

Université Paris 8

Master Création Numérique

parcours : Arts et Technologies de l'Image Virtuelle

Le clair-obscur en images de synthèse

Comment moderniser le clair-obscur en images de synthèse ?

Bérénice ANTOINE

Mémoire de Master 2

2015-2016

Résumé

Le clair-obscur, technique développée au XVI^{ème} siècle, a connu un véritable essor dans l'art qui rayonne jusqu'à nos jours. C'est l'art des contrastes forts entre ombre et lumière. De nombreux artistes ont contribué à son développement, mais c'est le Caravage que l'on retiendra surtout pour avoir mené cet art à son paroxysme. Il fût, et est toujours, une source d'inspiration pour les artistes adeptes du clair-obscur. Néanmoins, l'imagerie de synthèse ne présente que peu d'exemples d'utilisations de cette technique, et c'est pourquoi j'ai voulu m'y intéresser. Que ce soit en images de synthèse ou dans des techniques plus traditionnelles, le clair-obscur appelle, bien plus que n'importe quel autre genre, à une maîtrise de la composition de l'image par la lumière, et pour cela il est important de voir quelques bases. Mais une contrainte particulière à l'image de synthèse est également de savoir optimiser ses rendus, et cela est particulièrement vrai lorsque l'on travaille sur des scènes essentiellement sombres. En effet, peu de moteurs de rendu modernes apprécient le manque de lumière, car leur méthode de calcul, le *ray-tracing* ou le *path-tracing*, n'est pas approprié pour cela, et connaître leur mode de fonctionnement permet de surmonter ce problème. Et c'est après avoir fait des recherches sur ces quelques notions générales que j'ai pu expérimenter divers manières de m'approprier le clair-obscur et de le moderniser.

Abstract

Chiaroscuro, a technique developed during the XVIth century, has experienced a booming in art that radiate until today. It is the art of strong contrasts between shadow and light. Numerous artists have contributed to its development, but we especially remember Caravaggio for having pushed it to a paroxysm. He was, and still is, an inspiration for the chiaroscuro followers artists. Nevertheless, there is few examples of the use of this technique in synthetic imagery, and that's why I have been interested in it. Whether it be for synthetic images or for more traditional techniques, chiaroscuro, more than any other genre, call for knowledges in the art of composing an image with light, and that's why it is important to see some basis. But there is a particular constraint with synthetic images which is to know how optimizing renders, and it is particularly true when working with mainly dark scenes. Indeed, few modern render engines appreciate the lack of light, because there calculation method, ray-tracing or path-tracing, is not appropriate for this, and knowing there modus operandi allows to overcome this problem. And I have been try out various ways to appropriate and modernize chiaroscuro after having done some research about those general notions.

Sommaire

Introduction

I) État de l'art

1. Genèse	1
2. Le luminisme et le ténébrisme	2
A) Le luminisme.....	2
B) Le ténébrisme	3
3. Le Caravage et les caravagistes	5
A) Le Caravage	5
B) Les caravagistes.....	6
C) Les héritiers	7

II) Notions générales

1. La composition de l'image par la lumière	10
2. L'optimisation de scènes	13
A) V-Ray	13
a) Les modes de rendu	13
b) Le raytracing	14
c) Méthode d'optimisation	15
B) Arnold.....	24
a) Le path-tracing.....	24
b) Le sampling	24

III) Expérimentations

1. Asase Ye Duru	26
A) L'ambiance.....	27
B) Le lighting	28
a) Lights	28
b) Self-illumination	29
2. Repenser la végétation	32
A) Revisiter la nature-morte	32
B) Des hommes et des fleurs	42
3. Jeux de lumières	49
A) Hommage à Georges de la Tour.....	49
B) Le théâtre d'ombres.....	53

Conclusion

Annexe (DVD)

1. ANTOINE, Bérénice, TROFIMIUK, Katarzyna, *Asase Ye Duru*, 2016, 1min10s
2. ANTOINE, Bérénice, *Nature Morte*, 2016, 6sec
3. ANTOINE, Bérénice, *La Femme Fleurs*, 2016, 12sec
4. ANTOINE, Bérénice, *La Veilleuse*, 2016, 4sec
5. ANTOINE, Bérénice, *Théâtre d'Ombres*, 2016, 19sec

Introduction

Le clair-obscur a inspiré d'innombrables artistes. Peintres, photographes, cinéastes, nombreux sont ceux qui, du XVI^{ème} siècle à nos jours, ont utilisé cette technique. Néanmoins, peu d'exemples existent en images de synthèse. Plusieurs questions se posent alors. Comment l'image de synthèse peut-elle s'approprier le clair-obscur ? Comment rendre hommage aux précurseurs de cette technique en la modernisant ? Différentes questions auxquelles nous tenterons d'amener des éléments de réponse à travers des expérimentations, des réflexions artistiques, mais également des éléments techniques. Ici je ne prétends pas faire un exposé exhaustif, et encore moins écrire une bible sur comment utiliser le clair-obscur en images de synthèse. Je tente plutôt de montrer un cheminement artistique personnel, qui n'est qu'un fragment de tout ce que j'aimerais tester à ce sujet et de manière générale, de toutes les possibilités qu'il reste encore à explorer. Je commencerai donc par faire un état de l'art qui présente les prémices du clair-obscur dans l'art, mais également quelques artistes contemporains qui s'y sont intéressés. S'en suivront des notions générales en termes de composition d'image grâce à la lumière et de moteurs de rendu, avant de présenter mes diverses expérimentations sur le clair-obscur.

I) État de l'art

La lumière, la théâtralisation, la composition de l'image, sont autant d'aspects qui me passionnent dans l'oeuvre du Caravage et de ses suiveurs. Nous allons commencer par nous intéresser à la lumière en abordant la genèse du clair-obscur, et ensuite au luminisme et au ténébrisme qui en découlent. Enfin, nous parlerons du Caravage et de ses suiveurs, qu'ils soient du XVII^{ème} siècle ou contemporains. Néanmoins nous ne ferons pas un exposé exhaustifs de tous les artistes caravagistes, mais nous nous pencherons sur une sélection d'artistes qui apportent des éléments de réflexion intéressants pour la suite, et qui sont pour moi une source d'inspiration.

1. Genèse

Autrefois, l'éclairage dans les ateliers de la peinture était un problème technique. L'éclairage à la bougie était rarement utilisé dans la peinture.

“Lorsque l'on veut représenter une scène nocturne, que l'on allume un grand feu clair, dont la lumière se propage généreusement, et que l'on regarde les choses telles qu'elles sont colorées naturellement par le feu; plus elles en sont proches, plus elles participent de sa lumière rouge et se détachent bien. Car le feu est tout rougeoyant, comme fait d'un mélange

de jaune de plomb clair, de blanc et de minium ; ainsi doivent être représentés tous les objets qu'il éclaire. Mais plus les choses s'éloignent du feu, alors elles échappent à sa clarté, et se perdent dans la couleur-nuit, noire et sombre."

Joachim von Sandrart

Les artistes de la Renaissance craignent alors l'utilisation du noir et du blanc, trop extrêmes très difficiles à manipuler car elles altèrent vite les couleurs. Hors les pigments, très chers, sont utilisés avec précaution. "D'ailleurs, pour cet interprète de l'esthétique lumineuse de la première Renaissance [Alberti], c'est la nature elle-même qui nous enseigne à fuir le noir ; il y a quelque chose d'aberrant et de monstrueux dans la délectation du sombre." ¹

Pourtant, le début du XVI^e siècle voit apparaître les prémices du clair-obscur avec Léonard de Vinci qui fait une étude systématique des différents types d'ombres et des "effets de la distribution de la lumière sur un visage à partir d'une unique source d'éclairage." ² De ces prémices naît une nouvelle pratique artistique qui impactera l'ensemble de la peinture de la Renaissance : le luminisme.

2. Le luminisme et le ténébrisme

A) Le luminisme

"La première intuition du luminisme, c'est-à-dire du rôle de la lumière dans l'organisation cohérente des formes par le jeu des valeurs tonales, s'exprime à Venise à partir des leçons recueillies par Antonello de Messine chez les Flamands. Si Léonard de Vinci sait exploiter avec une géniale aisance les mystérieux pouvoirs de l'ombre et de la lumière — du noir et du blanc —, c'est dans l'œuvre de Giovanni Bellini que s'accomplit la mutation profonde qui allait, à plus ou moins brève échéance, renouveler la peinture occidentale. Giorgione en saisit d'emblée la portée et les implications diverses, presque contradictoires : ainsi, dans la *Pala de Castelfranco* (1504, Dôme, Castelfranco de Veneto), la lumière qui baigne le paysage modèle le visage de la Vierge, donne leur volume aux plis de sa robe et s'accroche en éclats luisants sur la cuirasse de saint Libéral, elle unifie une composition qui représente une vision arrêtée dans le temps. Dans *L'Orage* (1510, Académie, Venise), au contraire, c'est la nature saisie à l'instant où l'éclair envahit l'espace, fait surgir les formes, décompose les couleurs.

L'importance de cette découverte sera immense, pour les Vénitiens d'abord (Titien, Lotto),

¹ : P. CHRONÉ, J.-C. BOYER, R. E. SPEAR, *L'âge d'or du nocturne*

² : Présentation de la conférence *Lumière sur le clair-obscur* de Sabine Wetterwald, historienne d'Art, le 1er avril 2009 à l'association Convivialité en Flandre au Pôle Lamartine de l'Université du Littoral à Dunkerque

puis pour les peintres, italiens ou non, qui viendront sur la lagune étudier leurs œuvres. Ils recueilleront ainsi les ferments qui feront naître la seconde révolution luministe, celle de Caravage. L'apport de celui-ci sera de découvrir, « à partir des expériences luministes de ses prédécesseurs, la puissance propre et la force des ombres. D'où un style où la lumière n'est pas asservie à la définition plastique des formes sur lesquelles elle tombe... [elle est] au contraire l'arbitre, avec l'ombre, de leur existence même » (R. Longhi). On sait la portée de son œuvre, le retentissement qu'elle eut à Rome chez de nombreux peintres de sa génération et, pendant tout le XVIIe siècle, sur des artistes qui avaient parfois été initiés au luminisme par un séjour à Venise ou par la connaissance de l'œuvre de Titien. Les émules de Caravage, italiens, français ou hollandais, développeront à travers toute l'Europe, parfois jusqu'à l'artifice (les tenebrosi), les conséquences de cette révolution qui détermine un changement profond dans l'ordonnance des compositions, l'équilibre des formes et des couleurs, le choix des sujets, bref dans la conception même de la peinture.”³

B) Le ténébrisme

Le ténébrisme est une pratique artistique qui utilise uniquement une lumière directe qui permet des effets de contrastes très prononcés grâce aux ombres qu'elle produit et qui permettent de détacher le sujet du fond.

“Historiquement, le ténébrisme s'affirme autour des peintres du XVIIe siècle qui ont suivi la leçon de Caravage dans l'utilisation de l'ombre comme moyen d'expression plastique, peintres appelés pour cela tenebrosi. Il faut donc remonter à Caravage, à son sens de la lumière et de l'ombre qui apparaît dans son œuvre surtout autour de 1600, par exemple dans *Le Souper à Emmaüs* (1601, pinacothèque de la Brera, Milan). Pour la première fois, il s'agit non pas d'un simple jeu de lumière réduisant les formes à des volumes schématisés comme dans la peinture maniériste, mais d'une nouvelle sensibilité par laquelle la lumière devient le moyen d'existence des formes. C'est « une lumière unie, qui arrive de côté sans reflet, comme dans une chambre aux murs noirs, éclairée par une fenêtre ; les ombres très sombres et les lumières très claires donnent du relief à la peinture » (Mancini, Considera-



CARAVAGE (1571-1610), *Le Souper à Emmaüs*, 1601, huile et oeuf sur toile, 141x192,2cm, Londres, National Gallery

³ : M.-G. DE LA COSTE-MESSELIÈRE, *LUMINISME, peinture*, Encyclopædia Universalis



REMBRANDT (1606-1669), *La Ronde de Nuit*, 1642, huile sur toile, 363x437cm, Amsterdam, Rijksmuseum

zioni sulla pittura, 1619-1621). La solution de Caravage est révolutionnaire, car elle permet de renforcer la forme par un éclat vif et d'accentuer ainsi le volume, ou de la noyer dans l'ombre et même de la détruire. Cette attaque portée aux canons de la forme fera scandale, puisqu'elle ose faire éclater les règles de l'anatomie classique, parfois déformée, mais jamais encore disloquée. Le ténébrisme produit ainsi une sorte de choc physique. Il ne s'agit pas du clair-obscur vibrant de Tintoret, mais d'une vision différente de la réalité qui acquiert ainsi une nouvelle consistance matérielle. Aussi n'est-il pas étonnant que l'on

s'éloigne des recherches des coloristes pour s'occuper davantage des couleurs virtuelles de l'imaginaire. Aux noms de Caravage et de ténébrisme est attaché le regard porté sur la réalité ; cet art est parfois qualifié de vulgaire car il emprunte ses sujets à la vie quotidienne. La beauté ne correspond plus aux formes idéales de l'humanisme, de même que les ténèbres appellent une spiritualité nouvelle qui s'affirme au moment de la Contre-Réforme. C'est un des chemins empruntés par les tenebrosi et par d'autres peintres contemporains, La Tour, Zurbarán ou Rembrandt; attachés au mysticisme pictural, ils considèrent la lumière comme un instrument de spiritualité. Mais il convient de distinguer dans le ténébrisme deux directions: le courant esthétique et le mode d'expression. Caravage n'a pas eu de sérieux imitateur avant 1600 et, entre 1605 et 1615, de jeunes peintres italiens se sont surtout consacrés aux sujets religieux peints dans les ténèbres, tels Orazio Gentileschi et Carlo Saraceni. Peu après 1615 intervient une phase originale autour de Manfredi, dont les thèmes populaires (musiciens, bohémiennes...) sont appelés à une plus grande influence surtout auprès des Nordiques. Enfin, entre 1620 et 1630, c'est la dernière génération des «ténébristes caravagesques» où se remarquent des Français comme Vouet (jusqu'en 1627) ou Valentin. Nombreuses sont les variantes dans un courant qui s'étend sur une trentaine d'années et qui touche de nombreux peintres de culture et de tempéraments différents. Les uns retiennent la sensibilité des rapports lumineux, les autres recherchent des éclairages savants qui créent, avant Rembrandt, des ombres lumineuses; beaucoup, enfin, se servent du ténébrisme comme d'une technique permettant de rehausser les volumes sur un fond obscur (par exemple, pour les natures mortes). Peu auront la puissance évocatrice, l'aspect surréel des *Pèlerins d'Emmaüs* (1648, musée du Louvre, Paris) ou de *La Ronde de nuit* (1642, Rijksmuseum, Amsterdam) de Rembrandt. Plus fréquente sera l'utilisation de contrastes lumineux violents dégagant un pathétique réel convenant bien au sentiment baroque (Caracciolo). Un problème se pose: celui du ténébrisme espagnol qui ne doit pas tout à Caravage; la recherche du *relievo* (expression plastique du volume) est un souci d'une culture en réaction contre l'idéalisation de la Renaissance. L'ombre est souvent le support sur lequel s'ap-

puie le sujet rendu plus lumineux (Ribera). Les ténèbres ne transforment plus, par exemple chez Zurbarán, elles modèlent, elles définissent par contrastes. Il faut, cependant, donner à l'éclairage de Velázquez un sens un peu différent: chez lui, la lumière fait partie de la matière, elle lui donne vie. Velázquez emploie le noir et le mêle à ses couleurs et la forme est traitée en fonction de l'éclairage qu'elle reçoit. Le mode d'expression ténébriste est donc varié; il ne faut pas l'arrêter à l'influence, certes déterminante, de Caravage, ou le limiter à un seul registre, le mysticisme ou la réalité.”⁴

3. Le Caravage et les caravagistes

A) Le Caravage

La renommée du Caravage est due à son approche non-conventionnelle du réalisme. Le clair-obscur “conférait à ses compositions des oppositions suggestives qui soulignaient violemment le caractère dramatique des scènes représentées. Il figeait, dans l'éclair d'un instant, les gestes, les attitudes en les chargeant parfois d'une signification intemporelle. La lumière en déterminant la forme créait le dessin. Elle soulignait des fragments de la figure en mettant en évidence le thème sans le noyer dans l'action. Il campait ses personnages grandeur nature dans des positions réelles et prosaïques, en projetant sur la scène de violents contrastes de lumière et d'ombres, énergiquement tranchés, qui agissaient, et agissent encore fortement sur le regard et l'esprit. Le Caravage exprimait avec force et intensité, autant les natures mortes que l'état psychique de ses personnages et les traduisait dans des compositions picturales jusqu'alors inusitées. Elles rendaient obsolètes les restrictions thématiques et formelles de la Renaissance en abolissant les différences entre les sujets nobles hiératiques et les scènes à personnages qu'il choisissait parmi les gens du peuple.[...] L'absence de toute complaisance descriptive, de tout intellectualisme, lui fait retrouver le réel de la vie.”⁵

Il représente ces personnages du peuple de façon réaliste, sans aucune idéalisation, et vêtus à la mode contemporaine. Avec la Renaissance il était pourtant courant de voir les personnages représentés à la mode antique. Le Caravage est un artiste moderne, ancré dans les problématiques de son temps, et qui manque totalement de respect pour les convenances de l'époque. Il se veut réaliste jusque dans les expressions de ses personnages, dans des postures pourtant fortement théâtralisées. Le dégoût et la haine s'expriment sans fard sur le visage de Judith dans *Judith décapitant Holopherne* (1598, Galerie Nationale d'Art Ancien, Rome), la surprise est perceptible sur celui du Caravage lui-même

⁴ : J.-P. MOUILLESEUX, *Ténébrisme*, Encyclopædia Universalis

⁵ : A. SATHIÉ, *Du Caravage à Rembrandt, Maîtres, adeptes, et plagiaires du clair-obscur*

dans son *Garçon mordu par un lézard* (1593-1594, National Gallery, Londres), et l'effroi de sa *Méduse* (1597-1598, Musée des Offices, Florence) ne fait aucun doute.

Son travail sur la mise en volume des personnages par la lumière prolonge et synthétise les travaux entrepris par Masaccio (1401 - 1429), tout en y ajoutant son réalisme si caractéristique. Cette lumière vient le plus souvent de la gauche du tableau, ou d'en face — sauf dans *La vocation de St Mathieu* (1599-1600, Église Saint-Louis-des-Français, Rome) qui est le seul tableau du Caravage à avoir une lumière qui vient de la droite — mais la source n'en est jamais visible. Les oeuvres du Caravage se caractérisent également par leurs cadrages serrés, sans premier plan, et en contre-plongée. Toutes ses caractéristiques qui font sa particularité ont inspiré un certain nombre d'artistes de son temps et au-delà.



CARAVAGE (1571-1610), *Meduse*, 1597-1598, huile sur toile de lin montée sur bouclier en peuplier, 48x48cm, Florence, musée des Offices

B) Les caravagistes

De nombreux peintres du XVII^e siècle ont suivi l'influence du Caravage, mais il faudrait un mémoire entièrement consacré à ce sujet pour tous les aborder. Nous nous intéresserons donc ici uniquement à ceux qui apportent des éléments qui nous semblent intéressants pour notre propos.

Georges de la Tour (13 mars 1593, Vic-sur-Seille - 30 janvier 1652, Lunéville) est une figure importante du clair-obscur en France. Il reprend tous les codes du caravagisme en mettant en scène des petites gens de son époque, même dans les scènes religieuses. Il les peint sur des fonds sombres, en utilisant des tons bruns, rouges, avec quelques éclats de blanc. Ses particularités sont qu'il ne peint que des scènes peu profondes, de maximum 2m de profondeur, avec une lumière rasante dans le plan des personnages uniquement. Mais ce qui nous intéresse surtout ici ce sont ses grandes nocturnes, qui n'apparaissent que vers la fin de sa carrière (à partir de 1643). Dans ses nocturnes la lumière vient se placer au coeur même de la scène. Il ne montre que la lumière douce émise qui vient souligner les personnages, et presque jamais la source qui pourrait détourner l'attention du spectateur du sujet principal. De ce fait, il trouve des subterfuges pour cacher la source — souvent une bougie — en plaçant un objet ou une main devant. Il est l'initiateur du contre-jour dans l'art, et des effets que cela produit sur les objets et les personnages (translucidité sur les mains par exemple).

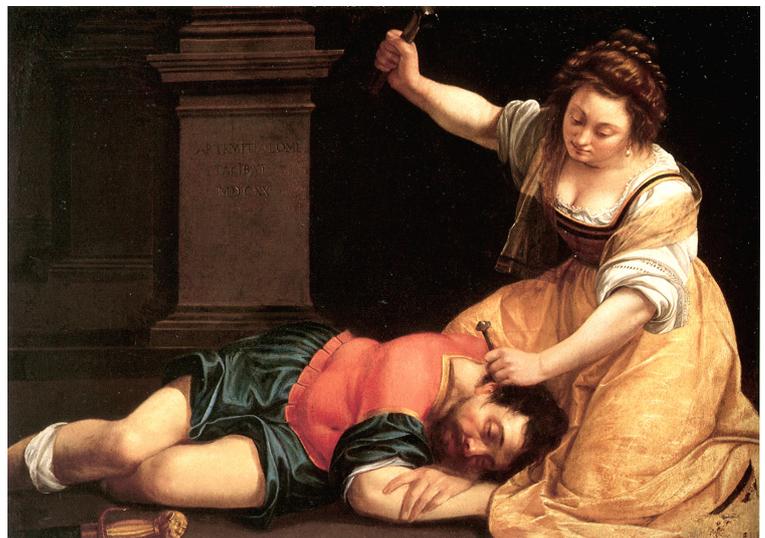
Zurbarán (7 novembre 1598, Fuente de Cantos - 27 août 1664, Madrid) est un peintre emblématique de la Contre-Réforme en Espagne. Il pousse les contrastes



ZURBARAN, Francisco de (1598-1664), *La méditation de Saint-François*, 1635-1639, huile sur toile, 1552x99cm, Londres, National Gallery

clair-obscur à un point où le sujet se détache totalement du fond qui est presque noir. Ses lumières en contre-plongée donnent un caractère profond et mystérieux à ses personnages, souvent issus du clergé et représentés seuls.

Artemisia Gentileschi (8 juillet 1593, Rome - 1653, Naples) est intéressante dans notre propos pour ses sujets abordés originaux pour son époque. En effet elle se démarque de ses contemporains par sa représentation des femmes. Elle ne peint presque jamais des saintes, personnages martyrs et contemplatifs, mais des femmes issues de l'antiquité biblique ou latine, combattantes, héroïques, ou rêveuses et mélancoliques.



