

Université Paris 8

Spécialité de Master *Arts et Technologies de l'Image Virtuelle*  
de la mention *Arts Plastiques et Art Contemporain*

**Contribution à une esthétique de la macrophotographie de synthèse:  
La relation matière/lumière**

Eva VIRLOUVET

Mémoire de Master 2

2011- 2012

## Résumé

---

La macrophotographie nous permet de montrer l'infiniment petit, donc ce que nous n'avons pas l'habitude de voir et particulièrement à une échelle humaine. Grâce à ceci on révèle des détails de la nature qui d'habitude nous échappe. Ces détails peuvent être sublimés par l'esthétisme de la lumière et de la matière.

La lumière ne doit pas être considérée comme un simple composant du visible, elle est un outil pour sublimer l'image. Elle redessine celle-ci par ses ombres et sa subtile matérialisation pour donner un caractère visuel à notre rendu.

La matière et l'impact de la lumière sur celle-ci permettent d'entrevoir la nature véritable de certaines surfaces. De plus, cette interaction renforce le réalisme et l'esthétisme d'une matière et en conséquence de notre image.

Tous ces critères sont donc essentiels pour simuler une image réaliste. Mais en même temps, on ne doit pas se contenter de jouer un rôle de « copiste » du réel. Il faut apporter notre propre sensibilité artistique et donc parfois s'éloigner de la réalité pour mieux la représenter.

## Abstract

---

Macrophotography allows us to show the infinitesimally small that we are not used to see, especially at human scale. Thanks to it, we can reveal Nature's details that usually escape us and which can be enhanced by estheticism of light and material.

Light should not be considered as a simple component of visible, it is a tool to perfect the picture. Shadows and subtle materialization redraw the image to give a visual characteristic to our rendering.

Material, and light effect on it, allows foreseeing the real nature of some surfaces. Moreover, this interaction reinforce the realism and estheticism of a material, and consequently of our picture.

Therefore, all those criteria are essentials to simulate a realistic picture. But, we should not be satisfied with playing the 'copyist' of real. We have to put our own artistic sensibility and, sometimes, we have to get away from reality to better represent it.

# Table des matières

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction</b> .....                                   | <b>5</b>  |
| <b>I. La lumière</b> .....                                  | <b>7</b>  |
| 1. Etat de l'art.....                                       | 7         |
| a. Historique de la lumière .....                           | 7         |
| b. Le contraste : jeu pictural entre ombre et lumière ..... | 8         |
| c. La lumière dans une image macrophotographique .....      | 13        |
| 2. La lumière des sous-bois .....                           | 16        |
| a. Références .....   | 16        |
| b. Le Gobo .....  | 19        |
| c. Bilan .....  | 24        |
| 3. La lumière en tant que matière .....                     | 25        |
| a. Références .....   | 25        |
| b. Technique de la lumière volumétrique .....               | 29        |
| c. Esthétique/cohérence .....                               | 30        |
| <b>II. La matière</b> .....                                 | <b>35</b> |
| 1. Interaction entre la lumière et la matière .....         | 35        |
| a. Réaction optique entre la lumière et la matière.....     | 35        |
| b. Propriétés de la matière .....                           | 38        |
| c. Esthétique de la relation lumière/matière .....          | 40        |
| 2. La translucidité.....                                    | 43        |
| a. Subsurface Scattering.....                               | 44        |
| b. Technique du SSS .....                                   | 48        |
| c. Estétisme .....  | 53        |
| 3. Une matière réaliste.....                                | 55        |
| a. Modélisation .....                                       | 55        |
| b. Texture .....  | 56        |
| c. La réflexion .....                                       | 58        |
| <b>III. Esthétique de la macrophotographie</b> .....        | <b>61</b> |
| 1. Composition de l'image .....                             | 61        |
| a. Le cadrage .....   | 61        |
| b. La mise au point .....                                   | 63        |
| c. La spatialisation et la temporalité de l'image .....     | 64        |
| d. La profondeur de champ .....                             | 66        |
| 2. Prise de vue réelle et simulation 3D .....               | 68        |
| a. Contraintes et libertés .....                            | 68        |
| b. Recopier la réalité?.....                                | 71        |
| <b>Conclusion</b> .....                                     | <b>73</b> |

Merci à,

Anne-Laure George-Molland, Marie-Hélène Tramus, Cédric Plessiet et Sébastien Chort  
pour leurs précieux conseils et leurs disponibilités

Sophie Garrigues et Céline Mougel pour cette formidable collaboration artistique

Guillaume pour sa patience et son soutien sans faille

À tous les Aticiens et particulièrement un grand merci à tous les M2 vous avez été  
géniaux.

## Introduction

Ce mémoire a pour but de retranscrire mes expérimentations que j'ai pu effectuer tout au long de l'année, et la réflexion personnelle que cela m'a apportée.

Mes recherches ont principalement porté sur la relation de la lumière et de la matière au sein d'une image de synthèse. En effet, comme on peut souvent le constater, la lumière et la matière sont intimement liées dès leur création jusqu'à leurs perceptions esthétiques. Je voulais donc approfondir cette relation et surtout la comprendre pour pouvoir ensuite en retranscrire une esthétique particulière.

Comme on pourra le constater, l'échelle macroscopique est un des fils conducteurs tout au long de mes travaux. Pourtant, à la base, cette échelle n'était pas un choix esthétique, mais un choix pratique. Elle m'offrait la possibilité de me concentrer sur les domaines que je voulais approfondir, le rendu et le compositing, en m'évitant des mises en place trop importantes. Cependant, au fur et à mesure de mes tests, de ma réflexion, cette échelle m'a apprivoisée. Elle est devenue bien plus qu'une question de praticité, mais réellement un point de vue artistique qui aujourd'hui a enrichi ma vision d'une image 3D.

De plus, comme on pourra le voir par la suite la mise en place d'une image à l'échelle macroscopique demande beaucoup de temps et de détails.

Mes expérimentations se portent principalement sur la nature, par choix personnel, mais aussi esthétique, car celle-ci nous offre une source d'inspiration inépuisable. De plus, cela permet de révéler autrement ce qui nous entoure.

Dans ce mémoire nous aborderons donc la relation de la lumière et de la matière dans une macrophotographie de synthèse et plus précisément la représentation de la nature à une échelle macroscopique.

Tout ceci sera élaboré par un permanent va-et-vient entre la technique et l'esthétisme, et mes propos seront le résultat d'une analyse personnelle sur l'ensemble de mes recherches, de mes références et de ma réflexion.

Dans un premier temps, nous tenterons de répondre à la question : Comment peut-on mettre en valeur la lumière par l'ombre et sa propre matière ? Pour répondre à cela on établira tout d'abord un état de l'art de la lumière puis nous étudierons sa mise en valeur dans un environnement particulier : le sous-bois ainsi que sa matérialisation esthétique par la lumière volumétrique tout en gardant à l'esprit la notion d'échelle.

Nous verrons ensuite la relation de la lumière et de la matière dans un univers macroscopique, en définissant les rapports optiques que cela comporte et l'impact que cela produit sur une matière donnée, la translucidité . Par la suite nous nous pencherons sur les paramètres de la réalisation d'une matière réaliste.

Pour finir, nous nous intéresserons à l'esthétique particulière de l'échelle macroscopique par la composition de l'image qu'elle entraîne et en comparant l'esthétique dite réel et celle dite 3D.

# I. La lumière

« “Éclairer”, en photographie, au cinéma, à la télévision ou au théâtre, c’est donner physiquement à voir, “illuminer” ou, mieux, “luminer” (mot à imposer); c’est donner à penser, à méditer, à réfléchir; c’est aussi émouvoir. Ce sont ces deux actes, l’un technique, l’autre artistique, intimement amalgamés, qui font surgir du néant de l’obscurité, par la volonté des artistes manipulateurs de la lumière, les images offertes aux spectateurs. »<sup>1</sup>

## 1. Etat de l'art

### a. Historique de la lumière

Historiquement, de multiples théories de la lumière ont été élaborées, certaines concernant sa signification, allant du symbolisme au surnaturel, et d'autres pour comprendre sa perception : est-ce de la matière ou non ? Ainsi, de nombreux scientifiques ont étudié la lumière afin de mieux en comprendre sa nature.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, les premières théories scientifiques de la lumière sont établies. Pour René Descartes<sup>2</sup>, la lumière est une composante de la matière, qui remplit tout l'espace et dont la propagation est instantanée. Isaac Newton<sup>3</sup> contribuera à l'adoption de cette idéologie. En effet, partisan d'une conception corpusculaire de la lumière, il émet l'hypothèse que celle-ci possède une dimension, c'est-à-dire qu'elle serait constituée de petites particules avec un volume et un poids.

Au même moment, Christian Huygens<sup>4</sup> propose une théorie ondulatoire de la lumière, et démontre que chaque point lumineux émet une onde sphérique qui se propage à une vitesse finie dans un milieu, d'une manière analogue au son. Toutefois, sa théorie possédait certaines limites et fut éclipsée par la théorie corpusculaire de la lumière établie par Isaac Newton.

Au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, les différentes hypothèses avancées par les scientifiques remplacent petit à petit la théorie corpusculaire par la théorie ondulatoire de la lumière. En effet, Augustin Fresnel<sup>5</sup>, en reprenant les idées de Christian Huygens, parachèvera le modèle ondulatoire de la lumière en supposant que les vibrations de celle-ci s'exercent dans une direction transversale et non longitudinale.

---

1 Alekan, Henri, Des lumières et des ombre, p.8.

2 René Descartes : 1596 — 1650, Philosophe, mathématicien et physicien français.

3 Isaac Newton : 1642 — 1727, Physicien, mathématicien et astronome anglais.

4 Christian Huygens : 1629 — 1695, Mathématicien, astronome et physicien hollandais.

5 Augustin Fresnel : 1788 — 1842, Physicien français.

Au XXe siècle, les deux interprétations de la lumière, corpusculaire et ondulatoire, se recourent pour former une seule théorie dite quantique. Cela a pu se faire grâce à la découverte du photon et de l'interprétation de l'effet photoélectrique par Albert Einstein<sup>6</sup>, et de la mécanique ondulatoire de Louis de Broglie<sup>7</sup> qui associa une longueur d'onde aux particules.

Aujourd'hui, les scientifiques ne débattent plus guère pour savoir si la lumière est une onde, une particule ou les deux. Elle n'est plutôt ni l'une ni l'autre, mais un objet différent sans équivalent à notre échelle, décrit par les lois de la physique quantique.

## **b. Le contraste : jeu pictural entre ombre et lumière**

L'importance de la lumière dans l'histoire de l'art au sens large du terme n'est plus à démontrer. Dans la création d'image, peinture, photographie, cinéma, la notion de lumière est des plus importantes. Elle affecte directement l'intention d'une image et elle est la condition de la possibilité du visible.

La lumière et par son opposition l'ombre sont étroitement liées. Elles dépendent l'une de l'autre et exercent un rapport de force dans l'intensité lumineuse. L'ombre n'existerait pas sans la présence de la lumière comme base de comparaison, et la lumière n'aurait pas la même valeur si tout était lumière. Ce contraste, ombre et lumière a tenu souvent une place centrale dans l'histoire de l'art. Ainsi par la suite, loin de faire un inventaire de cette question du contraste, ombre-lumière dans l'art, je présenterai une petite sélection personnelle d'œuvres qui reproduisent ce travail de lumière.

Tout au long de l'histoire du dessin et de la peinture, le jeu entre la lumière et l'ombre est présent. Suivant les époques et les peintres, les approches ont été différentes. Nous évoquerons ici trois peintres, Le Caravage<sup>8</sup> (1571-1610), Rembrandt<sup>9</sup> (1606-1669) et Vermeer<sup>10</sup> (1632-1675).

---

<sup>6</sup> Albert Einstein : 1879 — 1955, Physicien américain d'origine allemande.

<sup>7</sup> Louis de Broglie : 1892 — 1987, Physicien français.

<sup>8</sup> Michelangelo Merisi, dit le Caravage, 1571 — 1610, peintre italien.

<sup>9</sup> Rembrandt Harmenszoon Van Rijn, dit Rembrandt, 1606 — 1669, peintre et graveur néerlandais.

<sup>10</sup> Johannes Vermeer, dit Vermeer de Delft, 1632 — 1675, peintre néerlandais.

Le Caravage, au XVII<sup>e</sup> siècle, exploite un nouveau traitement de la lumière avec sa technique du clair-obscur. Le clair-obscur est une technique picturale dans laquelle des parties claires, minoritaires, côtoient immédiatement des parties très sombres, majoritaires. La peinture de Caravage est donc caractérisée par un éclairage franc. La lumière est brutale. Le contraste est fort et le visible est modelé par des faisceaux de lumière, qui prend alors un rôle révélateur.

Le Caravage est sûrement le premier peintre à avoir véritablement traité la question de la lumière avec un contraste évident.



Fig. 1 : Le CARAVAGE : ensemble d'œuvres.

Rembrandt, inspiré par le travail du Caravage, exploite ce nouveau traitement de la lumière selon sa propre sensibilité. Ses estampes reportent ce jeu d'ombre et de lumière important. Il arrive à transfigurer les moindres caprices de la lumière avec une retranscription des ombres justes et figuratives. Il use et joue avec les différentes densités de l'ombre grâce à un travail d'observation approfondi. En 1675, Joachim von Sandrart<sup>11</sup>, définira pertinemment le travail de Rembrandt sur ses estampes : « *Il y a peu de lumière dans ses œuvres, sauf à l'endroit où il voulait concentrer l'intérêt ; ailleurs, il regroupait avec grand art lumières et ombres avec des reflets bien mesurés et des passages de la lumière à l'ombre d'une grande habileté ; son coloris était ardent, et tout révélait un jugement profond* ».

<sup>11</sup> Joachim von Sandrart, 1606 - 1688, peintre et graveur allemand.



*Fig. 2 : REMBRANDT : ensemble d'estampes*

Vermeer a pour caractéristique de son art, la lumière et la couleur. Dans ses peintures, par sa technique singulière, il réussit à rendre la lumière la plus naturelle et réaliste possible. Il distribue la lumière et l'ombre d'une troublante exactitude. Cette maîtrise de l'intensité lumineuse et de ses variations lui permet de retranscrire des impacts lumineux et une diffusion de la lumière la plus juste possible.



*Fig. 3 : VERMEER : ensemble d'œuvres*

La photographie puis l'art contemporain influencés par la peinture, ont rapidement intégré cette notion de jeu de lumière et d'ombre et ont pu le manipuler pour en faire un art de lumière. Parmi tous ces praticiens de la lumière, je citerais un photographe Willy RONIS et un sculpteur Larry KAGAN, deux parfaits exploitant de celle-ci, mais dans deux univers complètement opposés.

Willy Ronis<sup>12</sup>, est un photographe de l'instant. Il saisit un moment de vérité, avec une lumière naturelle. Cette lumière dite du hasard apporte une richesse, et l'intention esthétique à la photographie. Elle crée un monde idéal et expressif. La composition, l'équilibre des valeurs, des rapports entre ombres et lumières sont ces principales approches pour réaliser un cliché.

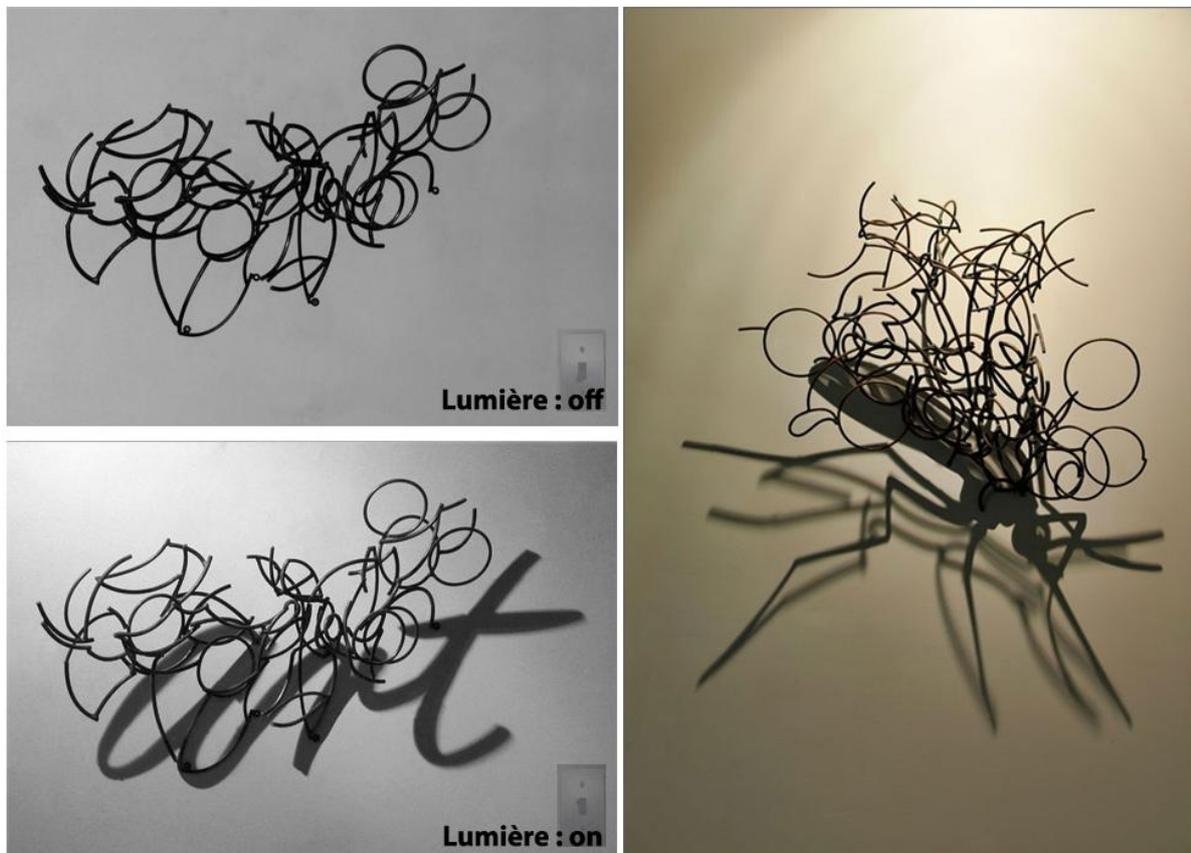


*Fig. 4 : Willy RONIS : ensemble de photographies*

---

<sup>12</sup> Willy Ronis, 1910 - 2009, photographe français.

Larry Kagan<sup>13</sup> est un sculpteur qui utilise l'acier, la lumière et l'ombre portée, comme moyen de création. Plus spécifiquement, il s'agit de sculptures de fils métalliques qui à l'aide d'une source lumineuse, projettent des ombres spécifiques et narratives. Il sculpte littéralement la lumière et les ombres. De plus, dans ses œuvres, Larry Kagan considère l'ombre qu'il construit, non pas comme une simple ligne sur le mur, mais comme un volume dans l'espace.



*Fig. 5 : Larry KAGON : ensemble de photographies rendant compte aux installations.*

---

<sup>13</sup> Larry Kagan, professeur d'art, sculpteur américain.

### **c. La lumière dans une image macrophotographique**

Dans la photographie en général, la qualité d'une lumière se définit en fonction de la qualité des ombres. Cependant en macrophotographie<sup>14</sup>, une des difficultés majeures de ce genre de cliché est liée à la gestion de la lumière.

Étant depuis longtemps attirée par la nature et tout l'infiniment petit qui la constitue, je traiterai par la suite cet aspect de la lumière en orientant mes recherches sur ce microcosme naturel.

Lorsqu'on photographie la nature, la source première de lumière est la lumière naturelle du soleil. Cette source de lumière offre un grand panel d'éclairage. En effet, cette lumière peut être directe, donc intense, en créant des ombres tranchées présentant peu de zones de transitions, ou elle peut être diffuse, ce qui créera une lumière moins intense avec des transitions allant du sombre vers le clair de manières plus progressives et douces. La lumière du soleil peut aussi être indirecte, avec la réflexion des éléments environnants. De plus elle offre une gamme de ton et d'intensité très variée selon la position du soleil. Cela donne au photographe un large panel de rendu possible pour produire une image.

Cependant, en macrophotographie, cette lumière naturelle est condensée et engendre donc des obstacles. Une lumière trop dure peut créer des contrastes et des ombres trop importantes et disgracieuses, ou au contraire une lumière trop diffuse, atténuera les contrastes et aplatira l'image. C'est pourquoi beaucoup de photographes sont obligés d'utiliser couramment des éclairages complémentaires, artificiels, pour compléter et affiner cette lumière naturelle, pour réussir à capturer l'esthétique voulue.

De surcroit, en macrophotographie, le dynamisme de l'image peut être facilement éliminé, il faut donc mettre en valeur tout ce qui constitue l'image. L'intervention de la lumière et de son contraste est donc capitale. De nombreux photographes exploitent merveilleusement bien ce jeu d'ombre et de lumière.

Par la suite, je présenterais deux photographes, Bertrand Kulik et Vadim Trunov, qui par leurs clichés traitent parfaitement de cet aspect technique qu'est la lumière. Cependant, je ne m'attarderais pas sur leurs méthodologies de travail, leurs techniques. Je me focaliserais plutôt sur le rendu plastique des photographies.

---

<sup>14</sup> Techniques photographiques permettant de photographier des sujets de petite taille entre les rapports de grandissement 1:1 et 10:1.

Bertrand Kulik<sup>15</sup>, dans ses photographies oscille entre un contraste très marqué ou inversement très diffus.

*Entre ombre et lumière*, est une photographie représentant des feuilles de glaïeul traversées par la lumière. Le contraste que forment les ombres et la lumière est brut et net. La lumière est directe et puissante, elle spatialise l'image en nous donnant une lecture de gauche à droite et de haut en bas. Cette opposition tranchée entre les parties éclairées et les parties sombres déstructure la composition diagonale et striée d'origine.

L'ombre de la végétation extérieure donne une dimension graphique à la prise de vue.



