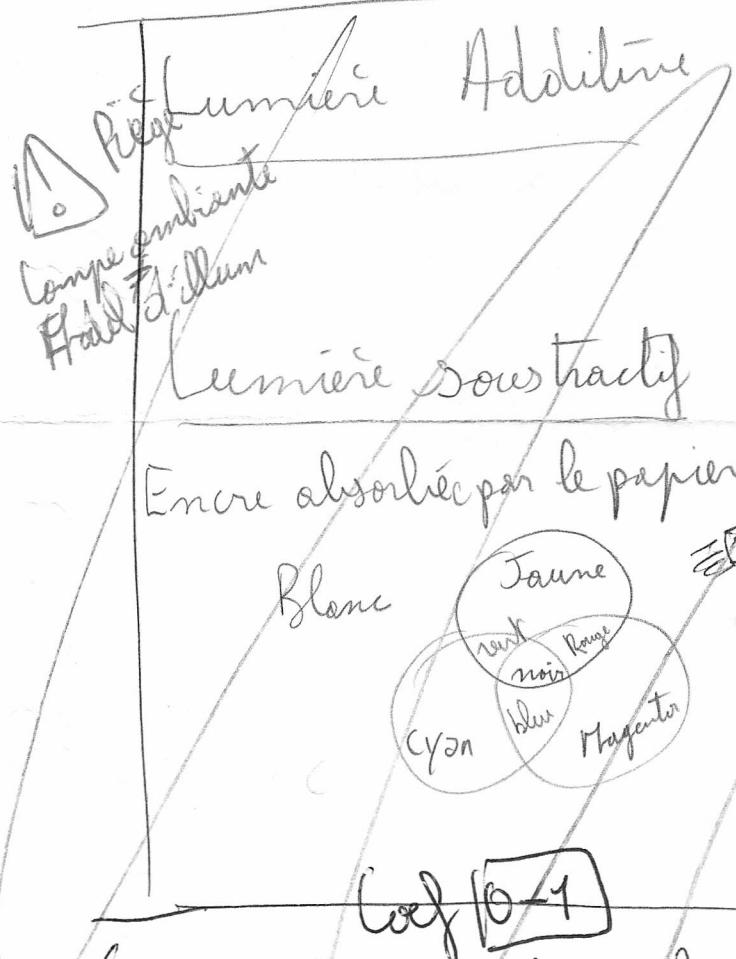
$$I_{\text{per}}^{\text{so}} = I_{\text{source}} \cdot \rho_{\text{so}} (\cos t) \rightarrow \text{parties cachées ne sont pas visibles.}$$

$$I_{\text{so}} = I_{\text{so}} \cdot \rho_{\text{so}} \cdot \max(\cos t, 0)$$

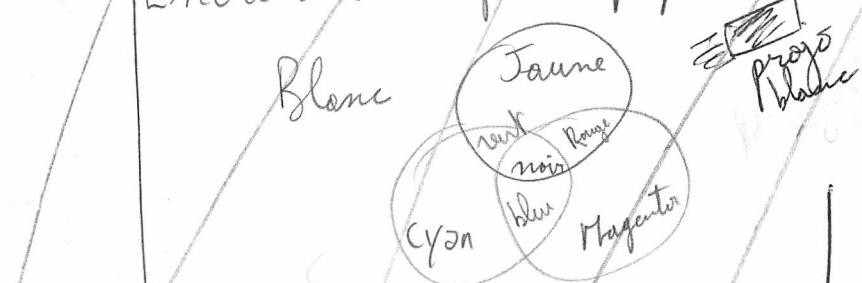
\rightarrow indice spec (grand > 1)

Intensité lumineuse perçue: $I = I_{\text{A0}} + I_{\text{D0}} + I_{\text{so}}$
en RVB calcul sur trois composantes indépendantes.