GENTILESCHI, Artemisia (1593-1652), *Jaël et Sidéa*, 1620, huile sur toile, 86x125cm, Budapest, Musée des Beaux-Arts

C) Les héritiers

L'influence du Caravage a traversé les siècles jusqu'à nos jours. On la retrouve dans tous les arts visuels, aussi bien au cinéma, qu'en photographie, en peinture, ou dans les arts numériques. Les artistes contemporains ont repris les codes du caravagisme de diverses manières. Certains se sont contentés de recréer les tableaux du Caravage avec des techniques modernes, d'autres ont modernisé les caractéristiques de son style. Il est néanmoins intéressant de rappeler que le Caravage était un peintre novateur et moderne, se contenter de copier son style dans son contexte historique serait une erreur et un mauvais hommage à l'artiste.



DIVER & AGUILAR, *Chiaroscuro*, 2010



CARAVAGE (1571-1610), *Les tricheurs*, 1594, huile sur toile, 94,2x130,9cm, Fort Worth, musée d'art Kimbell

Dans la série *Chiaroscuro* (2010) les photographes Diver & Aguilar recréent les tableaux du Caravage. Mais cette série est intéressante car ils y apportent une touche de modernisme qui permet au spectateur moderne de se projeter dans ces photos. En effet les costumes sont actuels et les objets de décors sont issus de notre mode de vie.

“Les peintures du Caravage n'ont jamais été simples, sa méthode pour représenter la mise en scène de la religion était révolutionnaire en son temps. Hors des ténèbres il figeait le temps, ses sujets, comme s'il s'agissait d'une image d'un film qui continue à clignoter dans une faible lumière.

Nous avons été inspirés par l'utilisation géniale du clair-obscur par le Caravage, et davantage encore par celle qu'en a faite Martin Scorsese dans *Mean Streets*. Ce que nous avons recréé en tant que photographes pourrait être vu tout aussi bien par certains comme une pure image de mode, que comme un reflet de la violence qui était monnaie courante dans la vie du Caravage. Ces images sont sacrées et profanes et il y a une certaine solidarité envers la représentation de moments difficiles auxquels tout le monde peut s'identifier.”⁹

Mike Diver

Sacha Goldberger quant à lui a une approche inverse dans sa série *Super Flemish* (2014). Au lieu de moderniser des tableaux anciens, il fait entrer des icônes modernes dans le XVIIème siècle. Dans ces photos il représente les super héros à la mode du XVIIème siècle en reprenant les codes de l'âge d'or de la peinture néerlandaise, fortement inspirée par l'oeuvre du Caravage. “La découverte de Sacha de ces personnages, qui renvoient di-

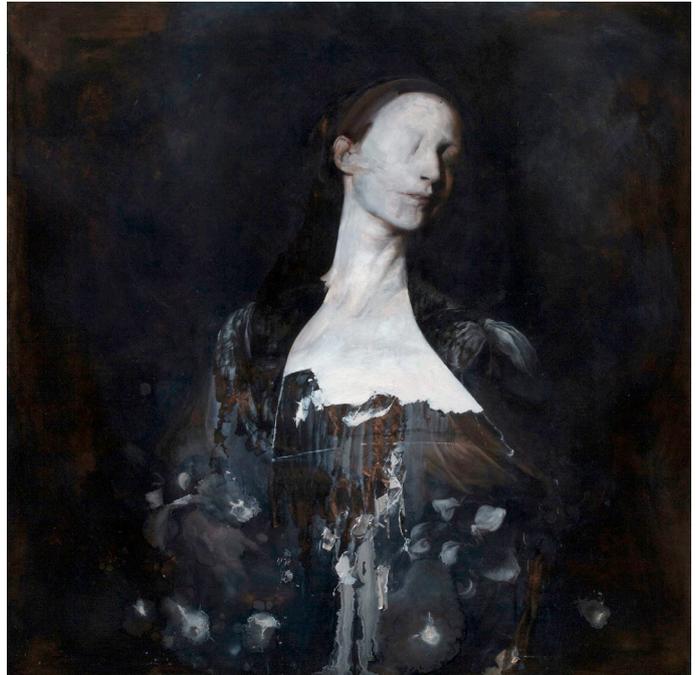
⁹ : *Diver & Aguilar's Caravaggio-inspired shoot, "Chiaroscuro"*, Bernstein & Andriulli, <http://www.ba-reps.com/news/diver-aguilar-s-caravaggio-inspired-shoot-chiaroscuro>

rectement à l'enfance, a donné naissance au désir de se les réapproprier, de les ramener à une époque qui fut la pierre angulaire de l'art occidental. Sacha veut confronter ces icônes de la culture américaine avec les peintres contemporains de l'école hollandaise. La collection décrit l'usage de la technique du XVIIème siècle du contraste ombre et lumière pour illustrer la noblesse et la fragilité des super pouvoirs de toutes les époques.”¹⁰

Pour le peintre Nicolas Samori, il n'est pas question d'inscrire l'héritage du Caravage dans une réalité actuelle mais d'exprimer un sentiment, la psychologie du personnage, non plus par une expression réaliste du visage, mais en détruisant volontairement les tableaux baroques qu'il reproduit. Dans son oeuvre, le clair-obscur renforce un sentiment d'étrangeté induit par les mauvais traitements qu'il fait subir aux tableaux. “Son processus implique “d'écorcher” ses personnages peints avec un couteau à peindre ou du diluant, d'étaler une nouvelle image par-dessus, et de répéter le processus jusqu'à ce que des images fusent et que des signes d'effacement et d'écorchures dominent la surface retravaillée. Samori explique qu'exposer l'intérieur de la peinture en enlevant des couches de “peau” avec un scalpel révèle “une fraîcheur et une intensité inconnue dans les tons externes.””¹¹



GOLDBERGER, Sacha, *Super Flemish*, 2014



SAMORI, Nicolas, *Sans Titre*, 2010, huile sur toile, 100x100cm

¹⁰ : *Super Flemish*, site web de Sacha Goldberger, <http://sachagoldberger.com/portfolio/?portfolio=super-flemish-10>

¹¹ : *Nicolas Samori*, Artsy, <https://www.artsy.net/artist/nicola-samori>

II) Notions générales

Avant toutes choses, il me semble important d'aborder deux grandes notions qui vont être importantes dans la création d'images de synthèse en clair-obscur. La première est la composition de l'image par la lumière. La lumière en art n'est pas là uniquement pour permettre de voir les objets ou les personnages d'une œuvre, elle est également là pour amener du sens et une intention esthétique. Nous verrons donc quelles sont les grandes lignes qui peuvent nous aider à atteindre ce but. Mais en images de synthèse la lumière est également un outil de calcul. Nous nous intéresserons donc ici à la méthode du ray-tracing et à la méthode du path-tracing à travers deux moteurs de rendu que sont V-Ray et Arnold. Par là-même nous essayerons de comprendre pourquoi des images en clair-obscur sont plus difficiles à rendre avec ces moteurs de rendu qu'une image fortement éclairée, et surtout comment optimiser nos rendus.

1. La composition de l'image par la lumière

Le cerveau humain analyse toutes les informations qu'il reçoit et élimine tout ce qui lui semble être du détail sans importance. Une photographie, une image, fixe, elle, tous les détails. L'image que l'on fixe avec un appareil photo, que l'on peint, ou que l'on crée en images de synthèse, tend à représenter ce qui n'est pas visible : l'émotion. Même lorsque l'on photographie une bouteille de bière, ce n'est pas la bouteille en elle-même qui est importante, c'est ce que l'on a ressenti, le moment, les personnes qui nous entourent en cet instant, le goût, l'ivresse, que l'on veut conserver et partager. Or le lien entre ce que l'on veut transcrire et ce que le public perçoit réellement, tient bien souvent à la composition de l'image.

« La composition est un processus d'identification et d'arrangement d'éléments pour produire une image cohérente. Tout ce qui intervient dans une image forme la « composition ». [...] Elle doit se nourrir d'émotion, sans cette dernière, elle ne peut que créer des images superficiellement plaisantes, dénuées de sens. »¹

« Il peut être surprenant et/ou décevant d'examiner [...] une statue ou une personne éclairée par une source de lumière artificielle placée dans une position « non solaire », c'est-à-dire par en dessous. Dans certains cas, la sensation de relief est même inversée pour notre œil qui voit alors des creux à la place des bosses. [...] De la position de la source de lumière par rapport à l'objet (vu selon l'axe optique de l'objectif) dépendent la forme et

¹ : D. PRÄKEL, *Composition*

la position des ombres, qui jouent un rôle essentiel dans l'aspect de l'image, le rendu des volumes (ou « modelé ») et de la texture de l'objet.»²

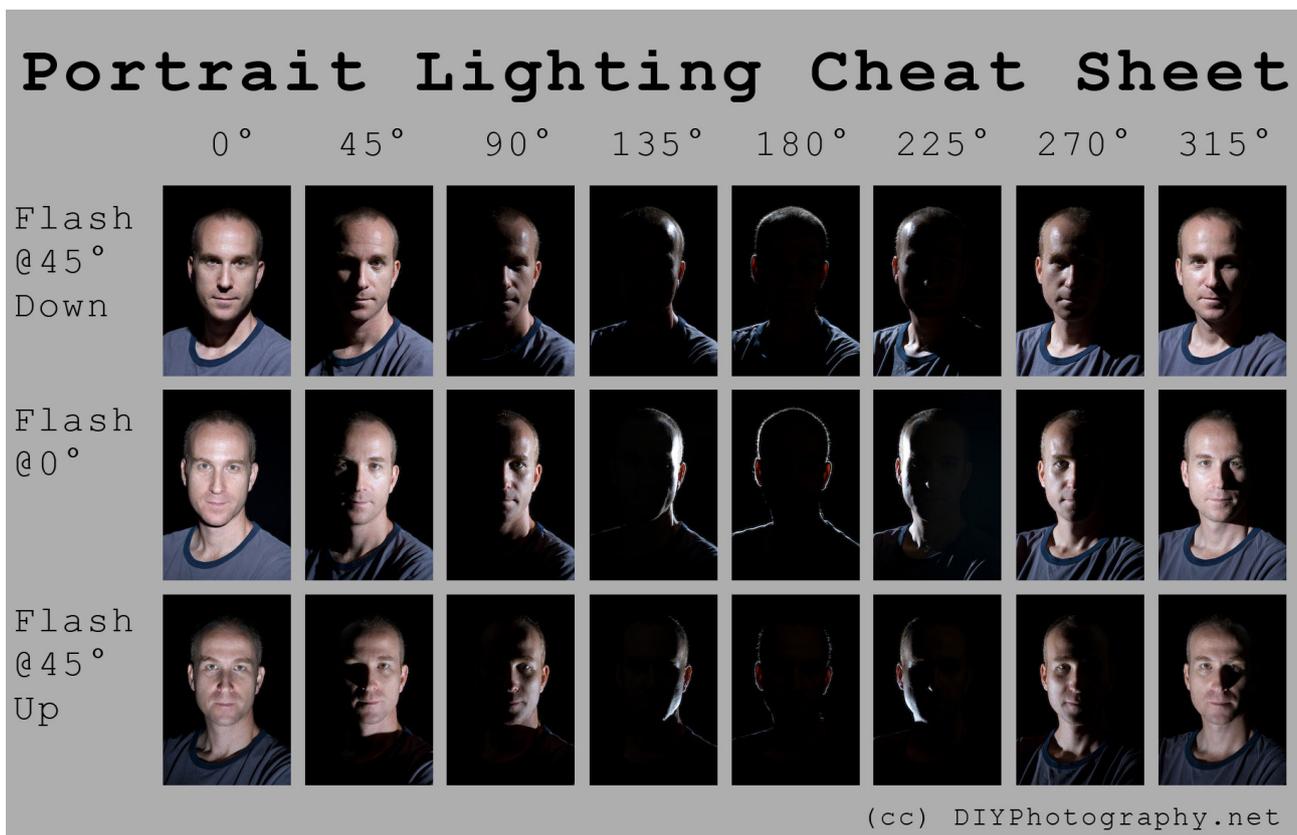
Une lumière frontale est une lumière de face au-dessus du sujet. Elle crée des ombres projetées courtes et dures s'il s'agit d'une lumière ponctuelle. C'est une lumière particulièrement adaptée pour les portraits puisqu'elle a tendance à avantager le modèle en mettant en valeur la symétrie du visage sans relever les imperfections, et en le rajeunissant. Cette technique a été très utilisée par les studios Harcourt en France. L'éclairage totalement de face est quant à lui à proscrire dans tous les cas puisqu'il aplatit totalement les volumes et ne produit aucune ombre visible, puisque celles-ci sont projetées à l'arrière, dans la partie non visible par la caméra. L'éclairage classique utilisé de longue date par les artistes, notamment ceux de la Renaissance, est l'éclairage de trois-quarts en position haute. C'est celui qui re-



STUDIO HARCOURT, Pierre Arditi, 2009, 24x30cm

produit la lumière naturelle du soleil en position moyenne dans les pays tempérés. « Cet éclairage rend sensible la progression des demi-teintes, depuis les hautes lumières jusqu'à l'ombre complète ; c'est aussi celui qui rend le mieux compte de la forme et de la texture des objets »². En Europe et dans tous les pays occidentaux, nous lisons de gauche à droite, et c'est également inconsciemment notre sens de lecture de l'image. Pour nous, une lumière de trois-quarts haute positionnée à gauche de l'image met d'avantage en avant le sujet qu'une lumière qui viendrait de la droite. Cela vient du fait que la partie gauche de celui-ci sera celle éclairée, et la droite celle dans l'ombre. Or la partie gauche est celle que nous regardons en premier. La lumière latérale est également une lumière placée sur le côté, mais elle n'est positionnée qu'à peine au-dessus de l'axe de la caméra. C'est un éclairage qui permet de mettre en avant la texture de l'objet car il fait ressortir les petits détails invisibles avec d'autres types d'éclairages. Cette lumière nécessite tout de même une fill light pour déboucher les zones d'ombres. Le contre-jour est lorsque la lumière se trouve à l'arrière du sujet et face à la caméra. Cet éclairage est très intéressant pour faire ressortir le *sub-surface scattering* (SSS) d'un objet, comme par exemple dans le Saint Joseph charpentier de Georges de la Tour ou la main de Jésus est positionné devant la flamme de la bougie. Ce tableau nous amène également à parler de l'éclairage par en dessous, qui est

²: R. BOUILLOT, B. MARTINEZ, *Le langage de l'image*



Les différents types d'éclairage. Source : <http://www.diyphotography.net/portrait-lighting-cheat-sheet-card/>

approprié surtout dans ce cas où la source de lumière est visible dans la scène. Autrement elle est plutôt utilisée pour donner un caractère effrayant au sujet.

Dans tous les cas il ne peut y avoir qu'une seule lumière principale, la *key light*, car c'est elle, par son orientation, par sa couleur, par son intensité, qui définit l'ambiance de la scène grâce aux contrastes qu'elle produit. « L'éclairage complémentaire n'est là que pour préciser les particularités du sujet ou de la scène que la lumière [principale] ne définirait pas correctement ou suffisamment »³. Georges de la Tour, lui, la plaçait bien souvent sur une Section d'Or, c'est-à-dire une section de l'image basée sur le Nombre d'Or⁴ et qui se veut particulièrement harmonieuse.

Un facteur important dans la composition d'une image en clair-obscur « est ce qu'on appelle le contraste utile de l'image. Il ne cherche à reproduire ou à interpréter convenablement que les luminances des régions significatives de la composition, le plus souvent le sujet principal. C'est par exemple le cas d'un portrait sur fond noir avec lequel les demi-teintes – le modelé du visage, peut-être le vêtement et les mains – contiennent toutes les

³ : R. BOUILLOT, B. MARTINEZ, *Le langage de l'image*

⁴ : Le Nombre d'Or se base sur la suite de Fibonacci. « Dans cette suite (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, etc...), chaque valeur est égale à la somme des deux nombres qui la précèdent. Si on fait, dans cette suite de Fibonacci, le rapport d'un nombre à celui qui le précède on trouve, par exemple : $34/21 = 55/34 = 89/55 \approx 1,618$ »², c'est ce qu'on appelle le nombre d'or.

informations visuelles nécessaires et suffisantes à sa représentation complète »⁵.

2. L'optimisation de scènes

Lorsque l'on travaille sur le clair-obscur, il est particulièrement important d'optimiser ses rendus, car des scènes sombres sont généralement longues et difficiles à rendre. Or le meilleur moyen d'optimiser ses rendus est de comprendre comment fonctionne le moteur utilisé.

A) V-Ray

a) Les modes de rendu

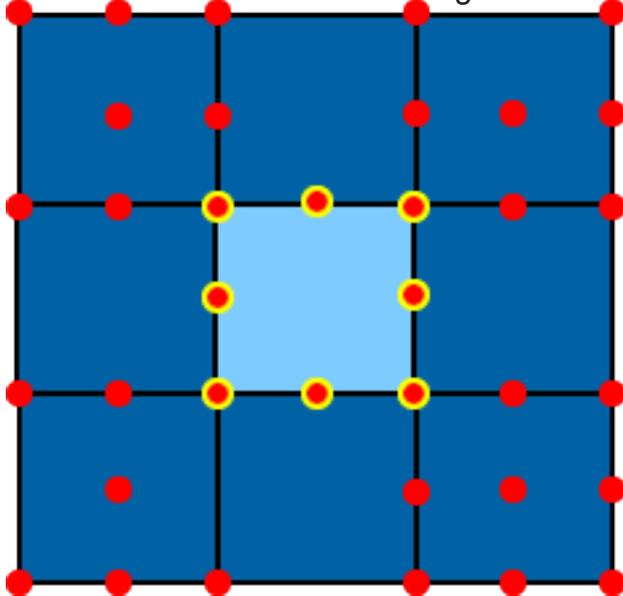
Dans V-Ray il existe 4 render types : *Fixed Rate*, *Adaptive*, *Adaptive Subdivision* et *Progressive*.

Le *Fixed Rate* est le mode de rendu utilisé par les moteurs biased. Il utilise un nombre de samples fixe pour l'ensemble de l'image. C'est-à-dire que là où moins de *samples* seraient nécessaires, V-Ray va quand même utiliser le maximum indiqué, ce qui peut provoquer des temps de rendu très longs pour un résultat qui n'est pas forcément meilleur. Le *Fixed Rate* n'est donc, à mon sens, pas très intéressant lorsqu'on utilise un moteur comme V-Ray.

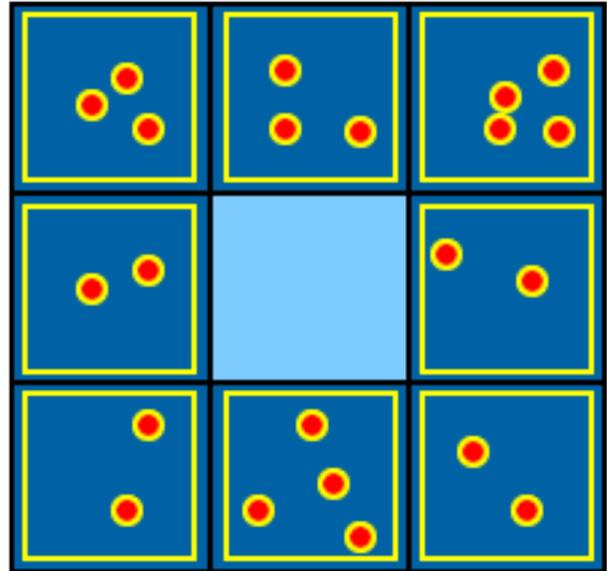
Les rendus adaptatifs envoient des rayons à travers une grille de la taille de l'image. Chaque case correspond à un pixel. Puisqu'il est impossible d'envoyer une infinité de rayons sans que cela mette une éternité à rendre, la grille s'adapte en fonction de la complexité de l'image. Ainsi, certaines zones plus compliquées à rendre auront plus de *samples*. En mode *Adaptive*, ces rayons sont envoyés depuis le centre de chaque case (chaque pixel donc) de la grille. Lorsqu'il y a besoin de plus de *samples*, plus de rayons sont envoyés depuis la même case, depuis une position aléatoire au sein même du pixel. Pour décider quand il est nécessaire d'envoyer plus de rayons, le mode *Adaptive* prend en compte les pixels contigus. Le *max subdivs* définit le nombre maximum de rayons envoyés. En mode *Adaptive Subdivision* ils sont envoyés depuis les angles des cases. Si V-Ray juge qu'un pixel a besoin de plus d'informations, les cases seront divisées, ce qui, en augmentant le nombre de cases, augmentera le nombre de rayons. Dans ce mode, le *max rate* représente le nombre maximum de subdivisions de la case, il ne représente donc pas le nombre de *samples*. Pour connaître le nombre maximum de *samples* en fonction du *max rate*, il faut donc compter en puissance de 2 (0=1, 1=4, 2=16, etc). Le problème avec ce mode de rendu, c'est qu'il ne

⁵ : R. BOUILLOT, B. MARTINEZ, *Le langage de l'image*

recueille que les informations situées aux angles du pixel, et non pas la globalité. Sa décision de le subdiviser ou non peut donc être biaisée, notamment dans les situations où il y a beaucoup de petits détails. Il peut donc en résulter une perte de qualité dans certaines zones, ou inversement une augmentation du nombre de samples sur l'ensemble d'une zone alors que seule une petite partie le nécessitait. Le mode *Adaptive* est donc beaucoup plus efficace dans ce type de situations mais également en animation. Le mode *Adaptive Subdivision* sera efficace sur des images fixes avec peu de détails.



