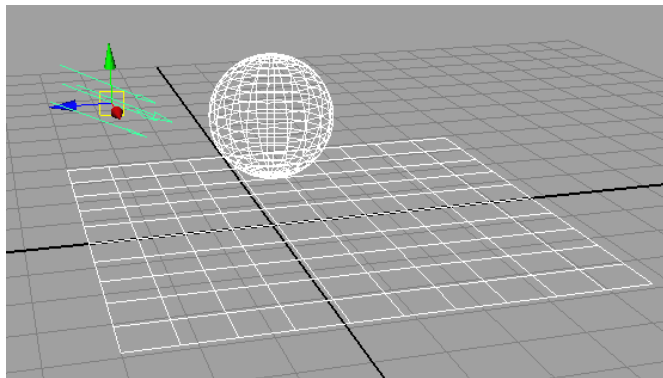


Raytracing sous Maya

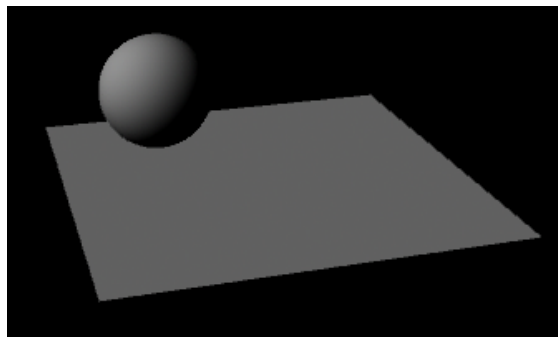
Matières - Ombres - Réflexion - Réfraction

Lampes

Créez un sol (polygon plane), une sphère placée au dessus du plan (polysphere) et une lampe directionnelle (Create > Light > Directional). Orientez les rayons de la lampe (avec l'outil rotation) pour qu'ils éclairent la sphère en biais par-dessus. Nous rappelons que la position de la lampe directionnelle n'a pas d'importance sur le rendu car c'est un éclairage venant de l'infini (comme le soleil). Vous devez obtenir une scène comme suit :



Nous allons demander un rendu : un calcul de l'image associée à cette scène. Pour cela, allez dans Rendering > Menu > Render > Render Current Frame. La vue 3D courante est alors calculée. Vous devriez obtenir cela :



En modifiant la direction de la lampe, faites varier la lumière diffusée à la surface de la sphère. On s'aperçoit qu'aucune ombre portée n'existe derrière la boule.

Les matières (Materials)

Dans Maya, une matière associée à un objet décrit comment se comporte la lumière à la surface de cet objet. Une matière est définie grâce à un shader et une texture. Le shader décrit comment la lumière se réfléchit et la texture décrit comment la lumière se teinte. L'ensemble de ces deux informations permet d'obtenir des matières correspondant à la réalité : bois, plastic, marbre... Deux matières différentes comme le métal et un plastic peuvent avoir une même texture gris uniforme. Cependant, le métal va être réfléchissant tandis que le plastic sera mat. Cette différence de shader nous permet de distinguer visuellement les deux matières alors qu'elles ont la même texture. De manière similaire, si vous prenez des boules de Noël métalliques, elles auront le même shader, mais c'est leur texture qui permettra de les distinguer. Principalement, nous travaillons dans Maya avec deux shaders le Lambert et le Phong les autres étant des variations de ces deux derniers ou des modèles plus simples encore. Le Lambert est l'éclairage naturel d'une surface mate sans reflet, il s'agit de la réflexion diffuse. A un point donné de la surface, le ratio de l'intensité lumineuse correspond au cosinus de l'angle entre la normale en ce point et la direction de la lumière. Le Phong est un modèle Lambert auquel on a ajouté la propriété de réflexion spéculaire. Cette propriété représente la capacité d'une surface à se comporter dans certaines conditions comme un miroir. Les spéculaires correspondent, entre autre, aux reflets lumineux que l'on voit sur les carrosseries des voitures.