*Fig. 6 : Bertrand KULIK : photographie « Entre ombre et lumière »*

Dans sa série de photographie de mousse recouverte de goutte d'eau, la lumière est complètement diffuse. L'éclairage atténué englobe toutes les photographies par une grande douceur. Malgré la planéité de la lumière globale et l'inexistence des ombres, la réflexion de l'humidité nous indique qu'il y a une source de lumière dans l'environnement. Elle nous aide à appréhender l'espace. Le choix de la composition est aussi très important, car seule la rondeur des gouttes d'eau donne du volume à l'image.



*Fig. 7 : Bertrand KULIK : série de photographie, mousse et goutte d'eau*

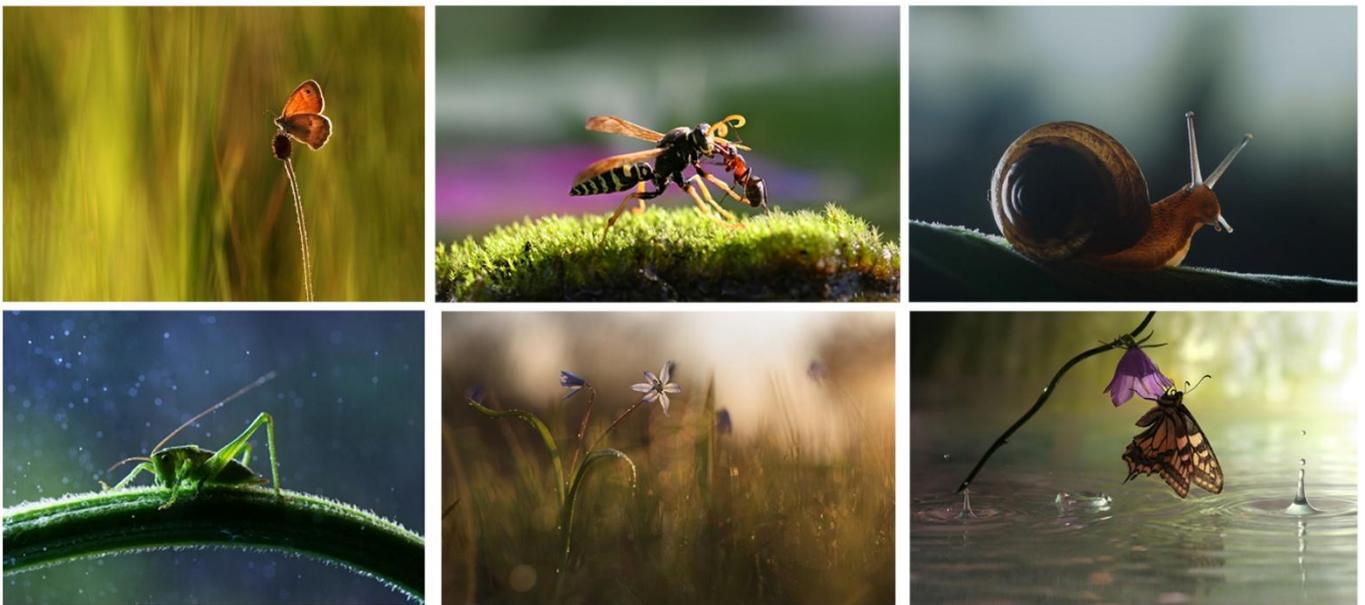
<sup>15</sup> Photographe, <http://photos.linternaute.com/m-bertrand-kulik-3257506>.

Vadim Trunov<sup>16</sup> a fait du monde de la macrophotographie et principalement du monde de la macrophotographie des insectes son domaine de prédilection.

Dans tous ses clichés, il y a des dominantes importantes comme la mise en scène, le cadrage et la lumière. Tout va ensemble et souligne. Cet amalgame de la mise en scène et de la lumière apporte une esthétique stupéfiante à ses photographies. Il arrive à retranscrire une intention et une histoire.

Au niveau de la lumière, il utilise davantage une lumière diffuse avec des ombres présentes, mais pas hiérarchiques. Cependant, la direction de celle-ci est toujours perceptible et il joue à la perfection avec le clair obscur et les proportions d'ombre et de lumière.

De plus, il met en valeur la lumière par l'impact qu'elle a sur le sujet et son environnement. On peut nettement voir que la perception de la matière réagit et change avec la rencontre de celle-ci. C'est la luminescence de la matière, qui donne tout le volume, l'importance et la sensibilité à l'image.



*Fig.8 : Vadim TRUNOV : ensemble de photographie macroscopique*

---

<sup>16</sup> Photographe, <http://500px.com/vadimtrunov>.

## 2. La lumière des sous-bois

### a. Références

La forêt offre une lumière particulière à la nature. Directement à travers la canopée<sup>17</sup> de nombreuses nuances d'intensités se croisent et s'entremêlent. En effet, une lumière de sous bois apporte beaucoup de contraste et mélange lumière diffuse et directe dans un même lieu. La répartition de celle-ci est donc non uniforme.

Tous ces critères donnent une liberté dans la composition de la lumière et par opposition de l'ombre. De plus, ce phénomène de trou de lumière engendré par la canopée renforce le côté narratif en ne mettant qu'en évidence certains éléments de l'image.

Cette lumière de sous bois est singulière et naturellement esthétique.

Comme mes réalisations se situe dans un environnement forestier et voulant simuler un éclairage le plus réaliste possible, reproduire une lumière de sous-bois m'a paru évident. De plus, en raison de sa singularité elle me permettait de jouer sur un ensemble de choix esthétique.

Avant d'entreprendre la création de cette lumière, je me suis tout naturellement posé la question sur le réalisme de celle-ci. L'ensemble lumière/ambiance devait être crédible et plausible, tout en gardant la prise de position esthétique que je souhaitais. Je me suis donc lancée dans la recherche de références visuelles.

J'ai orienté mes recherches sur deux axes. Le premier est sur la lumière des sous-bois réelle, de ce qu'on peut observer naturellement pour avoir une base réaliste lors de la création de ma lumière. Le second se porte sur l'interprétation qu'on a pu faire de cet éclairage des sous-bois dans des films d'animation.

---

<sup>17</sup> La canopée est l'étage supérieur de la forêt, directement influencée par le rayonnement solaire.

Pour établir ma base de référence de ce qui existe réellement, j'ai fait un mélange de prise de vue réelle et de photographies trouvées sur internet. Ces références m'ont permis de constater que les zones claires ou sombres peuvent être fortement saturées en blanc ou en noir mais que néanmoins une lumière diffuse est toujours présente. De plus, les ombres créées par la canopée sur le sol sont nettes et dessinées et forme un ensemble de lignes graphiques.



*Fig. 9 : référence graphique de la lumière dans un sous-bois*

Brave<sup>18</sup>, ou rebelle en français et big buck bunny<sup>19</sup>, sont deux films d'animation complètement différents mais sont des références esthétiques pour mon travail sur le traitement de la lumière. En effet, on peut constater que le rendu de la lumière des sous-bois reste réaliste dans les deux productions. On retrouve tous les critères que l'on peut observer dans la réalité" : le contraste formé par des puits de lumière et les ombres de la canopée au sol. Mais on peut aussi remarquer que l'uniformisation de l'éclairage par une lumière diffuse est plus marquée.

Au niveau de l'esthétique atmosphérique de mes scènes, je me suis plutôt inspirée de Brave. À l'instar du film, je visualisais mon éclairage avec une atmosphère sombre et avec en opposition une lumière solaire haute et puissante, mais sans en surexposer mon image.



Fig. 10 : Images tirées de « Big buck bunny »



Fig. 11 : Images tirées de « Brave »

<sup>18</sup> Brave (rebelle), film d'animation 3D de Mark Andrews et réalisé par Disney - Pixar, 2012.

<sup>19</sup> Big buck bunny, film d'animation 3D en creative commons, Fondation Blender, 2008.

## b. Le Gobo

Aux vues de mes recherches, pour réaliser un éclairage le plus réaliste possible, il me fallait reproduire des puits de lumière ainsi que l'ombre des feuilles sur la géométrie de ma scène.

D'un point de vue technique, pour représenter ces ombres j'ai opté pour l'utilisation d'un gobo<sup>20</sup>. Avec celui-ci, j'ai pu simuler une obstruction de la lumière à l'aide d'une matière fictive représentée par une map<sup>21</sup> et non à l'aide de véritables géométries. Cette technique m'a permis, non seulement d'optimiser ma scène, mais également d'explorer une méthode d'illumination qui transforme la lumière en texture.

Pour la création de la map, je suis partie de la photographie d'une canopée, afin de pouvoir récupérer l'aléatoire et l'imprévu de la nature. Ne voulant pas récupérer des informations de couleurs, j'ai par la suite mis la photographie en noir et blanc. L'intensité lumineuse et les nuances ce faisant au niveau de cette map, j'ai utilisé la richesse de l'image pour jouer sur la variation de niveaux de gris et de flou des différentes couches de feuillages.



*Fig. 12 : Transformation de la map du gobo*

Ici, on peut voir la map originale et la map que j'ai utilisée après transformation.

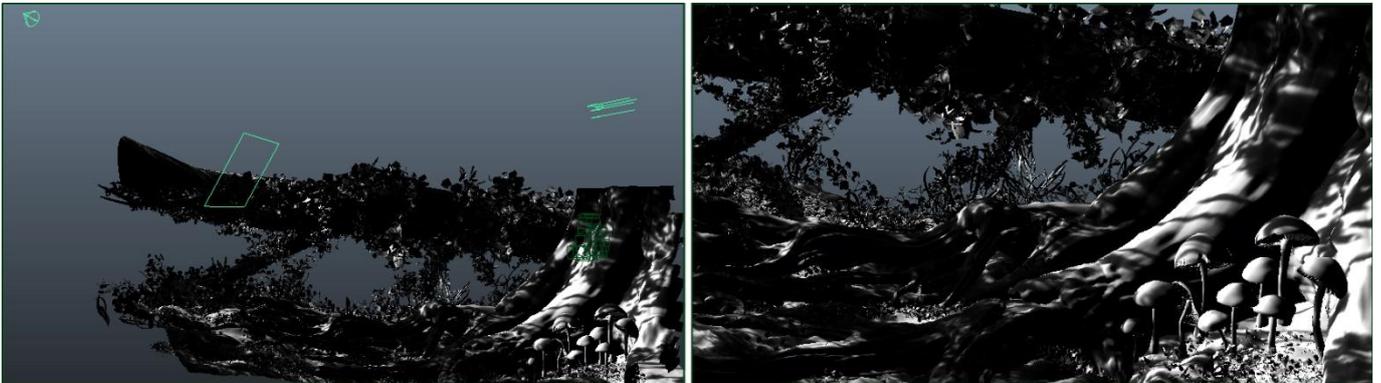
Initialement, j'ai choisi cette photographie de la canopée car on distinguait correctement différents plans de profondeur. Les zones de lumières ne sont pas trop étendues et le feuillage possède une jolie silhouette.

---

<sup>20</sup> Un gobo est une map d'opacité que l'on connecte directement dans la couleur de notre lumière.

<sup>21</sup> Ici, image 2D

Au niveau de la mise en place de la lumière dans ma scène, ma plus grande contrainte technique a été de déterminer l'emplacement de ma source lumineuse principale. Effectivement, l'utilisation d'un gobo ne me permettait pas d'avoir une grande liberté dans la construction de celle-ci. Le gobo étant lié à ma lumière, celui-ci réagissait en fonction d'elle, c'est-à-dire que plus j'éloignais ou j'orientais ma lumière de ma géométrie, plus l'ombre que projette mon gobo se rétrécissait ou s'inclinait. Pour m'aider à résoudre ceci, j'ai opté pour l'utilisation d'une spotlight<sup>22</sup> qui me permettait d'avoir une visualisation directe dans le viewport<sup>23</sup> de Maya<sup>24</sup> de mon gobo. Cependant, j'ai quand même dû faire un compromis entre la direction de ma lumière et l'esthétique que je souhaitais pour mes ombres. Pour que rien ne transparaisse, là où l'on identifiait réellement la position de ma lumière, j'ai réorienté le gobo pour que ces zones soient ombragées. Pour finalisé mon éclairage, j'ai ensuite ajouté une directionnal light<sup>25</sup>, sans ombres pour déboucher les noirs et également des lumières indirectes, final gather<sup>26</sup> et bounce card<sup>27</sup>, afin d'harmoniser l'ensemble.



*Fig. 13 : Lighting sous-bois.*

---

<sup>22</sup> Lumière permettant d'éclairer une zone conique définie et restreinte

<sup>23</sup> Fenêtre de prévisualisation en temps réel, de l'espace 3D

<sup>24</sup> Logiciel de 3D.

<sup>25</sup> Lumière qui simule les rayons du soleil : rayon parallèles qui viennent de l'infini

<sup>26</sup> Eclairage indirect établi par des rebond de lumière par rapport à l'éclairage de la scène.

<sup>27</sup> Panneau réflecteur qui permet de simuler un rebond de lumière.

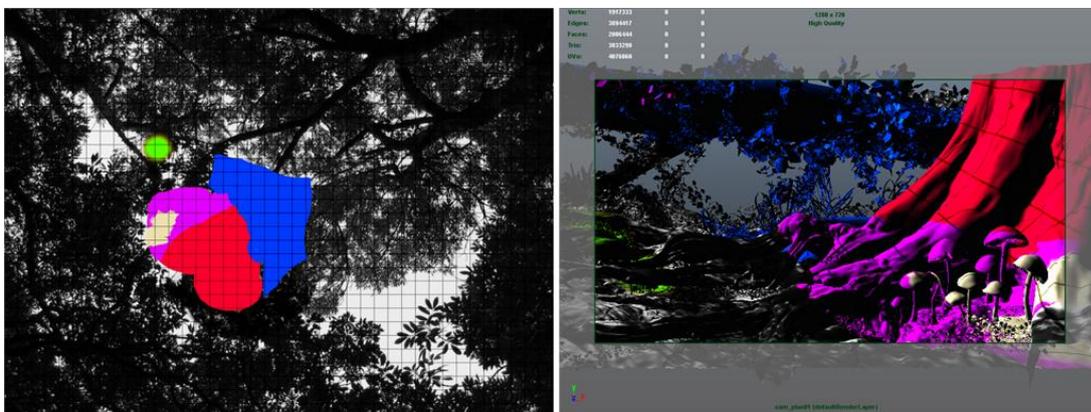
D'un point de vue esthétique, une fois que mon éclairage était posé j'ai dû affiner mes ombres pour obtenir le résultat que je souhaitais. Pour cela, j'ai retravaillé la map de mon gobo sous Photoshop<sup>28</sup> pour renforcer le rôle graphique de mon éclairage dans la composition de ma scène.

D'un point de vue technique, ce travail sur la nature même de mes ombres m'a pris beaucoup de temps. J'ai rencontré un problème de correspondance entre ma texture 2D et sa perception dans mon environnement 3D. En effet, celle-ci était déformée par ma spotlight je n'avais pas de repères visuels pour modifier facilement ma map.

Pour contourner cela, je me suis construit une grille via des taches de couleur au niveau de mon image de canopée pour avoir une correspondance spatiale 2D/3D. Cette méthode m'a permis de modifier comme je le voulais ma map mais m'a en contrepartie contrainte à un perpétuel aller-retour entre logiciel 2D et logiciel 3D.



*Fig. 14 : Déformation de ma map par la spot light*



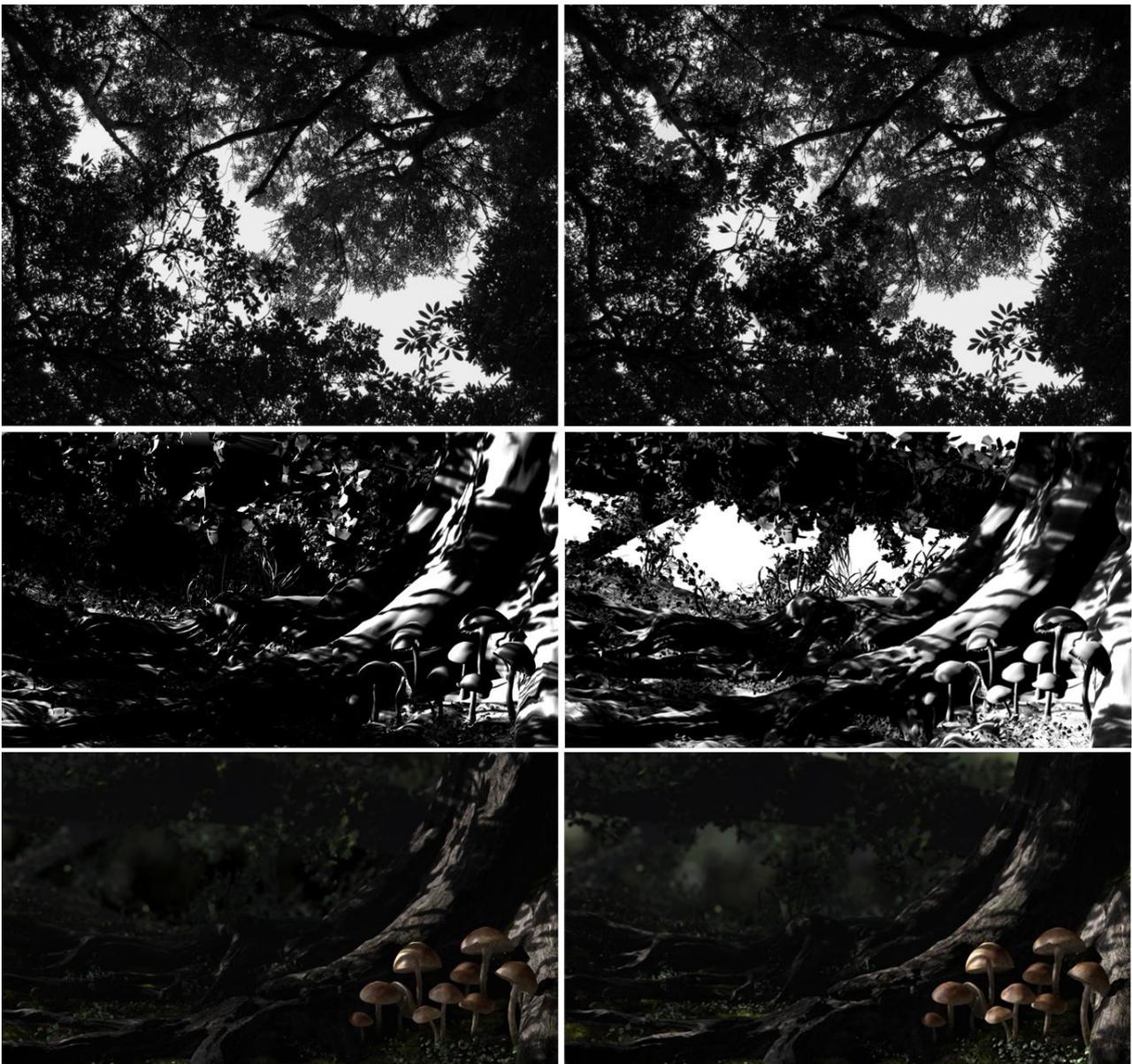
*Fig. 15 : Construction de ma grille de repère visuel*

<sup>28</sup> Logiciel 2D de retouche d'image

Au niveau purement esthétique, j'ai accentué les contrastes pour renforcer la hiérarchisation des zones de lumières et des zones d'ombres. Ainsi, les ombres renforcées côtoient de petites zones claires.

J'ai réorganisé mon espace scénique en manipulant l'emplacement du feuillage sur ma géométrie, pour que l'opposition ombre-lumière ait un rôle de recadrage. Ce nouveau cadrage dans la composition de ma scène m'a aussi permis de mettre en valeur que certains éléments, comme par exemple mes champignons ou encore le tronc de l'arbre. Grâce à cela, je donne une importance figurative à certains éléments et en dissimule d'autres pour diriger l'œil du regardeur.

Ci-dessus une comparaison de l'esthétique de mes ombres via mon gobo. À droite, le rendu brute de mon gobo et à gauche, celui après manipulation.



*Fig. 16 : Comparaison de l'esthétique des ombres*

En ce qui concerne le rendu, afin de pouvoir contrôler tous les paramètres, j'ai calculé mon gobo dans une passe différente, similaire à une passe d'ombre. Cette différenciation de ma lumière et de mon ombre au compositing<sup>29</sup> m'a permis d'accentuer et de redéfinir le contraste pour aboutir à l'atmosphère que je voulais retranscrire. Pour cela, j'ai évité toutes vraies obscurités, en réglant ma passe de gobo différemment sur les parties de mon image, comme les champignons, le tronc d'arbre et le sol, à l'aide de masques et j'ai renforcé le rôle de recadrage de mes zones d'ombres en accentuant légèrement la saturation des zones de lumière.

Pour tout ce qui touche à la colorimétrie de la lumière, j'avais dès le départ choisi de travailler sur des lumières blanches, ce qui me permettait au compositing d'avoir une liberté sur la colorimétrie finale. De plus, cela me laissait la possibilité d'appliquer une même tonalité colorimétrique à différents plans et ainsi obtenir une continuité plastique de l'éclairage.

La planche ci-dessous représente les étapes de la composition de la lumière. De droite à gauche et de haut en bas : Ma passe de lumière de base suivie de la composition de ma passe d'ombre du gobo sur l'arbre, puis sur les champignons avec en plus l'accentuation de la saturation et pour finir, l'application du gobo sur le sol.



*Fig. 17 : Étape de la composition de la lumière*

<sup>29</sup> Etape consistant à composer une image finie à partir des différentes passes calculées par le logiciel 3D.

Par la suite, pour donner un peu plus de vie à mon rendu, et le rendre encore plus réaliste, j'ai décidé de faire légèrement osciller la canopée, donc mes ombres. Pour faire ceci, j'ai utilisé un outil de déformation dans After Effect<sup>30</sup>. L'animation que j'ai faite est subtile, car la végétation présente dans ma scène n'était pas animée et il ne fallait pas créer un décalage. Du coup, avec l'ajout du traveling de la caméra, l'animation du gobo devient peu perceptible. On ne perçoit alors qu'une légère sensation de mouvement.

### **c. Bilan**

En vue de tout ceci, on peut conclure que le gobo est la visualisation d'un espace qui n'existe pas, mais qui est présent dans l'image et impose son atmosphère. Il dicte son esthétisme. En effet, ici ce n'est pas la lumière qui dépend de la scène, mais bien la scène et donc sa visibilité qui dépend de cette lumière.