Représentation des *samples* en mode *adaptive subdivision*. Seul les *samples* présents sur les bords du pixel comptent dans la décision de subdiviser ou non.
Source : http://www.interstation3d.com/tutorials/vray_dmc_sampler/demistyfing_dmc.html



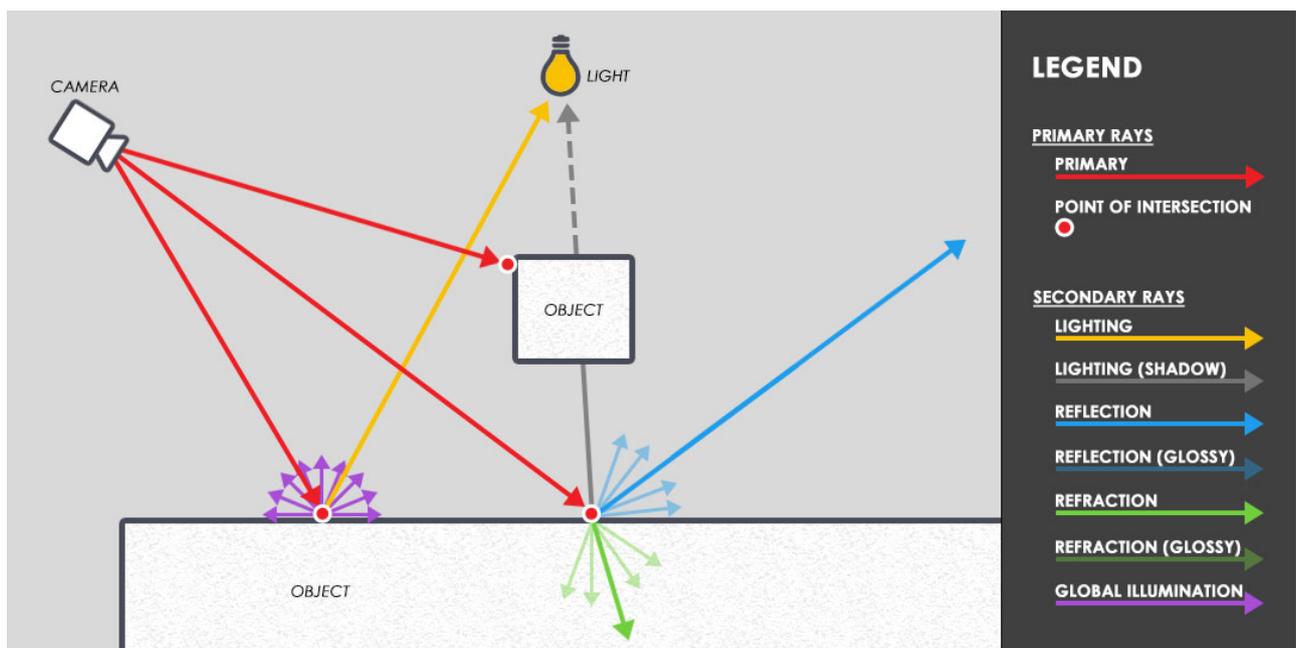
Représentation des *samples* en mode *Adaptive sampler*. Tous les *samples* comptent dans la décision de subdiviser.
Source : http://www.interstation3d.com/tutorials/vray_dmc_sampler/demistyfing_dmc.html

Le mode *Progressive* quant à lui est un mode adaptatif mais en temps réel. Il permet, comme le V-Ray RT, de rendre en temps réel les modifications apportées à la scène.

b) Le raytracing

Lorsqu'un rendu commence, la première chose que fait un moteur de rendu *ray-traced* tel que V-Ray, c'est d'envoyer des rayons de lumière à partir de la caméra afin de collecter des informations sur les différents objets visibles dans l'image. Ils sont envoyés dans toutes les directions jusqu'à ce qu'ils rencontrent quelque chose. Lorsque c'est le cas, le rayon envoie alors à V-Ray toutes les informations de couleurs concernant ce point de collision, c'est à dire ce qui concerne la couleur, la manière dont le matériau réagit à la lumière, s'il est réfléchissant ou réfractif, etc. On obtient ainsi les premières informations sur la couleur du pixel. Ces rayons sont les *primary rays*, et ce sont eux que nous contrôlons dans l'onglet *Image Sampler* des *Render Settings* de V-Ray. À chaque intersection entre ces rayons ils envoient d'autres rayons aux light présentes dans la scène pour connaître quelle quantité de lumière reçoit la surface. Cette technique est une manière résumée et optimi-

sée d'imiter la façon dont la lumière agit dans la nature. En réalité, le *ray-tracing* ne permet de calculer que la lumière directe, et tout ce qui concerne la lumière indirecte comme par exemple la *global illumination (GI)*, est calculé grâce à d'autres algorithmes qui ne sont pas physiquement corrects. Lorsqu'un rayon primaire entre en collision avec un objet, un autre est envoyé depuis ce point de collision par le shader afin de récupérer des informations concernant les ombres, les réflexions, la réfraction, ou la global illumination. En fait, tout ce qui dans la scène a un effet sur l'objet, comme par exemple s'il reçoit l'ombre d'un autre objet, ou s'il le réfléchit. C'est ce qu'on appelle les secondary rays, et ceux-ci sont contrôlés par le DMC Sampler. L'échantillonnage, les samples, se fait donc sur les rayons. Plus on augmente les samples, plus on envoie de rayons pour récupérer les informations nécessaires, plus on augmente la qualité de l'image. En effet le bruit est la conséquence d'un manque d'informations. Néanmoins, en mode Adaptive (nous ne nous intéresserons qu'à ce mode de rendu désormais, puisqu'il est généralement le plus adapté), lorsqu'on augmente très fortement le max subdivs, en le mettant à 50 par exemple, pour chaque shader présent dans la scène, V-Ray n'envoiera qu'un seul rayon secondaire même si, par exemple, la réfraction d'un material est paramétrée à 32 samples. Cela vient du fait que V-Ray sait qu'au besoin il pourra envoyer 50 primary rays. Dans tous les cas il tentera toujours d'obtenir le meilleur résultat avec le moins de samples possible.



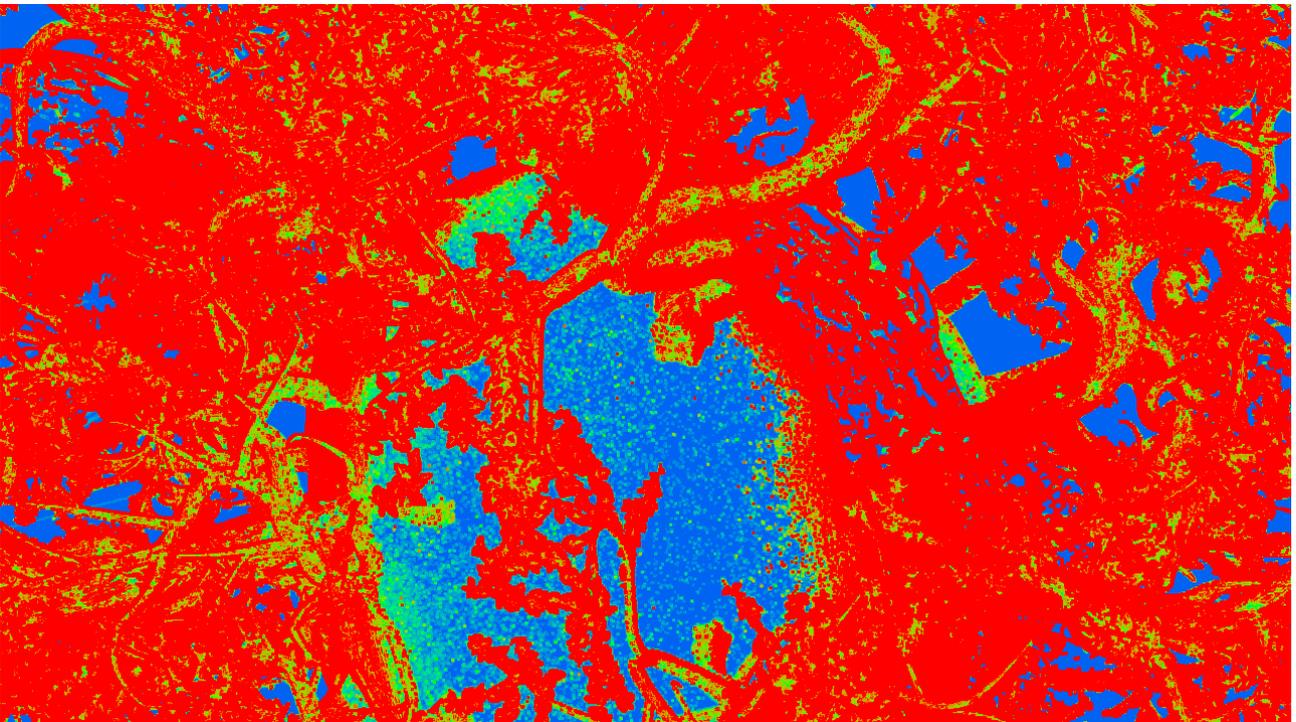
Le raytracing

Source : http://www.cggallery.com/tutorials/vray_optimization/

c) Méthode d'optimisation

Cette méthode d'optimisation est celle d'Akin Bilgic, et elle a fait ses preuves notam-

ment pour le projet *Asase Ye Duru* dont nous parlerons dans une autre partie. Dans cette méthode nous utilisons la passe de *SampleRate* que l'on trouve dans les *Render Elements* de V-Ray. Cette passe montre le nombre de rayons primaires utilisés par pixel dans l'image en utilisant un code couleur. Le bleu représente les zones où peu de *samples* ont été utilisés, le vert les zones intermédiaires et le rouge les zones très gourmandes en *samples*.



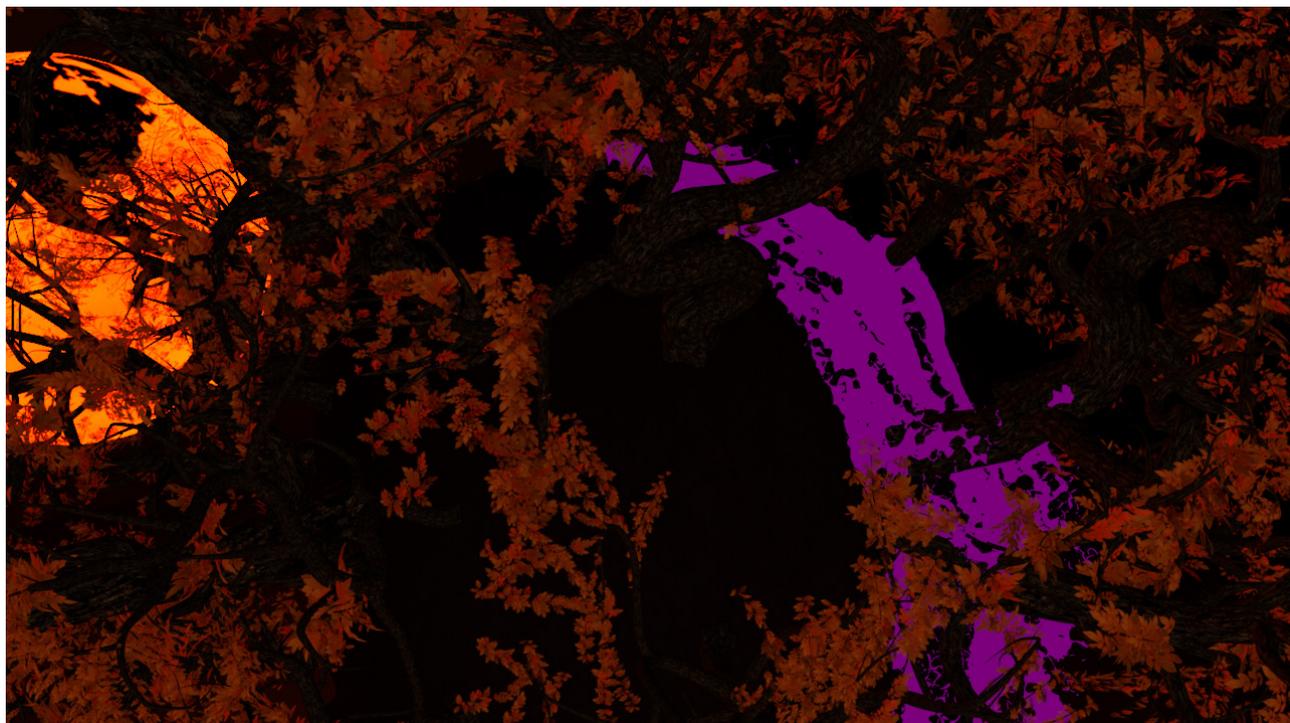
Avant optimisation : 38,4min l'image

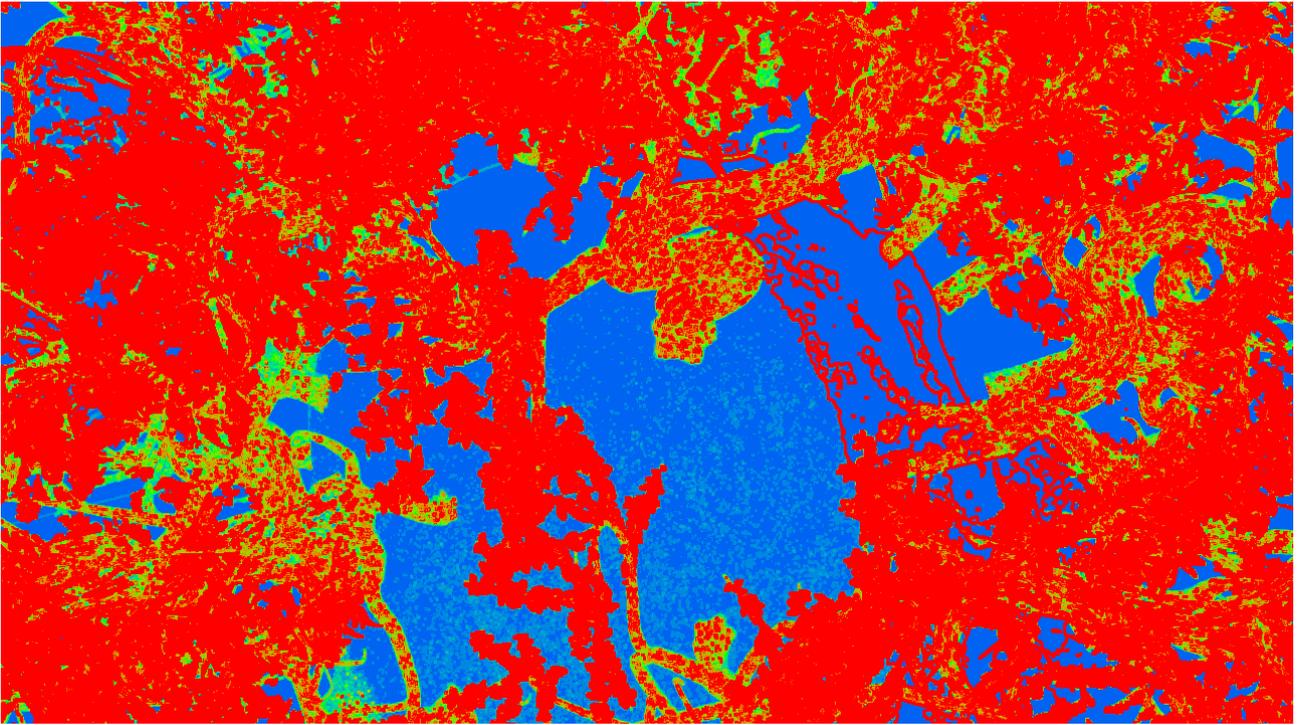
Lorsqu'il existe des zones rouges, c'est que V-Ray n'a pas réussi à obtenir toutes les informations dont il avait besoin, malgré le fait qu'il ait utilisé le nombre maximum de *samples* qu'on l'a autorisé à prendre. Augmenter de manière drastique le *max subdivs* peut être efficace, mais fort coûteux en temps de calcul. Augmenter les *secondary samples*, c'est-à-dire les *samples* des *light*, *reflection*, *refraction*, etc, peut mener à un meilleur résultat en moins de temps de calcul. Mais il faut prendre en compte le fait que le nombre de *secondary samples* est divisé par le nombre de *primary samples*, la formule étant :

$$\text{secondary samples}^2 * \text{subdivs multiplier} / \text{max subdivs}^2$$

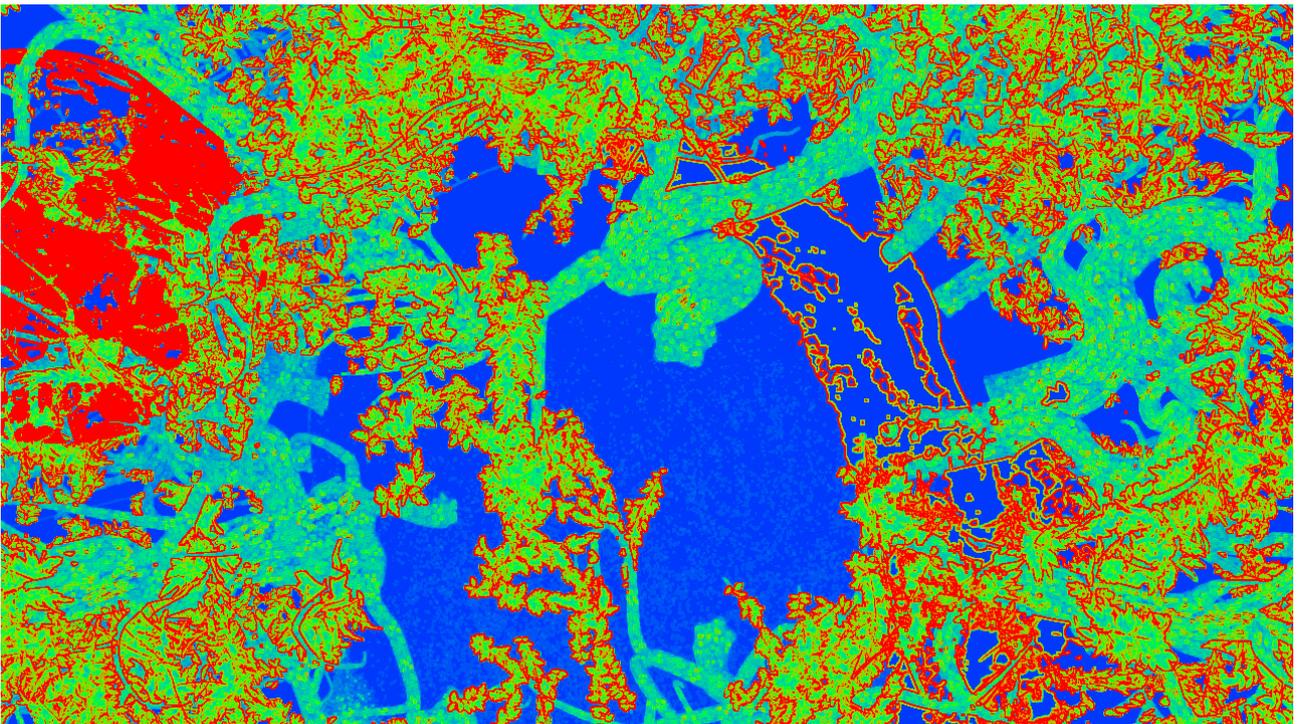
Par exemple avec un *max subdivs* de 4, un *subdivs multiplier* de 1 et une *light* avec 32 *samples*, 64 *secondary samples* seront générés. En revanche en conservant les mêmes valeurs mais en mettant un *max subdivs* de 28, il n'y aura plus qu'un seul *secondary sample*. Le meilleur moyen d'optimiser les rendus est donc de trouver le *max subdivs* suffisant et de n'augmenter ensuite que le *DMC sampler* et les *samples* locaux. Mon travail sur le clair-obscur s'est porté uniquement sur des scènes d'intérieur, or le *DMC sampler* a plus d'impact sur ce type de rendu. Néanmoins il est important d'avoir un *max subdivs* suffisant lorsque l'on travaille sur des détails fins, comme les feuillages des arbres de mon exemple.

Pour optimiser de manière efficace, Akin Bilgic préconise de commencer par désactiver la GI, puis dans les *Global Options* de désactiver les *shadows*, *reflection/refraction*, et *glossy effects* de manière à n'avoir que la diffuse. Ensuite, activer les passes de *SampleRate*, *Lighting*, *Global Illumination*, *Specular*, *Reflection* et *Refraction* afin de pouvoir vérifier quelle passe a du grain tout au long du processus. Puis, augmenter les *max subdivs* jusqu'à ce que l'image obtenue dans la passe de *Sample Rate* soit majoritairement bleue, et que le rouge soit repoussé sur les bords des objets. C'est la dernière fois que l'on touche aux *max subdivs*.





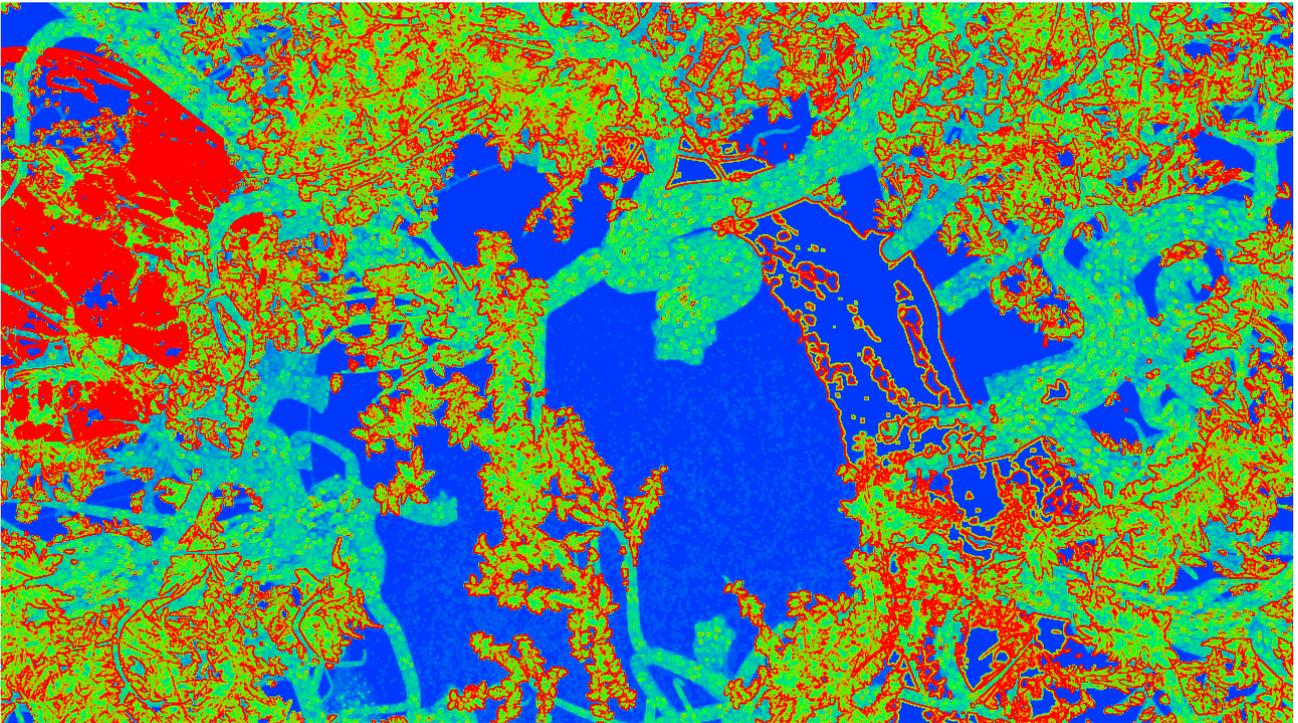
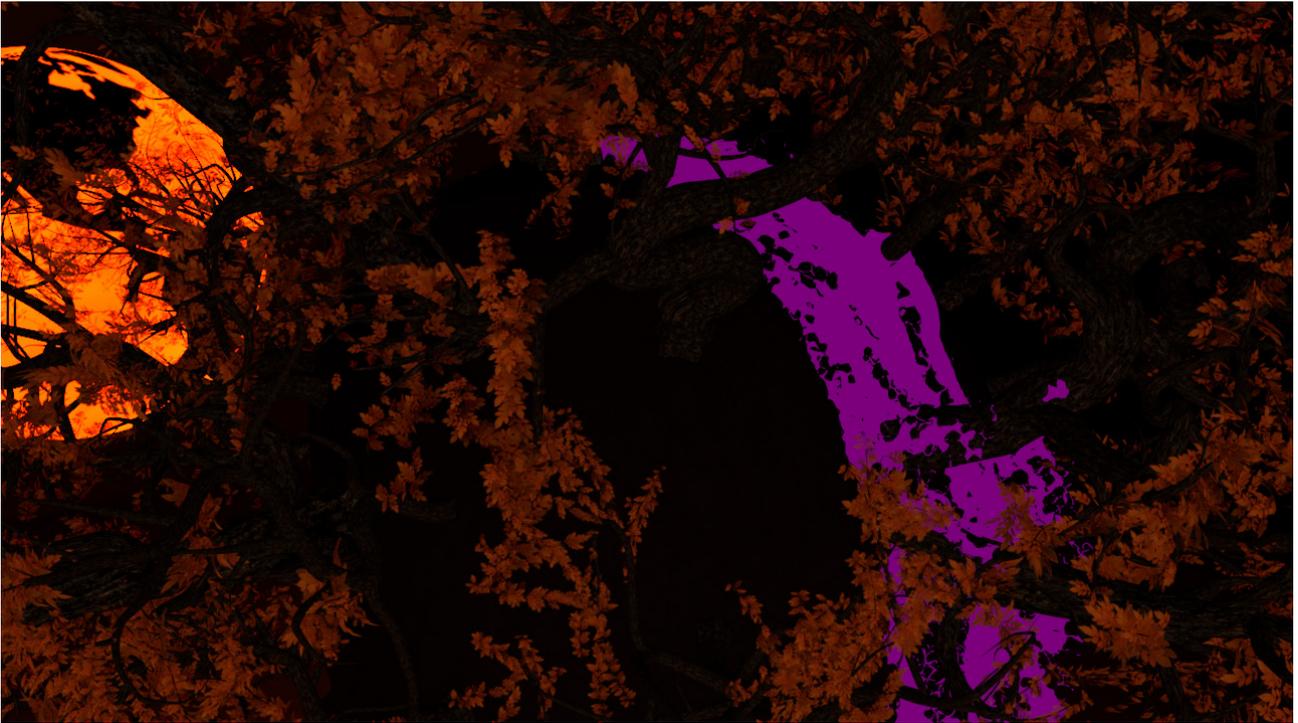
La passe de *Sample Rate* lors du rendu de la diffuse avant d'avoir ajuster les *max subdivs*