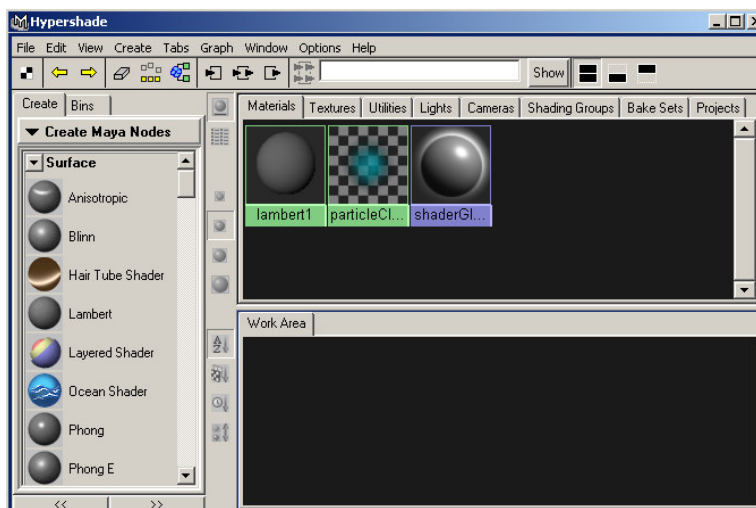


Lambert

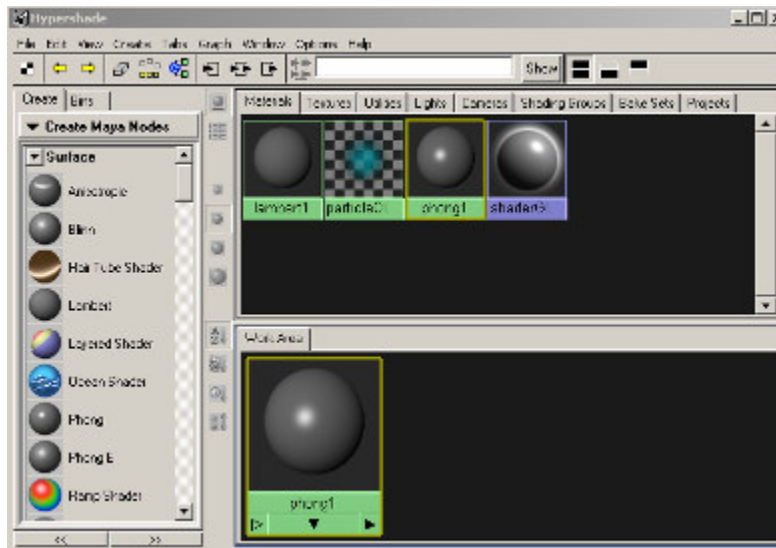


Phong

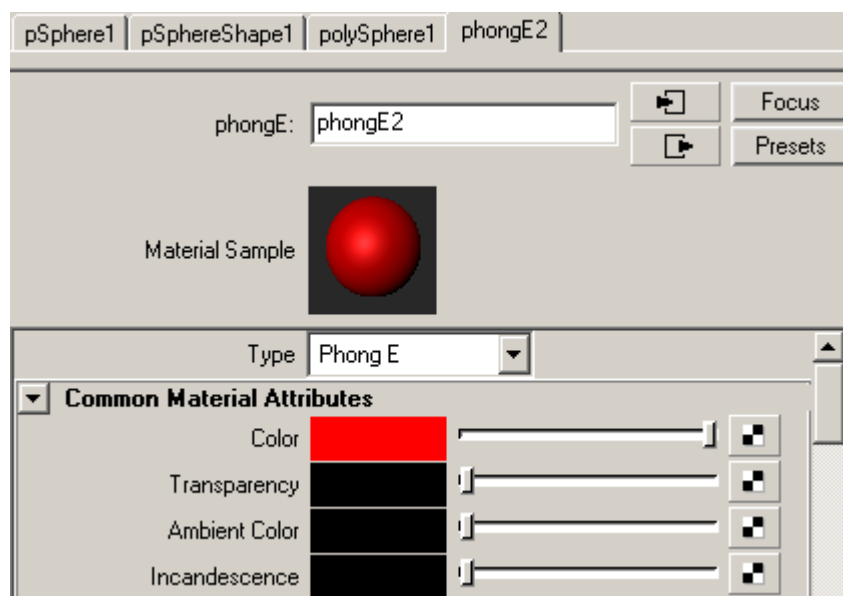
Nous allons maintenant créer notre première matière et l'associer à un objet. Allez dans Window > Rendering Editor > Hypershade. Nous allons nous retrouver devant une nouvelle fenêtre assez déroutante au début mais qui pourtant reste assez simple d'utilisation :



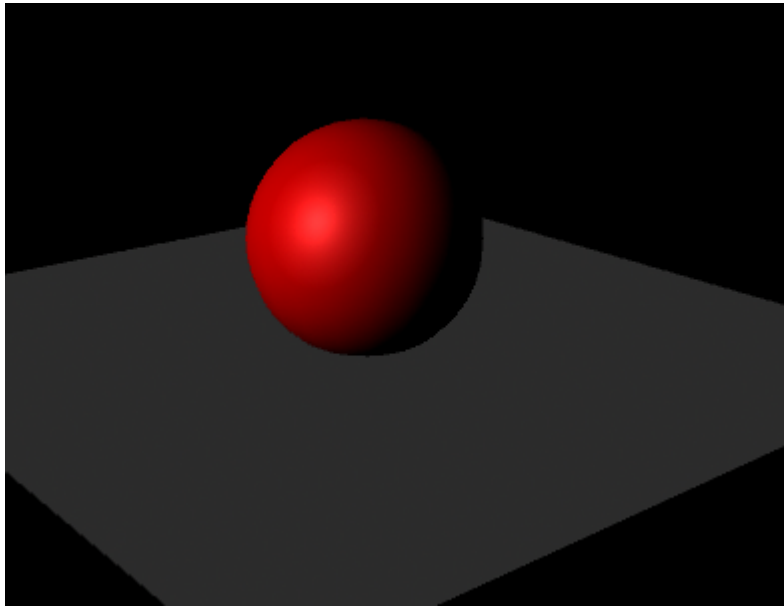
Dans la colonne de gauche, ouvrez le thème « Surface » et cliquez sur un Lambert ou un Phong. Une nouvelle matière est créée et apparaît dans l'interface.



Ne fermez pas la fenêtre Hypershade. Revenez dans la vue 3D, passez en mode objet et sélectionnez votre sphère. Revenez dans l'Hypershade, faites un click droit sur la matière que vous avez créée et choisissez « Assign Material to Selection ». Vous pouvez fermer l'Hypershade. En sélectionnant votre sphère et en demandant ses propriétés (CTRL A), vous allez vous apercevoir que la matière associée à la sphère n'est plus celle par défaut (Lambert1). Allez dans l'onglet correspondant à votre matière et modifiez en la couleur par défaut :



Demandez un rendu (Render > Render Current Frame) :



Yes !!! Une sphère rouge avec un spéculaire !!!

Par la suite, nous utilisons surtout des Phong. Pour changer les attributs de la matière associée à un objet, le plus simple est de le sélectionner, de faire CTRL-A et d'aller dans l'onglet correspondant au matériau.

RAYTRACER

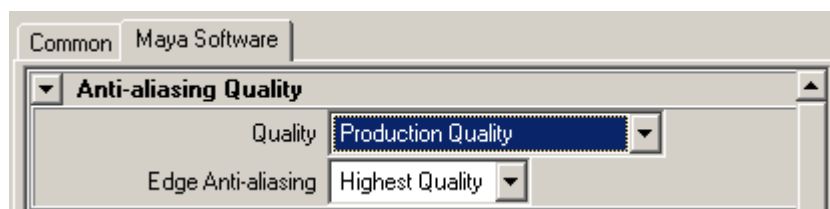
A ce niveau, nous avons atteint les capacités maximales d'un moteur de rendu basé sur une méthode de type Z-Buffer. Les diffus et spéculaires sont rendus correctement, mais nous n'avons pas d'ombres, pas de transparence et aucune réfraction. Ici intervient le rôle d'un moteur de rendu basé sur un autre algorithme : un raytracer. Dans cet algorithme, on parcourt en sens inverse le chemin des rayons lumineux pour connaître la couleur des points affichés à l'écran. On imagine que les pixels de l'écran constituent une grille à travers laquelle l'utilisateur regarde une scène. Pour chaque pixel, on lance un rayon à partir de l'œil de l'utilisateur qui traverse le pixel en question et qui finit sa course dans la scène visualisée. Ce rayon rebondit, traverse ou s'arrête suivant les surfaces qu'ils rencontrent. Chaque fois qu'il touche une surface, on détermine si cette surface est éclairée (occlusion de la lampe par un autre objet) et comment la lumière est teintée par cet objet. Les différents résultats s'accumulent pour fournir la couleur finale du pixel considéré.