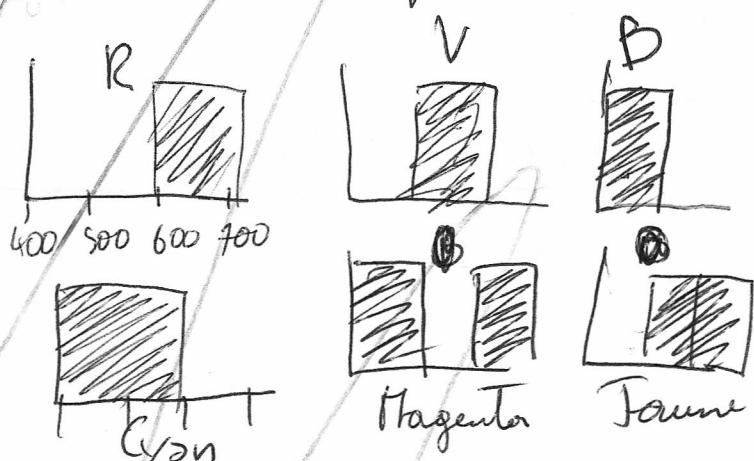
Additif



Encre absorbée par le papier



commencer par cela



Comment modéliser cela

RVB \rightarrow R, G, B niveau de gris

\rightarrow lum couleur (additive) Rouge $\Rightarrow 1$

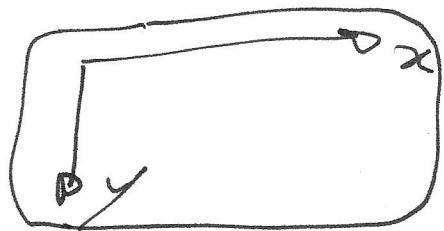
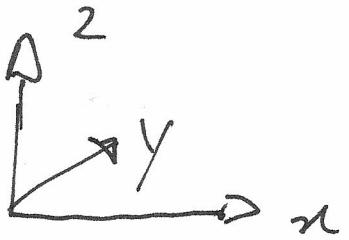
lum (add)

Objet

Filtre couleur (sousstractif)
renvoie rouge $\Rightarrow 1$

lum finale = transmission lumineuse x couleur Objet

Projection



? formule

~~rectangle~~

Parallelogramme: $\vec{A} + u \vec{AB} + v \vec{AC}$
 $u, v \in [0, 1]$

Finite Segment $\vec{A} + u \vec{AB}$ $u \in [0, 1]$

Lampes

lumpe

Effet

lumpe Ambient

son dir/
éclaire partout

Illum Ambient

Pour chaque lumpe

lumpe 1

Illum Diffuse

— Spec

x types de lampes

→ Point light (ponctuelle)
dir est fait de la source



→ Directional light ()