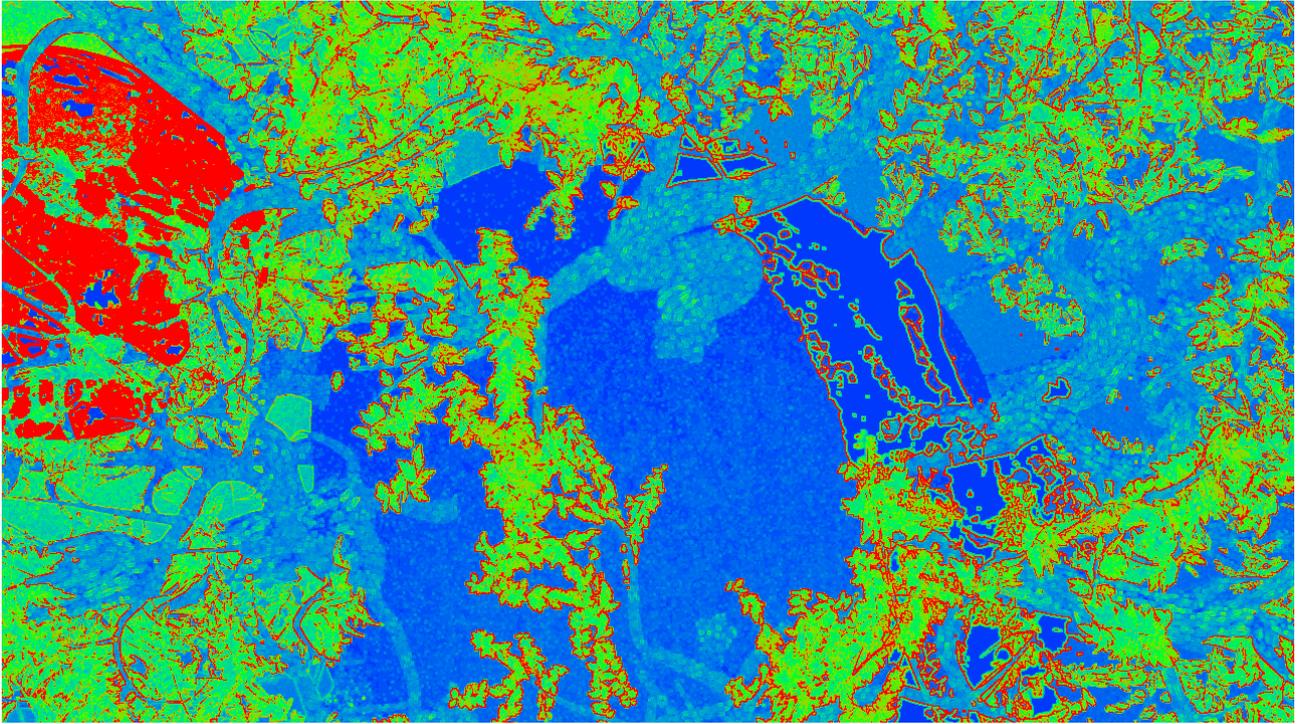
La passe de *Sample Rate* après avoir passé les *max subdivs* à 7. Temps de rendu : 9,18min

Maintenant on rajoute les *shadows* et on ajuste les *samples* de *light*, toujours en se basant sur la passe de *Sample Rate*. Ce sont ces mêmes *samples* qui contrôlent la qualité des

spéculaires. En les augmentant on devrait donc obtenir une meilleure qualité à ce niveau là, mais nous ne pourrions en être sûrs que lorsque nous aurons activé les *glossy effects*.

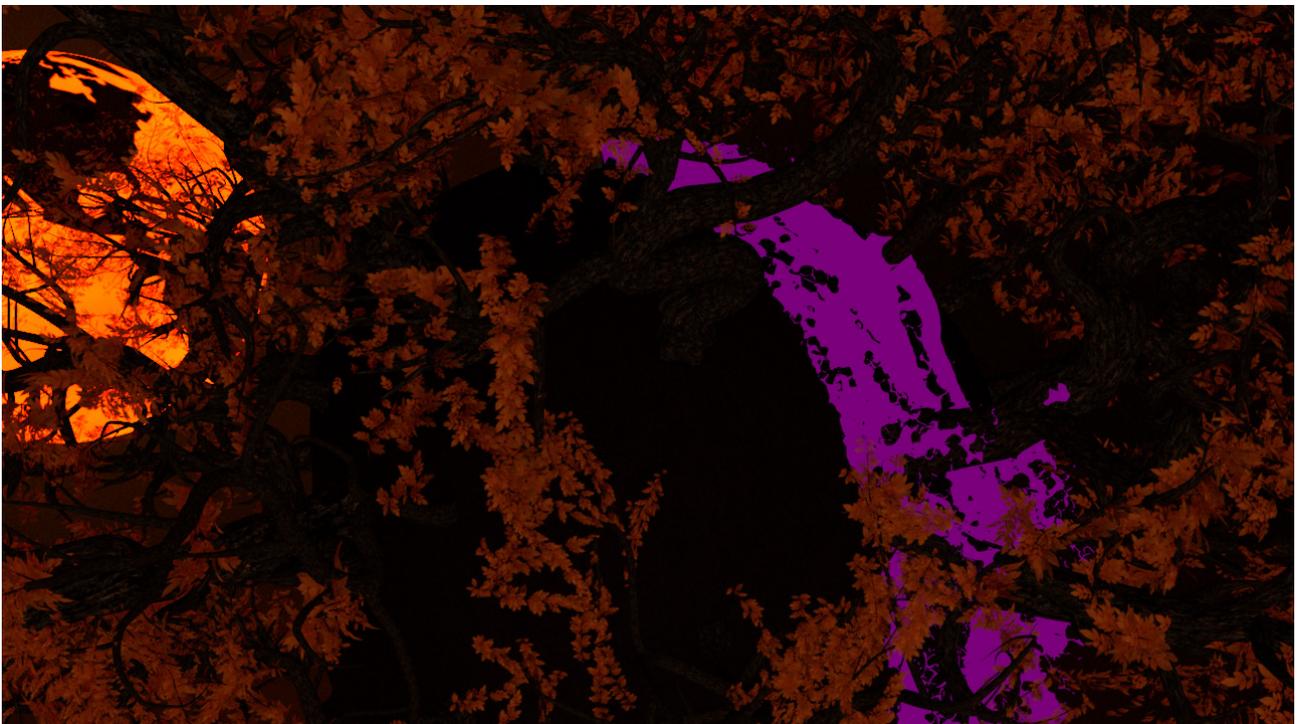


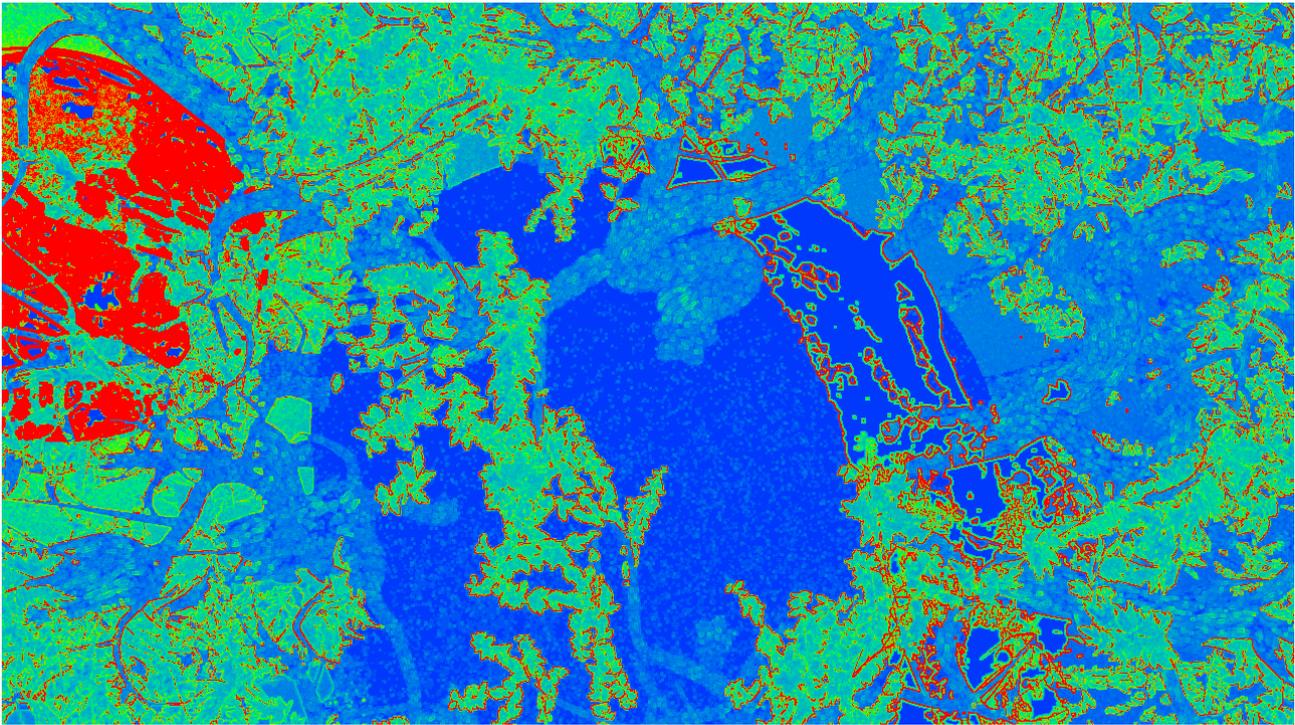
La passe de *Sample Rate* avant d'avoir ajuster les *samples de light*



La passe de *Sample Rate* après avoir paramétré les *samples de light* à 64 pour la *VRayLightSphere* et 8 pour la *VRayLightRect*.
Temps de calcul : 13,37min

On réactive ensuite la GI, ce qui fait que nous avons maintenant tous les éléments de lumière de la scène, c'est-à-dire le *lighting*, les *ombres* et bien évidemment la GI.





La passe de *Sample Rate* avec la GI réactivée et l'*irradiance map* paramétrée avec un *min rate* à -3 et un *max rate* à -2. Temps de calcul : 12,13min

J'utilise l'*irradiance map* en *primary bounce*, qui est moins précise que la *brute force*, mais qui permet un rendu plus rapide tout en étant adapté à un rendu d'intérieur. « L'*irradiance* est un système qui permet de quantifier la puissance d'un rayonnement électromagnétique par unité de surface. Elle s'exprime en Watt/M². Au niveau de sa méthode de calcul, l'*irradiance map* est un nuage de points en 3D qui relate l'intensité de l'illumination indirecte. Étant donné que V-Ray est un moteur biaisé (pas tout le temps, c'est-à-dire approximatif dans sa méthode de calcul) il va interpoler les points calculés afin de définir une approximation de l'illumination indirecte de la scène. En plus de cela, contrairement au *Photon Mapping*, l'*irradiance map* est « *view-dépendant* », c'est-à-dire que son calcul dépend entièrement de la position de la camera. En gros V-Ray calcul uniquement ce que la camera verra. »⁶ En plus d'être utile pour les rendus d'intérieur, ce type de GI est aussi bien pratique pour les animations puisqu'il s'agit d'une *map*, donc pré-calculée. Grâce à cela, on limite l'apparition de *flickering* et on optimise également les temps de rendu. Les paramètres d'*irradiance map* sont dépendants de la taille de l'image, et il faut garder à l'esprit que les paramètres de base ont été faits pour une image de 640x480px, autant dire pas vraiment la taille d'image qu'on a l'habitude d'utiliser. Le mieux est bien souvent de se servir du mode *custom* plutôt que des

⁶ : M. GUETTA, *Tout sur l'irradiance map avec V-Ray*

presets, puisque celui-ci donne accès à plus de contrôles. Le *min/max rate* est le paramètre qui permet de régler la résolution de la *map*. Le *min* et le *max* sont liés, ensemble ils déterminent le nombre de passes utilisées pour le calcul de l'*irradiance map*. Le *min* détermine combien de fois la taille de l'image est divisée ou multipliée par 2 lors de la première passe. Par exemple pour une image de 1920x1080px avec un *min rate* de -4, la première passe aura une résolution de 1920/2/2/2/2 x 1080/2/2/2/2 soit 120x67,5px. Chaque passe suivante sera ensuite de moins en moins divisée jusqu'à obtenir le nombre de division indiquée par le *max rate*. Par exemple, toujours avec notre image de 1920x1080px avec un *min rate* de -4 et un *max rate* de 0 nous aurons :

Première passe = 1920/2/2/2/2 x 1080/2/2/2/2 soit 120x67,5px

Deuxième passe = 1920/2/2/2 x 1080/2/2/2 soit 240x135px

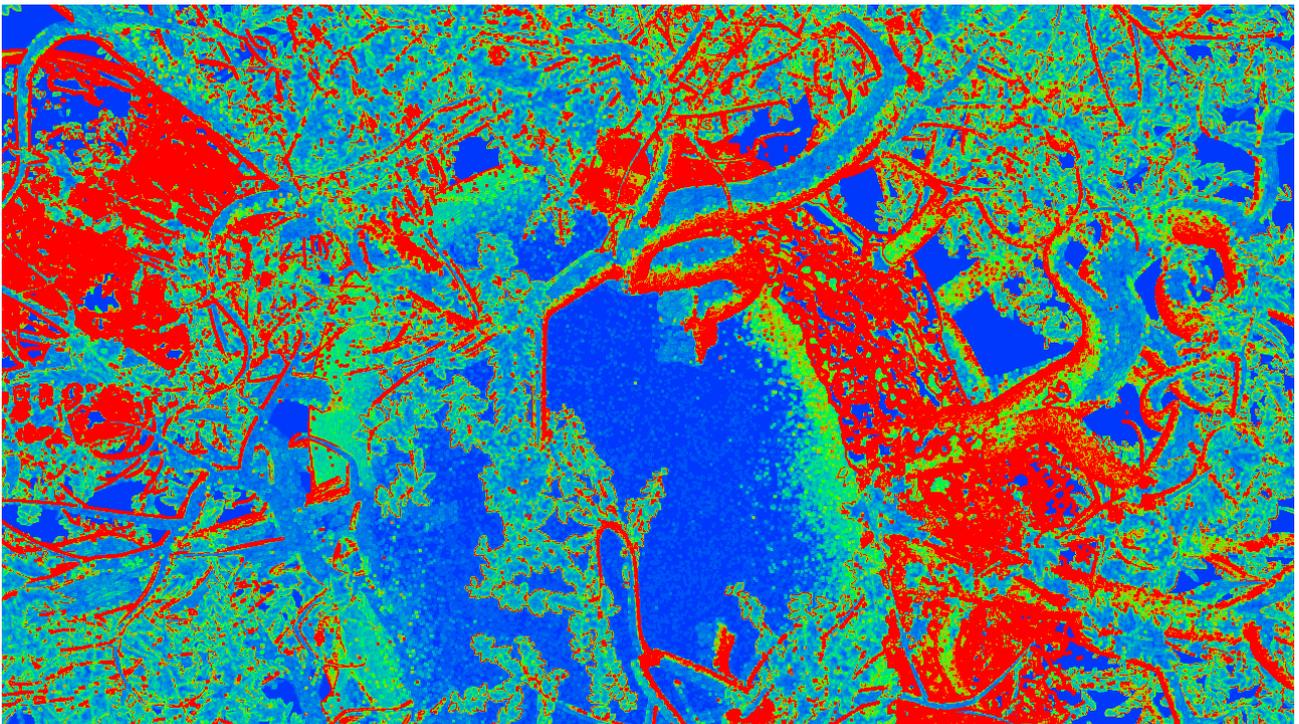
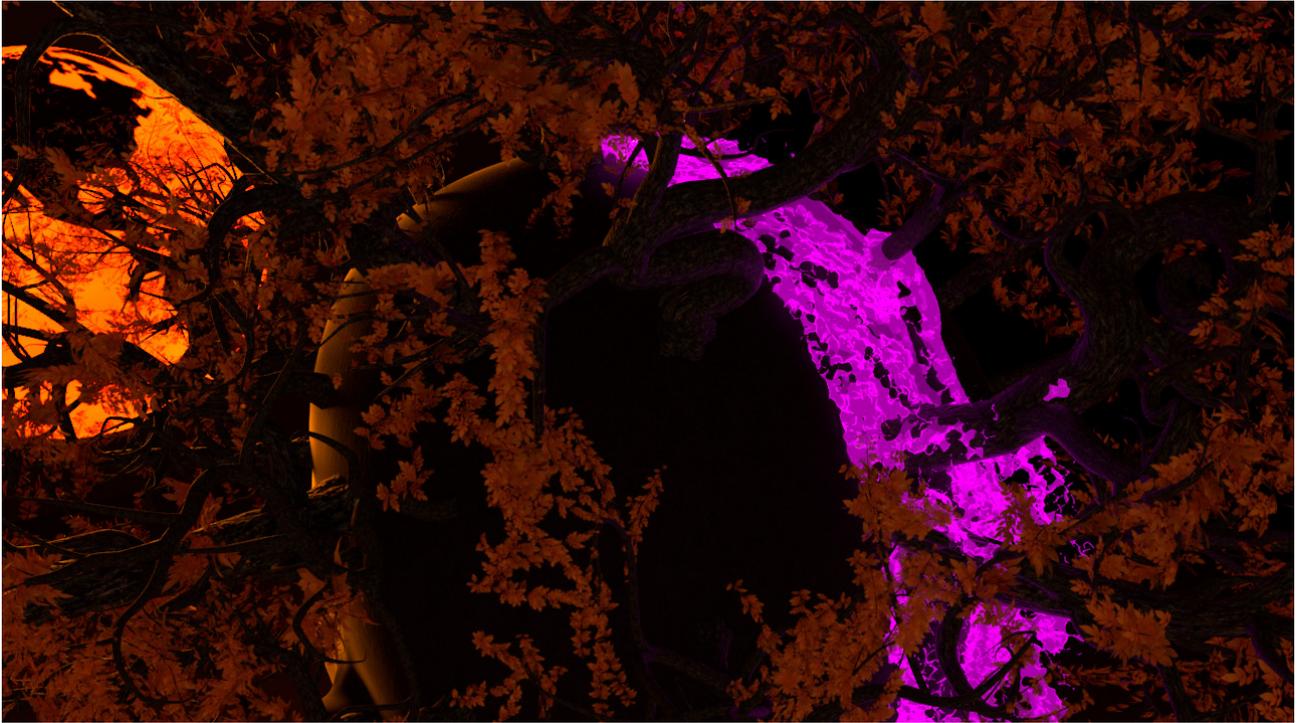
Troisième passe = 1920/2/2 x 1080/2/2 soit 480x270px

Quatrième passe = 1920/2 x 1080/2 soit 960x540px

Cinquième et dernière passe = 1920x1080px

Si nous avons mis comme *max rate* -1, la dernière passe aurait été la quatrième. «Lorsque vous pré-calculiez des passes pour de l'animation, vous pouvez utiliser des maps de faible qualité mais au double de la résolution du rendu final. Vous économiserez du temps de calcul sans pour autant perdre en qualité.»⁷ Le paramètre *subdivs* «indique la qualité de chaque *sample* d'irradiance. Ainsi une valeur faible sera rapide à calculer mais produira un résultat médiocre et inversement une valeur haute sera plus longue à calculer et produira des *samples* de qualité. Pour vous donner un ordre d'idée, 20 pour travailler 150 pour le rendu final.»¹ Comme nous le disions plus haut, l'irradiance map est un nuage de points. Ces points sont dispersés un peu partout dans la scène, et pour être calculés plus rapidement V-Ray les interpole, ce qui rend le calcul approximatif. La valeur des interpolation *samples* va dépendre de celle des *subdivs*. Plus cette dernière est haute, moins il y a besoin d'interpolation *samples*. Si des zones rouges sont réapparues dans le *Sample Rate*, lorsqu'on a réactivé la GI, il faut donc prendre en compte tous ces paramètres pour régler le problème. Néanmoins, lorsque seules quelques zones de détails sont bruitées alors qu'on utilise des paramètres assez bas, il est recommandé d'activer *enhance details* plutôt que d'augmenter les paramètres généraux. Le problème de l'interpolation, c'est qu'elle floute les zones denses ou inversement les zones vides. « Le but du *detail Enhancement* est de combler cette faille. En plus de cela sachez que le *detail enhancement* se calcule grâce à la méthode *brute force*. »¹ Le *detail subdivs mult* correspond au nombre de samples utilisés pour calculer le *detail enhancement*. Le nombre que l'on entre est un multiplicateur au nombre de *samples* utilisés dans les paramètres généraux de l'*irradiance map*. Le *radius*, quant à lui, permet de régler la précision du *detail enhancement*, donc plus il est grand, plus il sera précis, mais aussi plus il prendra de temps de calcul.