Maya n'effectue pas obligatoirement les rendus en mode ray-trace, en effet, suivant ce que vous voulez faire, un Z-Buffer classique et quelques astuces sont largement suffisants pour avoir une belle image très rapidement. Tout dépend de ce que l'on recherche. Dans le monde de la 3D et en particulier pour le raytracing, tout coûte cher. Ainsi, les boîtes de dialogue sont par défaut configurées pour désactiver les effets. En bref, par défaut, rien n'est calculé ☺ pour des raisons d'optimisation. Activons d'abord le moteur de rendu en raytrace (changement de l'algorithme de

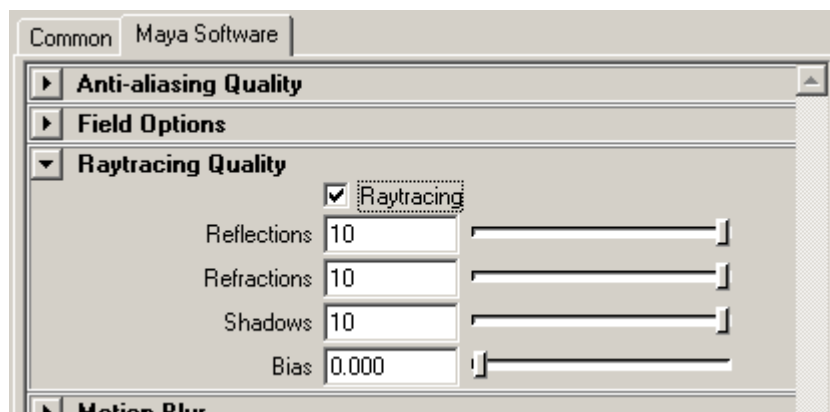
calcul). Il faut aller dans Window > Rendering Editors > Render Settings. En titre vous allez trouver :



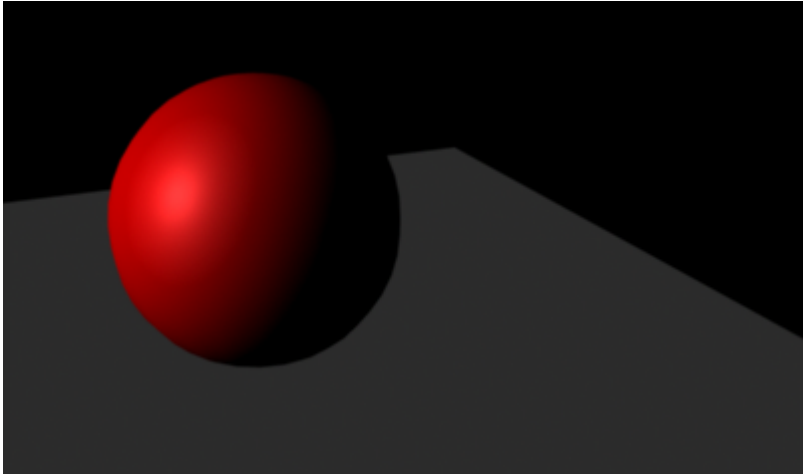
Ici, nous choisissons le software qui va effectuer les calculs de rendu. Considérez uniquement Maya Software et Mental Ray. D'autres moteurs de rendu peuvent être intégrés et câblés par l'intermédiaire de cette interface. Un software peut aussi bien faire du Z-Buffer que du ray-tracing, attention ne vous mélangez pas. Une fois le moteur sélectionné, vous pouvez aller dans l'onglet « Common ». Vous y trouverez des paramètres utiles comme la taille et le format de l'image calculée. Dans Maya Software vous allez trouver deux sections intéressantes. La section « Anti-Aliasing-Quality » permet de gérer la qualité du rendu final de votre image. Je ne détaille pas les options, si vous voulez quelque chose d'optimal sélectionnez dans « Quality » l'option « Production Quality » :



Ensuite la section qui nous intéresse plus directement est « Raytracing Quality », vous devez y cocher la case « Raytracing » pour sélectionner l'algorithme de raytrace pour le rendu final.



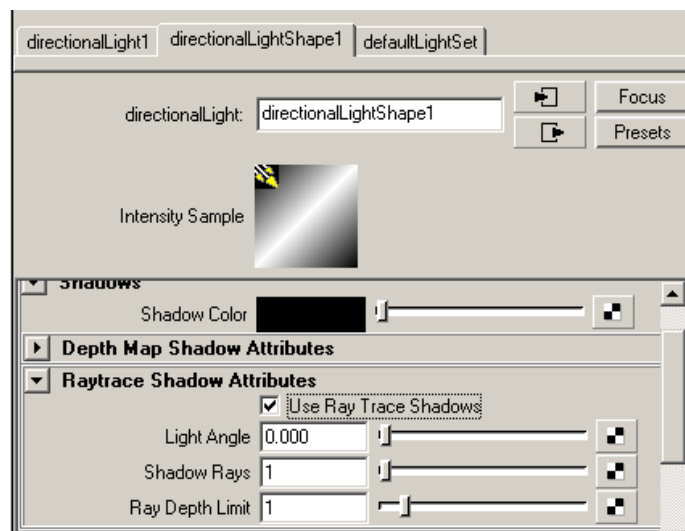
Vous pouvez demander un nouveau rendu, vous devriez obtenir cela :