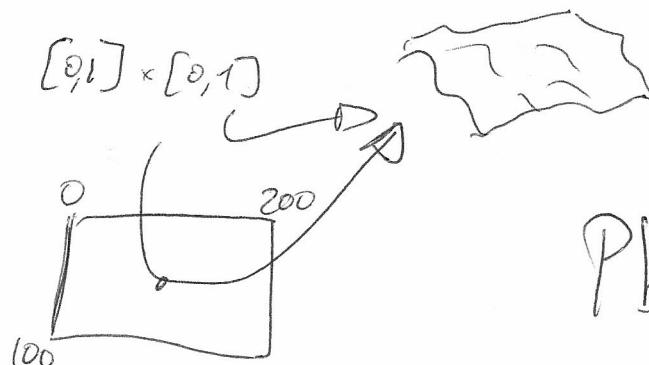
rayon //
→ soleil



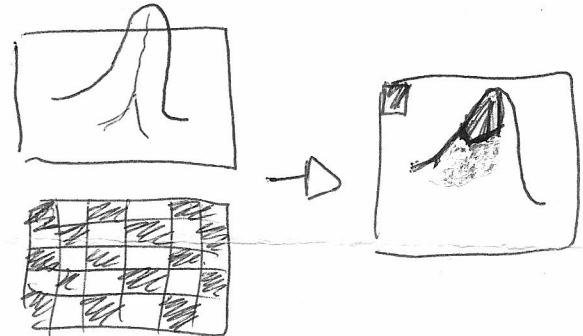
Plage de texture

②

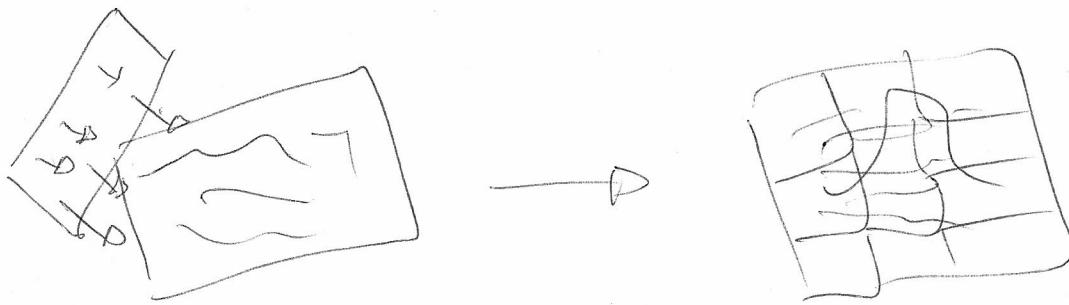
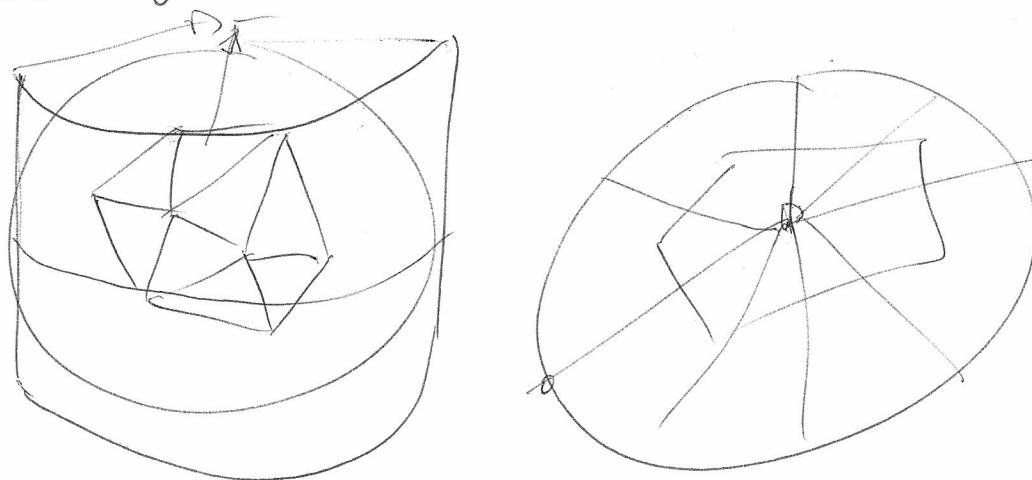
Courbes paramétrées



Pb paramétrage n'est pas forcément équitable / densité texture



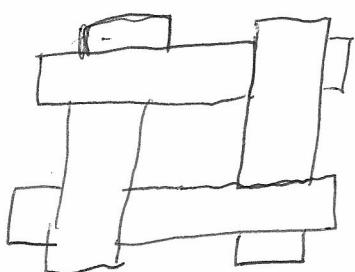
Par Projection



2-Buffer

Méthode 1: Algo du peintre (ordonnancement)

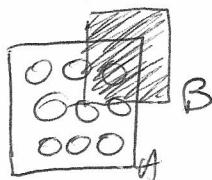
Ambiguité:



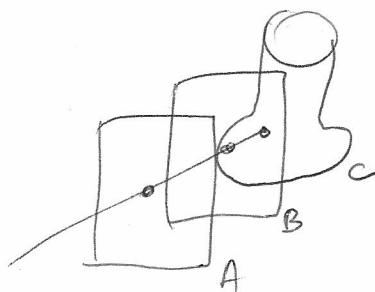
Méthode 2:

2 Buffer - principe : Peint chaque pixel

Pb transparence



$$coul_{fin} = (1-\alpha_A)C_A + \alpha_A C_B$$



$$\begin{aligned} coul_f = & (1-\alpha_A)C_A + \\ & \alpha_A (1-\alpha_B)C_B + \\ & \alpha_A \alpha_B C_C; \end{aligned}$$

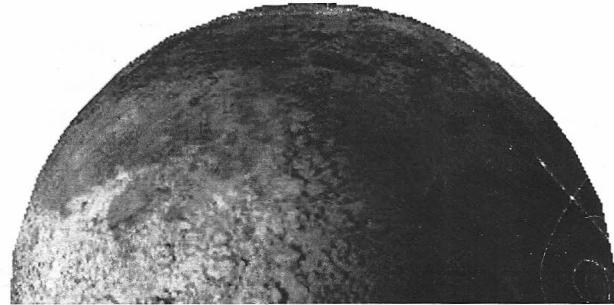
↳ 2 Buff waw

↳ retour à sys par ordonnancement

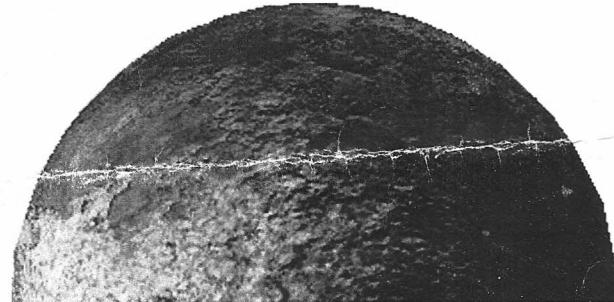
Tutoriel vidéo trop de faces pour ordre / comment résoudre
 → pas 1 2 Buff opacité
 → — 2 fenêtre (ordre)