De plus, pour toutes les raisons techniques que nous venons de voir pour mettre en place ce gobo, je définis personnellement celui-ci comme une texture de la lumière.

En effet, le processus de création est le même que lors de la confection d'une texture pour un objet. On retrouve le dépliage UV en l'associant à la construction de repères visuels, la création de valeurs dans la texture pour l'enrichir et sa mise en volume sur une géométrie. La gestion de la lumière est donc complètement différente.

Je ne sais pas si l'utilisation de cette texture de la lumière est une « bonne méthode » pour retranscrire un éclairage de sous-bois, mais elle m'a permis de voir et concevoir la lumière autrement. Je définis maintenant la lumière par : sa dimension esthétique, sa hiérarchisation, son contraste net ou doux, son rôle de recadrage et de navigation de l'œil dans une image. De plus, grâce à ce gobo j'ai pu retranscrire une lumière crédible, mais pas réaliste au sens strict du terme, en effet dès que nous lui donnons un sens esthétique on modifie les codes de la lumière naturelle. Mais malgré cela, l'atmosphère et l'intention que je voulais donner sont présentes dans mon image.

---

<sup>30</sup> Logiciel de post production.

### **3. La lumière en tant que matière**

Si la lumière est la condition indispensable pour qu'un objet soit visible, en revanche la lumière en elle-même ne se voit pas. Cependant, le phénomène lumineux de la lumière volumétrique est une exception à ceci. Cet effet est visible lorsque les rayons lumineux frappent les particules de poussière ou de brume qui à leur tour diffusent et réémettent la lumière qui les touche.

#### **a. Références**

Les lieux où l'on peut observer cet effet volumétrique, montrant la diffusion de la lumière dans une atmosphère, sont nombreux.

Ce phénomène est couramment visible au niveau du soleil, quand celui-ci avec les nuages forme des rayons, appelé rayons crépusculaires. Mais on peut aussi retrouver cette lumière dans un bar enfumé ou encore dans la forêt lorsque les puits de lumière réagissent avec les particules de poussières ambiantes.

Voulant rajouter cet effet dans la composition de mes images, pour son apport très graphique et pour son amplification de la direction et de l'intention de la lumière, j'ai, comme pour le gobo, entrepris une recherche visuelle.

Comme précédemment, j'ai orienté mes recherches d'un point de vue réaliste avec ce que l'on peut apercevoir dans la nature, et d'un point de vue graphique avec les interprétations que l'on a pu faire de cette lumière volumétrique. Mais également, j'ai analysé ce phénomène d'un point de vue macroscopique, car, comme on pourra le constater par la suite, cela m'a posée beaucoup d'interrogation.

Toutes les références graphiques que je présenterais représenteront la lumière volumétrique dans un environnement forestier.

Pour les références naturelles, j'ai de nouveau repris le travail de Vadim Trunov et des photographies trouvés sur internet.



*Fig. 18 : Photographie de la lumière volumétrique, Vadim TRUNOV*



*Fig. 19 : Références de la lumière volumétrique*

En ce qui concerne son interprétation en 3D je présenterais deux projets : on retrouve Big buck bunny et WWF Wonder World FuR "Dolyphan", de Mikros image<sup>31</sup>. Ces deux animations 3D sont complètement opposées dans leur style graphique. L'un possède un style dessin animé et l'autre est ce qu'on pourrait appeler un rendu photo-réaliste. Cependant, d'un point de vue personnel, ils exploitent la lumière volumétrique de manière presque similaire, c'est-à-dire qu'elle est présente, visible, subtile et diffuse, mais pas théâtralisée ou symbolique. De plus, on voit parfaitement l'impact de la silhouette de la canopée sur la lumière volumétrique. Ces interprétations de la lumière volumétrique sont très crédibles, elles donnent une présence à la lumière sans trop en rajouter. Elles sont peut-être même un peu trop effacées si on les compare aux références visuelles naturelles.

---

<sup>31</sup> entreprise de 3D spécialisé dans la création d'effets visuels.



*Fig. 20 : Extrait de « Big Buck Buny »*



*Fig. 21 : Extrait de « WWF Wonder World FuR "Dolyphan" »*

Pour ce qui est de la lumière volumétrique dans une image macrophotographie, toute la question est au niveau de sa perception, mais je reviendrai plus tard sur ce point. À cause du caractère particulier de cette échelle, j'ai n'ai pas trouvé des abondances de photographies ou plans macrophotographiques, où la lumière volumétrique était perceptible.

Dans une des photographies d'escargot, de Vadim Trunov, on perçoit cette lumière volumétrique. Elle est très diffuse, presque transparente mais elle est présente par de légères différences d'intensité qui représente subtilement les rayons de la lumière. Cet ajout de lumière blanche dépose un voile sur l'ensemble de la photographie.



*Fig. 22 : Photographie d'escargot, Vadim TRUNOV*

## b. Technique de la lumière volumétrique

En résumé de ce que nous venons de voir, nous pouvons établir que la lumière volumétrique permet de donner un volume à la lumière, depuis son émission jusqu'à son impact sur une surface, par la visualisation de rayons lumineux.

Intéressons-nous maintenant aux paramètres techniques qui vont permettre de créer cette lumière volumétrique.

Techniquement, pour créer ma lumière volumétrique deux choix s'offraient à moi : soit utiliser les paramètres de fog<sup>32</sup> de la spotlight, avec pour le rendu maya software, ou utiliser le parti\_volume<sup>33</sup> avec mental ray<sup>34</sup>. Les deux techniques offraient leurs lots d'avantages et d'inconvénient, mais j'ai choisie d'utiliser le partie\_volume avec mental ray. Cette méthode a pour inconvénient d'avoir des temps de rendus plus longs, mais la finesse de la lumière volumétrique qu'elle produit n'est pas comparable. J'ai donc pris le parti de l'esthétisme. Pour combler l'inconvénient du temps de rendu j'ai optimisé au maximum ma scène c'est-à-dire le volume dans lequel mon parti\_volume était calculé. En effet, on détermine le volume ou est interprétée la lumière volumétrique, par une géométrie sur laquelle on applique le parti\_volume. De plus, j'ai choisi de ne pas utiliser les outils graphiques des paramètres de celui-ci comme le nonuniform<sup>35</sup> qui reproduit un effet de noise, mais de garder ce genre d'effet pour la postproduction. Grâce à ceci, j'ai réduit d'un tiers mon temps de rendu.

Ensuite, pour la création de mes lumières volumétriques, j'ai utilisé une méthode que je qualifierai de classique. L'étape la plus longue étant la compréhension de tous les paramètres du parti\_volume pour former la lumière volumétrique.

---

<sup>32</sup> Terme anglais signifiant brouillard

<sup>33</sup> Outil permettant de simuler un volume visible de la lumière

<sup>34</sup> Moteur de rendu développé par Mental Images

<sup>35</sup> Paramètre du parti\_volume, qui rajoute du noise

Ci-dessous un petit palmarès des paramètres à ne pas oublier d'activer pour que le rendu de la lumière volumétrique se fasse.

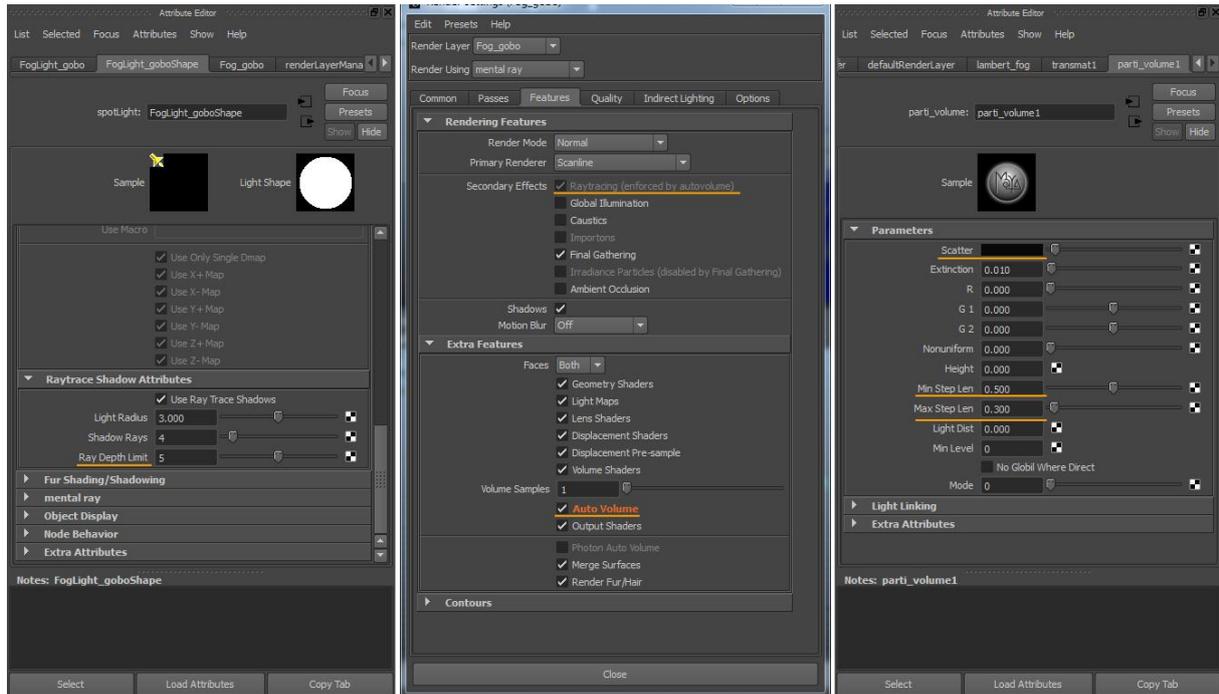


Fig. 23 : Exemples de paramètre à ne pas oublier d'activer

### c. Esthétique/ cohérence

D'après ce que nous venons de voir dans les références visuelles, nous pouvons dire qu'un effet de lumière volumétrique est défini par des rayons lumineux plus ou moins intenses sur l'ensemble d'une image et forme un voile non uniforme. Elle possède donc des critères bien particuliers. Ayant pour optique un rendu réaliste, la perception de ma lumière volumétrique devait être cohérente vis-à-vis de ces critères.

Du coup, deux grandes questions, esthétiquement parlant, se sont posées :

Quels choix esthétiques adoptés pour que la lumière volumétrique soit la plus réaliste possible?

Au vu de l'échelle de mes scènes, quelle est vraiment la perception de la lumière volumétrique?

La lumière volumétrique est souvent très perceptible dans un sous-bois, comme le montrent mes références. Les artefacts de lumières sont visibles et fortement dessinés. Ils soulignent parfaitement la direction et l'intensité de la lumière. Cependant, toutes mes références représentent des plans larges où l'on peut à son aise distinguer cette lumière.

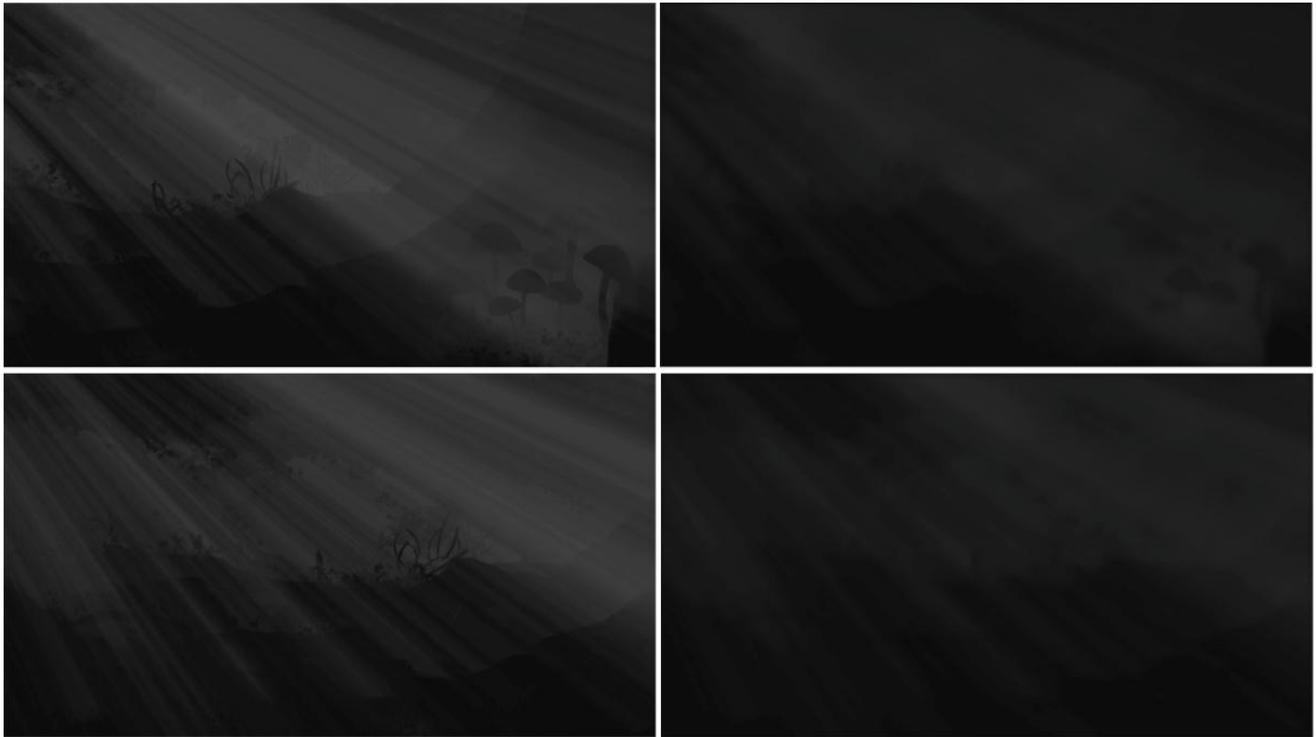
Dans ma scène de sous-bois, le cadrage est rapproché et l'utilisation d'un gobo modifie l'aspect volumétrique des faisceaux de lumières en leur donnant une forme découpée dans l'espace. Tout ceci implique donc des questions d'échelle, de réalisme et de perception. Pour répondre à cette question et partant sur une esthétique réaliste voire photoréaliste, je me suis tout naturellement inspiré de la représentation graphique de la lumière volumétrique dans WWF Wonder World FuR "Dolyphan", de Mikros image. Plus précisément, des artefacts de rayon lumineux visibles, mais pas nets, une lumière présente, mais pas intense et surtout non uniforme sur l'ensemble de l'image.

J'ai donc entrepris de flouter ma passe de lumière volumétrique qui dessinait très nettement les rayons de la lumière due au gobo, pour adoucir ces artefacts et enlever le côté théâtral de la hiérarchisation de l'espace.

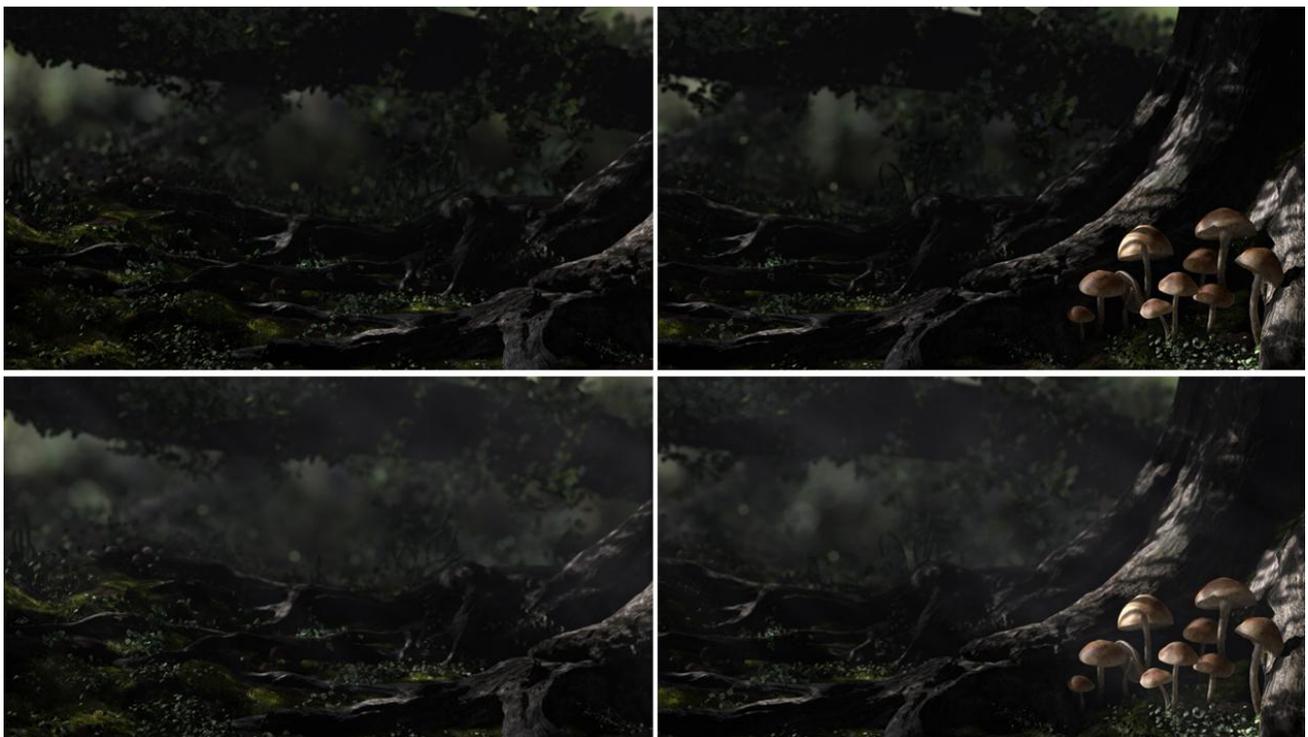
Pour accentuer la non-uniformisation de ma lumière volumétrique, j'ai rajouté un noise qui impacte sur l'intensité lumineuse. Et enfin, j'ai considérablement atténué ma passe pour qu'elle se confonde mieux au décor et que le rendu soit plus plausible.

Mon rendu final représente donc une lumière volumétrique discrète, qui ajoute un ressenti à la lumière sans lui donner trop d'importance. Les artefacts lumineux sont présents, mais ne hiérarchisent pas l'espace.

L'ensemble me paraît crédible, cohérent vis-à-vis de ma lumière et apporte vraiment à l'atmosphère esthétique de ma scène.



*Fig. 24 : Passe de lumière volumétrique avant et après retouches*



*Fig. 25 : Composition de la lumière volumétrique, première et dernière image*

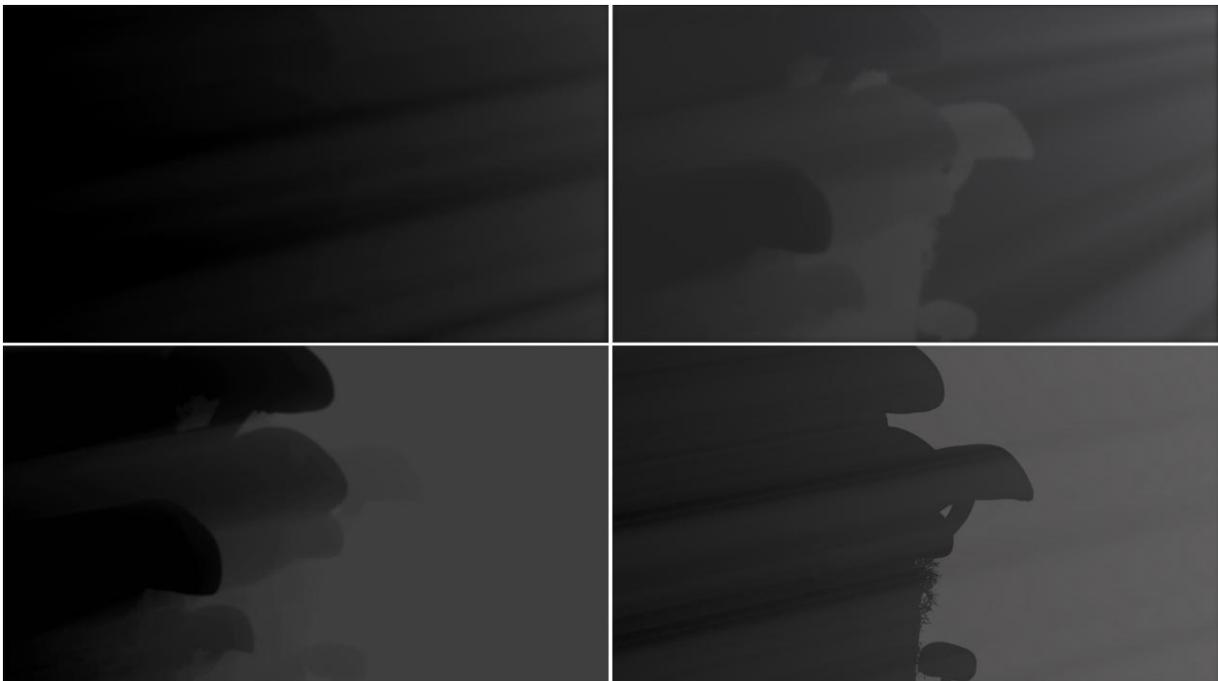
Dans une image macrophotographique, il est peu courant que la lumière volumétrique soit perceptible. En effet, comme on a pu le voir avec les références visuelles il est rare de percevoir cet effet à cette échelle. Elle est plus souvent caractérisée par un voile blanc uniforme qui a tendance à aplatir l'image.

Cependant dans de rares occasions, même à une échelle macroscopique, la lumière volumétrique peut être visible, comme nous le montre Vadim Trunov. Elle est légère, mais présente.

Dans mes scènes à échelle macroscopique, je me suis donc posé cette question :

À une échelle plus petite est-il réaliste et cohérent de voir une lumière volumétrique?

N'ayant pas réellement de référence sur laquelle je pouvais me référer, j'ai entrepris de nombreux tests de la perception de cette lumière allant d'un voile complètement blanc, à des artefacts fins et visibles.