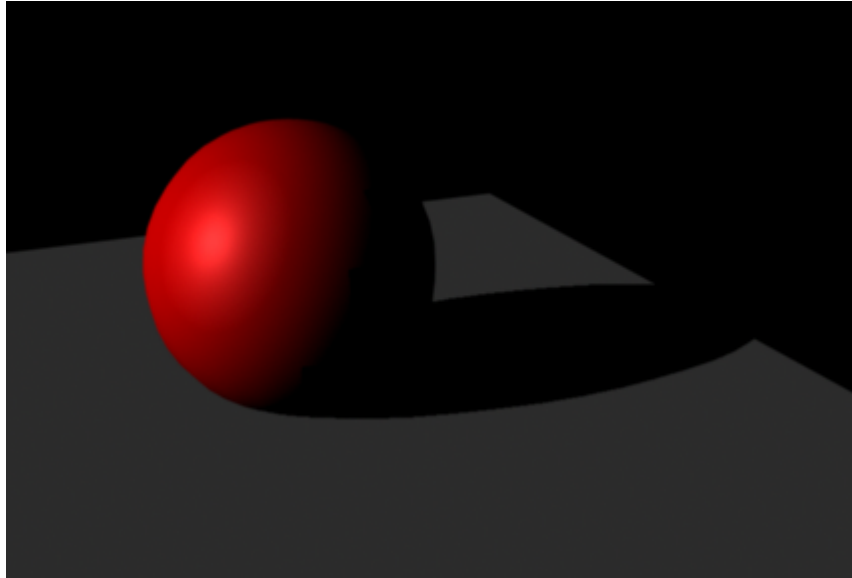
L'image est belle, mais pas d'ombre en vue.

OMBRES

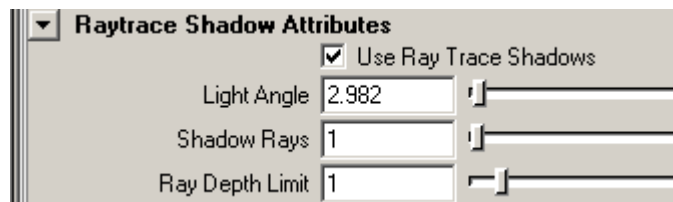
Comme dit plus haut, pour des raisons d'optimisation, les ombres ne sont pas calculées automatiquement. Les lampes sont configurées par défaut pour désactiver la gestion des occlusions des rayons lumineux. Nous devons donc changer cela. Sélectionnez votre lampe, demandez ses propriétés (CTRL A) et allez dans l'onglet : Shadows > Raytrace Shadows Attributes et activez « Use Ray Trace Shadow ». Maintenant, votre lampe va générer des ombres.



De la même manière, si vous demandez que votre lampe génère des ombres en raytrace mais que votre moteur de rendu n'est pas en mode raytrace, vous n'aurez pas d'ombre au final. Maya ne fournit pas de messages d'erreur car pour lui il n'y en a tout simplement pas. Il s'agit de vos configurations qu'il se borne à appliquer. Réfléchissez aux options que vous avez pu oublier lorsque ce que vous attendiez à l'écran n'apparaît pas. Demandez un calcul du rendu :



Nous retrouvons à ce niveau les ombres bien dures typiques d'un calcul par raytracing. Il s'agit de la concrétisation visuelle du test booléen d'occultation : mon point courant reçoit-il des rayons lumineux de la lampe ? Il y a dans les paramètres de la lampe deux options permettant de « corriger » cet effet d'ombre coupée au couteau. En faisant varier le « light angle » :

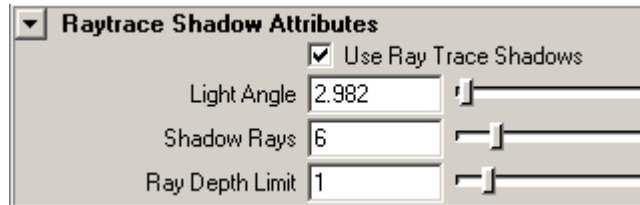


durant leur parcours en sens inverse, vos rayons lumineux ne rebondissent plus de manière idéale (angle d'incidence = angle de réflexion) mais ils vont subir une légère variation aléatoire au maximum égale au « Light Angle ». Ceci va perturber le contours parfait de vos ombres :



Par contre, un effet de mouchetis apparaît. Cela est dû au côté aléatoire de cette méthode. Pour compenser le problème, l'astuce va consister à envoyer plusieurs rayons pour un même pixel, à récupérer les résultats et à les moyenner. Les légères perturbations effectuées par la déviation aléatoire du « Light Angle » font que ces rayons ne vont pas parcourir le même chemin inverse. Pour, modifier le nombre de

rayons envoyés pour chaque pixel, rentrez la valeur correspondante dans le paramètre : « Shadows Rays » :



Calculez un nouveau rendu :



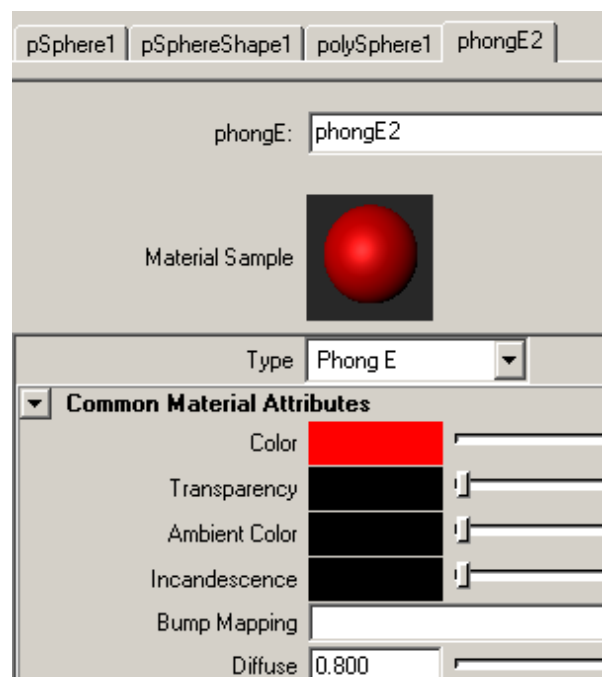
La qualité est très bonne, cependant, l'augmentation du temps de calcul se fait lourdement ressentir. Ne serait-elle pas linéaire en fonction du paramètre « Shadow Rays » ? Par la suite, vous devriez réinitialiser les paramètres « Light Angle » et « Shadow Rays », cela vous fera gagner de précieuses secondes.