⁷: M. GUETTA, *Tout sur l'irradiance map avec V-Ray*



Le rendu final. On constate des grosses zones rouges qui correspondent à la *self-illumination*, mais aucun bruit n'est visible dans la *beauty*. Temps de rendu : 26,11min, ce qui correspond à un gain de temps de calcul d'un peu plus de 30%.

Une fois la GI paramétrée, on réactive *reflection/refraction* et *glossy effects* et, en se basant sur les différentes passes sorties, on joue sur les *samples* de réflexion et réfraction dans les materials jusqu'à l'obtention d'un résultat probant. On en profite également pour vérifier la passe de *specular* afin de déterminer s'il est nécessaire d'augmenter les *samples* de light ou non. Cette technique permet ainsi de gagner en qualité avec un temps de rendu égal voire inférieur à ce qu'on avait à la base.

B) Arnold

a) Le *path-tracing*

Le *path-tracing* est une méthode de *ray-tracing* qui envoie les rayons de lumière depuis la caméra. Cela vient du fait que si l'on envoie les rayons depuis la source, une partie d'entre eux ne seront pas vus par la caméra et seront calculés pour rien, ce qu'on ne souhaite pas. Ces rayons rebondissent dans l'ensemble de la scène dans des directions aléatoires, en récupérant au passage les informations de rendu tels que la couleur de la surface, l'énergie du rayon après avoir frappé la surface, la réflexion, la réfraction, etc. A chaque rebond, le rayon de lumière se plie et se sépare en plusieurs rayons en fonction des propriétés physiques définies dans le shader. Ces nouveaux rayons générés agiront de même à chaque rebond sur une surface. Ces rebonds correspondent à la manière dont la lumière agit réellement dans l'espace. Une fois que ces rayons auront fini par rencontrer une source de lumière, celle-ci leur donnera la quantité de lumière qu'il faut envoyer, et l'équation sera enfin terminée et le pixel sera donc généré. Et c'est pour cette raison que des scènes sombres sur un moteur comme Arnold sont longues et difficiles à rendre, et qu'il est bien difficile d'éviter le grain. Cependant ce grain n'est pas forcément mauvais. En effet, celui de Arnold se rapproche assez du grain photographique puisqu'il résulte des mêmes principes physiques. Il peut donc parfois être acceptable, surtout justement dans des scènes sombres.

b) Le *sampling*

Comme nous l'avons vu précédemment, le *sampling* correspond aux rayons envoyés dans la scène. Dans les *render settings* d'Arnold, il existe six paramètres de *sampling* que l'on peut régler : *camera (AA)*, *diffuse*, *glossy*, *refraction*, *SSS* et *volume indirect*. Nous allons voir désormais à quoi chacun correspond.

Le *camera (AA)*, AA pour *Anti-Aliasing*, est le paramètre général de *sampling*. Il contrôle le nombre total de rayons envoyés dans la scène, et sert donc de multiplicateur aux autres paramètres. Il permet en outre de régler la qualité de l'*anti-aliasing*, du *motion blur* et du *depth of field*. Comme pour chaque paramètre de *sampling* dans Arnold, le nombre indiqué est la racine carrée du nombre réel de rayons envoyés par pixel. Il est admis que pour un rendu de qualité moyenne on utilise une valeur de 4, 8 pour une bonne qualité, et

16 pour une qualité optimale. Ces valeurs ne sont qu'une indication, il ne faut absolument pas y voir là une règle absolue, mais il faut garder à l'esprit que cette valeur est à manipuler avec précaution car elle peut augmenter les temps de calcul de manière exponentielle.

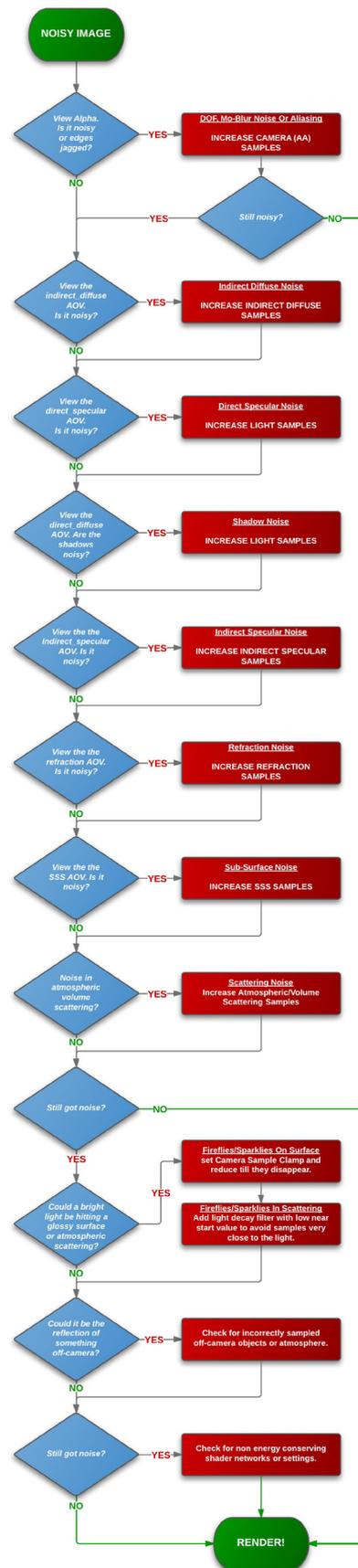
Le paramètre de diffuse contrôle le nombre de rayons envoyés pour calculer la radiance indirecte réflé- tée dans la scène. En d'autres termes il s'agit de la dif- fuse indirecte, c'est-à-dire la GI. Ainsi dans certains cas où elle n'apporte que peu voire rien à la scène, on peut la désactiver en mettant ce paramètre à 0. Elle est utile surtout dans des scènes où il y a beaucoup de rebonds de lumière, ce qui est finalement assez peu le cas dans le type de scènes que nous voyons ici. Cette astuce permet dans ces cas particuliers de gagner un temps de calcul considérable puisque la diffuse indirecte a tendance à être très souvent une source de bruit.

La *glossy* permet de paramétrer les *samples* d'*indirect specular*. Les *shaders* avec une *specular* floutée ont tendance à générer du *noise*, et c'est ce que ce paramètre contrôle. Arnold ne permet pas de contrôler le *sampling* de *glossy* et de réfraction par *shader*, on ne peut les régler que dans les paramètres généraux de *sampling*.

Le SSS détermine le nombre de rayons envoyés pour calculer le *sub-surface scattering*. Néanmoins le bruit qui apparaît sur un objet avec du SSS n'est pas forcément lié à celui-ci. La seule manière de déterminer si c'est le cas, est de mettre les *samples* de SSS à 0, et ainsi de le désactiver. S'il y a encore du bruit, alors c'est que le problème vient soit de la diffuse ou soit de la *glossy*.

Le *volume indirect* n'a quant à lui d'intérêt que lorsque l'on a des FX utilisant un volume dans la scène. Ce paramètre permet de régler les *samples* de *lumière indirecte* dans le volume.

De manière générale, le meilleur moyen de déter- miner d'où vient un problème de grain, est de rendre les passes d'*indirect diffuse*, d'*indirect specular* et de SSS pour voir lesquelles sont bruitées, et ensuite de régler les



paramètres de *samples* en fonction.

Les *ray depth* permettent de configurer la récursion des rayons. Plus la valeur de ces paramètres est élevée, plus il y a de rebonds, plus Arnold récupère d'informations. Ces paramètres sont donc très utiles pour avoir une bonne qualité d'image, mais ils sont à utiliser avec parcimonie et bon escient car ils augmentent considérablement les temps de calcul.

III) Expérimentations

Au cours de mes recherches, j'ai effectué diverses expérimentations sur Maya et sur After Effects qui m'ont permis d'explorer plusieurs pistes à la fois artistiques et techniques. Elles m'ont donné l'occasion de toucher à divers outils, ne se limitant pas d'ailleurs au rendu. Dans cette partie je vous exposerai donc mon cheminement de manière quasi exhaustive.

1. *Asase Ye Duru*

Pour ce projet, réalisé avec Katarzyna Trofimiuk, nous avons voulu créer une œuvre contemplative sur le thème de l'écologie, et plus particulièrement du problème de l'eau en Afrique. *Asase Ye Duru* veut dire «la terre a un poids » en Asante, langue parlée au Ghana. C'est le nom d'un symbole Adinkra qui représente Mère la Terre. Nous nous sommes principalement inspirées de la statue de *The Force of Nature* de Lorenzo Quinn.

« Nous les humains nous pensons être des êtres suprêmes, au-dessus de toutes les autres créatures et ayant un contrôle absolu sur notre destin et sur ce qui nous entoure. Nous vivons avec un faux sentiment de sécurité seulement pour être réveillés par la furie de Mère Nature, presque comme si elle avait besoin de nous rappeler sa présence et nos responsabilités envers ses enfants (La Terre). »

Lorenzo Quinn

À travers les images que nous avons créées, nous avons voulu exprimer cette souffrance, si possible sans rentrer dans le cliché. La terre en feu, les rivières polluées, que Mère Nature tente malgré tout de soutenir.



The Force of Nature, Lorenzo Quinn, bronze et acier inoxydable, Doha, Qatar

A) L'ambiance

Pour ce projet j'ai utilisé des dominantes de couleurs se rapprochant des couleurs utilisées par les peintres du clair-obscur de la Renaissance. Je suis, à une exception près, restée sur des couleurs chaudes, c'est-à-dire le brun, le jaune, l'orangé et le rouge. La seule exception est un fuchsia très prononcé qui tranche fortement avec le reste. J'ai voulu essayé d'intégrer un contraste au niveau des couleurs et de la luminosité afin de dynamiser l'image.

Dans le premier plan j'ai voulu faire un rappel au Caravage qui intègre toujours de la végétation dans ses œuvres. Cette végétation a toujours un sens, et c'est le cas dans notre projet également. Des arbres poussent sur la tête de Mère Nature, formant sa chevelure. Tant que mère nature vit, ils continuent de pousser, de mourir, de tomber, et d'être remplacés par de nouveaux. Tant qu'elle vit et que sa santé n'est pas gravement altérée par l'activité humaine.

Généralement pour rendre des feuillages de manière réaliste, on utilise une texture pour l'avant de la feuille, et une pour l'arrière sur un *shader* de SSS. Néanmoins dans le cas de ce projet, même si on a un cadrage très serré sur les arbres, en raison de la luminosité une simple texture suffit et l'utilisation du SSS n'est pas nécessaire ; ce qui représente une économie évidente en temps de calcul. Économie fortement appréciable dans une scène avec autant de polygones. En utilisant un *blend color* dans la diffuse avec en *color 1* un *ramp* allant du orange au jaune pâle, et en *color 2* ma texture de feuille, j'ai pu ajouter des variations à ces feuilles.



B) Le lighting

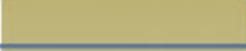
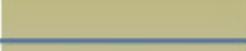
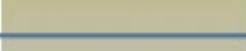
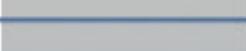
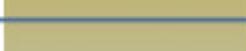
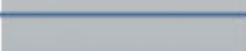
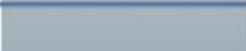
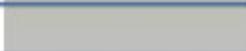
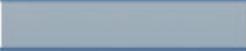
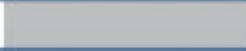
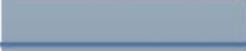
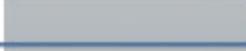
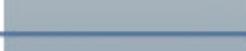
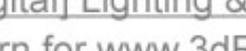
a) Lights

Travailler sur un personnage noir en clair-obscur était une expérience artistique intéressante. En effet dans l'ensemble des œuvres classiques utilisant le clair-obscur, la figure humaine est blanche. Les contrastes sont donc plus évidents entre le fond et la chair. Or il fallait réussir à détacher le personnage du fond noir avec de forts contrastes d'ombres et de lumière.

Pour éclairer le personnage je me suis inspirée des lumières chaudes des tableaux classiques. En effet celle-ci permettait d'apporter une lumière à la fois douce et contrastée, tout en amenant un niveau d'éclairage suffisant à la lecture de l'image. De plus elle permet de sublimer la peau du personnage en faisant ressortir son teint grâce à l'harmonie des couleurs.

Dans tous les plans la lumière est émise par une *VRayLightSphere* placée au niveau de la terre. Le *VRayLightMtl* que j'ai utilisé pour le *shader* de la terre, ne pouvait malheureusement pas être utilisé en lumière directe, puisque cette fonction ne marche pas lorsque le *shader* est utilisé dans un *VRayBlendMtl*, ce qui est le cas ici. Pour compenser j'ai donc utilisé une *VRayLightSphere* en mode *color* avec une couleur orangée (RGB : 255, 51, 0). Elle peut également être en mode *temperature* avec une température d'environ 1400K. 1400K n'est pas une température réaliste pour une bougie, puisque celle-ci se situe entre 1850K et 1930K ; c'est même en dessous de la température lumineuse d'une allumette (1700K – 1800K), mais j'ai décidé de faire primer l'intérêt esthétique sur le réalisme physique. C'est

au final l'intérêt de l'image de synthèse sur la prise de vue réelle : s'inspirer du réel sans s'y contraindre. L'imagerie de synthèse, comme le dessin et la peinture, est « l'art de la construction d'une image, alors que la photographie est l'art de la sélection. »¹

Degrees Kelvin	Type of Light Source	Indoor (3200k) Color Balance	Outdoor (5500k) Color Balance
1700-1800K	Match Flame		
1850-1930K	Candle Flame		
2000-3000K	Sun: At Sunrise or Sunset		
2500-2900K	Household Tungsten Bulbs		
3000K	Tungsten lamp 500W-1k		
3200-3500K	Quartz Lights		
3200-7500K	Fluorescent Lights		
3275K	Tungsten Lamp 2k		
3380K	Tungsten Lamp 5k, 10k		
5000-5400K	Sun: Direct at Noon		
5500-6500K	Daylight (Sun + Sky)		
5500-6500K	Sun: through clouds/haze		
6000-7500K	Sky: Overcast		
6500K	RGB Monitor (White Pt.)		
7000-8000K	Outdoor Shade Areas		
8000-10000K	Sky: Partly Cloudy		

Based on information from the book [digital] Lighting & Rendering
Chart and colors (c)2003 Jeremy Birn for www.3dRender.com

Source : <http://www.3drender.com/glossary/colortemp.htm>

b) Self-illumination

Pour ce projet j'ai essayé de travailler la lumière de manière à ce qu'elle n'ait pas uniquement un but d'éclairage, mais qu'elle ait un sens et une raison d'être autre que celle de voir. J'ai donc eu l'idée de travailler sur des matériaux luminescents qui me permettaient d'amener la lumière au centre de la scène de manière plus narrative qu'avec une source de lumière classique telle qu'une lampe ou une bougie. Cela permettait également une plus grande liberté dans la composition. En effet il n'aurait pas été très intéressant, ni très

¹: D. PRÄKEL, *Composition*

esthétique de poser une bougie sur la tête du personnage, alors qu'une rivière lumineuse faisait sens dans notre projet et apportait une lumière douce qui permettait de juste dessiner les contours des arbres.

J'ai voulu travailler sur un éclairage proche de celui des Grandes Nocturnes de George de la Tour, qui ne dessine que des contours. Les matériaux en *self-illumination* qui, pour conserver leur couleur, sont d'intensité modérée, permettent cet effet de manière subtile tout en apportant des touches de couleurs intéressantes.

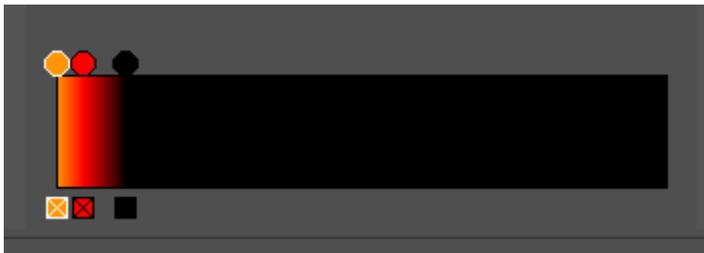


Je me suis servie de la terre comme source principale de lumière. L'attention du spectateur est donc d'abord portée sur la planète et ensuite, par effet repoussoir, sur le personnage. J'ai voulu donner l'effet d'une terre en fusion, comme un soleil. J'ai donc d'abord eu l'idée de me servir d'une map de déplacement non seulement pour donner du relief à cette terre, mais aussi pour donner une couleur différente en fonction de la hauteur. Dans la réalité, les couches supérieures de lave sont noires, car elles ont pu refroidir, les couches intermédiaires sont rouges et les couches plus profondes sont jaunes.

En termes de modélisation, ma planète n'est qu'une simple sphère, tout le relief a été créé par le *displacement*, cela a donc été facile pour moi de récupérer les informations de profondeur. Pour se faire j'ai utilisé un *VRayMtl* pour le *shading* de la terre, et un *VRayLightMtl* pour le *shading* de la mer, et je les ai ensuite connectés dans un *VRayBlendMtl* avec un *blend amount* de 1. Dans le *shader* de



la terre, j'ai connecté à la diffuse un *V ramp* allant du jaune au noir en passant par le rouge. À ce *ramp* j'ai connecté un *node RGB to HSV*, en connectant le *out V* du *RGB to HSV* au *V coord* du *ramp*. J'ai ensuite connecté l'*out color* de ma *map de déplacement* à l'*in RGB* du *RGB to HSV*. Les valeurs RGB de ma *map de déplacement* ont donc été converties en valeurs entre 0 et 1, qui sont ensuite utilisées pour déterminer la couleur à utiliser dans le *ramp*. Les zones noires iront donc dans le jaune, les zones blanches dans le noir, et les zones intermédiaires dans un dégradé se situant entre le jaune, le rouge et le noir en fonction de leur valeur. J'ai procédé à la même méthode avec la *self-illumination* de ce *shader* et celle du



VRayLightMtl, mais en changeant les couleurs du *ramp* pour ne laisser qu'un dégradé entre le rouge et le noir. J'ai ensuite ajouté une map d'opacité pour mon *shader* de mer, afin qu'il ne s'applique pas sur les parties terrestres.

Pour les voilages, nous voulions que le corps soit encore visible à travers pour pouvoir distinguer clairement les mouvements. Un corps masqué par un tissu opaque aurait cassé l'harmonie et la souplesse du geste. Mais surtout il aurait fait une sorte de masse au milieu de l'image qui aurait attiré l'œil bien plus sur lui que le personnage en lui-même, ce qui n'est pas le but. De plus ce voile, ainsi clair et luminescent, a permis de rajouter une zone de contraste et fait ressortir le personnage. Pour le *shading*, j'ai utilisé un *VRayMtl* avec un bleu très pale en diffuse, et un dégradé allant de ce même bleu au noir en *self-illumination*. J'ai ensuite connecté le *facing ratio* d'un *sampler info* à l'*uv coord* du *ramp*. Le *sampler info* est un *node* qui permet d'échantillonner des points sur la surface d'un objet au moment du rendu. Le *facing ratio* compare l'angle de vue de la caméra à la direction des normales de l'objet, et renvoi 1 si la normale est parallèle à la caméra, et 0 si elle est perpendiculaire. Les angles intermédiaires renvoient des valeurs intermédiaires. Ainsi, en mettant du bleu à la valeur 0 du *ramp*, et du noir à la valeur 1, les zones du voile dont les normales sont perpendiculaires à la caméra renverront une lumière bleue, alors que celles qui font face à la caméra n'en renverront pas. En déplaçant la position du noir dans le dégradé, on peut rapprocher cette lumière des bords. En ajoutant un *facing ratio* sur un dégradé du blanc au noir en opacité, on obtient cet effet de voile transparent.



2. Repenser la végétation

La végétation étant très présente dans les œuvres du Caravage et dans celles des peintres de l'école Flamande, je m'y suis intéressée avec pour objectif d'y ajouter une touche de modernité. Ma première idée a été de faire une nature-morte assez classique mais avec des éléments de notre monde actuel. J'ai alors recherché des pistes qui me permettraient de donner un aspect peint à mon image finale. Et puis j'ai voulu m'éloigner de cette représentation classique de la végétation et essayer de l'intégrer à la figure humaine dans un autre projet que nous verrons par la suite.

A) Revisiter la nature-morte

Avec ce travail je me suis intéressée à la nature morte et pour cela j'ai tenté de le faire sur Arnold. Malgré le fait que Arnold ne soit vraiment pas fait pour ce type de rendus, c'est-à-dire des rendus majoritairement sombres, j'ai voulu essayé de relever le défi. Mon inspiration pour cette expérience a été tout d'abord Jan Davidsz. de Heem, peintre de l'école Flamande. Son travail s'est essentiellement porté sur des natures mortes et notamment des bouquets de fleurs, dont le foisonnement de couleurs vives contrastait avec des fonds allant jusqu'au noir total. La présence d'insectes dans



HEEM, Jan Davidsz. de, *Nature Morte*, huile sur toile, non daté

la majorité de ses natures mortes m'a fait penser à l'oeuvre d'Alex Verhaest, *Temps Morts*, que j'ai pu voir au festival Ars Electronica à Linz. Celle-ci représentait des natures mortes fortement inspirées des oeuvres de la Renaissance flamande, agrémentées d'insectes tels que des cafards, des vers, ou des papillons de nuit.



VERHAEST, Alex, *Temps Morts*, 2015, installation numérique

J'ai tout d'abord essayé d'éclairer ma scène de la même manière que je l'aurais fait dans V-Ray, c'est-à-dire en utilisant une *area light* avec une température très faible et de faible intensité. Mais la façon même dont est fait Arnold fait que cette méthode est très peu convaincante. Le rendu a beaucoup de grain et il est très difficile à optimiser, puisque c'est la lumière qui récupère les informations de la scène. De plus, j'avais placé mon bouquet dans une pièce blanche, que je pensais enlever au compositing, dans l'optique de récupérer des rebonds de lumière réalistes puisqu'il s'agit d'une scène d'intérieur. Mais Arnold étant un rendu *unbiased* comme nous l'avons vu précédemment, les rayons rebondissent sur les surfaces jusqu'à ce qu'ils trouvent une source de lumière. N'ayant qu'une très faible luminosité, les rayons rebondissent sur toutes les surfaces mais ne se croisent que peu.

Ma solution a donc été de retirer la pièce et d'éclairer la scène avec une *dome light* avec une hdr d'une scène d'intérieur avec des lumières chaudes. Cette technique présente plusieurs avantages. Tout d'abord, celui, évident, de ne pas avoir à retirer le fond en compositing. Ensuite j'ai malgré tout une ambiance d'intérieur même si ce n'est pas grâce à une géométrie. Le rendu est même beaucoup moins plat et plus réaliste. De plus, les rayons ne sont pas coincés dans la pièce, ceux qui ne rencontrent pas de surface ne continuent pas de rebondir, ce qui permet de diminuer le temps de rendu.