*Fig. 26 : Essais de différentes esthétiques de la lumière volumétrique*

J'ai finalement opté pour le mix d'un voile blanc et l'intégration de légers artefacts de lumière. Cette accumulation d'esthétisme m'a permis de jouer sur les critères réalistes de cet effet lumineux avec d'un côté un voile uniforme sur l'ensemble de ma scène et en même temps l'apport de la direction de la lumière par un léger artefact.

Cette bifurcation du réalisme, en jouant sur la visibilité de la lumière volumétrique à deux échelles différentes, donne un résultat esthétique très crédible, cohérent et souligne l'atmosphère lumineuse de ma composition.



*Fig. 27 : Composition de la lumière volumétrique*

Tout au long de cette étude de la lumière volumétrique dans un environnement forestier, on peut constater que l'esthétisme de celle-ci dépend surtout du parti pris que l'on prend. Effectivement, le réalisme de cet effet lumineux n'est pas synonyme de cohérence. J'ai pu m'apercevoir que l'éloignement de la lumière naturelle et tous les paramètres que cela inclut apporte souvent plus à l'image. S'éloigner de la réalité, donne parfois un rendu plus réaliste en 3D. Il suffit de trouver un équilibre.

## II. La Matière

### 1. Interaction entre la lumière et la matière

#### a. Réaction optique entre la lumière et la matière

La matière par définition est une substance constituant les corps doués de propriétés physiques. La matière est donc, ce dont les corps sont faits (atome, ions ou molécules), elle possède des qualités et des propriétés et elle peut être le siège de divers phénomènes. En ce sens, lorsque la lumière arrive sur la matière, à l'échelle atomique différents phénomènes se produisent : l'absorption, la réfraction ou encore la réflexion. Les rayons lumineux arrivant sur une surface sont donc soit absorbés, c'est-à-dire transformés en énergies, soit ils parcourent la matière en déviant de leur direction initiale, soit ils ressortent immédiatement. Tout ceci dépend de la nature de la surface et des propriétés du matériau. Cependant, ces échanges d'énergie entre la lumière et la matière obéissent aux lois de la conservation de l'énergie, c'est-à-dire que la lumière incidente est égale à la somme de la lumière réfléchie, réfractée et absorbée.

Dans la pratique, cela signifie que par exemple lorsqu'un matériau possède plus de réflexion, les rayons lumineux absorbés et réfractés seront automatiquement réduits en conséquence. Cependant dans la réalité, il n'y a pas vraiment de matière « pure ». En effet, il y a toujours un peu des trois phénomènes qui se produit.

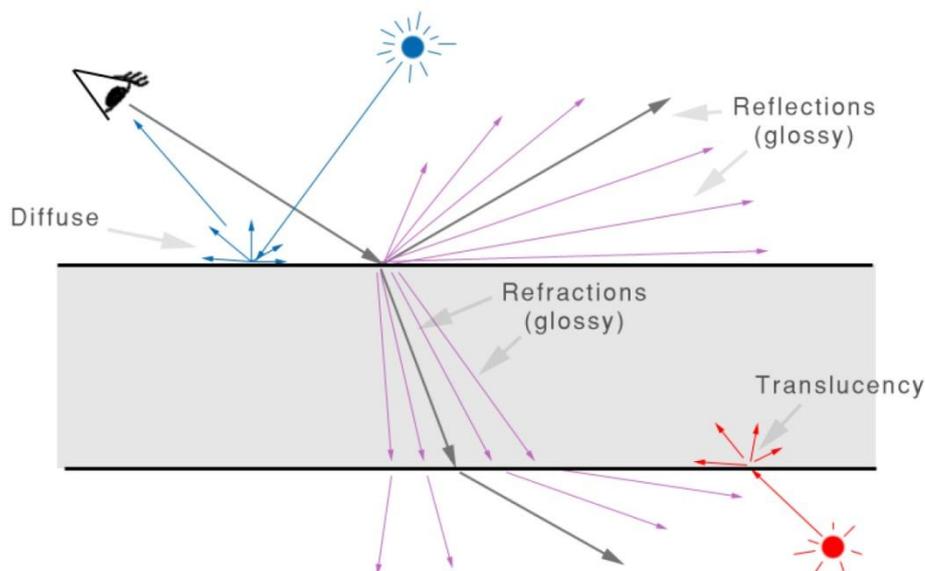
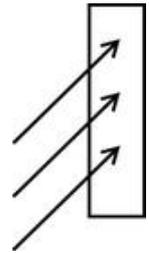


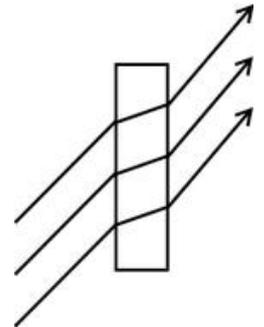
Fig. 28 : Schéma représentatif de l'échanges d'énergie entre la lumière et la matière

Par la suite, je ferais un bref récapitulatif, des phénomènes entrants en compte dans l'échange d'énergie entre la lumière et la matière dans la création d'images de synthèse :

L'absorption : La lumière traverse la surface et les longueurs d'onde lumineuse sont absorbées, certaines partiellement et d'autres complètement. L'énergie lumineuse absorbée se répercute sur les atomes ce qui produit de la chaleur. Le bois est un exemple de matière très absorbante.



La réfraction : la lumière traverse la surface et au contact du nouveau milieu, les rayons dévient. Il existe des indices de réfraction pour chaque milieu. De plus, on peut avoir des réfractions plus aux moins diffuses et spéculaires. Ce phénomène peut être visible à l'œil nu lorsque l'on met une paille dans un verre d'eau.

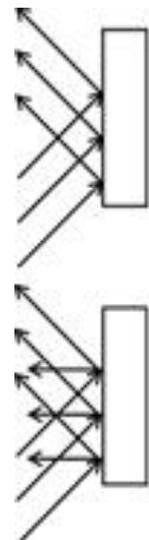


La réflexion :

Lorsque la lumière arrive sur une surface homogène et parfaitement lisse, les rayons incidents rebondissent en un rayon réfléchi unique. Les miroirs et le verre sont des exemples de surface lisse réfléchissante.

Lorsque la lumière arrive sur une surface irrégulière, rugueuse, les rayons incidents sont légèrement absorbés puis réémis dans différentes directions. La terre est un exemple de ce phénomène.

De même que pour la réfraction ce phénomène est plus ou moins diffus et spéculaire.



Comme on peut le constater, les matériaux peuvent avoir deux comportements en ce qui concerne la réflexion et de la réfraction : spéculaire ou diffus. Un matériau a un comportement spéculaire si un rayon qui le frappe continue son chemin, après déviation, sous forme d'un seul rayon et il a un comportement diffus si ce rayon devient multiple. En pratique, plus une réflexion est spéculaire, plus le matériau est brillant et plus la réflexion tend à être diffuse, plus le matériau aura tendance à être mat.

De plus, en 3D les réflexions et les réfractions spéculaires sont séparées en deux types : les réflexions et réfractions spéculaires dite « parfait » et les réflexions et réfractions dite « glossy ».

Les réflexions et réfractions spéculaires dite « parfait », sont celles que nous avons décrites juste au dessus, et celles dite « glossy » sont plus complexes et plus réalistes. En effet, les rayons réfléchis ou réfractés se font à l'intérieur d'un cône. Une petite valeur de glossy correspond à un cône très étalé qui peut s'apparente à un phénomène diffus, et à l'inverse une grande valeur donne un cône plus précis et du coup plus de brillance.

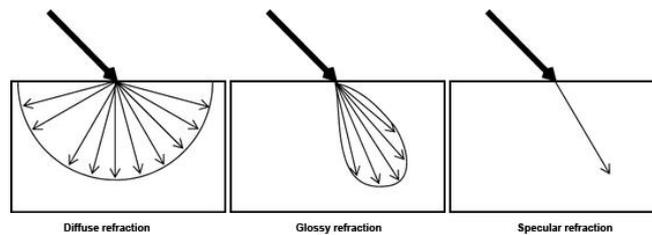


Fig. 30 : Schéma de la réfraction de la lumière : diffuse, glossy et spéculaire

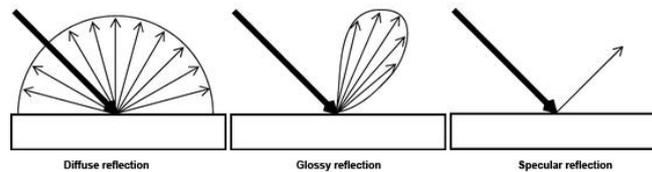
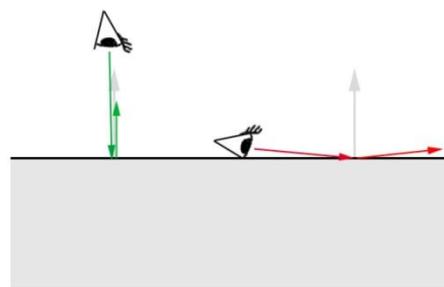


Fig. 31 : Schéma de la réflexion de la lumière : diffuse, glossy et spéculaire

La réflexion possède aussi une autre spécificité physique. En effet, la réflexion spéculaire dépend souvent de l'angle de vue de l'observateur.

Un paramètre en 3D a été créé pour gérer cela : le BRDF ( Bi-directional Réflectance Distribution Fonction).



0 degree (green) and 90 degree (red) view angles

Fig. 32 : Schéma de la gestion du BRDF

## **b. Propriétés de la matière**

La couleur, la réflexion ou encore la rugosité des objets que nous voyons dans le monde naturel est le résultat de la manière dont les objets interagissent avec la lumière. Quand une onde lumineuse frappe un objet, elle peut être absorbée, réfléchi ou réfractée par l'objet comme nous venons de la voir, avec une loi de conservation de l'énergie. Les valeurs des composants de cette loi changent en fonction des longueurs d'onde, c'est-à-dire en fonction des caractéristiques de la matière. On peut donc identifier et isoler le comportement de chaque matière en fonction de la lumière. Par exemple une feuille de papier a un coefficient de réflexion diffus de 80 %, ce qui signifie qu'elle réfléchit 80 % du flux incident d'une lumière blanche. Chaque matière a donc sa propre identité optique.

Il existe de nombreuses matières dont les aspects et les propriétés sont différents. Ces matières peuvent être regroupées dans des catégories de matériaux : les métaux, la céramique, le plastique, les matériaux organiques et ceux transparents. Chacune de ces catégories possède des bases communes dans leurs compositions. Par exemple, les métaux sont fortement réfléchissants et les matières transparentes ou translucides ont beaucoup de réfraction. Mais tous ces critères ne peuvent pas être établis comme des généralités. En d'autres termes, des matières peuvent détenir des caractéristiques proches, mais ne peuvent pas se définir de la même façon. Ainsi, un chrome ne peut pas être entièrement associé à un métal rouillé. D'un point de vue structurel, ces deux matières peuvent être équivalent, mais pas d'un point de vue visuel. En effet, au niveau de la perception d'une matière, d'autres paramètres rentrent en compte, comme l'environnement qui influencera la surface d'une matière et en conséquence l'interaction de la lumière.

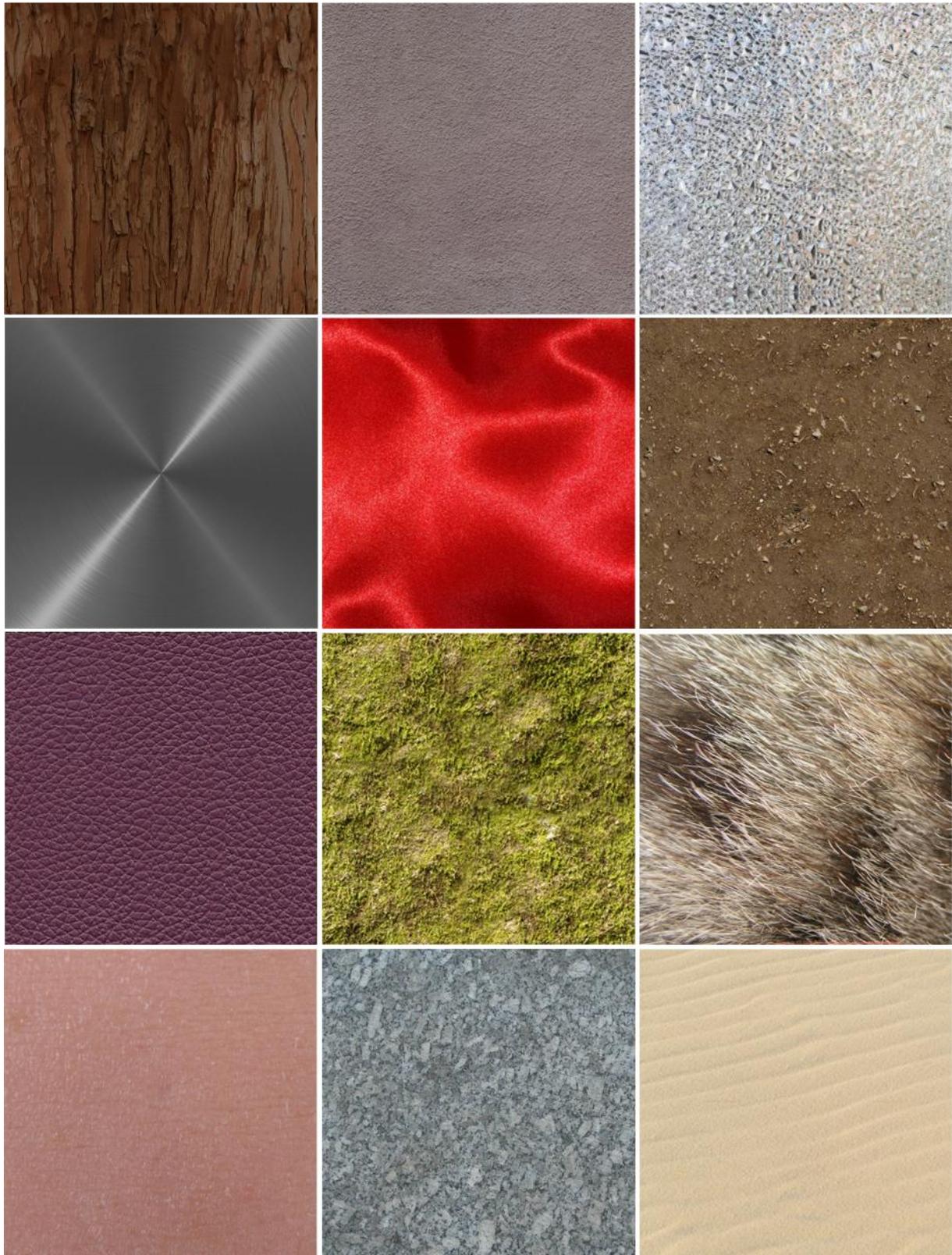
C'est pourquoi, quand on veut reproduire une matière en 3D, on ne peut pas reprendre simplement les caractéristiques communes d'un matériau, il faut avant tout se renseigner sur la composition de celui-ci, l'observer sous différents angles, afin de percevoir les moindres réactions à la lumière.

Dans maya, cette distinction de matière se fait grâce au shader<sup>36</sup>. Le réglage du shader : réflexion, réfraction, etc., permet de distinguer visuellement deux matières différentes.

---

<sup>36</sup> Le shader est le matériau appliqué à un objet. Il contient les informations de relief, de couleur, de transparence et de réflectivité, etc..

Par la suite, une sélection non exhaustive, de matériaux.



*Fig. 33 : Exemples de différents types de matière*

### c. Esthétique de la relation lumière/matière

La lumière, comme nous avons pu le voir, à une interaction globale sur la scène et une action locale à la surface des objets.

Cette interaction entre la lumière et la matière à la surface d'un objet permet de donner du réalisme et une perception particulière à la matière. En effet, on constate que la lumière donne des informations sur les caractéristiques de la matière et inversement la matière donne des indications sur l'intensité et la direction de la lumière. Mais cette relation crée aussi naturellement une esthétique.

Cette esthétique de la relation lumière/matière est notamment visible et mise en valeur à l'échelle macroscopique. En effet, avec ce point de vue on est au plus près de la matière et celle-ci peut nous offrir la visualisation que cette relation entraîne.

Sharon Johnstone<sup>37</sup> illustre très bien la mise en valeur des phénomènes optiques entre la lumière et la matière. Dans sa série de photographie *Drop*, qui est constituée seulement d'aiguille ou de clou et de gouttes d'eau, toute la richesse de l'image se porte sur la réflexion et la réfraction de l'environnement. Elle utilise les propriétés physiques d'une matière, l'eau, pour créer une atmosphère et une sensibilité graphique. La goutte d'eau est ici considérée comme support créatif et visuel d'une photographie d'art.



Fig. 34 : Série de photographie "Drop", Sharon Johnstone

---

<sup>37</sup> Photographe d'art

Les phénomènes d'absorption, de réfraction et de réflexion révèlent la rugosité d'une surface et sa structure atomique. Ainsi, cette relation entre la lumière et la matière permet dans certains cas de nous faire entrevoir la nature véritable de certaines surfaces. Par exemple, un objet qui de base est opaque peut, simplement par cette l'interaction, nous donner une impression d'objet transparent. Ce phénomène est caractéristique des matières translucides. Une matière est dite translucide lorsque la lumière pénètre dans la surface et est diffusée par le matériau, c'est-à-dire que la lumière à différentes profondeurs rebondit un peu et est ensuite soit absorbée, soit réfléchi à nouveau.

L'effet de translucidité donne une esthétique particulière à un objet. Deux exemples illustrent bien cette relation particulière: une photographie d'escargot de Vadim Trunov, et la publicité d'Amnesty International, réalisée par Mécanique Générale<sup>38</sup>.



*Fig. 35 : Images représentatives de la mise en valeur d'une matière translucide*

---

<sup>38</sup> Entreprise d'image et de film d'animation 3D

De plus, comme nous avons pu l'apercevoir, l'interaction et l'esthétisme de la lumière à la surface d'un objet dépendent de la distance d'observation<sup>39</sup>. Plus on est proche d'un objet, plus l'impact de la lumière sur une matière est visible.

Par exemple, le rendu de l'herbe diffère du tout au tout selon son échelle. À une échelle macroscopique, chaque brin d'herbe est identifiable et possède sa propre apparence, qui peut se différencier d'un brin à un autre en fonction de l'interaction de la lumière. À une échelle mésoscopique<sup>40</sup>, l'herbe peut être associée à une fourrure qui réagira donc comme un ensemble irrégulier à la lumière. Et enfin, à une échelle microscopique l'herbe devient une surface unie qui réagira à la lumière en fonction de l'angle de vue.



*Fig. 36 : Perception de l'herbe et de sa matière à différentes échelles*

En définitive, on ne peut pas dissocier la lumière de la matière, elles sont étroitement liées. Elles se croisent, s'entrechoquent et s'absorbent continuellement. Cette relation commence au niveau atomique et fini au niveau esthétique.

Cette relation est d'autant plus vraie en image de synthèse, car en plus d'être en corrélation, en 3D la lumière et la matière se conçoivent en même temps. Pour une matière donnée, celle-ci réagira différemment si la lumière change.

---

<sup>39</sup> Propos retenu de la thèse de Charles de Rousiers, p 34.

<sup>40</sup> Echelle intermédiaire entre l'échelle microscopique et l'échelle macroscopique

## 2. La translucidité

Une matière translucide, et pour moi, la représentation la plus flagrante de l'interaction de la lumière et de la matière, tant au niveau visuel qu'au niveau esthétique.

Petit rappel, la translucidité apparaît lorsqu'un matériau laisse passer des rayons lumineux à travers lui, mais la diffusion chaotique dévie ces rayons lumineux. Ces déviations créent alors des réflexions floues c'est-à-dire que l'on ne voit pas nettement à travers la matière.

Cette translucidité est une caractéristique de nombreux matériaux, à la fois naturelle et artificielle : les plantes, la cire ou encore les peaux organiques.

Cependant, la visibilité de la translucidité d'un objet n'est pas systématique. En effet, notre propre peau dans un environnement lumineux ambiant ne présente pas de trace visuelle de cette translucidité. En revanche lorsqu'on met notre main devant une source lumineuse une lueur rouge se propage sur les parties fines de la paume. La lumière a traversé les couches internes de la peau, principalement rougeâtre, pour en ressortir de l'autre côté. Ainsi le type de lumière, sa position et son coefficient de propagation dans une matière influencent la visualisation de la translucidité.

Néanmoins, cette visualisation est très fréquente dans notre vie de tous les jours et dans la nature, comme par exemple une bougie allumée ou la lumière du soleil traversant les feuilles d'un arbre. En conséquence, la translucidité est indispensable en image de synthèse pour un rendu photo-réaliste.

Par la suite, nous verrons comment obtenir cet effet de translucidité dans une image 3D d'un point de vue technique et esthétique.



*Fig. 37 : Exemples de matières translucides*

## a. Subsurface Scattering

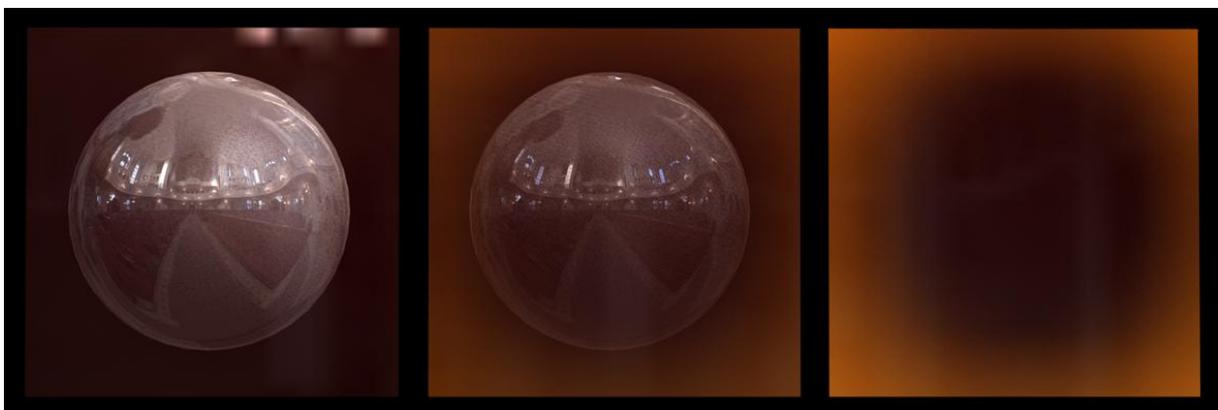
Le Subsurface Scattering dit SSS, est une technique de rendu 3D qui permet de simuler les matières translucides. Il existe plusieurs types de shaders SSS en corrélation avec la multitude de matières translucides réelles. En effet, en fonction de la matière réelle de l'objet que l'on veut reproduire on n'utilisera pas le même shader.