PARAMETRES DU MATERIAU

Sélectionnez votre sphère, demandez ses attributs et allez dans l'onglet de sa matière. Vous allez trouver différentes informations utiles :

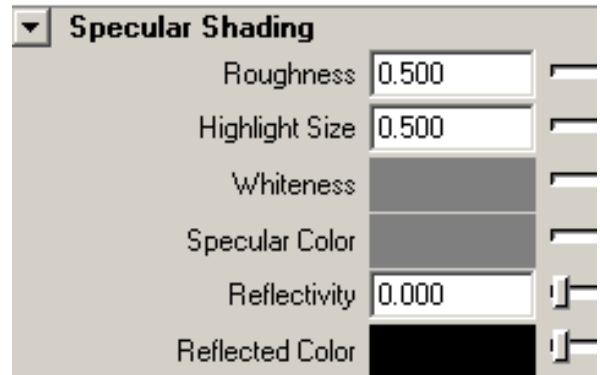
Dans « Common Material Attribute » :

- Color : couleur pour un objet uni. Vous pouvez la changer en cliquant sur le rectangle.
- Transparency : règle l'opacité / transparence de votre objet
- Diffuse, règle le % de lumière à renvoyer par le modèle d'illumination réflexion diffuse. Ce paramètre agit comme un potentiomètre en se réglant entre 0 (rien) et 1 (~100%)
- Bump Mapping : permet d'associer une texture de bumpmap à votre objet



Si vous avez choisi un Phong, vous aurez une catégorie supplémentaire : « Specular Shading »

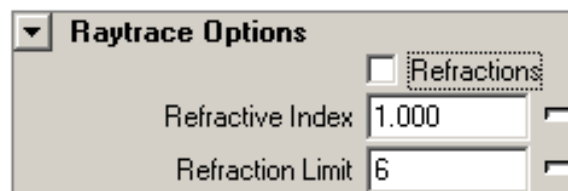
- cosine power : concentration de l'effet spéculaire, plus il est haut, moins le reflet est large. Il s'agit tout simplement de la valeur de l'exposant dans la formule du spéculaire.
- Reflectivity : réglage du comportement miroir, 1 ~ surface réfléchissante, 0 ~ mâte



A ce niveau, il faut remettre un peu les points sur les *i*. En effet, nous avons vu dans le cours sur la lumière qu'il ne pouvait exister que trois comportements pour la lumière : l'absorption, la réflexion diffuse (le rayon lumineux incident rebondit en éclatant dans toutes les directions) et la réflexion spéculaire (le rayon lumineux rebondit selon la loi de Descartes $i=r$). Hors ici, dans l'onglet spéculaire, on gère deux types de réflexion spéculaire, celle obtenue par le calcul en \cos^n et celle obtenue par rebond sur un miroir (reflectivity). Que se passe-t-il ? Il s'agit pourtant du même modèle de réflexion, cependant la différence se situe sur un plan algorithmique. En effet, le terme en \cos^n correspond au spéculaire formé par l'arrivée d'un rayon lumineux provenant directement d'une source lumineuse (d'une lampe). La formule consacrée permet donc de calculer directement sa valeur et c'en est fini pour lui. Dans le cas où le rayon ne provient pas d'une lampe, il faut le relancer (récursivement) pour parcourir le chemin du rayon lumineux en sens inverse. Cette partie est gérée par l'algorithme de raytracing. Pourquoi deux modèles ? Le deuxième (loi de Descartes) correspond à la réalité physique et devrait être suffisant. C'est exact, cependant, cela serait possible si dans nos logiciels de 3D les sources lumineuses avaient une existence physique, mais ce n'est pas le cas. Pensez à la lumière du soleil modélisée par une lampe directionnelle, le soleil n'est pas un objet 3D dans notre scène. Cette différence entre la lumière provenant de sources lumineuses et la lumière provenant de la surface des objets se traduit ainsi sur le plan algorithmique.

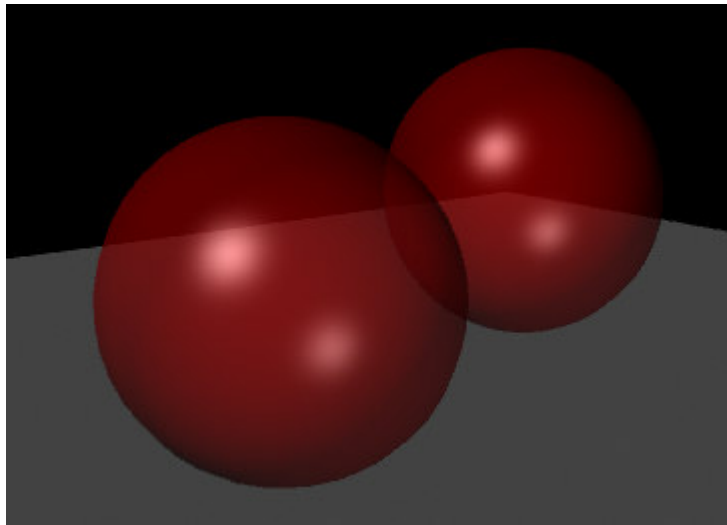
Dans un dernier onglet intitulé « Raytrace Options », vous trouverez :

- Refractions (activation)
- Refractive index : l'indice de réfraction correspondant à la loi de Fresnel : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$. Pour rappel, l'air a un indice de 1, le verre 1,5 et l'eau 1,33