Afin d'accentuer les contrastes pour bien détacher les objets de leur environnement, j'ai utilisé une technique de *low-key* utilisée en photographie qui consiste à se servir de matériaux noirs non réfléchissants, mais avec un éclairage avec une bonne exposition. C'est dans cette optique que j'ai placé une serviette éponge noir pour faire office de drapé, ce drapé étant également un rappel à la peinture classique. La technique du *low-key* est très intéressante avec Arnold car elle permet d'apporter ces zones sombres que je recherche pour créer des contrastes clair-obscur, sans réduire l'éclairage de la scène.

Afin de moderniser la nature morte, j'ai intégré des objets de notre quotidien, tel qu'un ordinateur portable, et une bouteille de bière. Dans l'idée des œuvres de Jan Davidsz de Heem et d'Alex Verhaest, j'ai également placé des insectes, mais cette fois-ci des insectes robotiques. Chaque objet est placé en respectant la règle des tiers, le sujet principal, les fleurs, au centre, les objets secondaires flanqués de part et d'autre de celui-ci. Les objets aux intersections servent à diriger le regard entre les différentes parties de l'image. « Une image ne doit pas offrir plusieurs centres d'intérêt d'égale importance car cela disperserait l'attention. Les autres éléments [de l'image], qui n'en sont pas moins « significatifs », doivent renforcer, compléter et équilibrer la composition, mais sans rivaliser avec le thème principal ». ²

Ma première expérience sur cette scène a été de faire un *shading* photo-réaliste avec des textures assez réalistes. Arnold a un *material* « couteau suisse » qui permet de presque tout faire, un peu comme le *VRayMtl* dans *VRay*, et qui est en tout cas le seul dont je me sois servie dans cette scène. Il s'agit du *aiStandard*. Je ne parlerai ici que de quelques éléments dont je me suis servie pour le *shading* des fleurs, le reste n'utilisant pas des paramètres spécifiques au shader Arnold. Pour les pétales des fleurs j'ai tout d'abord augmenté le paramètre de *backlight*. Ce paramètre permet de donner un effet de translucidité à un objet très fin, telle une feuille de papier ou ici un pétale, éclairé par derrière. Cela donne une sorte de faux SSS, très pratique dans ce genre de cas. Néanmoins cet effet est dépendant

² : R. BOUILLOT, B. MARTINEZ, *Le langage de l'image*

de la diffuse, il faut donc qu'il y ait au moins un *ray depth* de diffuse. J'ai couplé cet effet avec un SSS, qui, contrairement au SSS du *VRayMtl*, est dans l'aiStandard un véritable SSS simplifié. Il utilise ici un algorithme de brut force. Le *weight* est un multiplicateur de la *color* du SSS, il permet de contrôler le taux de *scattering*, je le mets à 0,2 pour toutes les fleurs. Cette valeur est suffisante puisque qu'il n'y a de toute manière que peu de lumière qui vient de l'arrière. Le *radius* contrôle la profondeur du *scattering*, je garde la valeur par défaut la plupart du temps sur ces fleurs. Il n'y a pas besoin d'y avoir un radius très large vu la finesse des pétales. Il est préférable de mettre le diffusion profile sur *empirical* au lieu de *cubic*, car l'*empirical* est plus physiquement correct et permet de rendre à la fois les détails qui se trouvent à la surface de l'objet, et le *deep scattering*. Pour les spéculaires, le material *Standard* d'Arnold a deux options : *specular* et *reflection*. *Reflection* ne doit être utilisé que pour des matériaux très brillants et très réfléchissant, alors que *specular* doit être utilisé pour tous les autres types de matériaux. Pour les fleurs donc, on utilise que le *specular* puisque nous aurons des réflexions floues. Contrairement à *VRay*, c'est la *roughness* qui contrôle la *glossy*, et donc moins il y en a, plus le matériau est brillant.



En termes d'optimisation, en mettant les *samples* de diffuse à 0 j'ai gagné environ 30% de temps de calcul pour une qualité quasi similaire. Elle n'a finalement d'effet que sur le bouquet, un tout petit coin d'ombre à la base du vase et sur la table à l'arrière de celui-ci. Cela s'explique par le fait que nous soyons dans un univers ouvert avec le drap sur une assez grande surface qui absorbe la lumière. On a donc très peu de rebonds, mais l'*indirect diffuse* a tout de même une incidence sur la *backlight* et le SSS de mes fleurs. En supprimant les rayons de diffuse indirecte, on perd donc totalement la *backlight* et une partie du SSS, mais tout ceci peut facilement être récupéré en compositing en *relighting* légèrement

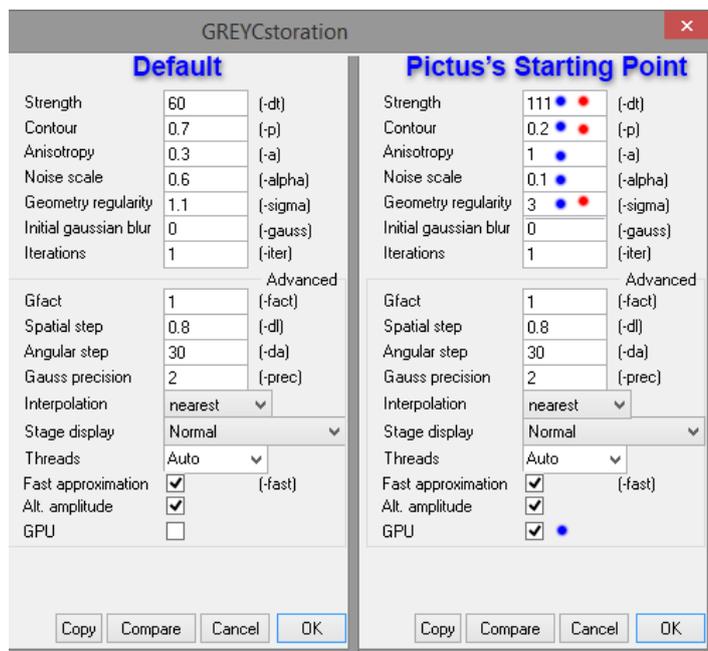
les zones d'ombres et en remontant un peu la passe de SSS dans les fleurs. Au final, le fait que la passe de SSS soit encore bruitée ne pose pas de problème puisqu'ensuite on va traiter l'image de manière à lui donner un aspect de tableau peint à l'huile, et ce grain d'Arnold, qui est assez doux, participe finalement à transformer cette image en peinture en rajoutant de la matière. En mettant la passe de SSS en mode écran au-dessus de la passe de *beauty* on récupère la luminosité que l'on a perdu en supprimant la diffuse indirecte. Au moment de l'optimisation de ma scène, je me suis également rendu compte que ma passe de réfraction ne contenait que mon écran d'ordinateur, ce qui va m'être bien utile pour rajouter un peu de *glow* en compositing et vraiment donner l'impression d'un écran lumineux. Je la mets donc au-dessus de la passe de SSS et j'applique un *glow*, puis je la passe en mode addition et baisse son opacité.

Pour donner l'aspect de la peinture et notamment cette impression de léger voile blanc que l'on peut voir sur beaucoup de tableaux anciens, j'ai ajouté une texture de peinture avec plusieurs nuances que j'ai ensuite passée en mode écran. Puis j'ai ajouté une texture de craquelures en mode produit avec une opacité à 35%.



Même si l'image est satisfaisante ainsi, j'ai eu envie d'essayer de lui donner un aspect beaucoup plus peinture. Mon premier essai a donc été de donner cet aspect aux textures. J'ai commencé par une technique qui consiste à redessiner les textures dans Photoshop avec un pinceau mélangeur en mode très humide. Ce pinceau permet de travailler les couleurs de la même manière qu'avec de la peinture fraîche, les couleurs se mélangeant chaque fois qu'on les superpose. Refaire toutes les textures de cette manière représente un travail long et fastidieux, mais qui a l'avantage d'apporter un style particulier et d'être mal-

léable. J'ai cependant préféré essayer une autre technique en utilisant un filtre Photoshop. Dans la CS6, Adobe a introduit un filtre peinture à l'huile qui a été supprimé dans la CC, puis réintroduit dans la CC 2015.1, puis malheureusement une nouvelle fois supprimé dans les versions suivantes. Il existe néanmoins un plugin téléchargeable gratuitement et open source : GREYCstoration. Ce filtre a été originellement conçu pour restaurer des photos anciennes en retirant le bruit sans pour autant perdre les détails. Cinq paramètres sont à régler pour obtenir l'effet peinture à l'huile désiré : *strenght*, *contour*, *anisotropy*, *noise scale*, et *geometry regularity*. La *strenght* permet de régler le taux de réduction du bruit. Il en résulte un flou puisqu'il semblerait que ce filtre utilise, pour débruiter, la méthode de la diffusion anisothropique. Cette méthode consiste à détecter les bords dans une image afin de ne pas perdre les détails et à flouter le reste afin de retirer le bruit. Plus on augmente la *strenght*, plus on augmente le rayon de ce flou et plus on commence à « attaquer » les bords sans pour autant totalement les flouter comme si on appliquait un flou classique. Une valeur entre 111 et 999 permet de créer un flou suffisant pour éliminer quelques détails et flouter légèrement les bords de manière à donner l'impression d'un coup de pinceau. *Contour* permet de déterminer le niveau de précision en termes de détection des contours. Plus la valeur est grande, plus on conserve de détails. En la mettant entre 0.1 et 0.6 on élimine un niveau suffisant de détails en conservant les plus importants. Le paramètre *anisotropy* est une valeur entre 0 et 1 qui permet de contrôler si oui ou non les contours sont détectés. Dans notre cas, et dans la majorité des cas d'ailleurs, il faut que cette valeur reste à 1. Le *noise scale* est la valeur qui détermine la grosseur du grain dans l'image de base. En la laissant à 0,1 on a généralement un bon effet, mais dans certain cas on peut avoir des effets intéressants en l'augmentant sensiblement. Enfin le *geometry regularity* correspond à un champ tensoriel utilisé pour créer une sorte de flou directionnel qui s'ajoute à l'effet principal. On obtient un effet intéressant en entrant une valeur entre 1 et 9.



Paramètres GREYCstoration à régler afin d'obtenir un effet peinture à l'huile
Source : <http://www.modelmayhem.com/forums/post/926714>

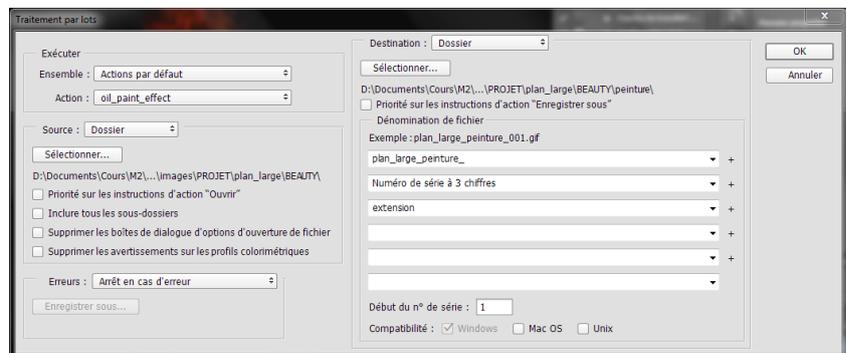


Texture de feuille de rosier normale

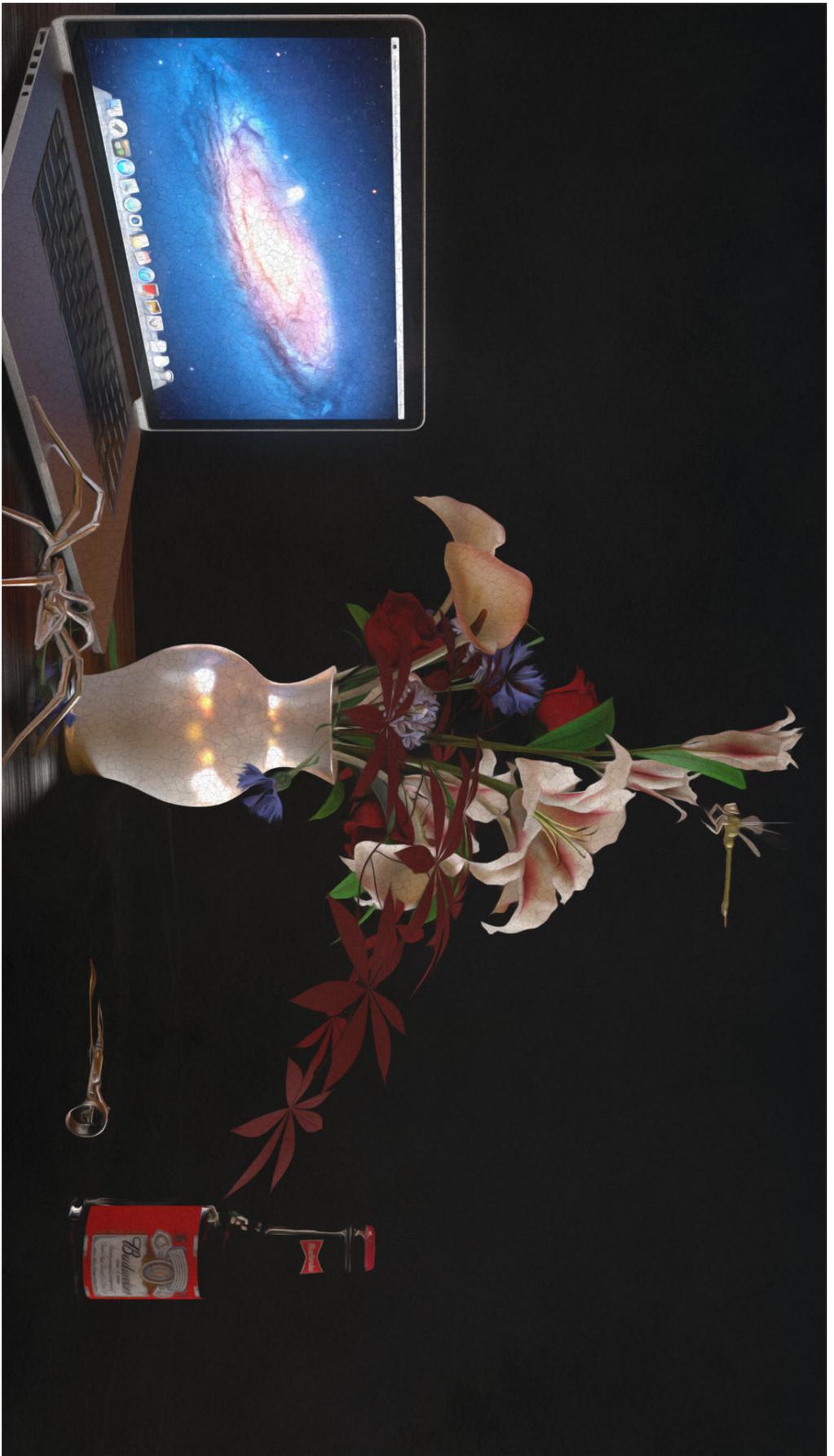


Texture de feuille de rosier avec l'effet peinture à l'huile créé avec GREYstoration

Après avoir appliqué cet effet sur toutes les textures de ma scène, je me suis rendue compte que visuellement cela ne changeait pas grand-chose, tout simplement car les contours des objets, eux sont très nets. Le meilleur résultat que j'ai obtenu

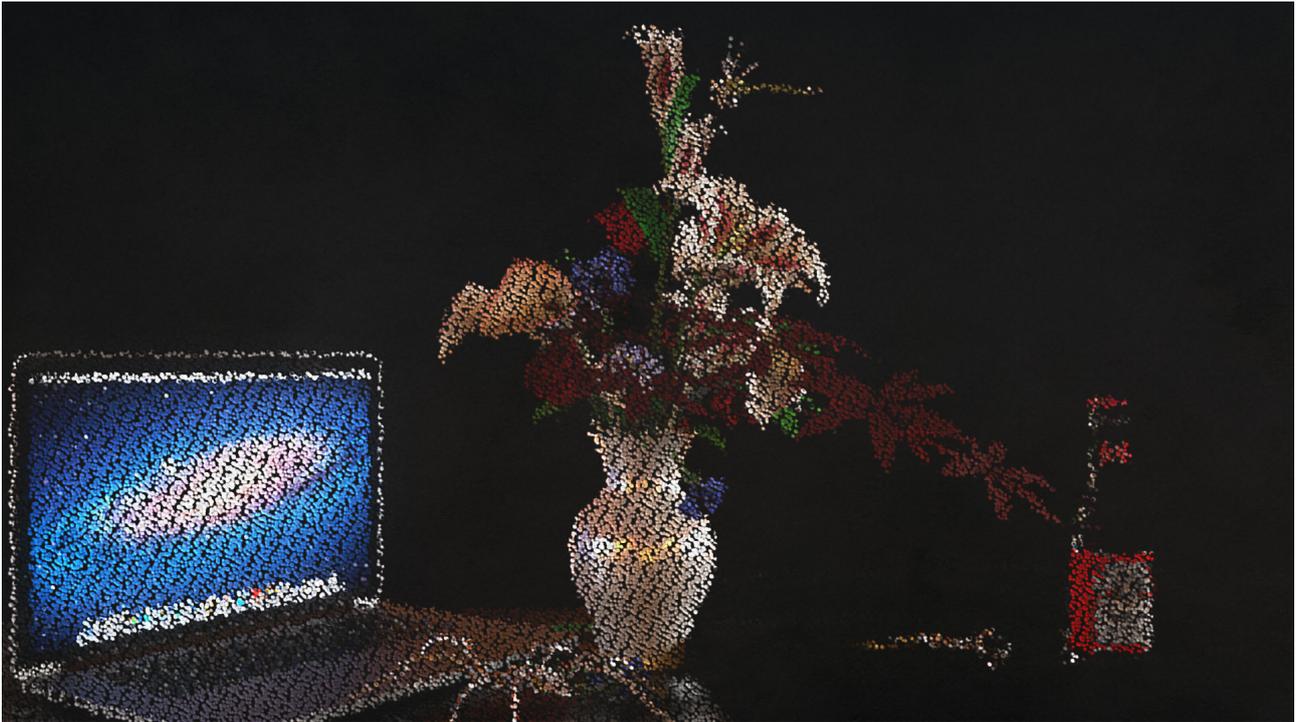


est donc en rendant l'image 3D avec des textures réalistes, et en appliquant l'effet peinture à l'huile en compositing. Néanmoins ce plugin ne fonctionne que pour Photoshop ou Gimp, mais n'est pas disponible pour After Effects. Pour une animation on peut utiliser le CC Vector Blur dans After Effects avec comme type perpendicular et avec un amount assez faible. Mais l'effet n'est pas aussi intéressant que celui obtenu avec GREYCstoration. Pour tout de même utiliser ce plugin en animation, on peut faire un script Photoshop pour appliquer cet effet à toute la séquence d'images. Pour cela il faut commencer par créer le script dans la fenêtre Actions. On crée une nouvelle action, on la nomme, puis on applique le GREYCstoration sur l'image, et on stop l'enregistrement du script. Ensuite on fait un traitement par lot en spécifiant comme action le script que l'on vient de créer. Il faut ensuite indiquer le dossier source dans lequel se trouve la séquence d'image sur laquelle on veut appliquer l'effet, et le dossier de destination dans lequel Photoshop enregistrera les images créées, en n'oubliant pas de lui préciser qu'il faut qu'il ajoute un numéro de série à 3 chiffres avant l'extension. Cette méthode est un peu longue à appliquer, mais elle donne de bons résultats.



Effet peinture à l'huile de GREYstoration appliqué à l'ensemble de l'image

Un autre effet peinture intéressant peut être obtenu avec Trapcode Particular, de manière cette fois-ci beaucoup plus abstraite. Il faut pour cela commencer par créer un solide sur lequel on applique Particular, et on cache le calque ou la composition contenant l'image sur laquelle on veut appliquer l'effet. Pour ma part, j'ai créé une composition que j'ai nommé « peinture ». Dans l'effet Particular que nous avons appliqué sur le solide, on commence par changer l'emitter type en layer grid afin de pouvoir générer les particules depuis une grille créée à partir de la composition « peinture », que l'on indique dans le champ *layer* de l'onglet layer emitter. Dans l'onglet grid emitter on augmente le nombre de particules en X et en Y à respectivement 400 et 200.



À cette étape on observe déjà un effet en pointillisme assez intéressant. Pour rapprocher les points on peut baisser le paramètre *velocity* à environ 20. L'onglet aux system sert à créer des particules filles des particules principales que nous venons de générer. Cette option va nous permettre de dessiner des traînées. Ces particules secondaires peuvent être produites soit continuellement, soit à chaque collision entre deux particules principales. Ici nous choisirons de les émettre en continu. Afin que ces particules aient la même couleur que leur mère, il faut augmenter *color from main* à 100%. On obtient un véritable effet pointilliste comme si le tableau explosait en touches de couleurs.



Pour faire ressortir la matière, comme si les touches étaient épaisses, on rajoute un calque d'effet au-dessus avec un effet luminosité et contraste dans lequel on augmente les contrastes à 50. Pour donner le volume on ajoute un effet estampage couleur et on augmente la hauteur à 1,5. Puis pour déflouter les contours on ajoute un effet plus net avec une intensité de 50.

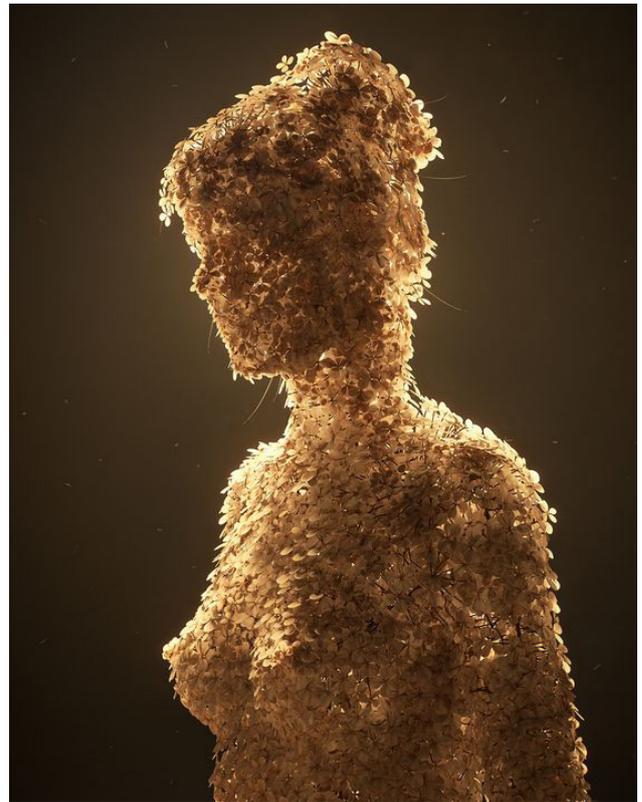


Pour intensifier l'impression de masse que produit les particules secondaires, on augmente leur opacité à 80. En augmentant leur vie à 3 secondes, on augmente le temps de l'animation et on voit apparaître de jolies traînées qui ressemblent à des touches de peinture étalées. Dans l'onglet *Turbulence field* on passe le affect position à 100 afin d'ajouter du mouvement. Ensuite en baissant la taille des particules secondaires à 5, on obtient des touches plus petites et plus intéressantes puisqu'on ressent ainsi plus les formes et les traînées.