Ici il serait trop long de faire la liste de tous les shaders de subsurface scattering et de leurs propriétés. J'évoquerais donc trois shaders : le mia\_material, le miss\_Fast\_simple et le miss\_Fast\_skin.

Le mia\_material : Le paramètre de translucidité du mia\_material est traité comme un cas particulier de la transparence. Pour que l'objet soit translucide, il faut d'abord que celui-ci ait un certain degré de transparence, c'est-à-dire que si la transparence est nulle, alors la translucence est inexistante, mais si la valeur de translucence est à 1, alors toute la transparence sera translucide.

La translucence du mia\_matériau n'est pas un vrai effet de SSS. Il imite l'effet sans qu'il ait réellement de réfraction dans la matière. C'est pourquoi il est surtout utilisé pour des matériaux fins, avec l'option "thin walled"<sup>41</sup>, comme des rideaux ou du papier.

Pour la suite je ne ferais pas référence à ce shader lorsque mes propos parleront de subsurface scattering. Par contre, il est important de le connaître, car cela reste une possibilité pour créer un effet de SSS. Personnellement, je l'utilise ponctuellement pour ajouter un léger effet d'impact de lumière plutôt que pour avoir un réel effet de SSS.



*Fig. 38 : Exemple de translucence du mia\_matériau.  
pour un plan transparence à 0.75, translucence : 0 (gauche) - 0.5 (milieu) - 1 (droite)*

---

<sup>41</sup> Terme anglais : "paroi fine"

Le miss\_Fast\_simple : Les paramètres du miss\_Fast\_simple se décomposent en trois parties. La première partie correspond aux paramètres du unscatter layer, c'est-à-dire l'établissement de la couleur du matériau sans l'impact de la translucence. Les paramètres sont :

- Le diffuse color est équivalent à la couleur de l'objet.
- L'overall color à une luminosité additionnelle qui influe sur tous les paramètres de couleurs du shader.
- Le diffuse weight à un multiplicateur pour permettre un réglage plus précis.

La diffuse et l'overall color se multiplie entre elles, mais si l'une ou l'autre est blanche il n'y a aucune incidence sur la couleur.

La deuxième partie fait référence aux paramètres de surface de l'objet : rugosité (bump), spéculaire, etc. ces paramètres sont important pour l'esthétique de la matière, mais nous reviendrons dessus plus tard.

La troisième partie est consacrée aux paramètres de subsurface scattering. Ces paramètres différencient la lumière réfléchié : Front scatter et la lumière réfractée : le Back scatter.

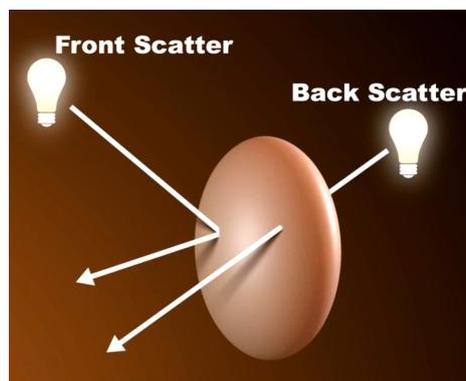


Fig. 39 : Schéma représentatif du Front scatter et tu Back scatter

Le Front scatter et le Back scatter possèdent tous deux comme paramètres :

- Le SSS color qui correspond à la couleur.
- Le SSS weight, un multiplicateur de l'intensité lumineuse.
- Le SSS radius une précision de la distance de dispersion/diffusion, de la lumière. Plus la valeur du radius est faible, plus il y a de détails et une valeur trop importante peut apporter du grain.

Le Back scatter possède en plus un paramètre pour contrôler la profondeur de pénétration de la lumière dans l'objet : le Back SSS Depth.

- Ensuite, il y a deux onglets pour paramétrer globalement le shader : Lightmap<sup>42</sup> et Algorithm control.

Dans le premier onglet, on a d'abord :

- Les caractéristiques de la map de la lightmap : taille, profil colorimétrique, etc.
- Le réglage du nombre de sample<sup>43</sup>, c'est-à-dire le pourcentage d'information qui sera pris de la lightmap pour le rendu. Plus la valeur de sample est élevée plus la pénétration de la lumière dans un objet sera définie donc on aura visuellement une réduction du grain.

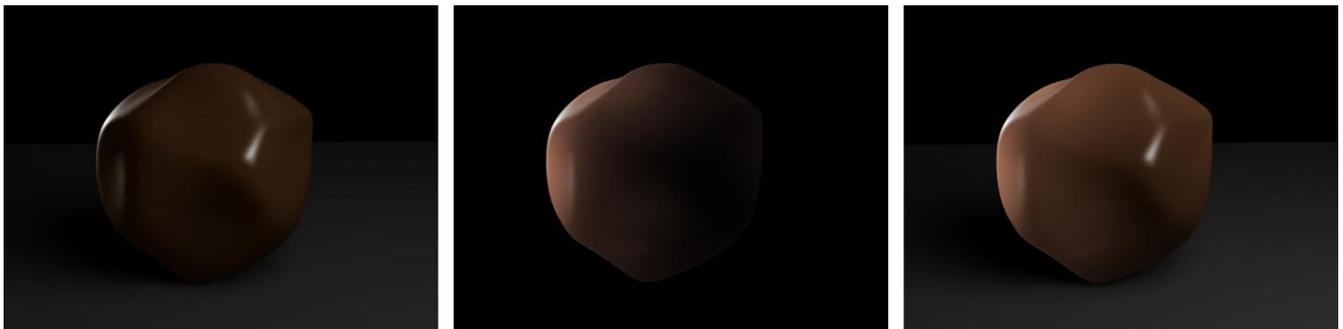
Dans le deuxième onglet, on retrouve :

- Le scale conversion qui correspond à une division linéaire de toutes les distances. C'est un paramètre d'échelle.
- Le falloff qui est un paramètre d'atténuation.

Malgré toutes les options du shader, une fois que l'on a compris le rôle de chaque paramètre, il est simple d'utilisation.

Ce shader est particulièrement utilisé pour les objets translucides où la lumière pénètre assez peu, ou pour des objets fins, comme par exemple l'ambre et les grains de raisin.

Personnellement, pour faire un effet de SSS sans critères particuliers, j'utilise presque automatiquement le miss\_Fast\_simple.



*Fig. 40 : Exemple de translucence du miss\_Fast\_simple  
Front scatter (gauche) - Back scatter (milieu) - Rendu final (droite)*

<sup>42</sup> Image 32 bits, stockant toutes les informations de profondeur et d'irradiance depuis la vue camera, d'un objet. Elle permet d'optimiser les temps de calcul.

<sup>43</sup> Terme anglais pour signifier échantillon

Le miss\_Fast\_skin : Ce shader possède les mêmes caractéristiques que le miss\_Fast\_simple ainsi que quelques paramètres en plus, qui en font sa spécificité.

Par la suite, je détaillerai seulement les paramètres qui diffèrent du miss\_Fast\_simple.

Les paramètres, de subsurface scattering, se différencient en trois parties : l'epidermal scatter, le subdermal scatter et le back scatter.

- L'épidermal scatter permet la gestion de la lumière en surface c'est-à-dire qu'il contrôle la teinte primaire de l'objet.
- Le subdermal scatter représente une couche interne, ou généralement, grâce à une map on ajoute des détails (veines, varice...).

De plus, le miss\_Fast\_skin contient des paramètres de spéculaire important : un principal, un secondaire et un paramètre de réflexion.

- Le premier agit sur des zones larges avec une réflexion douce.
- Le deuxième sur des parties étroites avec une réflexion plus abrupte.
- Le troisième fait effet sur la largeur et la brillance des arêtes de la géométrie.

Ce shader est donc principalement conçu pour créer la translucidité de la peau, mais son utilisation peut s'étendre à toute matière possédant un effet de SSS similaire. Par exemple les champignons.

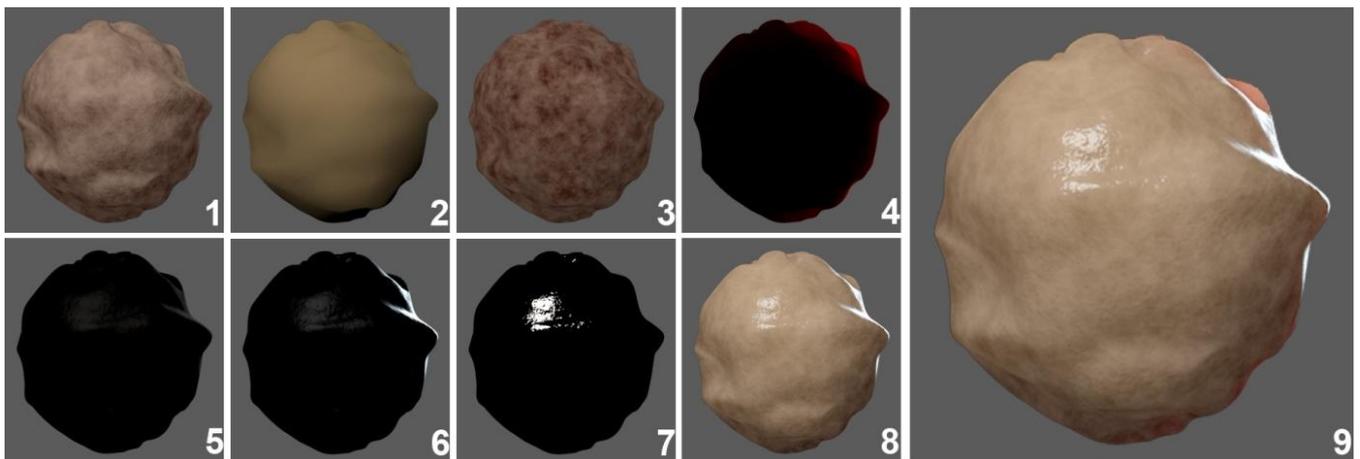


Fig. 41 : Exemple visuelle des paramètres du miss\_Fast\_skin

1. Diffuse color - 2. Epidermal scatter - 3. Subdermal scatter - 4. Back scatter - 5. Primary specular - 6. Secondary specular - 7. Réflexion - 8. Addition des couches sans le back SSS - 9. Résultat final

## b. Technique du SSS

Il n'y a pas de méthode unique pour créer une matière SSS. Ici je parlerais uniquement de la mienne, mais je ne la présenterai jamais comme une règle universelle.

Réglage de la lumière :

La position et l'intensité des lumières sont particulièrement importantes lorsqu'on veut faire ressortir un effet de SSS. En effet, dans la réalité ou en 3D c'est un transport de lumière de l'arrière vers l'avant d'un objet qui crée cet effet. De ce fait, certaines couches ne dépendent que de la lumière arrière c'est-à-dire une lumière positionnée derrière l'objet.

L'activation des ombres est aussi un critère primordial pour qu'un effet de SSS soit visible.

Dans la configuration d'une scène, il est donc nécessaire d'avoir au minimum une lumière de face pour l'éclairage principal de l'objet et une lumière de derrière pour avoir une pénétration de celle-ci. Plus cette lumière de dos sera forte, plus la visibilité du SSS sera importante. Cependant, d'autres paramètres comme le coefficient de propagation jouent sur cette visibilité. Donc de base, il est plus judicieux de laisser une intensité intermédiaire qui permettra par la suite, si on le souhaite, un réajustement plus simple.

En ce qui concerne les ombres, celles-ci doivent être correctes donc l'emploi des Raytrace Shadow<sup>44</sup> est plus pertinent.

Pour un réglage optimum de cet éclairage, il est plus astucieux d'ajuster les lumières en utilisant un lambert<sup>45</sup> ou un blin<sup>46</sup> sur la géométrie. De plus, rien n'empêche, par la suite, l'enrichissement de ce set de base avec d'autres lumières direct ou indirect.



Fig. 42 : Exemple de réglage de la lumière

44 outil physiquement correcte permettant un rendu des ombres

45 Shader de base de maya. il n'a pas de réflexion ni de spéculaire

46 Shader de maya particulièrement réfléchissant.

Création du modelé :

Pour ce qui concerne la géométrie, il n'y a pas vraiment de contrainte, mais seulement deux règles à appliquer pour que l'effet de translucence soit visible.

La première est que la géométrie soit définie par un volume plein pour qu'il puisse avoir pénétration de lumière. Cependant, attention aux différences de profondeur d'un même objet, car cela influencera les paramètres de propagation de la lumière.

La deuxième s'applique au normal des faces. Celles-ci doivent être correct donc orienté vers la caméra.

Réglage du Shader :

Pour obtenir un résultat pertinent et assez rapidement du subsurface scattering, travailler le shader d'abord comme un matériau commun et ensuite appliquer le SSS est une bonne méthode.

Pour commencer, on paramètre donc le shader de SSS comme un matériau standard, c'est-à-dire que l'on agit sur la couleur, la rugosité avec le bump et le spéculaire.

Le réglage de la couleur de base de l'objet se fait soit dans la diffuse color, soit dans l'overall color. L'un ou l'autre de ces paramètres n'apportent pas une spécificité particulière. Il est donc à notre convenance d'en choisir un. Par habitude, j'applique ma texture dans l'overall color. De plus, pour une meilleure visualisation de notre couche de diffuse, le paramètre de weight doit être à 1, ce qui évite qu'elle soit atténuée.

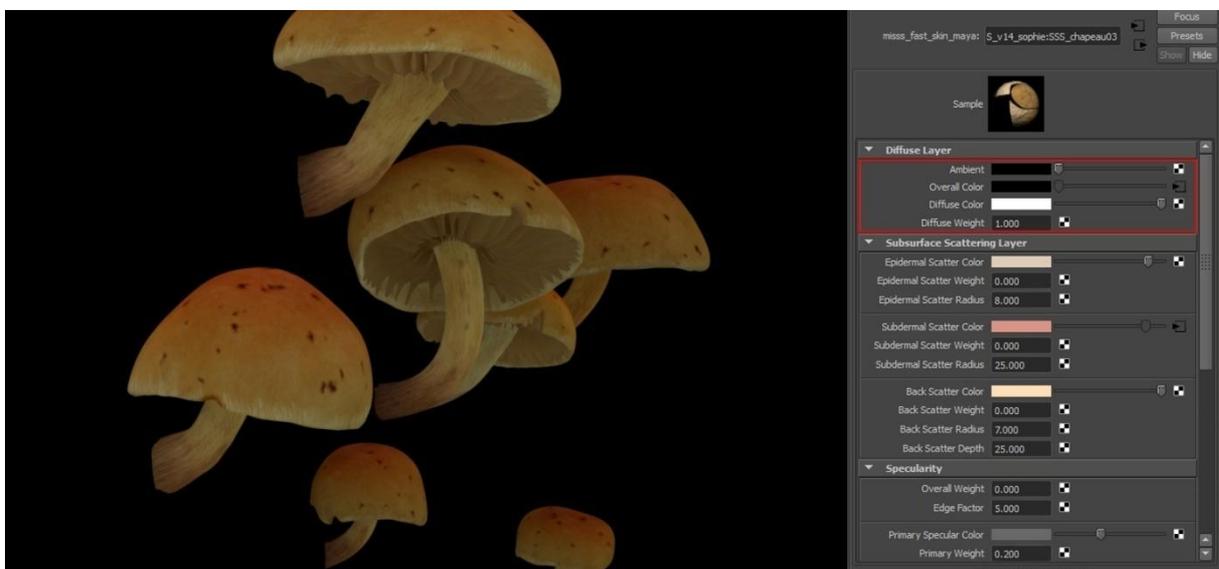
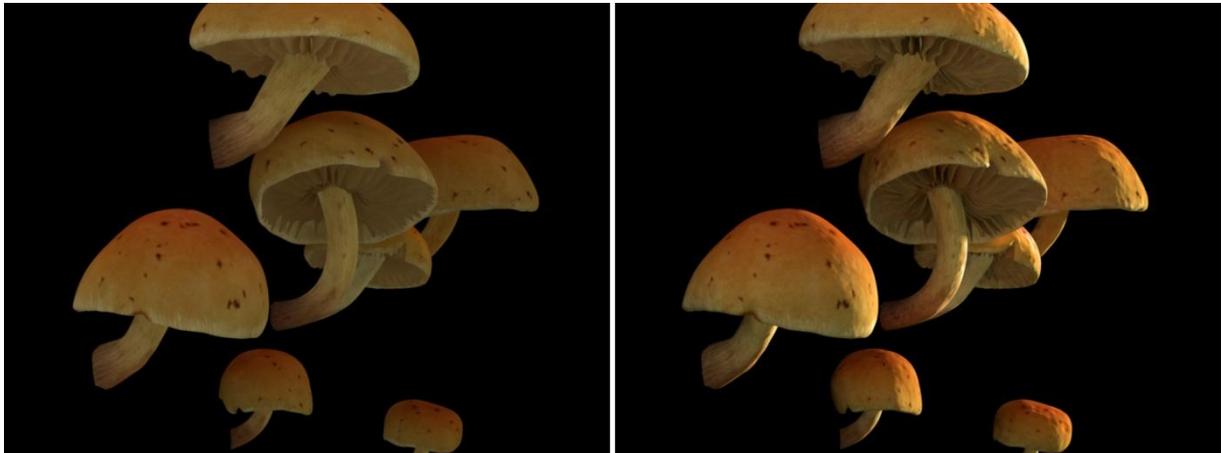


Fig. 43 : Exemple de réglage de la diffuse

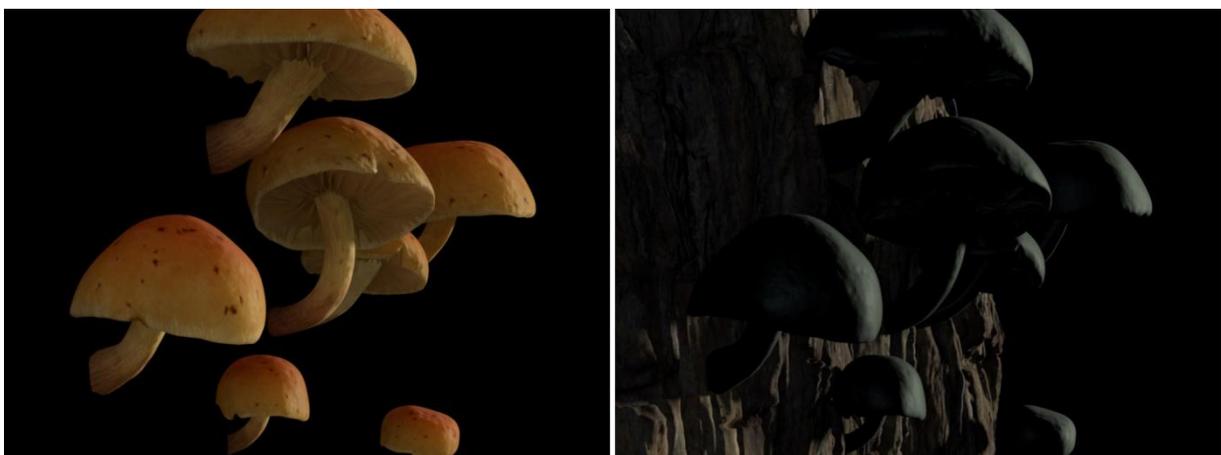
Ensuite, la surface d'un objet est rarement complètement lisse, il est donc important d'y apporter de l'irrégularité, même la plus subtile. Ceci se fait à l'aide du bump. Dans ce nœud on connecte une map de bump en noir et blanc ou une map de normal map<sup>47</sup>. La normal map apporte plus d'informations et de nuances donc il est préférable d'utiliser celle-ci pour un rendu plus détaillé et fin.



*Fig. 44 : Exemple de bump : Sans bump (Gauche), Avec bump (Droite)*

En ce qui concerne le spéculaire, ces paramètres dans les shaders SSS sont souvent très pauvres en réglages et il ne peut pas être supprimé complètement, sauf pour le `miss_fast_skin` qui fait exception à la règle.

Pour contourner cela, on peut enlever l'émission du spéculaire des lights et régler celui-ci dans un nouveau render layer à partir d'un autre shader, par exemple le `mia_matériau`. Dans ce layer, ne surtout pas oublier de réactiver l'émission du spéculaire.



*Fig. 45 : Exemple de spéculaire réaliser avec un `Miss_Fast_Skin`*

---

<sup>47</sup> map permettant de fausser les normales d'une géométrie, pour simuler des détails

Une fois tous ces éléments paramétrés, on règle la translucence. Mais avant toute chose, il est bien d'avoir des références sur lequel se baser. En effet, le SSS étant construit au jugé, ces références visuelles seront utiles pour reproduire un effet le plus réaliste possible.

La première étape pour le paramétrage du SSS et l'augmentation des samples de la lightmap à 256, pour éviter qu'il y ait trop de grain.

Ensuite, je règle mes paramètres de SSS pour partir d'une base neutre, c'est-à-dire que j'enlève les paramètres de spéculaire et je réinitialise mes paramètres de diffuse : overall color en blanc et diffuse weight à 0.5. Puis, j'applique une couleur bien distincte à mon back scatter et mon front scatter. Généralement le premier en vert, et deuxième en rouges.

Après vient le réglage de la propagation de la lumière. Pour ne pas partir sur une valeur au hasard on peut calculer la profondeur de pénétration de la lumière dans notre objet à l'aide d'un mesure tool<sup>48</sup>. Une fois l'obtention de la profondeur, pour arriver au rapport front/back que l'on veut, il faut faire une série de tests en modifiant les paramètres. Cette étape est facilitée par la distinction très visuelle des deux composants.