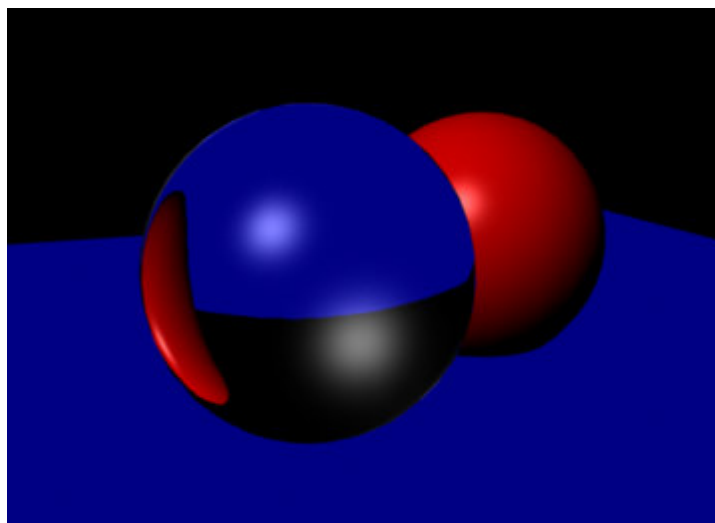


Réfraction

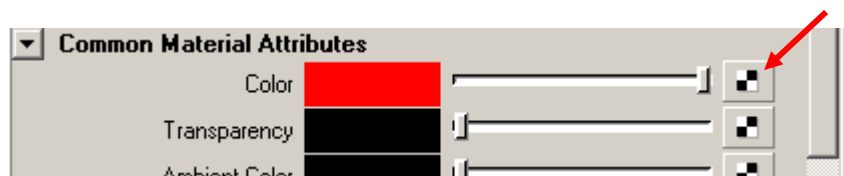
Partez d'une nouvelle scène, créez un sol et deux sphères auxquelles vous associez un Phong. Pour produire un effet de réfraction, il faut augmenter la transparence (sinon vos surfaces sont opaques !!!) et donnez un indice de réfraction qui ne soit pas identique à l'air. Enlevez la « reflectivity » pour avoir un objet mâte. En effectuant un rendu vous devriez obtenir ceci :



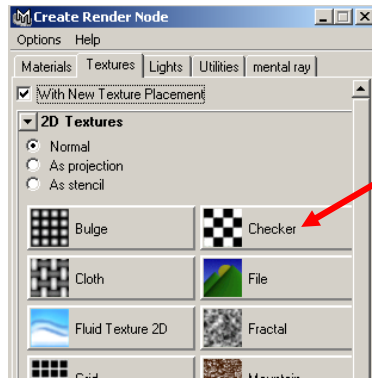
Arghh... la transparence est bien là, mais la réfraction n'est pas au RDV. Oups, il faut passer le moteur en mode raytrace : Window > Rendering Editors > Render Settings > Maya Software > Raytracing Quality > activez raytracer. Pour rendre un effet de bille de verre, autant ne pas se tromper dans les paramètres !! Le verre n'a pas de couleur et il est totalement transparent. Son indice de réfraction doit être fixé à 1.5. Demandez un nouveau rendu :



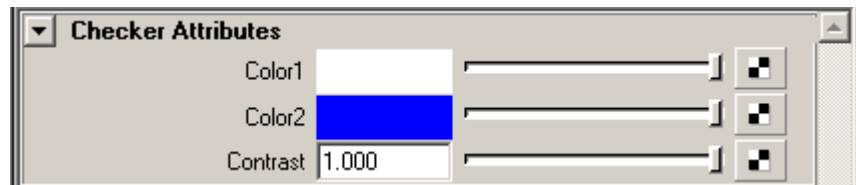
Testez le comportement de la réfraction, en utilisant un sol de type damier. Pour cela créez un rectangle, au lieu de lui fixer une couleur, cliquez à droite sur le fanion :



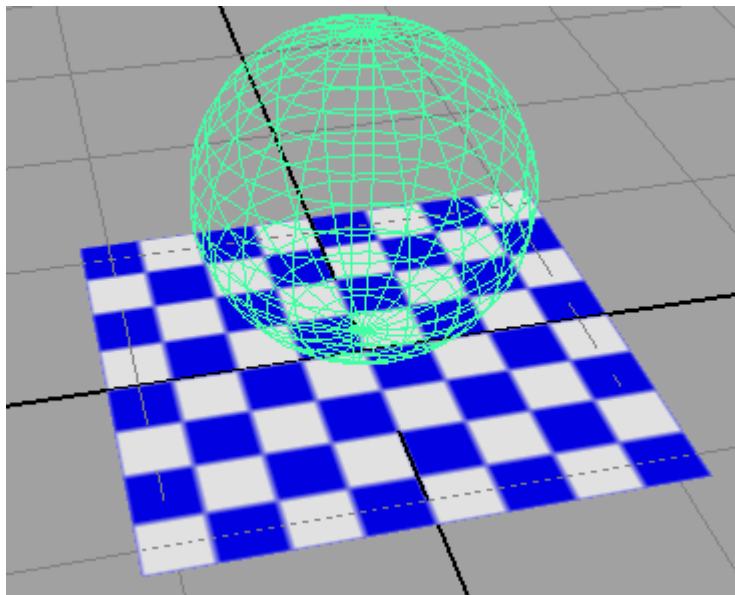
Choisissez alors une texture damier type « Checker » :



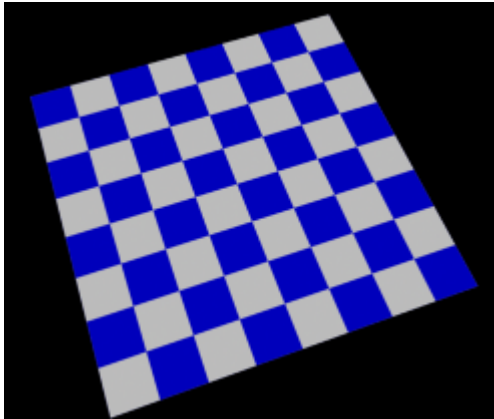
Une fois cliqué, vous allez trouver une fenêtre de paramètre pour les couleurs du damier. Profitez en pour changer la couleur noire en bleu par exemple.



Vous devriez obtenir la scène suivante :



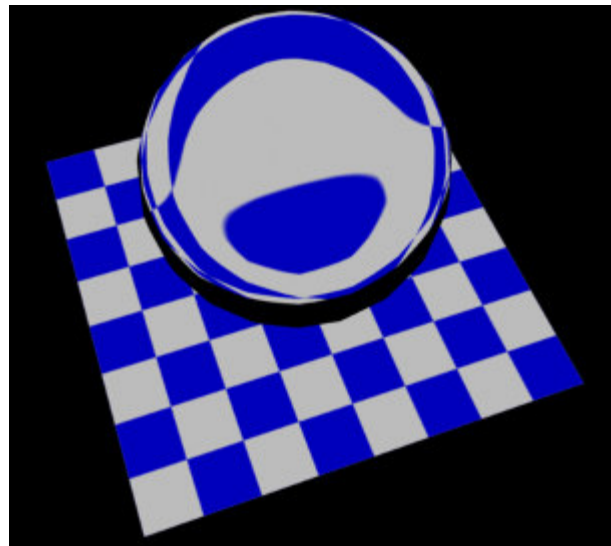
Faites maintenant varier l'indice de réfraction et demandez plusieurs calculs de rendu pour comparer :



Avec une transparence totale et un indice de réfraction identique à l'air !!! Votre boule se comporte comme de l'air et devient complètement invisible !!!