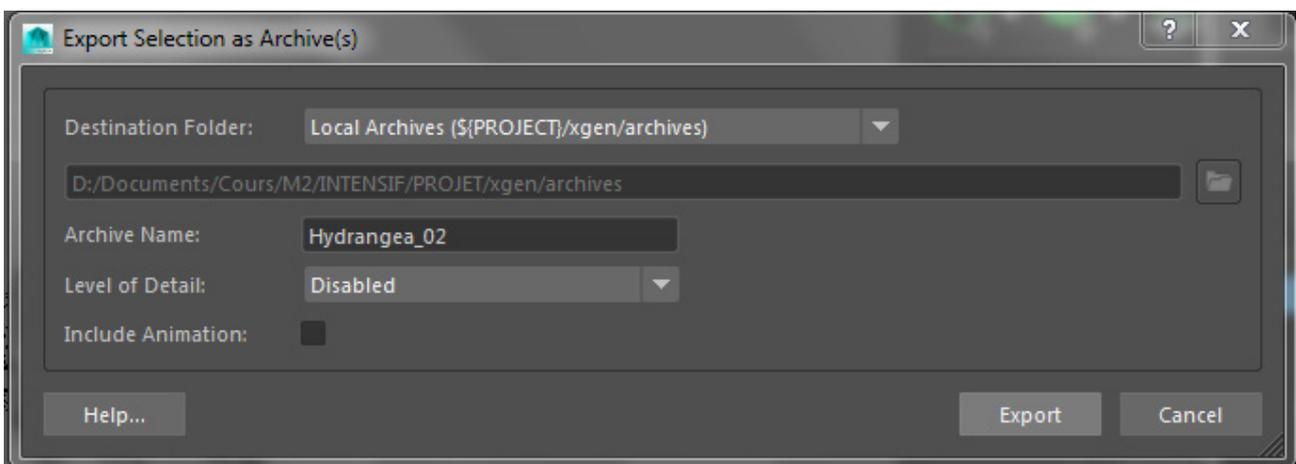
B) Des hommes et des fleurs

Pour ce projet je me suis inspirée de l'œuvre de Jean-Michel Bihorel, Flower Figures. Jean-Michel Bihorel est un artiste 3D qui a travaillé sur des sculptures à base de fleurs séchées qu'il a réalisées avec Maya et Houdini. Son travail est extrêmement réaliste, on croirait de réelles sculptures à base de fleurs séchées car en plus d'un rendu photo-réaliste, toute la structure semble parfaitement crédible et réalisable en vrai. Son travail est admirable, mais dans mon expérimentation je n'ai pas cherché à faire autant de réalisme, j'ai plutôt voulu créer le contour d'un corps avec des fleurs bioluminescentes.



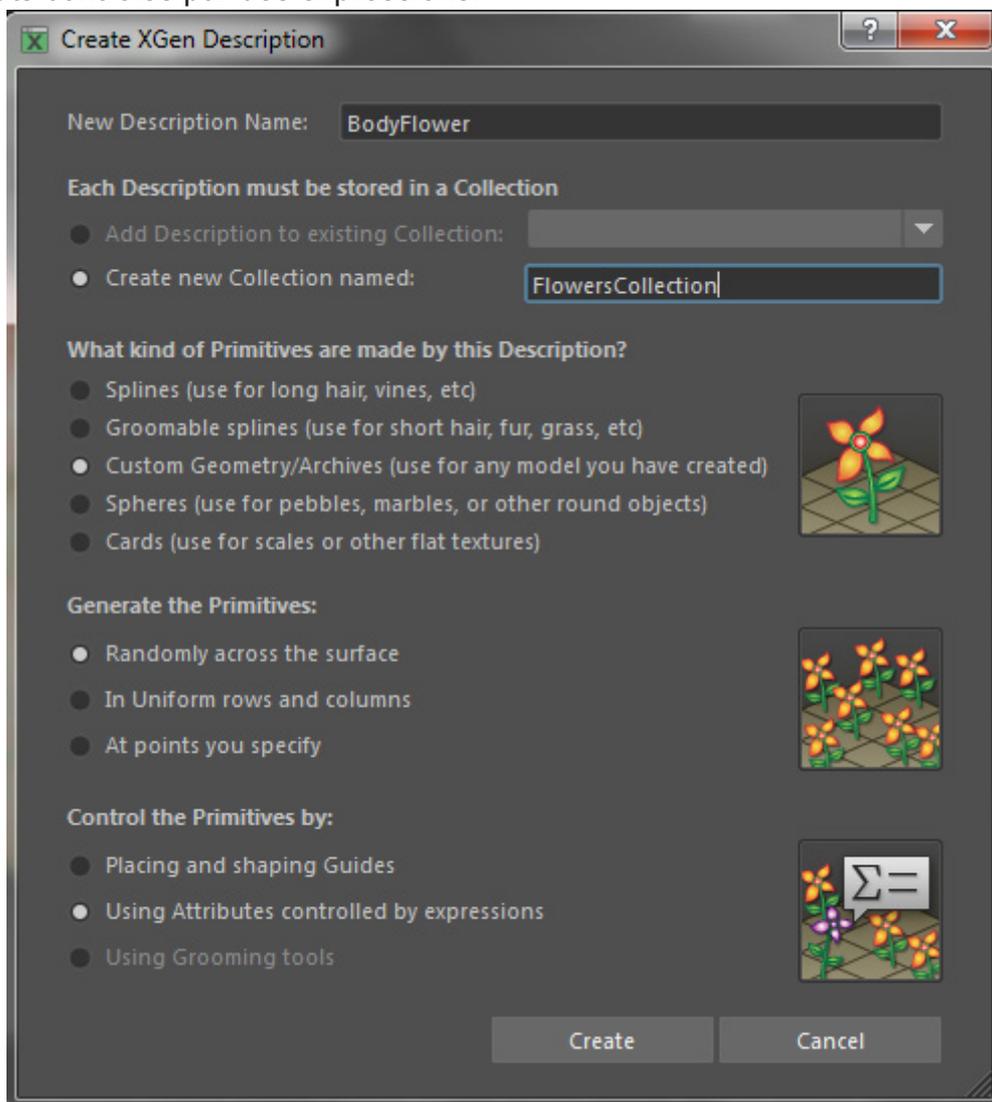
BIHOREL, Jean-Michel, *Flower Figures*, 2016, Maya, Redshift, Houdini

Pour ce projet j'ai travaillé avec XGen. XGen est un plugin qui permet d'instancier une ou plusieurs géométries sur un mesh. Ces géométries instanciées s'appellent des archives, ma première étape a donc été de les créer. Pour se faire, il suffit de sélectionner l'objet à exporter en tant qu'archive, dans mon cas un pétale de pissenlit et une fleur d'hortensia, et de faire un *export selection as Archive(s)* qui se trouve dans le menu XGen.



Cette archive exporte également le *shader*, il est donc important de le faire avant de l'exporter, même si celui-ci pourra évidemment être modifié une fois que l'archive aura été importée dans la scène pour être instanciée. J'ai commencé par créer un *shader*, que ce

soit pour le pissenlit ou l'hortensia, qui ressemblait à celui que j'ai utilisé pour le drapé dans le projet *Asase Ye Duru*. J'aimais l'idée d'une esthétique qui ressemblerait à celle d'une radiographie. Une fois les fleurs exportées, j'ai ensuite, sur mon personnage, créé une description XGen avec comme paramètres *custom geometry/archive*, qui est le mode qui me permet d'instancier mes archives. Les autres types de primitives sont utiles pour créer des cheveux, des poils, de l'herbes, etc, ou des sphères ou des planes. J'ai ensuite choisi de les générer aléatoirement le long de la surface de mon personnage en les paramétrant grâce à des attributs contrôlés par des expressions.



Tous ces paramètres peuvent être modifiés une fois la description créée. Pour importer les archives, il suffit de cliquer sur le bouton add dans l'onglet archive files. Lorsqu'on en ajoute plusieurs, chaque nouvelle archive est automatiquement générée et placée aléatoirement sur le *mesh*. Néanmoins, dans l'onglet index on peut choisir la proportion de telle ou telle archive en pourcentage. L'expression par défaut dans cet onglet est :

`pick(rand(),0,$aCount-1)`

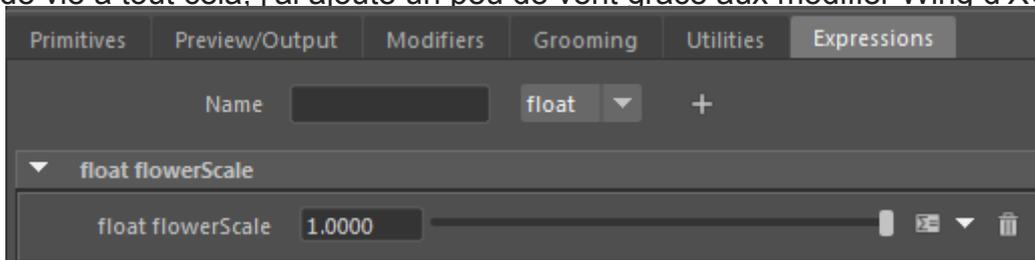
Mais pour donner la proportion de chaque archive il suffit de rajouter ce pourcentage à la fin de l'expression et dans l'ordre des index des archives. Par exemple le pissenlit a l'index 0 et l'hortensia l'index 1, pour avoir 99% de pissenlits et 1% d'hortensias j'ai donc écrit :

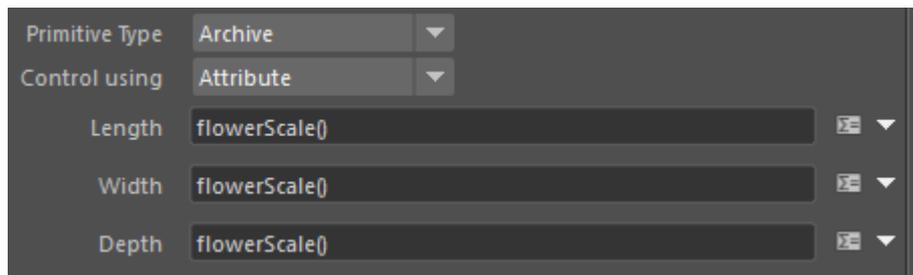
`pick(rand(),0,$aCount-1,99,1)`

On peut changer la densité totale des fleurs dans l'onglet *generator attribute* avec l'attribut *density*, que j'ai moi mis à 2. Pour donner l'impression d'un placement plus naturel, j'ai donné des rotations aléatoires à chaque instance grâce aux attributs *tilt U*, *tilt V* et *twist*. *Tilt U* permet d'incliner l'objet, 1 correspondant à un angle de 90°. *Tilt V* permet de faire la même chose mais à angle droit du *tilt U*. *Twist* permet de pivoter l'objet tout en conservant son axe par rapport à la normale de la surface à laquelle il est attaché. Pour le *tilt U* et le *tilt V* j'ai donc créé une expression `rand(0,1)` qui permet de sortir un nombre entre 0 et 1, et donc une rotation entre 0 et 90°. Pour le *twist*, j'ai ajouté l'expression `rand(-60,60)` qui permet de donner une rotation aléatoire à l'objet entre -60° et 60°. Je ne pouvais pas faire tout à fait pareil pour donner une taille aléatoire à chaque fleur, puisque la hauteur, la largeur et la profondeur sont trois attributs séparés. Faire une expression aléatoire dans chaque champ, reviendrait à ne pas les redimensionner uniformément puisque chaque champ aurait un résultat différent. La solution est d'aller dans l'onglet *expression* du menu XGen et de créer un float, que j'ai appelé *flowerScale*. On clique ensuite sur la flèche à droite du float nouvellement créé, et on clique sur *reset to a slider* afin de créer un slider qui permettra de donner une valeur à cette variable. Ensuite on crée cette expression :

**`$a=1.0000;#-1.0,1.0`
`$a * rand(.5,1)`**

Le `$a` correspond à la valeur récupérée grâce au slider. On multiplie donc celle-ci par un nombre aléatoire entre 0,5 et 1. Cela va nous permettre de contrôler la taille moyenne de nos fleurs tout en ajoutant de l'aléatoire entre celles-ci. Il faut ensuite dire à XGen que ce float sert à contrôler la hauteur, la largeur et la profondeur de nos fleurs, et pour cela il suffit d'ajouter l'expression `flowerScale()` dans chacun des champs concernés. Enfin pour donner un peu de vie à tout cela, j'ai ajouté un peu de vent grâce aux modifier *Winq* d'XGen.





Une fois tout cela fait, nous pouvons enfin passer au rendu. Ma première interrogation s'est portée sur le corps en lui-même du personnage. Je ne voulais pas qu'on le voit clairement, donc je ne voulais pas lui faire un *shader* de peau. J'ai donc commencé par lui mettre un *surface shader* noir, afin qu'il se fonde avec l'arrière plan. Mais on sentait toujours sa masse, alors j'ai décidé de le rendre transparent afin de gagner en légèreté et de créer

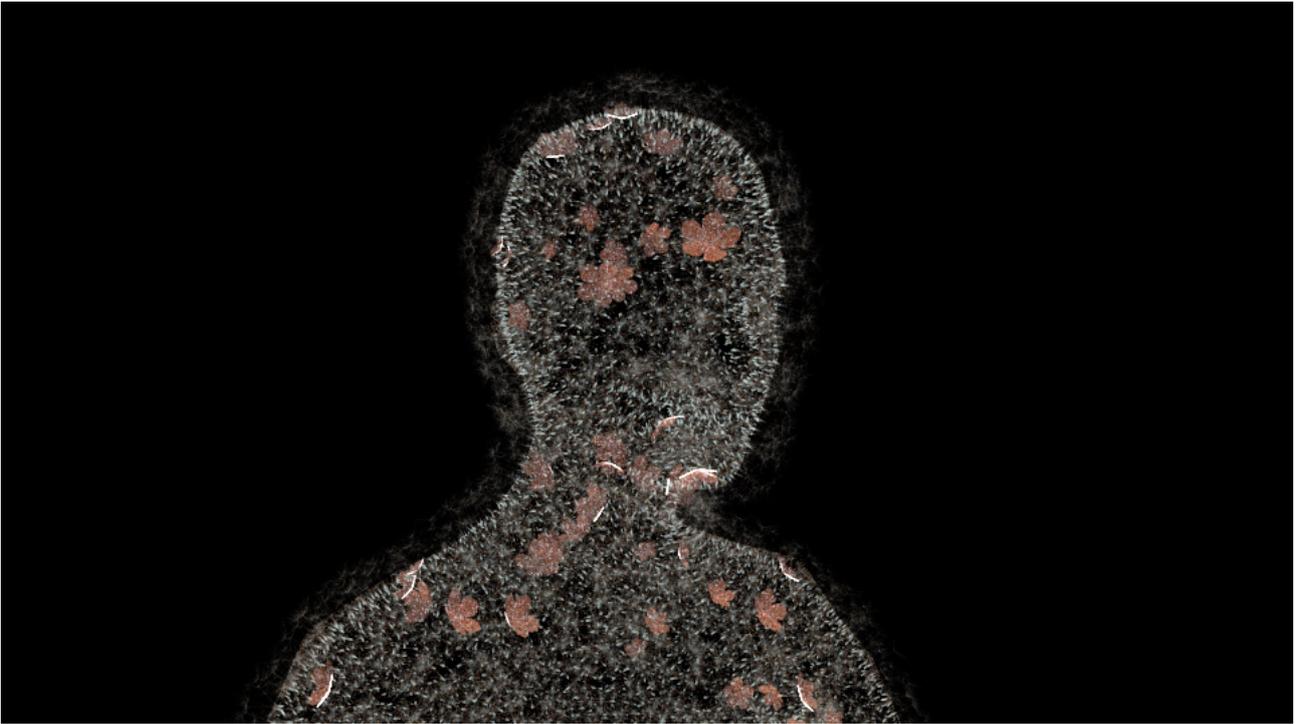


Avec un *surface shader* noir

Avec un *surface shader* transparent

un individu aérien.

Mais mon deuxième questionnement a été sur mon *shading* des fleurs, qui était très peu convaincant. Sur des petits objets comme ceux-ci avec peu de reliefs, le *facing ratio* en opacité n'est pas très intéressant et surtout on perd beaucoup d'informations, notamment sur les hortensias qui n'étaient même plus reconnaissables. J'ai obtenu un résultat intéressant en conservant le *facing ratio* dans la *self-illumination* mais en mettant une opacité uniforme mais moindre. J'ai également changé la couleur des hortensias en un rose pâle

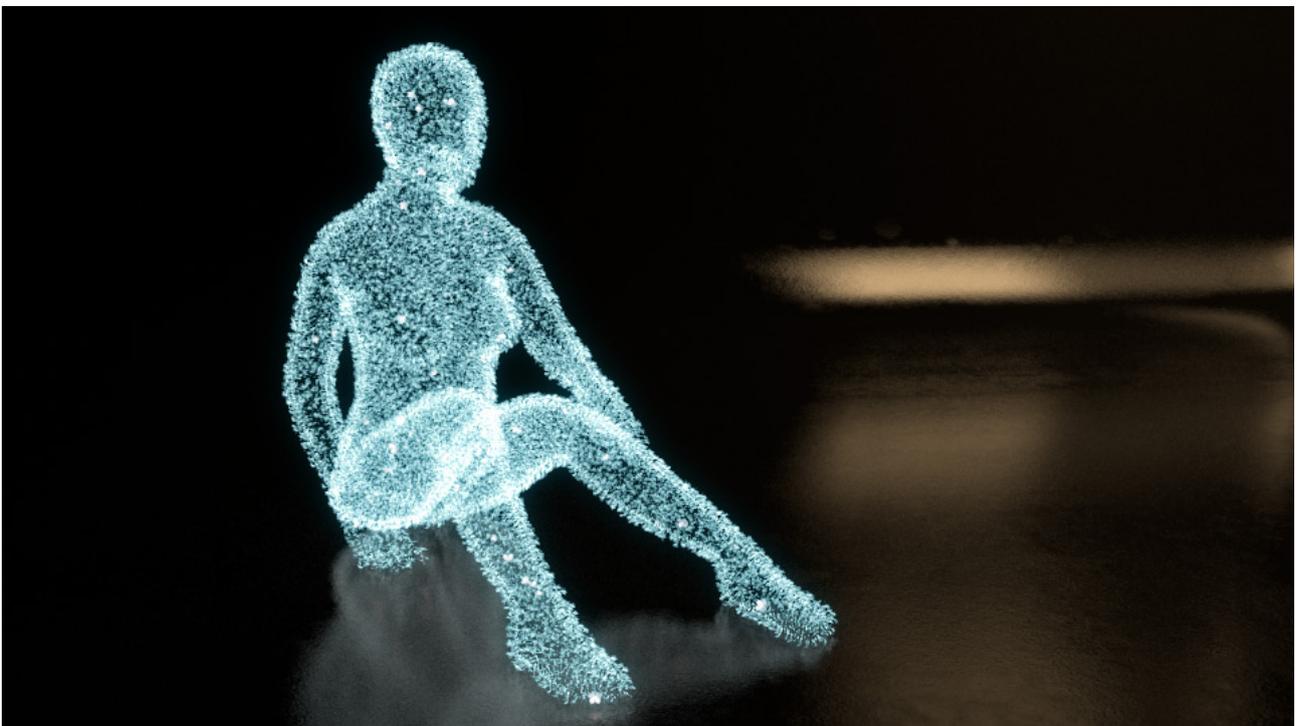


afin qu'ils ressortent parmi ces nombreux pissenlits.

Néanmoins nous n'avons toujours pas l'impression d'être en présence de fleurs bioluminescentes, et j'ai voulu intégrer un environnement comme celui de Jean-Michel Bihorel, je n'avais donc pas assez de luminosité. Pour régler ce problème, il existe deux méthodes. La première se fait en conservant le *VRayMtl* que nous avons, mais en ajoutant un node *multiply / divide*. On connecte le *ramp* dans l'*input 1* du *multiply / divide* et grâce à l'*input 2* on multiplie la valeur de sortie de notre *ramp* jusqu'à obtenir le résultat escompté. On connecte ensuite l'*output value* de ce *node* à la *self-illumination* de notre *shader*. La deuxième méthode est d'assigner un *VRayLight* aux pissenlits et aux hortensias. Pour cela, il n'y a que deux solutions : soit recréer les archives et les réimporter, soit conserver celles déjà présentes dans la scène et sélectionner l'*initial shading group* du *shader* actuel, et ensuite connecter le nouveau dans le champ *surface material*. A ce *VRayLight* material j'assigne en couleur un *ramp* allant du noir au bleu pour le pissenlit, et du noir au rose pour l'hortensia, et je connecte le *V coord* à un *facing ratio*. Je mets le mode d'interpolation de ce *ramp* en mode *exponential up*, afin que le passage entre les deux couleurs soit plus doux. En effet dans ce mode, chaque couleur domine l'espace entre elle et la suivante. C'est donc ici le noir qui va dominer cet espace, or le noir correspond aux zones qui ne produisent pas de lumière. En étalant plus l'ombre, le passage entre l'ombre et la lumière sera plus doux. En faisant ça, les bords de mes fleurs seront progressivement transparents. Pour conserver l'effet légèrement transparent sur l'ensemble de la fleur que nous avons dans le précédent *shader*, je baisse l'opacité de mon *VRay Light material* et je la multiplie à la couleur. J'augmente ensuite l'intensité jusqu'à obtenir un résultat qui soit à la fois assez lumineux mais qui conserve la transparence. L'intérêt d'utiliser un *VRayLightMtl* plutôt que la *self-illumination* d'un *VRayMtl*, c'est que le *VRayLightMtl* est optimisé pour ça, ce qui m'a permis de gagner

environ 33% de temps de rendu par rapport au *VRayMtl*. L'autre intérêt serait de pouvoir utiliser la *direct illumination*, et donc de transformer les fleurs en réelles lumières. Non seulement ce serait esthétiquement intéressant, mais en plus on pourrait régler les paramètres de sampling de manière beaucoup plus optimisée qu'avec la *self-illumination*. Néanmoins un *VRayLightMtl* utilisé comme lumière directe reste plus long en calcul qu'une véritable *light* V-Ray, même si celui-ci gère assez bien la multiplication des sources, ce qui est assez pratique dans un cas comme le nôtre. Mais le problème, c'est que l'option *direct illumination* ne fonctionne pas avec XGen.