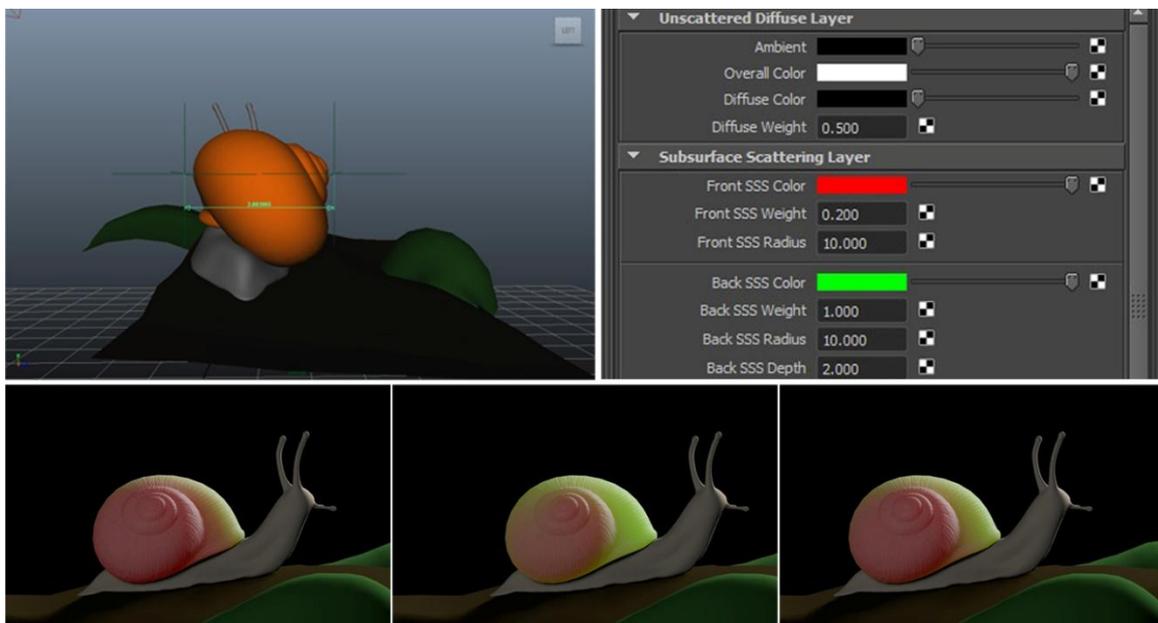


Fig. 46 : Mise en place et exemple du réglage du Front et du Back Scatter

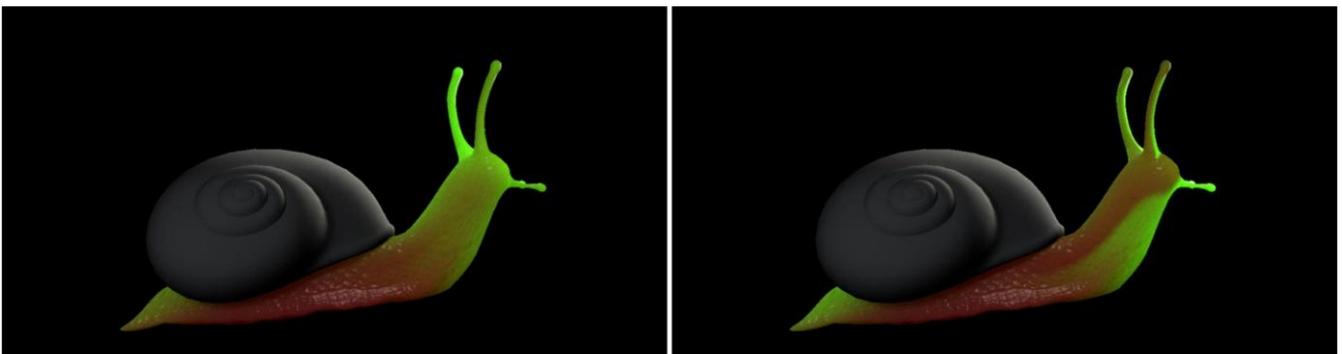
<sup>48</sup> Outils permettant de calculer la distance entre deux points

Ce rapport, comme nous venons de le voir, s'acquière par la modification des valeurs du back et du front scatter, mais l'utilisation du scale conversion peut y contribuer. En effet, lorsque la valeur du scale conversion augmente la transition entre le back et le front diminue, c'est-à-dire que visuellement le dégradé du rouge au vert est de moins en moins étalé. Cette exploitation du scale conversion n'est sûrement pas sa propriété première, mais elle est très efficace.



*Fig. 47 : Exemple de différent paramètres de scale conversion : 1 (gauche) - 1.5 (milieu) - 2 (droite)*

De plus, il peut arriver qu'on soit obligé de contraindre le back scatter à certaines parties de l'objet. Pour cela, l'utilisation d'une map en noir et blanc est nécessaire. Si on relie cette map au weight du back SSS on perd tout contrôle sur son intensité. Alors, pour garder un minimum d'emprise il est préférable de faire la connexion au niveau de la color, ainsi on garde un double contrôle. L'un par la valeur du weight et l'autre par les nuances de la map.



*Fig. 48 : Exemple d'utilisation d'une map de Back Scatter : sans map (droite) - avec map (gauche)*

Une fois l'équilibre du back et du front établi, il suffit de remplacer les couleurs rouge et vert ainsi que la diffuse par leur map de texture. Enfin, un léger réajustement des valeurs permet d'obtenir notre shader.

En ce qui concerne le rendu, la plupart des shaders ne possèdent pas de render passe<sup>49</sup>, il faut donc créer ces différentes couches manuellement. En pratique, il suffit d'isoler chaque composant du shader, diffuse, front, back et spéculaire dans un render layer<sup>50</sup> séparé et mettre le weight des autres composants à 0. Même si ce processus est long et demande une grande vigilance en réglant les passes de rendu manuellement, on a un contrôle absolu sur chacune.

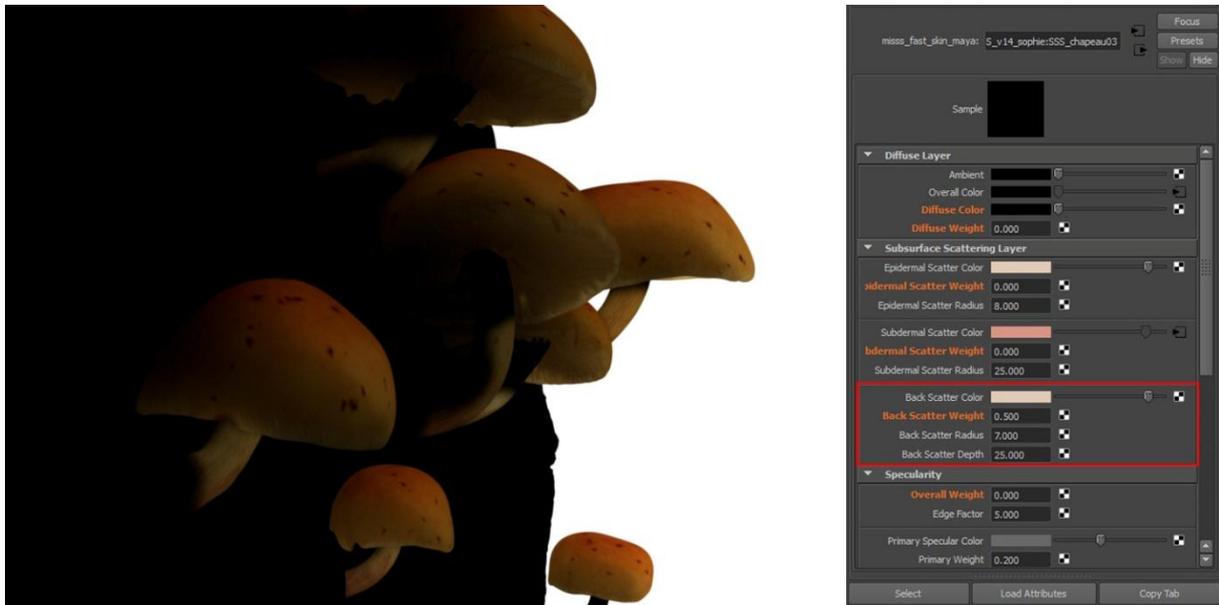


Fig. 49 : Exemple d'une render passe : Back Scatter

### c. Esthétisme

La translucence par ses caractéristiques nous permet d'entrevoir l'intérieur d'un objet par l'intervention de la lumière. Cet esthétisme est d'autant plus exploitable en image de synthèse. En effet, le shader de SSS, comme nous venons de le voir, différencie la texture de diffuse qui représente la colorimétrie de la surface de l'objet, et la texture de back SSS qui peut être assimilée à une texture de l'intérieur. Il est courant que la couleur du back SSS soit unie, pour seulement apporter un transfert de lumière, toutefois utiliser ce paramètre pour ajouter de la contenance « au dedans » de la matière apporte une richesse à celle-ci. De plus, la mise en valeur de cet intérieur peut paraître incohérente et cette incohérence permet en 3D de tromper la réalité et de rajouter un volume purement esthétique.

<sup>49</sup> Option permettant de rendre automatiquement divers attributs séparément.

<sup>50</sup> Création manuelle de différents calques permettant de gérer séparément à la main différents attributs

Cet effet peut être doublé par la contrainte de la propagation de la lumière via une map de back SSS comme nous l'avons vu précédemment. Cette map, simule aussi un volume, une structure intérieure à une géométrie. Tout ceci correspond à un ajout de matière, mais parallèlement à un ajout de réalisme et la détermination d'une esthétique.

Par ailleurs, le SSS apporte une douceur à l'image. L'intervention de la lumière sur la matière et la retranscription de celle-ci, à travers elle, donne une impression « velouté » malgré l'intensité de celle-ci. Cette impression peut aller jusqu'à l'atténuation d'un volume et de son spéculaire.

Pour finir, le travail esthétique du SSS débute dès sa création dans maya par le réglage précis des différents paramètres, mais il se joue aussi en post production.

Le fait de séparer au rendu les différentes parties du SSS, permet par la suite de les réajuster indépendamment, en jouant sur leur intensité, leur colorimétrie, etc.

Ensuite, on reconstruit le volume de l'objet par un processus d'empilage des différentes couches.

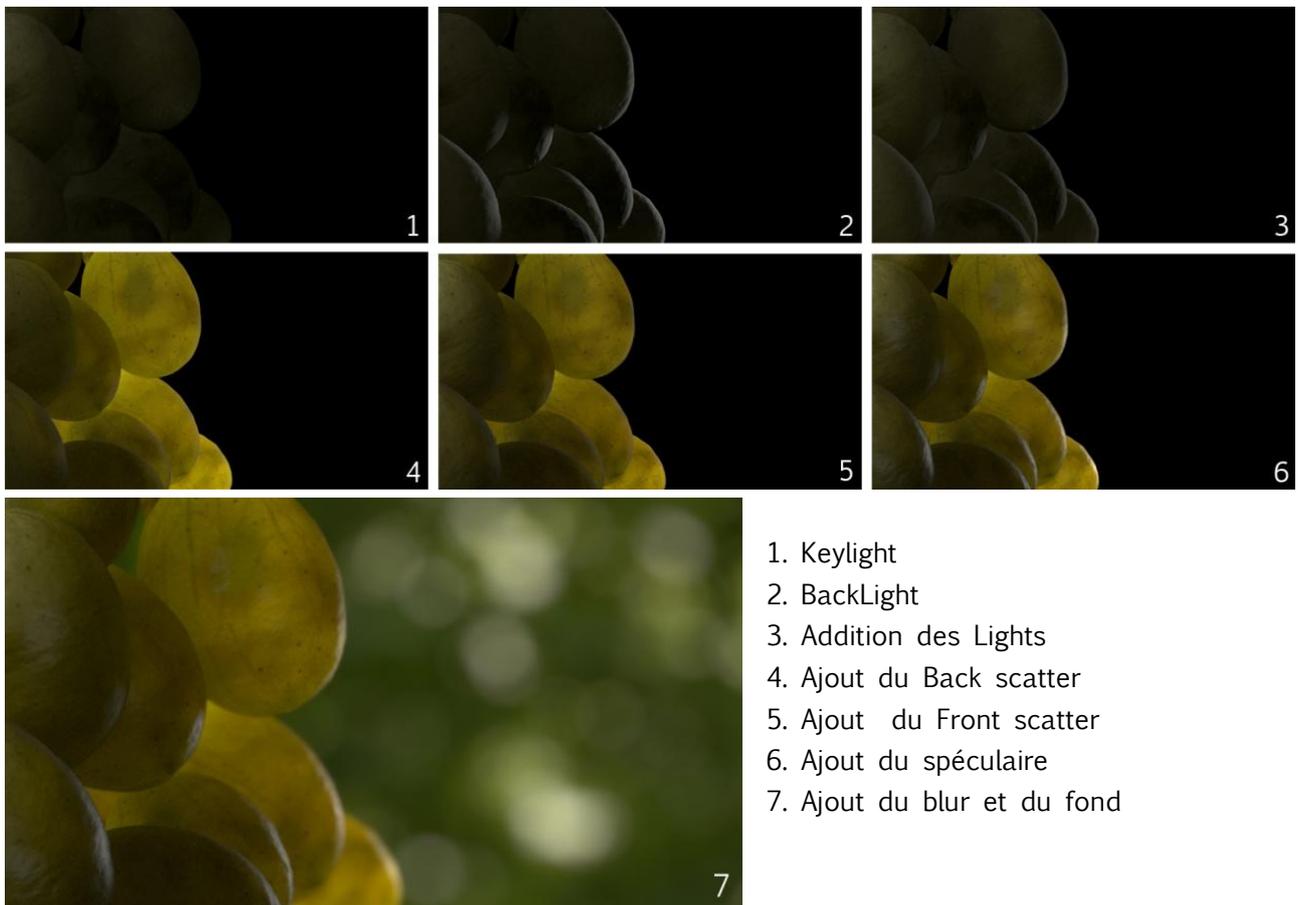


Fig. 50 : Compositing des différentes couches du SSS

### **3. Une matière réaliste**

#### **a. Modélisation**

Un rendu réaliste en images de synthèse d'un environnement macroscopique entraîne certaines contraintes. En effet, tous les détails de la matière sont révélés puisqu'on est au plus près de celle-ci. Le volume doit donc retranscrire le plus précisément les imperfections et les détails, même les plus petits, de la surface d'un objet pour que celui-ci soit crédible.

Pour entreprendre la réalisation d'un modelé réaliste d'un objet, comme nous avons pu le voir précédemment, il est important de partir de références.

Ces références visuelles sont d'abord une base pour établir la structure globale de la géométrie. Plus précisément, elles permettent de construire un modelé, une position, des proportions, etc.

Dans cette étape de modélisation, il est important de construire notre volume avec un maillage équilibré c'est-à-dire des faces harmonieusement réparties tout autour des lignes de force, mais sans trop de subdivision. Ce travail sur la topologie du maillage, permet à l'étape suivante, le sculpte, un travail sur la géométrie bien plus facile.

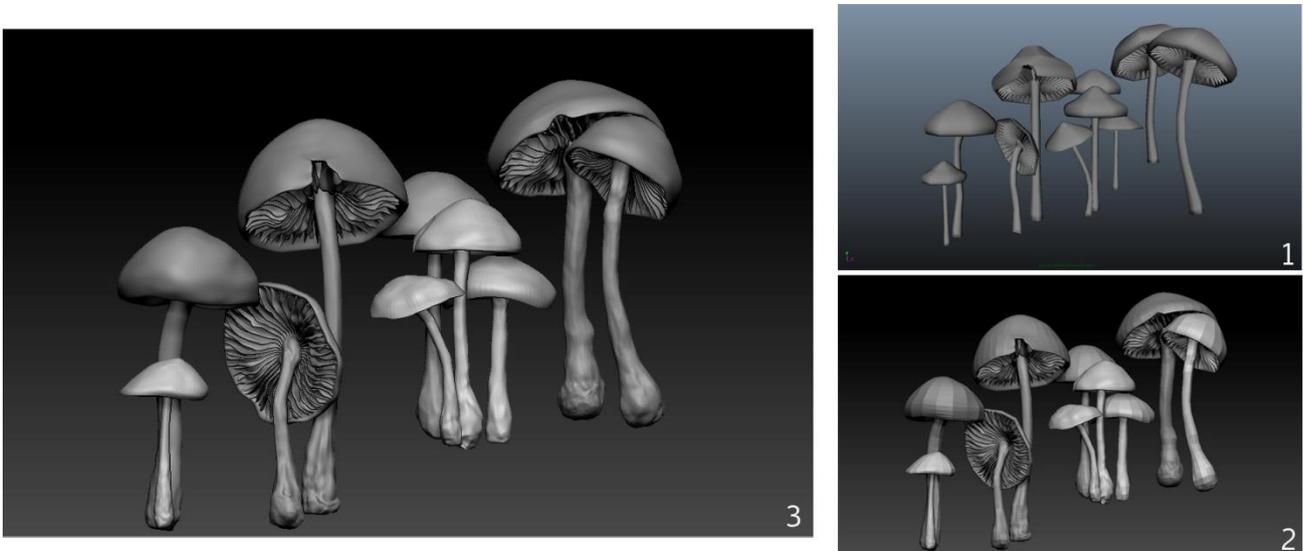
Une fois notre base construite dans maya, celle du sculpte peut commencer. Pour cela, j'utilise le logiciel Zbrush qui permet de sculpter un objet en 3D avec un niveau de subdivision important.

Le travail sous ZBrush se fait par étapes. On détaille progressivement la géométrie et chaque nouveau niveau de subdivision apporte un niveau de précision supplémentaire. En pratique, le niveau de subdivision le plus bas affirme les formes générales en remaniant la physiologie de notre géométrie et son interaction avec l'environnement et le niveau le plus élevé permet de travailler la nature même de la surface de la géométrie en lui apportant une texture.

Grâce aux nombreuses brush et alpha que possède Zbrush la déstructuration de notre surface et du volume est facilement réalisable.

Ensuite pour réexporter les informations de mon sculpte dans maya, j'ai opté pour l'utilisation d'une normale map et l'exportation de la géométrie de Zbrush. Cependant, Maya n'étant pas capable d'exploiter autant de subdivision, j'exporte une géométrie moins détaillée, mais qui possède toutes les lignes directrices de mon sculpte. La perte de détail de la surface est comblée au rendu par la normale map qui contient tous ces détails en haute définition.

Cette étape de modélisation peut parfois être longue et fastidieuse, mais il est important de ne pas la négliger, car elle aura une influence importante sur l'esthétique de l'image et son réalisme. Effectivement, en plus de créer un modelé riche, elle influencera l'impact de la lumière comme on pourra le voir par la suite.



*Fig.51 : Etapes de modélisation*

*1. mise en place dans maya - 2. sculpture intermédiaire - 3. sculpture finale*

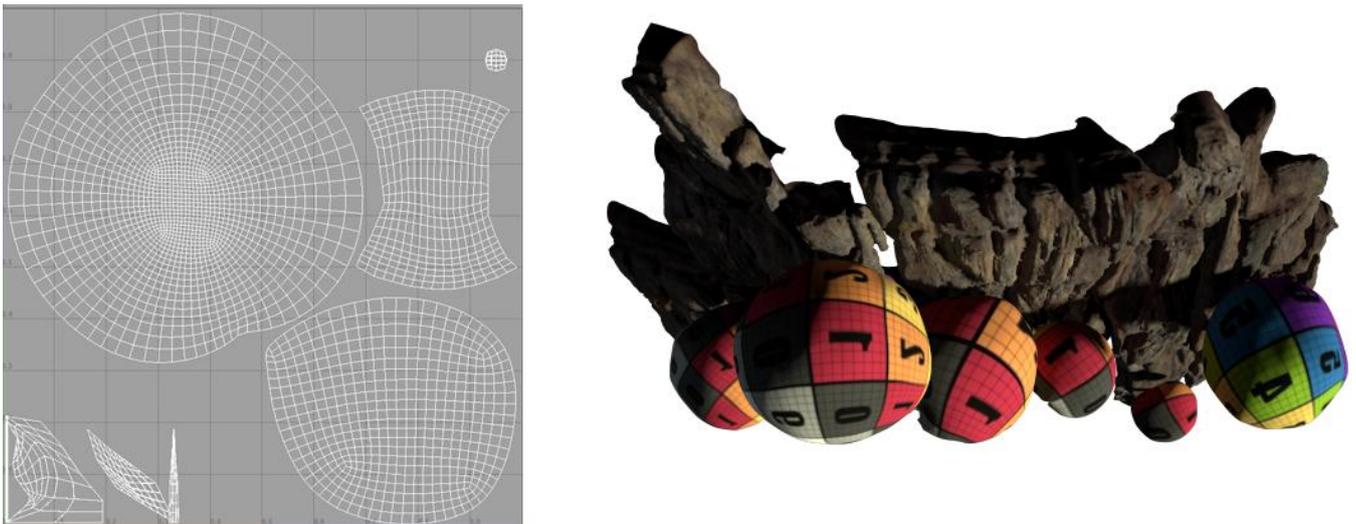
## **b. Texture**

La couleur d'un matériau est aussi un des critères indispensables au réalisme d'une image. Quand je parle de couleur, je définis la multitude de valeurs, de dégradés, de saturations, d'impureté, etc. que comporte un objet. En 3D, on peut réaliser cette couleur par une map de texture.

Mais avant de passer à cette étape dite de texturing, il faut effectuer un dépliage UV de ses objets. Ce principe correspond à mettre à plat le volume de notre objet afin de pouvoir réaliser la texture dessus. Cette map d'UV nous sert de repère visuel pour pouvoir peindre aux endroits que l'on souhaite. Pour réaliser ceci, il existe plusieurs méthodes, mais personnellement je fais tous mes dépliages directement dans Maya. Pour déplier mes UV, j'utilise les outils standards de Maya et ma méthode étant basique, je ne m'attarderais pas dessus.

Toutefois, le dépliage UV doit être réfléchi. On doit penser à l'emplacement de nos coutures pour qu'elles ne soient pas visibles tout en évitant les distorsions. Ces deux paramètres sont souvent difficiles à combiner. Dans certains cas, le mode smooth peut permettre d'atténuer les déformations.