Indice réfraction : 1.2



Indice réfraction : 1.6

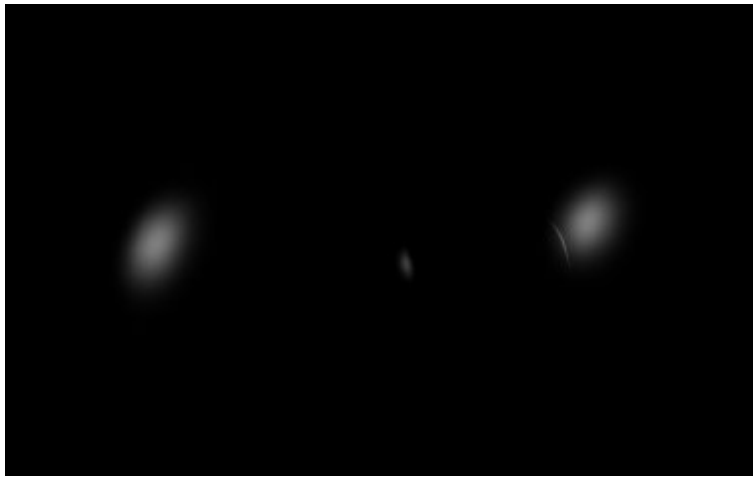
Attention, l'effet produit par la réfraction dépend de la distance entre la sphère et le plan aussi bien que de la grosseur de la boule. Ne vous étonnez pas d'avoir des rendus très différents de ceux présentés ici.

REFLEXION

Nous allons essayer de produire un effet miroir en activant la réflexion spéculaire dans l'algorithme de raytracing. Avant de modéliser un miroir, il faut faire attention à certains points importants sans lesquels la simulation ne fonctionnera pas :

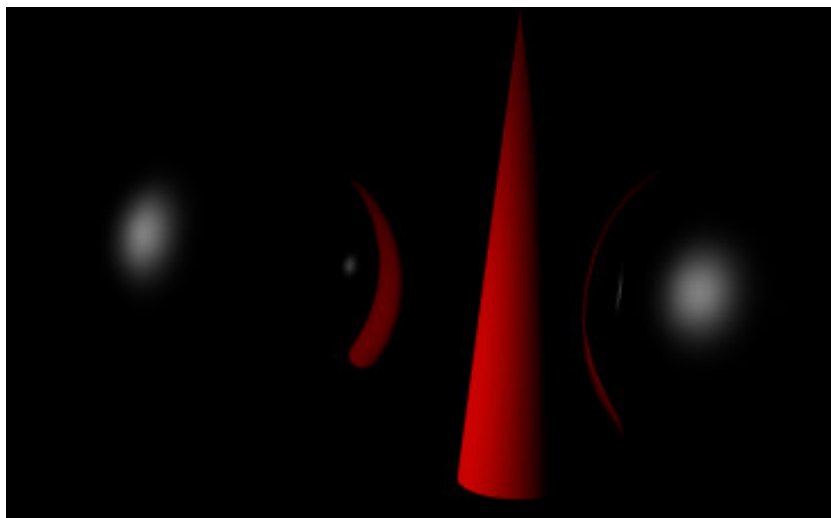
- La première erreur est d'attribuer une couleur, généralement du blanc, au miroir. Cela sous-entendrait que la surface de votre miroir diffuse de la lumière, ce qui n'est pas le cas. Donc la couleur de votre miroir doit être noire.
- Le paramètre de réflexion spéculaire (reflectivity) doit être à 100%
- Un miroir n'est pas transparent !!! Donc mettez « transparency » à 0%

Mettez deux boules côte à côte pour obtenir un joli effet de miroir entre les deux boules. Effectuez un rendu :



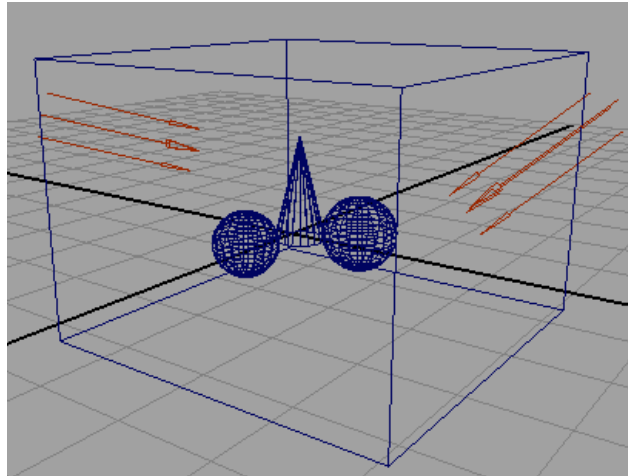
Objets miroir seuls

Généralement, le rendu donne un écran noir. Seuls les spéculaires sont visibles. Etrange... c'est décevant comme résultat. Tout est correctement paramétré, mais nous avons oublié une notion de base de la physique : on ne peut avoir un effet de miroir uniquement si le miroir a quelque chose à réfléchir !! Ainsi en créant des objets ayant une réflexion diffuse classique, les réflexions vont commencer à apparaître à la surface des boules :