En imagerie 3D, un problème se pose pour les surfaces non planes, telles celles des planètes, ou les roches, en effet, celles ci présentent de nombreuses irrégularités et aspérités qui, pour être correctement rendues et renforcer le réalisme, nécessiteraient une décomposition des objets en trop de petits triangles. Pour surmonter ce problème, on peut faire appel au Bump Mapping : une sorte de texture, la Bump Map, contient les altitudes par rapport à une surface plus simple, nécessitant bien moins de triangles (une sphère, par exemple, dans le cas d'une planète), et à partir de cette texture, une modification de l'éclairage, au pixel près (ou du moins au textel près) peut être produite, avec une incidence très positive sur le réalisme, en particulier pour les animations.

Exemple :



Lune sans bump



avec bump

Bump Mapping, les bases mathématiques

Soit \mathbf{M} point d'une surface (Σ) (paramétrée par u et v)

$$(\Sigma) : \quad \mathbf{M} = \mathbf{M}(u, v) = \begin{cases} | x = x(u, v) \\ | y = y(u, v) \\ | z = z(u, v) \end{cases}$$

→

Soit \mathbf{N} la normale à la surface en \mathbf{M} :

bump_map_main

$$\rightarrow \delta M \quad \delta M$$

$$N = \frac{\delta u}{\delta u} \wedge \frac{\delta v}{\delta v} * \frac{1}{\|\delta M/\delta u \wedge \delta M/\delta v\|}$$

Soit $h(u,v)$ l'altitude en $M'(u,v)$ d'une surface (Σ') par rapport à une surface de référence (Σ)

$$(\Sigma'): M'(u,v) = M(u,v) + N(u,v) * h(u,v)$$

Justification

avec h très petit devant les dimensions de (Σ) (dans le cas des planètes, h petit devant leur diamètre), donc h n'induit qu'une modification négligeable de position de M' par rapport à M , mais induit une modification de la normale $N'(u,v)$ à la surface (Σ') en $M'(u,v)$ par rapport à $N(u,v)$, normale de (Σ) en $M(u,v)$:

$$\begin{aligned} \frac{\delta M'}{\delta u} &= \frac{\delta M}{\delta u} + \frac{\delta N}{\delta u} * h \\ \frac{\delta M'}{\delta v} &= \frac{\delta M}{\delta v} + \frac{\delta N}{\delta v} * h \end{aligned}$$

$$\frac{\partial M'}{\partial u} \approx \frac{\partial M}{\partial u} + \vec{N} * \frac{\partial h}{\partial u}$$

$$\frac{\partial M'}{\partial v} \approx \frac{\partial M}{\partial v} + \vec{N} * \frac{\partial h}{\partial v}$$

Avec les termes $\frac{\delta N}{\delta u} * h$ et $\frac{\delta N}{\delta v} * h$ négligeables (h petit)

Ce qui donne :

$$\frac{\delta M'}{\delta u} \wedge \frac{\delta M'}{\delta v} \approx \frac{\delta M}{\delta u} \wedge \frac{\delta M}{\delta v} + \frac{\delta h}{\delta u} * \frac{\delta M}{\delta u} \wedge \frac{\delta h}{\delta v} * \frac{\delta M}{\delta v}$$

$$\left| \frac{\delta N}{\delta u} \right| \leq 1$$

Donc une modification de la couleur du point $M(u,v)$, lié à une perturbation de la normale N' par rapport à N , donnant une impression de relief.

Cas du Bump Mapping Sphérique (application aux planètes)

On considère que la surface est sphérique :

$$\begin{aligned} | x = r * \cos(u) * \cos(v) \\ M(u,v) = | y = r * \cos(u) * \sin(v) \\ | z = r * \sin(u) \end{aligned}$$