De plus, il faut optimiser la taille de ses UV, car celle-ci correspondra à la taille de notre texture. Il faut donc l'adapter pour que chaque objet ait la même définition. Pour cela on peut s'aider d'une checker map qui quadrillera l'ensemble d'un volume et ensuite adapté la taille des UV pour que ce quadrillage soit globalement similaire sur toutes les géométries. Pour optimiser encore plus nos maps, on peut regrouper plusieurs dépliages UV de taille moins conséquente dans une seule.

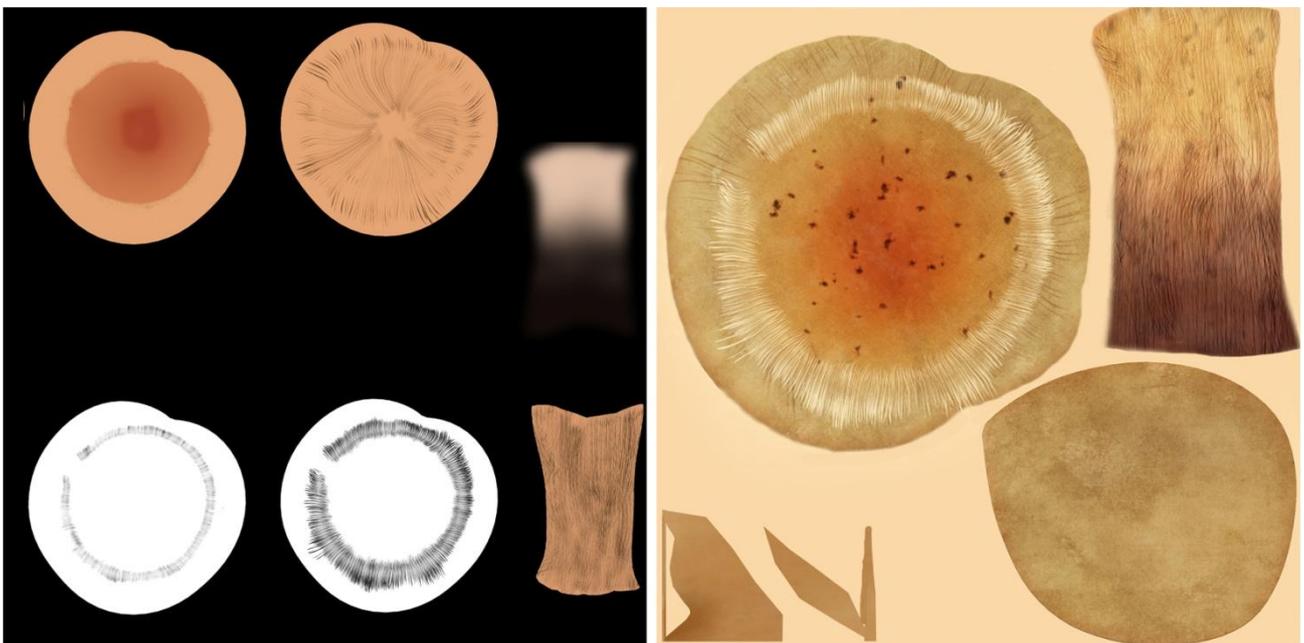


*Fig. 52 : Dépliage UV et mise à l'échelle des UV*

Pour la texture, on peut la créer directement dans Zbrush en peignant par-dessus notre géométrie. Cette technique est tout à fait commode, car elle permet d'avoir une visualisation directement de ce que l'on peint sans avoir la contrainte de repère. Cependant, il est difficile de gérer différentes couches et il est impossible de jouer sur leur mode de fusion. C'est pourquoi utiliser Zbrush pour se fabriquer des bases et ensuite retourner sur Photoshop pour gérer la colorimétrie est une astuce qui élimine les contraintes des deux logiciels. Effectivement, jouer sur les deux logiciels permet de peindre des détails à des emplacements précis ou jouant sur la géométrie, facilement sans avoir à faire un aller-retour entre le logiciel 2D et 3D et en même temps nous permet d'enrichir la texture par l'addition et la fusion des couches.

Pour avoir une texture des plus réaliste, partir sur une base de référence réelle est pratique. Néanmoins, construire toute sa texture sur ces références est souvent chaotique. Il est rare de trouver une texture réelle qui représente vraiment ce que l'on veut et la modifier pour obtenir un ensemble cohérent et souvent long pour un résultat moyennement satisfaisant. Il est donc bon de dévier du réel en fabricant de toutes pièces sa texture. Bien sûr partir d'une base réelle ou s'appuyer sur de solides références est essentiel.

Notre texture se crée donc couche après couche en rajoutant de la matière, des différences de valeurs, de saturations pour obtenir une colorimétrie globale. Ensuite il faut dégrader notre texture, lui ajouter des salissures, des détails pour obtenir un ensemble non uniforme. Cette insertion d'impureté permet de rendre une texture plus réaliste étant donné que dans la réalité il est rare d'avoir un objet totalement propre. De plus, en 3D on a tendance à accentuer ce côté impur pour contrecarrer la propreté du rendu.



*Fig.53 : Exemples de textures créés sur Zbrush et texture finale*

### **C. La réflexion**

Pour renfoncer le réalisme d'une matière, le travail de la réflexion est important. En effet, on peut constater que chaque matière possède un coefficient de réflexion plus ou moins intense et diffuse qui aide visuellement à déterminer la nature de celle-ci.

Pour traiter correctement la réflexion il est plus judicieux d'utiliser un shader physiquement correcte, car celui-ci tente de simuler la réalité en appliquant un mécanisme similaire.

Pour cela, l'utilisation d'un `mia_material` est un bon choix en raison de ses caractéristiques physiques correctes et son paramétrage optimum de la réflexion.

Pour régler cette celle-ci on peut agir sur le pourcentage de ré-émission de la lumière d'un objet, son étalement ainsi que sur la variation de ses valeurs en agissant sur le nœud de `color`. Dans ce nœud on peut jouer sur les valeurs de la réflexion aléatoirement en lui connectant un nœud de `noise` ou plus précisément avec une map en noir et blanc. Cette map peut exclure, atténuer ou au contraire renforcer certaines parties précises dans le calcul de la réflexion. La précision de cette map s'acquiert avec l'aide du dépliage UV. Grâce à celle-ci on peut donc renforcer certaines caractéristiques de la géométrie, comme les arêtes plus brillantes, mais on peut aussi souligner les détails de la couleur. Pour cela, on transforme notre map de texture en noir et blanc, ce qui permet de mettre en valeur la nature des composants de la texture. Par exemple, une tache ou une impureté tendra plus vers le noir donc sera moins réfléchissante qu'une zone propre qui elle, tendra davantage vers le blanc pour lui apporté plus de brillance.

La réflexion met donc en valeur des éléments pointue de la géométrie ou de la couleur, mais celle-ci met aussi en évidence la surface. Elle permet de mettre en relief de petits détails que la lumière peut aplatir. Cette surface détaillée est donc renforcée par la réflexion, mais également, la réflexion est enrichie par le détail de la surface. En effet, grâce à une surface travaillée, la réflexion devient irrégulière et empêche un effet de « taches » blanches diffuses. La réflexion prend donc tout son sens esthétique par le détail de la géométrie, généralement retranscrite par le `bump`.



*Fig. 54 : Mise en valeur de la réflexion par le bump et inversement  
Image de glace sans bump et avec.*

Ainsi, la réflexion est un apport pour la crédibilité et l'esthétisme d'une matière, mais elle peut aussi appuyer une ambiance atmosphérique que l'on veut retranscrire, comme l'humidité. Un environnement humide a pour caractéristique de posséder des zones fortement réfléchissantes dues au résidu d'eau. Pour simuler cet effet, on ne peut pas se contenter d'une réflexion standard, on doit aussi agir sur le paramètre de BRDF (*Bi-directional Reflectance Distribution Function*)<sup>51</sup> pour jouer sur l'angle d'incidence de la lumière. Ce paramètre est un peu difficile à régler manuellement, mais apporte une déstructuration de la réflexion qui amène une richesse esthétique et une crédibilité importante.

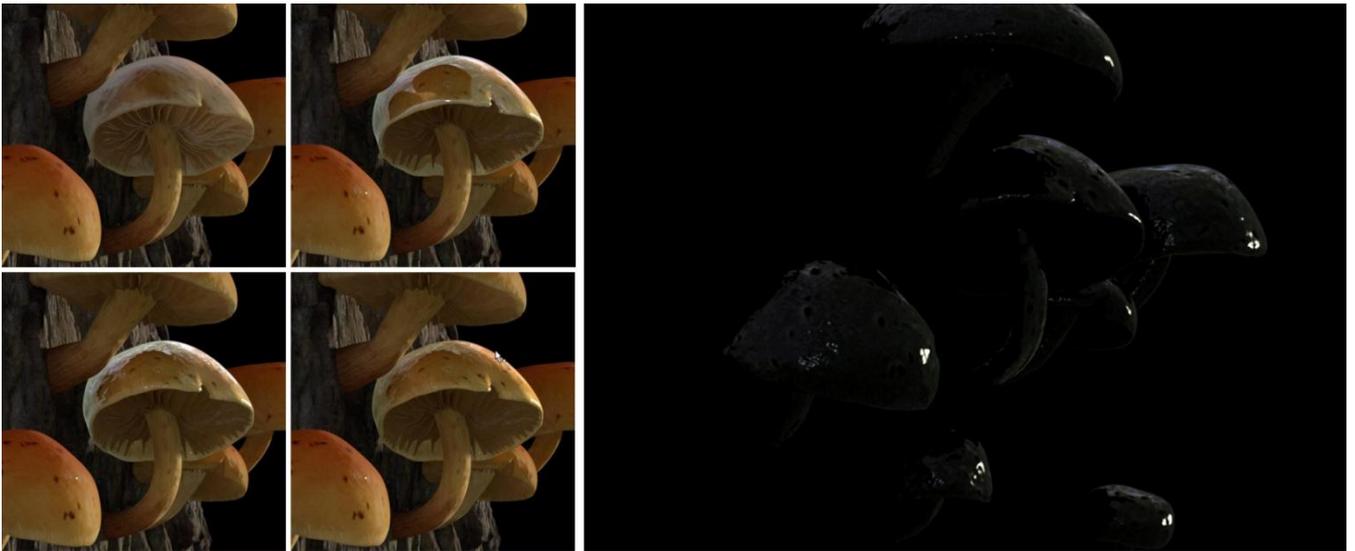


Fig. 55 : Test de réglage du BRDF et passe finale de réflexion



Fig. 56 : Image avant l'ajout de la réflexion BRDF et l'image après

<sup>51</sup> Paramètre permettant de régler la réflexion sous deux angles : celle des surfaces directement en face de la caméra et celle des surfaces perpendiculaire à la caméra.

### **III. Esthétique de la macrophotographie**

#### **1. Composition de l'image**

##### **a. Le cadrage**

En macrophotographie, le cadrage, c'est-à-dire l'agencement des éléments constituant une image, est généralement restreint à peu d'éléments : le sujet et le décor. Du coup, le cadrage n'offre pas beaucoup de possibilités, en conséquence celui-ci doit être plus subtil.

Avant de définir ou de penser notre cadrage il faut établir le choix de notre objectif et plus particulièrement de la focale. Celle-ci influencera la déformation ou non de notre image et déterminera l'angle de champ de notre cadrage.

Ensuite avant de construire, à proprement parler, notre cadrage on doit analyser les composants qui formeront notre image, ce que nous voulons mettre en évidence. Bien entendu, le sujet devra attirer l'œil du regardeur dans la lecture de l'image, mais il faut aussi tenir compte de l'environnement, car celui-ci valorisera ou au contraire desservira la mise en scène d'un sujet. Il faut donc le traiter avec le même intérêt que le sujet lui-même. Dans l'établissement de notre cadrage on doit donc jouer avec la position dans l'espace de notre sujet, mais aussi avec celle de l'environnement : ses formes, ses couleurs, etc. pour choisir la meilleure composition possible.

Pour établir la position de nos éléments, il existe des règles « universel » pour organiser notre espace, comme la règle des tiers. Cette règle, définie des points, dont la position est construite sur le nombre d'or, ou les éléments importants devraient se situer pour faciliter la lecture de l'image.

Cette règle est importante à connaître, mais n'est pas toujours bonne ou possible à suivre. En effet, dans un environnement naturel, la sensibilité d'une image peut se construire sur le jeu des courbes, du vide et du plein, des points de fuites, des proportions, etc. qu'offre naturellement l'espace. Il est parfois préférable de ne pas briser l'harmonie aléatoire de la nature même en 3D où l'on simule au plus près ce que l'on voit réellement.

En plus de la mise en espace de nos éléments au sein de l'image, en macrophotographie une autre constante rentre en compte dans le choix du cadrage : le point de vue. En effet, l'impression générale d'une image sera influencée si le point de vue permet d'apercevoir de la profondeur de champ ou non. Par exemple, si le décor est proche et omniprésent dans l'image, celle-ci donnera une sensation étouffante, oppressante.

De plus, le point de vue permet de mettre en évidence certains éléments du sujet que l'on veut montrer. Il appuie le choix esthétique du cadrage que l'on met en place.

Pour le choix du cadrage de ma scène de champignon, je me suis d'abord inspirée de références visuelles pour analyser le placement naturel qu'ils pouvaient avoir. Ensuite, après avoir placé ma caméra, j'ai décidé de positionner mes champignons aléatoirement, en jouant simplement sur leurs propositions et leurs courbes, mais en considérant aussi le volume de l'écorce pour que leurs positions amènent de la profondeur.

Pour ce qui est du point de vue, j'ai choisi de visualiser les champignons et l'écorce de profil pour que la composition ne soit pas trop chargée. De plus, voulant mettre en évidence des parties peu visibles du champignon, les lamelles situées sous le chapeau, j'ai placé mon point de vue légèrement en contreplongée pour une meilleure visualisation de celles-ci et en même temps apporté une sensible sensation de domination.



*Fig. 57 : Référence visuelle et cadrage initiale de ma scène des champignons*

On peut en conclure que les règles d'un bon cadrage sont surtout intuitives, et dépendent de l'interprétation de chacun, de ce que l'on veut montrer à travers notre image. En d'autres termes, le cadrage est un choix purement esthétique représentant la sensibilité de l'auteur. Cependant, celui-ci ne peut pas être réellement finalisé si l'on ne prend pas en compte la mise au point.

## **b. La mise au point**

La mise au point permet de focaliser l'attention du regardeur sur une partie précise de l'image. En macrophotographie, le réglage de la mise au point est d'autant plus important, car celle-ci est très courte.

Généralement, elle s'effectue sur le sujet qui est de ce fait clairement identifié. Ainsi on a un sujet net et un environnement plus ou moins flou en fonction de la profondeur de champ. De plus, la partie nette de l'image, c'est-à-dire la zone de mise au point, sera plus nette si elle est entourée de flou. Elle permet donc de détacher le sujet du reste de la composition de l'image. Ce détachement par le flou doit être en adéquation avec le cadrage, car elle complète la mise en valeur d'un élément, de ce que l'on veut donner à voir.

Il est facile d'établir cette mise au point lorsqu'on a un élément dans notre image qui fait office de sujet principal, comme un insecte. Par contre, lorsque notre image est un ensemble d'éléments, comme des champignons, comment choisir l'élément central de notre image.

Quel élément doit-on valoriser? Et quel élément mettra le plus en valeur l'image?

Pour répondre à cela, on peut se focaliser sur la beauté d'un des éléments ou inversement mettre en valeur le côté monstrueux qu'offre cette échelle. Mais on peut aussi établir sa mise au point en fonction du flou que cela introduira dans l'image.

Il n'y a pas réellement de règles pour établir sa mise au point. C'est principalement un parti pris de la sensibilité de chacun, mais en même temps une réflexion personnelle sur l'image.

La mise au point de ma scène était une démarche purement esthétique. En effet, je désirais avoir une bande nette au milieu de deux bandes floues.

Cependant, la position initiale des éléments de ma scène et la mise au point n'était pas pertinente. La zone nette ne donnait pas suffisamment quelque chose à montrer. En conséquence, l'image par la mise au point devenait pauvre et ne représentait pas la dimension esthétique que je souhaitais. Pour résoudre cela, j'ai donc remanié ma géométrie. Principalement, j'ai réajusté les proportions de chaque champignon pour que mes éléments nets attirent directement l'œil et que le regardeur voit l'intention de mon image.



*Fig. 58 : Composition de la scène avant et après la mise au point*

### **c. La spatialité et la temporalité de l'image**

En macrophotographie, on peut distinguer deux types de partie pris esthétique concernant la spatialité et la temporalité d'une image. Celles-ci peuvent être indéterminées ou au contraire marquées.

En effet, une image est créée d'un point de vue spatial et temporel déterminé correspondant à un lieu et à un moment précis, mais ces critères ne peuvent, ou pas, transparaître dans l'image en fonction de la composition. Le cadrage restreint et la mise au point courte sont responsables d'une faible spatialité. Tandis que la faible temporalité est due à la lumière et plus précisément à la non-spatialisation de celle-ci.

Généralement, le caractère spatial et temporel d'une image va de pair. Ceci est dû à un aspect technique de la prise de vue réelle : plus la lumière est captée par l'objectif, plus celui-ci offrira une profondeur de champ importante. Cette caractéristique de réelle est souvent reprise en 3D pour l'impact esthétique fort que cela apporte à une image.

Comme nous venons de le voir, l'indétermination spatialisée est due au cadrage qui ne montre pas l'étendue de l'environnement, mais aussi de la profondeur de champ. Celle-ci détermine l'intensité et la propagation du flou qui formeront, en dehors de la zone nette, soit un ensemble uniforme, soit des formes subtilement dessinées ou encore un environnement bien net.

En ce qui concerne le marquage temporel, celui-ci dépend surtout de la lumière qu'elle soit diffuse ou directe, mais plus particulièrement de l'impact des ombres qu'elle engendre, comme nous l'explique Henry Alekan : « *L'éclairage solaire unidirectionnel est une lumière temporelle, [...] Les ombres projetées sont, par leurs formes, leurs positions et leurs densités, la matérialisation d'une situation solaire temporelle qui rend perceptible la dimension abstraite de l'écoulement du temps. [...] Alors que la lumière unidirectionnelle est celle qui lie l'objet à l'univers terrestre par projection d'ombres, la lumière diffuse, par son absence de contrepartie d'ombres, laisse l'homme indécis dans un univers non défini, non situé dans le temps* »<sup>52</sup>

Pour ma scène, j'ai choisi de marquer la lumière avec des ombres franches qui indiquent la position et l'intensité de celle-ci. De plus, pour redonner un petit peu de spatialité j'ai différencié le flou du premier plan et celui du dernier plan pour renforcer la notion de profondeur à la hauteur de mes champignons. Par la suite, j'ai aussi joué sur la profondeur de champ de mon décor comme nous le verrons après.



Fig.59 : Mise en valeur d'une temporalité par les ombres et une spatialité par le flou

<sup>52</sup> Alekan, Henri, Des lumières et des ombres, p.137-139.

#### **d. La profondeur de champ**

Ici, je différencie la profondeur de champ de la mise au point, en raison de la distinction que je fais de la mise en valeur d'une zone par sa netteté et de l'esthétique du flou. De plus, j'aborde cette caractéristique en dernière, car c'est la dernière étape que j'ai réalisée pour la composition de mon image.

La profondeur de champ est à la fois un paramètre technique et esthétique d'une image macrophotographique. En effet, elle est en corrélation avec la mise au point pour mettre en valeur une partie de l'image en floutant plus ou moins le reste de la composition. Elle renforce donc graphiquement le détachement des différentes parties de l'image. De ce fait, elle influence fondamentalement le rendu d'une image.

En fonction, de la profondeur de champ, plus ou moins importante, la perception de l'image sera différente. Par exemple, une photographie représentant une coccinelle posée sur une feuille n'aura pas le même impact sur le regardeur, ni la même histoire si la coccinelle est isolée par le flou ou si celle-ci et la feuille sont dans la même zone de netteté. La profondeur de champ permet donc d'établir l'atmosphère globale d'une image en choisissant la quantité de flou présent. Elle accentue l'intention, mais aussi le parti pris esthétique que l'on veut retranscrire.

De plus, la profondeur de champ apporte, grâce à la qualité du flou, une caractéristique particulière : la formation de bokéh<sup>53</sup>. Un effet de bokéh est la formation de taches claires plus ou moins ronds dans les zones floues. Toutefois, la formation de bokéh dépend de l'environnement et de l'intensité du flou. En effet, pour que celui-ci soit visible la profondeur de champ ne doit être ni trop importante ni trop petite et l'environnement doit comporter des variations de lumière. Le bokéh correspond donc à la représentation visuelle d'une zone lumineuse floutée. On peut donc constater qu'il y a une contradiction entre les paramètres qui produisent un effet de bokéh dans une image et son résultat graphique. En d'autres termes, une représentation assez nette, d'un environnement flou. Cette contradiction apporte un jeu esthétique intéressant.

---

<sup>53</sup> Signifie flou en japonais, et désigne couramment l'aspect que prennent les images par le flou

Dans mon image j'ai travaillé la profondeur de champ de deux façons différentes.

D'abord, j'ai traité la profondeur de champ du point de vue de mes champignons et ensuite celle de mon décor.

Pour celle de mes champignons, j'ai décidé d'avoir une profondeur de champ pas trop petite pour que mes deux plans encadrant la zone nette permettent de distinguer les éléments malgré le flou. Ce choix était d'un point de vue purement personnel, car il est toujours difficile de flouter donc d'effacer le travail que l'on a accompli.

Pour mon décor, à l'inverse, j'ai choisi d'appliquer une profondeur de champ beaucoup plus petite pour que les éléments ne soient pas distinguables. Pour ne pas avoir qu'un ensemble de formes indissociables et imperceptibles, j'ai rajouté un effet de boké. Cet effet n'est sûrement pas possible dans la réalité du point de vue de ma composition et de ma lumière, mais cela me permettait d'inclure une esthétique particulière à la profondeur de champ et ainsi l'enrichir.