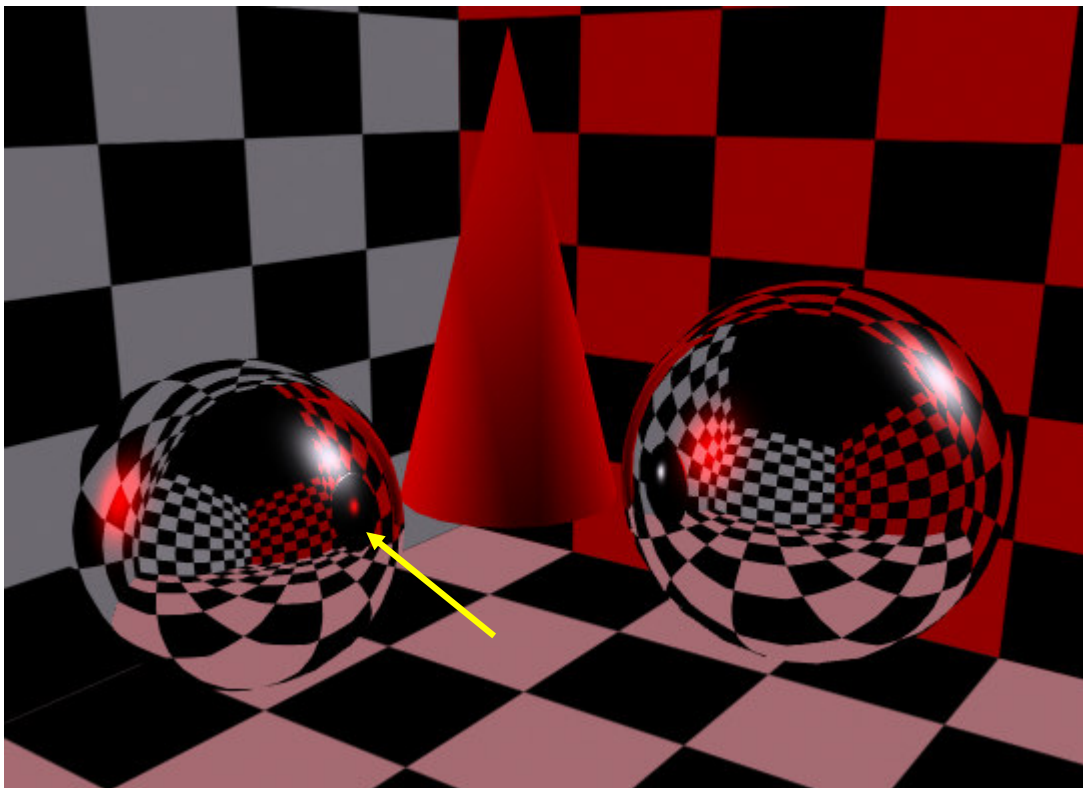


Mais le rendu est encore bien terne. Pour produire l'effet métallique que nous attendons inconsciemment, il faut se rappeler que les objets métalliques que nous voyons sont plongés dans un environnement. Ils réfléchissent ainsi les objets dans la pièce ainsi que les diverses sources lumineuses présentes. N'ayant pas le temps d'intégrer un environnement complet dans notre décor, nous allons modéliser simplement les murs d'une pièce en mettant nos sphères dans un cube assez large.

Sur le cube, demandez une texture de type damier. Positionnez au moins deux lampes directionnelles de façon à ce que les murs et le sol soient éclairés. Zoomez suffisamment pour que votre vue 3D soit à l'intérieur du cube. La scène devrait ressembler à quelque chose comme cela :

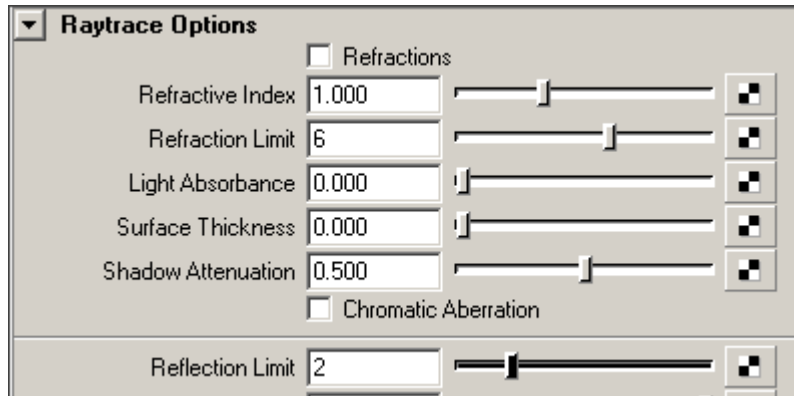


Effectuez un rendu, n'oubliez pas de configurer le moteur en mode raytracer, vous pouvez donner des couleurs aux lampes :

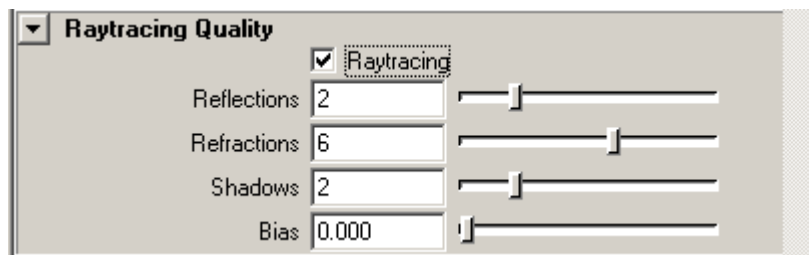


Vous remarquez une erreur dans l'image. En effet, l'image miroir d'une boule par rapport à une autre boule est une sphère noire. Que s'est-il passé ? L'algorithme de raytracing a effectué le calcul du chemin inverse du rayon lumineux, le rayon est allé

tapé sur la première sphère, le rebond a été déterminé et le rayon est allé sur la deuxième sphère. A ce niveau, l'algorithme s'est arrêté et la couleur diffuse a été calculé. Par défaut, le métal étant noir, la couleur apparente est noire. Ainsi la sphère apparaissant à travers l'image miroir de l'autre sphère est noire. Comment corriger cela ? En interne l'algorithme de raytrace « bride » le nombre de rebond à 1 pour éviter de trop nombreux calculs. Nous allons modifier cette limite en corrigeant à 2 le terme « Reflection Limit » dans les paramètres du Phong :



Il faut aussi le changer dans les paramètres du moteur, Window > Rendering Editors > Render Settings > Maya Software > Raytracing Quality > Reflections.



Après ces modifications, effectuez un nouveau calcul de rendu et comparez :