*Figure. 60 : Mise en place du décor et de la profondeur de champ*

## 2. Prise de vue réelle et simulation 3D

### a. Contraintes et libertés

Pour mettre en relief certaines contraintes et libertés de la prise de vue réelle et de la simulation 3D de l'infiniment petit, je m'appuierais pour l'aspect réel, des méthodes des photographes<sup>54</sup>, et pour ce qui est de la simulation 3D de mes expérimentations personnelles. Bien sûr, tout ceci sera une liste non exhaustive, juste des constats personnels. La construction d'une image de synthèse et d'une image en prise de vue réelle comporte leurs propres contraintes et libertés. Donc, dans un premier temps, je les définirais séparément pour ensuite les comparer.

Je pourrai tout de suite commencer par dire qu'une des plus grandes contraintes de la représentation de la nature à une échelle macroscopique, c'est elle-même. En effet, la nature nous offre de multiples possibilités esthétiques, comme sa lumière changeante, sa diversité de cadre, etc., mais à cette échelle macroscopique tous ces éléments nous sont étrangers. Il faut donc en premier lieu adopter cet environnement si particulier. Cela demande donc une observation approfondie de ce milieu que ce soit pour la représentation en image de synthèse ou en prise de vue réelle.

Contraintes et libertés en prise de vue réelle:

Dans une prise de vue réelle, réussir à avoir une composition qui révèle exactement ce que l'on veut dégager est assez difficile à obtenir. En effet, on doit jouer sur ce que nous propose la nature, et s'en accommoder. Ainsi, le choix de notre sujet, de son environnement et de la lumière dépendra uniquement de ce que l'on a à disposition. Bien entendu, on peut provoquer tout ceci en choisissant le moment de la journée le plus adéquate et en multipliant les prises de vue jusqu'à obtenir celle qui reflètera le mieux l'atmosphère que l'on veut retranscrire. Mais ceci demande parfois beaucoup de patience, car on ne peut pas contrôler tous les éléments, comme un nuage qui cache le soleil donc change du tout au tout notre lumière. Cependant, tous ces éléments peuvent parfois apporter d'agréable surprise, car on peut obtenir par exemple une mise en valeur de notre sujet par une lumière que l'on n'aurait pas imaginé.

---

<sup>54</sup> Principalement la méthode de David Leger, <http://www.photo-invivo.com/index.php>

Le principe est le même au niveau de la mise en scène des éléments constituant l'image. En effet, on est contraint à la spatialisation des éléments de la nature. Même si on peut l'arranger, comme ôter une feuille dérangeante, ce remaniement reste limité. On ne pourra pas, par exemple enlever une branche qui nous empêche d'avoir précisément le point de vue que l'on veut. La nature impose sa loi.

Cependant, de même qu'au niveau des caractéristique d'une image, la disposition de la nature peut parfois offrir des scènes rares. Elle peut composer une mise en scène qui peut nous paraître complètement irréaliste, mais qui est pourtant bien présente. Ainsi le caractère aléatoire de la nature peut engendrer des mises en scène et une esthétique nouvelle.

D'un point de vue technique, le choix de l'objectif est primordial, car la focale de celui-ci permet de recadrer sur un morceau de la nature que l'on veut montrer et la mise au point de mettre en valeur un élément particulier du cadre. De plus, le choix de l'objectif influencera aussi la nature même du cliché en rajoutant du grain ou diverses aberrations dues à celui-ci. Il faut donc à disposition plusieurs objectifs pour ne pas être contraint dans l'esthétisme de notre image. Bien entendu il existe des logiciels permettant de retoucher l'image, mais le réajustement reste limité.

En prise de vue réelle on doit aussi prendre en compte le flou de bouger. Celui-ci peut être causé par le tremblement de l'auteur, mais aussi par le sujet qui ne garderait pas la pose. Tous ces paramètres doivent donc être pensés en amont pour que l'ajout de l'un ou de l'autre soit un choix et non une contrainte.

Contraintes et libertés en 3D :

En 3D, on construit entièrement notre image, pièce par pièce. On n'a donc une grande liberté dans le choix des outils et de chaque paramètre et aucune contrainte de mise en scène, de cadrage ou de lumière, car tout est contrôlé par nous même. Cependant, le contrôle permanent sur l'ensemble des éléments demande en contrepartie des connaissances sur tous les paramètres techniques. Du coup, l'établissement d'une image peut demander beaucoup de temps et énormément de tests pour obtenir le résultat souhaité.

De plus, construire petit à petit une image, non seulement ne permet pas d'avoir directement une vision globale de notre résultat final, mais en plus chaque ajout d'éléments influence les autres, par exemple comme nous l'avons vu précédemment, la mise au point influencera la position de nos éléments. Il faut donc envisager la construction de notre scène non pas par étape, mais comme un ensemble que l'on réajuste au fur et à mesure. C'est-à-dire que l'on doit établir une base de chaque composant de l'image : lumière, position, mise au point, etc., et ensuite peaufiner le tout.

Une fois que l'on a construit toute sa composition, on déstructure tout couche après couche, pour ensuite reconstruire ces couches successives de l'image en postproduction en réglant de nouveau tout les paramètres ou encore en ajoutant des effets pour obtenir un résultat final concluant.

En 3D on garde donc un contrôle omniprésent sur l'ensemble de la configuration de notre image. Cependant, cet excès de liberté est quand même restreint par le réalisme de notre scène. En effet, si on veut avoir un ensemble crédible on est contraint à analyser et à suivre certaines règles de la prise de vue réelle. On doit donc réfléchir à chaque paramètre et garder toujours à l'esprit cette question : est-ce que c'est réaliste?

Comparaison :

En résumé ce qui diffère réellement dans une image en prise de vue réelle et en 3D est les paramètres de contrôle. Dans le premier on en possède peu et dans la deuxième on en détient en profusion. En effet, en 3D on a directement à disposition tous les outils qui nous seront nécessaires pour réaliser notre image. On a la contrôle, sur le flou, la lumière le mouvement, la dégradation ou non de l'image, etc. alors qu'en prise de vue réelle le contrôle de tout ces éléments demande parfois un matériel adapté que l'on a pas toujours. De plus, dans la réalité on ne peut pas toujours contrôler la nature et les éléments d'extérieure inopportuns, mais en temps tout ceci rajoute une esthétique de l'aléatoire. Pour finir, en prise de vue réelle, une fois que l'on a choisi notre environnement on peut avoir directement un aperçu de notre cliché alors qu'en 3D avant de pouvoir avoir un léger aperçu de notre image cela demande déjà beaucoup de mise en place et de réflexion. Tous ces éléments entraînent donc la mise en place d'une image de l'instantané et une image de la réflexion.

Ces deux médiums, comme nous venons de le voir sont très différent mais en même temps engendre un même processus graphique. De plus ces médiums s'inspirent l'un de l'autre. En effet, en image de synthèse on ne peut pas séparer le lien avec le réel. On est obliger de l'observer, le détourner, l'atténuer perpétuellement dans notre processus de création. Il en est de même pour la prise de vue réelle. Effectivement, elle peut s'inspirer de la construction parfaitement contrôlée d'une mise en scène. Ceci est à la perfection illustré dans le film "Microcosmos : Le peuple de l'herbe"<sup>55</sup>. Dans ce film consacré au insectes, certaines scènes sont entièrement filmées en studio. Pour cela, les deux réalisateurs on du recréer de toute pièce leur environnement et leur lumière, jusqu'au brin d'herbe près.

---

<sup>55</sup> Film français de 1996 de Claude Nuridsany et de Marie Pérennou.

## **b. Recopier la réalité?**

Comme nous l'avons vu tout au long de cette écrit, la question de la réalité est toujours présente. Mais jusqu'ou doit on simuler la réalité?

En image de synthèse, pour réussir à avoir un rendu réaliste et particulièrement à une échelle macroscopique, on doit retranscrire tous les petits détails qui donne de la crédibilité à une lumière ou une matière. Ceci se justifie par la richesse naturelle que nous offre l'environnement qui nous entoure et qu'il est intéressant de retranscrire à échelle humaine. Montrer ce que l'on ne peut pas voir.

Lors d'un rendu réaliste, généralement on agit aussi sur la nature même d'une image pour reproduire certains effets, comme le grain, le flou et diverses aberrations. Cependant, tous ces ajouts ne sont pas dus à la réalité mais à sa représentation, c'est-à-dire qu'ils sont engendrés par le médium qui a capturé la nature. Ces ajouts au rendu d'une l'image en prise de vue réelle ne sont parfois pas contrôlé, mais juste un défaut apporter par l'objectif. Donc sont-ils vraiment nécessaires pour crédibiliser un rendu en 3D ?

Pour répondre à cela je poserais deux nouvelles questions : sont-ils justifiables? Et sert-il l'esthétique de notre rendu?

On peut constater que certain de ces effets du à l'objectif, apporte et permet de jouer sur l'esthétisme, comme le flou générer par la profondeur de champ. Il permet d'améliorer la composition, de détacher les sujets importants et de suggérer des détails plutôt que les montrer. Donc son emploi plus ou moins important dans une image se justifie entièrement. Toutefois, certaines reproductions de ces défauts sont moins justifiables, comme la déformation de l'objectif. Pourquoi rajouter une déformation de l'objectif alors qu'au préalable on a choisi une focale qui élimine toute déformation. Cette utilisation est souvent justifiée pour renforcer la mise en valeur d'un sujet, mais si l'image est suffisamment réfléchi en amont, le parcours dans notre composition par l'œil du regardeur est déjà établi. De plus, si on a besoin en postproduction de renforcer l'impact de notre sujet dans l'image on peut utiliser d'autre moyen, comme la saturation qui permettra d'affirmer son détachement vis-à-vis des autres éléments.

Il en est de même pour l'aberration chromatique. Pourquoi devrait-elle être présente dans un rendu réaliste alors qu'elle n'est pas visible, qu'elle ajoute simplement une faible sensation au niveau des contours des objets.

Cependant, mon propos ici n'est pas de rejeter ces ajouts d'effet dans une image de synthèse, mais de rejeter leurs applications automatiques lorsque l'on veut un rendu réaliste. Comme tout composant constituant notre image l'addition de ces effets doit être réfléchi et servir notre rendu. Bien entendu l'ajout de ces déformations peut introduire de la crédibilité et par cela se justifier si cela est notre intention. On peut donc en conclure que l'ajout de ces défauts doit être la représentation graphique de notre propos et de notre sensibilité esthétique.

En 3D, on a tendance à trop vouloir casser le rendu propre et lisse des images produites au lieu de jouer sur l'esthétisme particulier que nous offre ce médium. De plus, ironiquement en photographie de plus en plus de photographes retravaillent leurs clichés en postproduction pour réussir à obtenir un rendu le plus propre possible.

## Conclusion

Tout au long de ce mémoire, nous avons pu constater que la lumière et la matière possèdent des problématiques communes et un lien autant d'un point de vue esthétique que technique. C'est pour cela que par la suite j'aimerai élargir les réflexions, les questionnements et la méthode de création que j'ai pu établir cette année à des plans plus large. Analyser à plus grande échelle l'impacte de la lumière sur la matière et plus précisément en me posant la question : comment la relation de la lumière et de la matière peut influencer une mise en scène?

En effet, ce raisonnement de la mise en place d'une scène en fonction de la lumière et souvent exploiter au cinéma. Les décorateurs, dans l'établissement d'un décor pense la position de chaque élément en fonction de comment ils réagiront à la lumière. Par exemple, un objet très réfléchissant ne devra pas rompre la lecture d'une image.

Je voudrai donc exploiter et approfondir ce processus dans la création d'une image de synthèse.

La 3D permet de simuler au plus près un environnement naturel. Cependant, ce médium entraine, comme on a pu le constater la question : est-ce que c'est réaliste?

Cette question a été omniprésente dans toutes mes réflexions et mes expérimentations. Cela à eu pour effet que tout au long de mon processus de création je me suis énormément inspiré de référence visuelle. Cependant, il est compliqué de trouver une représentation de ce que l'on veut vraiment. C'est pour cela que par la suite je compte approfondir mes connaissances en photographie. Cela pourra me permettre de construire des références qui retranscriront au mieux ce que je veux représenter et en même temps établit un processus entièrement basé sur ma sensibilité esthétique.

## Bibliographie :

---

### Livres :

- ALEKAN Henri, 1998. *Des lumières et des ombres*, Editions du Collectionneur, Paris, 289 p.
- Larousse. 2010. *Article ombre*. s.l. : Larousse Encyclopédie, 2010.
- Clément Wurmser, *La macrophotographie numérique*, Delachaux et Niestle, Paris, 192 p.
- Jeremy Birn. 2006. *[Digital] lighting et rendering*, New Riders, 432 p.

### Articles

- Jennifer O'Connor. *Mastering mental ray, rendering techniques for 3D & CAD Professionals*, Wiley Publishing, 345 p.
- Séverine MARTRENCHARD-BARRA, « LUMIÈRE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 29 Avril 2013. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lumiere/>
- Arnould BREJON DE LAVERGNÉE, Marie-Geneviève de LA COSTE-MESSELIÈRE, « CARAVAGE (vers 1571-1610) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 11 mai 2013. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/caravage/>
- Albert BLANKERT, « VERMEER DE DELFT (1632-1675) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 11 mai 2013. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/vermeer-de-delft/>
- Martine VASSELIN, « REMBRANDT (1606-1669) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 11 mai 2013. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/rembrandt/>

### Webographie

- Etude du gobo : [http://www.neilblevins.com/cg\\_education/projector\\_lights/projector\\_lights.htm](http://www.neilblevins.com/cg_education/projector_lights/projector_lights.htm)
- Articles sur Willy Ronis : <http://www.espritsnomades.com/artsplastiques/ronis/ronis.html>
- Site du sculpteur Larry Kagan : <http://larrykagansculpture.com/>
- Technique du parti\_volume : [http://cgnotebook.com/wiki/Mental\\_ray\\_for\\_Maya\\_parti\\_volume](http://cgnotebook.com/wiki/Mental_ray_for_Maya_parti_volume)
- Thèse de Charles de Rousiers, Rendu réaliste de matériaux complexes : [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/64/88/50/PDF/24064\\_DE\\_-\\_ROUSIERS\\_2011\\_archivage.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/64/88/50/PDF/24064_DE_-_ROUSIERS_2011_archivage.pdf)
- Site du photographe David Leger : <http://www.photo-invivo.com/proxy.php>
- Guide de Maya : [http://download.autodesk.com/global/docs/maya2013/en\\_us/](http://download.autodesk.com/global/docs/maya2013/en_us/)
- Documentation mentalray : <http://docs.autodesk.com/MENTALRAY/2012/ENU/mental%20ray%203.9%20Help/>

### Autre :

- Conférence "Microcosmos : filmer l'invisible, microcinématographie de la nature" par Claude Nuridsany et Marie Pérennou

## Table des illustrations

---

|    |  |
|----|--|
| 9  | Fig. 1 : Le Caravage, 1571—1610, ensemble d'œuvres<br>Sont Figurés : <i>Le martyr de Saint Matthieu</i> , 1599-1600 - <i>Salomé avec la tête de Saint Jean Baptiste</i> , 1606-1607 - <i>Nature morte aux fruits</i> , 1603 - <i>La conversion de Saint Paul</i> , 1600. |
| 10 | Fig. 2 : REMBRANDT, 1606—1669 : ensemble d'estampes<br>Sont Figurés : <i>La circoncision à l'étable</i> , 1654 - <i>Le paysage aux trois arbres</i> , 1643.  |
| 10 | Fig. 3 : VERMEER, 1632 — 1675 : ensemble d'œuvres<br>Sont Figurés : <i>La femme à la balance</i> , 1662-1665 - <i>L'art de la peinture</i> , 1666 - <i>Femme écrivant une lettre et sa servante</i> , 1670-1671.   |
| 11 | Fig. 4 : Willy RONIS, 1910 - 2009 : ensemble de photographies<br>Sont Figurés : <i>café Français à Soho</i> , 1955 - <i>Vincent au bol</i> , 1946 - <i>la partie de tarot</i> , 1991 - <i>Avenue Simon Boltivar</i> , 1949.  |
| 12 | Fig. 5 : Larry KAGON : ensemble de photographies rendant compte aux installations.<br>Sont Figurés : <i>Art, version éteinte et version allumé</i> - <i>Mosquito</i> , 2007.   |
| 14 | Fig. 6 : Bertrand KULIK : photographie "Entre ombre et lumière"  |
| 14 | Fig. 7 : Bertrand KULIK : série de photographie, mousse et goutte d'eau  |
| 15 | Fig. 8 : Vadim TRUNOV : ensemble de photographie macroscopique   |
| 17 | Fig. 9 : référence graphique de la lumière dans un sous-bois   |
| 18 | Fig. 10 : Images tirées de "Big buck bunny"  |
| 18 | Fig. 11 : Images tirées de "Brave"   |
| 19 | Fig. 12 : Transformation de la map du gobo   |
| 20 | Fig. 13 : Lighting sous-bois.  |
| 21 | Fig. 14 : Déformation de ma map par la spot light  |
| 21 | Fig. 15 : Construction de ma grille de repère visuel   |
| 22 | Fig. 16 : Comparaison de l'esthétique des ombres   |
| 23 | Fig. 17 : Etape de la composition de la lumière  |
| 26 | Fig. 18 : Photographie de la lumière volumétrique, Vadim TRUNOV  |
| 26 | Fig. 19 : Références de la lumière volumétrique  |
| 27 | Fig. 20 : Extrait de « Big Buck Buny »   |
| 27 | Fig. 21 : Extrait de « WWF Wonder World FuR "Dolyphan" », de Mikros Image  |
| 28 | Fig. 22 : Photographie d'escargot, Vadim TRUNOV  |
| 30 | Fig. 23 : Exemples de paramètre à ne pas oublier d'activer   |
| 32 | Fig. 24 : Passe de lumière volumétrique avant et après retouches   |
| 32 | Fig. 25 : Composition de la lumière volumétrique, première et dernière   |

- 33 *Fig. 26 : Essais de différentes esthétiques de la lumière volumétrique*
- 34 *Fig. 27 : Composition de la lumière volumétrique*
- 35 *Fig. 28 : Schéma représentatif de l'échanges d'énergie entre la lumière et la matière  
Schéma provenant de Architectural and Design Visualization Shader Library, p. 6*
- 36 *Fig. 29 : Schéma d'absorption, de réflexion et de réfraction  
Schéma provenant du guide de Maya*
- 37 *Fig. 30 : Schéma de la réfraction de la lumière : diffuse, glossy et spéculaire  
Schéma provenant du guide de Maya*
- 37 *Fig. 31 : Schéma de la réflexion de la lumière : diffuse, glossy et spéculaire  
Schéma provenant du guide de Maya*
- 37 *Fig. 32 : Schéma de la gestion du BRDF  
Schéma provenant de Architectural and Design Visualization Shader Library, p. 28*
- 39 *Fig. 33 : Exemples de différent types de matière  
Sont Figurés : bois, béton, verre poli, chrome, velours, terre, cuir, mousse, poil, peau, marbre, sable.*
- 40 *Fig. 34 : Série de photographie "Drop", Sharon Johnstone  
Sont Figurés : Pin-Drop et Drop*
- 41 *Fig. 35 : Images représentatives de la mise en valeur d'une matière translucide  
Sont Figurés : photographie de Vadim Trunov et une publicité d'Amnesty International, réalisé par Mécanique Générale*
- 42 *Fig. 36 : Perception de l'herbe et de sa matière à différentes échelles*
- 43 *Fig. 37 : Exemples de matières translucides*
- 44 *Fig. 38 : Exemple de translucence du mia\_matériau  
pour un plan transparence à 0.75, translucence : 0 (gauche) - 0.5 (milieu) - 1 (droite)*
- 45 *Fig. 39 : Schéma représentatif du Front scatter et tu Back scatter*
- 46 *Fig. 40 : Exemple de translucence du miss\_Fast\_simple  
Front scatter (gauche) - Back scatter (milieu) - Rendu final (gauche)*
- 47 *Fig. 41 : Exemple visuelle des paramètres du miss\_Fast\_skin*
- 48 *Fig. 42 : Exemple de réglage de la lumière*
- 49 *Fig. 43 : Exemple de réglage de la diffuse*
- 50 *Fig. 44 : Exemple de bump : Sans bump (Gauche), Avec bump (Droite)*
- 50 *Fig. 45 : Exemple de spéculaire avec un Miss\_Fast\_Skin*
- 51 *Fig. 46 : Mise en place et exemple du réglage du Front et du Back Scatter*
- 52 *Fig. 47 : Exemple de différent paramètres de scale conversion : 1 (gauche) - 1.5 (milieu) - 2 (droite)*

|    |   |
|----|---|
| 52 | <i>Fig. 48 : Exemple d'utilisation d'une map de Back Scatter : sans map (droite) - avec map (gauche)</i>  |
| 53 | <i>Fig. 49 : Exemple d'une render passe : Back Scatter</i>  |
| 54 | <i>Fig. 50 : Compositing des différentes couches du SSS</i>   |
| 56 | <i>Fig.51 : Etapes de modélisation :1. mise en place dans maya - 2. sculpte intermédiaire - 3. sculpte final</i>  |
| 57 | <i>Fig. 52 : Dépliage UV et mise à l'échelle des UV</i>   |
| 58 | <i>Fig.53 : Exemples de textures créés sur Zbrush et texture finale</i>   |
| 59 | <i>Fig. 54 : Mise en valeur de la réflexion par le bump et inversement<br/>Image réalisé avec l'aide du tutoriel Digital Tutors : Subsurface Scattering</i> |
| 60 | <i>Fig. 55 : Test de réglage du BRDF et passe finale de réflexion</i>   |
| 60 | <i>Fig. 56 : Image avant l'ajout de la réflexion BRDF et l'image après</i>  |
| 62 | <i>Fig. 57 : Référence visuelle et cadrage initiale de ma scène des champignons</i>   |
| 64 | <i>Fig. 58 : Composition de la scène avant et après la mise au point</i>  |
| 65 | <i>Fig.59 : Mise en valeur d'un temporalité par les ombres et une spatialité par le flou</i>  |
| 67 | <i>Fig. 60 : Mise en place du décors et de la profondeur de champs</i>  |