Pour finir, en ajoutant une *VRayRectLight* très légère avec une température un peu froide d'environ 3300K au fond de la pièce, cela m'a permis d'équilibrer la composition qui semble un peu vide sans cela. En ajoutant ensuite un léger *glow* bleuté en compositing, on obtient un résultat intéressant.



3. Jeux de lumières

“ Un peintre c’est quelqu’un qui essuie la vitre entre le monde et nous avec de la lumière, avec un chiffon de lumière imbibé de silence.”

Christian Bobin ³

Dans les expérimentations qui suivent, j’ai voulu me détacher de la lumière comme simple éclairage, et la traiter comme sujet même de mes projets. J’ai commencé par m’inspirer de la peinture classique, avant de tenter de jouer avec les ombres comme dans les prémices de l’animation.

A) Hommage à Georges de la Tour

Pour ce projet je me suis inspirée des tableaux de Georges de la Tour tels que *L’éducation de la Vierge* ou *Saint Joseph charpentier*. Tout l’intérêt était de travailler sur le SSS, ainsi que sur les rebonds subtils de lumière venant d’une bougie que l’on ne voit pas mais



LA TOUR, Georges de, *L'Education de la Vierge*, 1645-1648, huile sur toile, 88x103cm, Paris, Musée du Louvre



LA TOUR, Georges de, *Saint-Joseph Charpentier*, 1638-1645, huile sur toile, 137x102cm, Paris, Musée du Louvre

³: C. BOBIN, *L'inespérée*

qui se trouve pourtant au centre de la scène, et qui en est l'unique source de lumière.

J'ai donc placé une *VRaySphereLight* derrière la main gauche du personnage, avec pour commencer une intensité de 100 et une température de 1830. J'ai appliqué un *VRaySkinMtl* au personnage avec la texture de peau en *shallow color*, la même texture mais plus foncée en *medium color*, et enfin une version rouge de cette texture en *deep color*. De manière générale, le *medium scattering* doit avoir un *radius* plus grand que le *shallow scattering*, et le *deep scattering* plus grand que le *medium*.

Plus le *scale* général est grand, plus il y a de lumière qui passe à travers le volume et plus celle-ci fait interagir les différents *layers* de *scattering*. Il faut garder à l'esprit que le SSS est très dépendant de l'échelle de la scène. Pour le régler, je commence par illuminer suffisamment la scène avec une *VRayRectLight*. Ensuite je règle séparément les différents *layers* en commençant par le *shallow scattering*. Pour cela je mets le *medium amount* et le *deep*



amount à 0.



Une fois que le résultat est convenable, je fais de même avec le *medium scattering*.

Une fois fait je vois ce que donne le résultat des deux combinés, et dans ce cas précis j'ai



baissé le *shallow amount* à 0,3.

Puis je règle le *deep scattering* séparément, en changeant son radius à 0,9, et ensuite je réactive les deux autres *layers* afin de régler le *deep amount*.



Pour paramétrer les spéculaires, je descends le *max SSS amount* à 0, ce qui a pour effet de le désactiver complètement, me permettant une meilleure visibilité sur la brillance de la peau. Quand le résultat semble correct, je désactive la *VRayRectLight* et je règle le *scale* général jusqu'à obtenir un résultat probant. La lumière n'étant pas suffisante pour faire un effet vraiment intéressant, je l'ai augmenté à 200. Mais pour donner un effet de flamme il faut qu'il y ait un effet de scintillement. Pour cela j'ai ajouté une expression dans l'intensity multiplier :

`VRayLightSphereShape1.intensityMult = (rand(100,300)*0.5)+100;`

On crée un nombre aléatoire entre 100 et 300 que l'on multiplie par 0,5 (ce qui revient à diviser par deux, mais en programmation multiplier par 0,5 est souvent plus rapide que diviser par deux) et on ajoute 100. Cela permet de créer un nombre aléatoire à chaque image. Le fait de diviser par deux le nombre aléatoire obtenu et de lui ajouter 100, permet de créer un clignotement plus doux car autrement il est tout à fait possible d'avoir une intensité qui passe de 100 à 300 en l'espace d'une seule image, ce qui peut être visuellement très violent. On réduit ainsi par deux l'écart maximal possible, les valeurs extrêmes étant 150 à 250.



B) Le théâtre d'ombres

Dans cet exercice je me suis intéressée au théâtre d'ombres. Avec cette technique on ne s'intéresse plus vraiment aux objets mais à la projection de leur ombre. Ils n'existent parfois qu'à travers cette ombre projetée. La technique de l'ombre chinoise est très utilisée en photographie. Elle permet de simplifier la composition tout en retenant pas mal de détails. Cette technique est également un des prémisses du cinéma d'animation. Elle est très intéressante car dans ce cas la lumière est une actrice principale de la composition. C'est elle seule qui fait l'animation.

Je me suis inspirée de l'œuvre de Laurent Craste, *Parade*, en commençant par essayer de le faire comme on l'imagine à première vue, c'est-à-dire une simple lampe qui se balance devant deux sculptures. Pour se faire j'ai placé mes deux sujets sur une table près d'un mur, la lumière dirigée directement sur les sujets. « La lumière se propageant en ligne droite,



VRayLightRect

une source ponctuelle (ou assimilable) projette sur les surfaces avoisinantes des ombres nettes de l'objet qu'elle éclaire. [...] Quand la source est située très près de l'objet, l'ombre projetée est plus grande que l'objet : c'est « l'ombre au flambeau ». ⁴» J'ai d'abord essayé

⁴: R. BOUILLOT, B. MARTINEZ, *Le langage de l'image*

avec une *VRayLightRect*, mais avec celle-ci il est très difficile, voire impossible de créer des ombres nettes, or c'est ce que nous recherchons. Avec une *PointLight* de Maya, les ombres sont bien nettes, comme nous le voulons, mais la lumière est envoyée dans toutes les directions ce qui n'est pas très intéressant puisque nous cherchons à conserver des zones d'ombres sur le mur. Le plus adapté est donc une *SpotLight*, qui permet d'avoir des ombres projetées très nettes, mais puisqu'elle projette la lumière suivant un cône elle permet également de conserver de grandes surfaces sombres dans l'image.



SpotLight



CRASTE, Laurent, *Parade*, 2014, installation, Nuit Blanche de Paris et Festival Chromatique de Montreal

Pour l'animation, afin de faire danser les ombres, j'ai tenté divers techniques. J'ai commencé par créer un *motion path* avec une *curve* en arc de cercle, et y attacher ma *SpotLight*. Cette *curve* permet de mouvoir la *light* en X et en Z mais pas en Y. J'ai ensuite cassé la connexion entre la rotation de ma lumière et celle du *motion path*. Puis j'ai créé un *locator* que j'ai placé entre les deux statues à l'endroit où la lumière doit toujours pointer, et j'ai contraint cette dernière en *aim* au *locator* afin qu'elle soit toujours en direction des objets sur la table. Avec cette méthode les ombres se déplacent de gauche à droite sans jamais se croiser. J'ai donc essayé d'attacher ma lumière à un cercle qui va plus loin sur l'axe des

Z que ma précédente *curve*, mais avec la même position en Y. Le problème est toujours le même, et il reste le même lorsque je décide d'animer la lumière en Y à la manière d'un balancier. Tout cela pour la simple et bonne raison qu'il est impossible d'obtenir le même résultat que Laurent Craste avec une lumière sans bouger les objets. Pour que les ombres se rejoignent, il faut que la lumière tourne autour des objets, or dans ce cas les ombres ne se projettent plus sur le même mur ; ou bien qu'il y ait deux lumières qui partent dans des directions différentes. La lampe de chantier utilisée dans Parade n'est en réalité pas une vraie lampe, mais un point de *tracking*. Les coordonnées dans l'espace sont récupérées dans Unity et les ombres sont recrées en temps réel puis projetées à l'aide d'un projecteur caché dans l'installation.

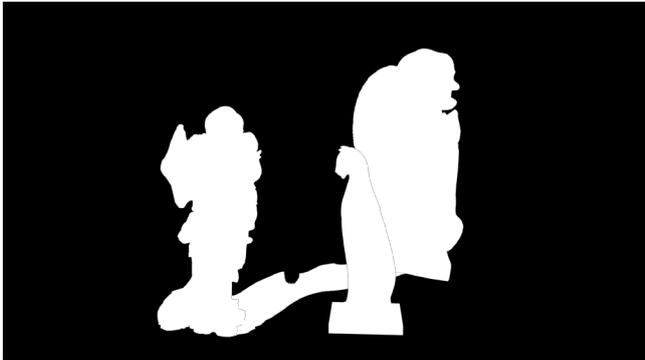


En précalculé j'ai donc commencé par essayer la technique du *light linking*. L'idée est de créer trois lumières de même intensité, toutes contraintes au même *motion path* mais deux d'entre elles partant en sens inverse l'une de l'autre. Une doit affecter une sculpture, celle qui part en sens inverse la deuxième, et enfin la troisième doit affecter toute la scène puisque c'est elle qui donne l'ambiance générale. La troisième doit être la seule à émettre de la lumière, mais ne doit pas créer d'ombre, il faut donc décocher *use raytraces shadows*. Les deux autres doivent émettre des ombres mais pas de lumière. La technique proposée par Jeremy Birn dans son ouvrage *Digital Lighting and Rendering* ⁵, consiste à mettre la

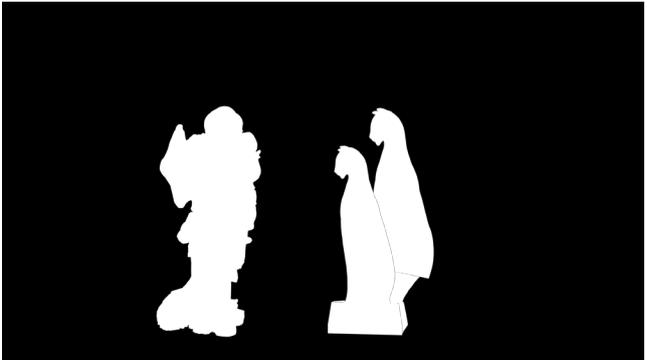
⁵: J.BIRN, *Digital Lighting and Rendering*

couleur de la *light* en noir pur, et mettre une valeur négative à la *shadow color*. Et cette technique marche très bien... avec Mental Ray. En effet, V-Ray se voulant unbiased, il agit comme dans la réalité : s'il n'y a pas de lumière, il n'y a pas d'ombre. La solution pour V-Ray est de travailler avec les *render layers*. On crée trois calques contenant tous les objets, et on assigne un *V-RayObjectProperties* à chaque objet. Nous conservons les deux lumières que nous avons créées et affectées chacune à une sculpture différente, ainsi que la troisième qui aura pour but d'éclairer la scène, mais toutes doivent émettre des ombres. Le premier calque servira à rendre l'ombre de la première sculpture, mais on ne veut rendre que son ombre puisque l'image obtenue sera superposée à l'image des objets. Pour cela il y a deux solutions. La première consiste à ajouter un *attribute V-Ray material ID* dans le *shader* des statues, et de choisir la couleur de celui-ci (soit rouge, soit vert, soit bleu). Puis dans les *render settings*, dans l'onglet *render elements*, on ajoute une passe de *material ID*. Ensuite dans After Effect on pourra appliquer un cache à la passe de *material ID* en sélectionnant la couleur utilisée dans « sélectionner comme cache ». Puis, en le mettant au-dessus de notre passe d'ombre on pourra mettre le cache de cette dernière sur l'alpha inversé de notre *material ID* afin de masquer la partie de l'ombre que cache la statue. La deuxième solution, plus simple, et celle que nous allons utiliser, consiste à créer un *layer override* sur l'*alpha contribution* dans le *V-RayObjectProperties* de chaque sculpture afin que le changement ne soit effectif que sur ce calque, et de la passer à -1. Cela permet de soustraire ces objets dans l'alpha et donc de créer une zone de transparence. Ensuite, dans le *V-RayObjectProperties* de la deuxième sculpture, donc celle dont on ne veut pas voir apparaître l'ombre dans ce calque, on décoche *cast shadows* et *receive shadows*, toujours en créant des *layer override*. Il faut que ne soit visible que la lumière qui nous intéresse, c'est-à-dire celle qui n'affecte que la première sculpture. Pour cela, sur chacune des deux autres lumières, on décoche *visibility* dans l'onglet *object display* en créant préalablement un *layer override*. Puisque l'on veut récupérer les ombres portées de notre première sculpture, il faut que le drap soit visible. En revanche on ne veut pas qu'il émette d'ombre dans ce calque, ni dans celui de la deuxième statue, puisque cette ombre aura une position différente d'une lumière à l'autre. Il faut donc choisir une seule lumière pour émettre son ombre, et le plus crédible est de choisir pour cela la lumière qui donne l'ambiance de la scène, celle qui éclaire. Donc dans notre premier calque il faut décocher *cast shadows* dans son *V-RayObjectProperties* en n'oubliant pas de créer un *layer override*. Une fois tout cela fait, on crée une passe de *matte shadows* de la même manière que l'on a créé la passe de *material ID*. Dans la liste des *render elements* on remarque qu'il existe également une passe de *shadows*, mais celle-ci ne sert qu'à créer un masque afin d'éliminer les ombres indésirables. Celle-ci n'est pas très intéressante pour nous puisqu'elle rend la diffuse qui est masquée par l'ombre dans la *beauty*. Dans le deuxième calque on conserve les mêmes paramètres pour le drap, on ne laisse visible que la *light* qui affecte la deuxième sculpture, et on inverse les paramètres de *V-RayObjectProperties* entre les deux statues afin de ne rendre les ombres portées que de la deuxième. Il ne faut pas non plus oublier de cliquer sur le N à côté de la passe de *shadows* dans les *render setting*, afin d'activer cette passe également pour ce calque. Enfin, dans le dernier calque, on active la lumière éclairante et on désactive les deux autres. Puisque

nous allons rajouter en compositing les ombres portées des statues que nous avons créé dans les deux précédents calques, nous ne voulons pas qu'elles en émettent dans celui-ci. On décoche donc *cast shadows* dans leurs *VRayObjectProperties* et on laisse toutes les autres propriétés telles quelles, puisque dans ce calque tous les objets sont visibles et on veut donc qu'ils reçoivent des ombres. Puisque nous avons créé des *layer override* sur les deux précédents calques, nous n'avons besoin de toucher à rien d'autre puisque tous les changements que nous avons faits n'ont d'effet que sur le calque incriminé. Pour ce calque nous n'avons pas besoin d'activer la passe de shadows.



Passe de *matte shadows* du bouddha



Passe de *matte shadows* du chat



Passe avec tous les objets

Ensuite arrive l'étape du *compositing* où on va assembler toutes ces passes. Dans After Effects, en bas de la composition on place notre passe contenant tous les objets, puis au-dessus, les passes de *matte shadows* de nos deux sculptures. Dans ces passes les ombres sont en aplats blancs sur fond noir, avec bien sûr une zone transparente à l'endroit des sculptures puisque nous avons dit à V-Ray de faire ainsi. Afin de transformer ces passes

en ombres, il faut donc appliquer un effet négatif sur chacune d'elles, puis les passer en mode produit. Une fois fait, on peut jouer avec l'opacité pour obtenir un résultat plus intéressant.



Cependant, avec la méthode que nous venons de voir il y a un problème. Les ombres se rejoignent, certes, mais ne se croisent pas. Et surtout elles commencent par s'éloigner en début de mouvement, ce qui n'est pas très crédible. En réalité la seule manière pour que les ombres se croisent sur le même mur comme si elles dansaient, c'est de faire tourner les objets. Pour cela nous allons également travailler avec les *render layers*, mais différemment, afin de n'avoir, sur l'image finale, que les ombres qui tournent. Pour cela on commence par créer un calque que l'on nomme par exemple *static objects*, et un calque que l'on nomme *animated objects*, qui contiennent tous deux l'ensemble de la scène. On assigne ensuite un *VRayObjectProperties* au mur, à la table et à un groupe contenant les sculptures. Dans le calque *static objects*, nous aurons les sculptures statiques et la table, mais pas le mur. Dans le calque *animated objects* nous aurons uniquement le mur avec les ombres projetées des sculptures animées. Dans le calque *static objects* on ne veut pas que le mur soit visible mais on veut tout de même qu'il affecte la scène, puisqu'il a un impact sur la GI et sur la lumière indirecte que reçoivent les autres objets. C'est pour cette raison que nous avons créé des *VRayObjectProperties*, car ceux-ci vont nous permettre de masquer le mur au rendu tout en conservant les effets qu'il a sur la scène. Pour cela, nous allons créer un *layer override* sur l'option *primary visibility* dans le *VRayObjectProperties* du mur, et ensuite la décocher afin que le mur ne soit pas visible au rendu. La deuxième solution pour un résultat similaire, est de laisser *primary visibility* coché mais de mettre l'*alpha contribution* à zéro, en créant préalablement un *layer override*. Visuellement le résultat est certes le même, mais cette mé-

thode a un temps de rendu supérieur à la première puisque le mur est tout de même calculé comme s'il était visible. Dans ma scène, il n'y a pas d'objets ayant de la réfraction, donc le fait de cocher ou décocher l'option *visible in refraction* n'a aucune incidence. Néanmoins les cases *visible to GI*, *visible in reflection*, *cast shadows* et *receive shadows* doivent être cochées, car c'est grâce à elle que le mur continue à avoir une incidence sur la scène malgré le fait qu'il ne soit pas visible. Dans le calque *animated objects* on règle le *VRayObjectProperties* de la même manière pour la table et les sculptures, en revanche on laisse tout coché pour le mur, qui cette fois-ci doit être visible. On crée un *layer override* sur la rotation en Y du groupe des sculptures, et on anime en se calquant sur la rotation de la *light*. En *compositing*, en superposant le calque avec les objets au calque contenant uniquement le mur et les ombres, on obtient cet impression, comme dans l'œuvre de Laurent Craste, que c'est la lumière seule qui anime les ombres des objets.



Passe *animated objects*



Passe *static objects*



Rendu final

Conclusion

Nombreuses sont les pistes qu'il reste encore à explorer. Peut-il réellement en être autrement, lorsqu'on sait que depuis cinq siècles le clair-obscur continue d'inspirer les artistes ? L'image de synthèse n'est qu'un outil supplémentaire, mais les possibilités artistiques qu'elle offre sont incommensurables. Les contraintes techniques rencontrées avec l'utilisation de moteurs de rendu physiquement corrects pour rendre des images de faible intensité lumineuse, ne devrait pas être un frein à la créativité, mais plutôt une limite à repousser. Chercher à contourner les problèmes est une émulation permanente et même une source d'inspiration. Le clair-obscur a sa place dans l'image de synthèse, et l'image de synthèse elle-même l'inscrit dans notre temps. La capacité de celui-ci à mettre en valeur des sujets peut trouver différents domaines d'application, tel que la publicité ou le cinéma d'animation, et non pas forcément dans le but de faire un hommage à la peinture de la Renaissance. Il est tout à fait possible de créer des images en clair-obscur modernes en abordant des thèmes propres à notre époque. L'image de synthèse a cet avantage de pouvoir créer des objets parfaits à moindre coût, ou encore des objets ou personnages sortis de l'imaginaire de son créateur, que le clair-obscur pourrait sublimer. Mais s'éloigner du réalisme que l'on recherche souvent en images de synthèse, est également une manière de s'écarter de la peinture de la Renaissance, de rejoindre l'art moderne, sans pour autant se détacher complètement du Caravagisme. Le type d'éclairage de scènes que le Caravage a inventé est reconnaissable même dans l'abstraction. La lumière n'est pas qu'un simple outil pour voir, elle fait partie intégrante de la composition et peut donner à elle seule l'ambiance. Or la lumière trouve au côté de son opposé, une présence et un charisme que seule elle n'atteint pas.

“Plus claire la lumière, plus sombre l'obscurité... Il est impossible d'apprécier correctement la lumière sans connaître les ténèbres.”

Jean-Paul Sartres

Bibliographie

1. BIRN, Jeremy. *Digital Lighting and Rendering*. New Riders. San Francisco (USA), 2000.
2. BOBIN, Christian. *L'inespérée*. Gallimard. Folio. Paris (France), 1996.
3. BOUILLOT, René, Bernard MARTINEZ. *Le langage de l'image*. Eyrolles. Paris (France), 2000.
4. CHONÉ, Paulette, Jean-Claude BOYER, Richard E. SPEAR, Irving LAVIN. *L'âge d'or du nocturne*. Gallimard. Art et Artistes. Paris (France), 2001.
5. PHARR, Matt, Greg HUMPHREYS. *Physically Based Rendering, from theory to implementation*. Morgan Kaufmann. Burlington (USA): Todd Green, 2010.
6. PRÄKEL, David. *Composition*. La Compagnie du Livre. Bases Photographie. Paris (France), 2006.
7. SATRIÉ, Alain. *Du Caravage à Rembrandt, Maîtres, adeptes, et plagiaires du clair-obscur*. J.-P. Rocher. Paris (France), 2002.

Webographie

1. "Anisotropic diffusion." Wikipedia, March 2, 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Anisotropic_diffusion.
2. AVITAL, Royi. "Anisotropic Smoothing." GitHub, July 18, 2015. <https://github.com/dtschump/gmic-community/wiki/Anisotropic-Smoothing>.
3. BILGIC, Akin. "V-RAY RENDER OPTIMIZATION." <http://www.cggallery.com/>, n.d. http://www.cggallery.com/tutorials/vray_optimization/.
4. BRATINCEVIC, Toni. "Demystifying V-Ray DMC Sampler." Interstation 3D, n.d. http://www.interstation3d.com/tutorials/vray_dmc_sampler/demistyfing_dmc.html.
5. "Champ tensoriel." Wikipedia, February 24, 2016. https://fr.wikipedia.org/wiki/Champ_tensoriel.
6. COPPEL-BATSCH, Marthe. "Artemisia Gentileschi (1593-1653). Sexualité, Violence, Peinture," CAIRN, n.d. <https://www.cairn.info/revue-adolescence-2008-2-page-365.htm>.
7. CRASTE, Laurent. Parade. 1280x720. Chromatic festival de Montreal: Dpt., 2014. <https://vimeo.com/96615251>.
8. Digital-Tutors Team. "Understanding Global Illumination." Site de tutoriels. Digital-Tutors, 2014. <http://blog.digitaltutors.com/understanding-global-illumination/>.
9. "Georges de La Tour." Encyclopédie Larousse. Larousse, n.d. http://www.larousse.fr/encyclopedie/personnage/Georges_de_La_Tour/128968.
10. GUETTA, Matt. "Tout sur l'Irradiance Map avec Vray." Matt Guetta, March 28, 2010. <http://www.mattguetta.com/tout-sur-lirradiance-map-avec-vray/>.
11. KUNZENDORF, Eric. "Facing Ratio Ramp Technique." Jacksonville University, December 21, 2009. http://users.ju.edu/ekunzen/Site/Research/Entries/2009/12/21_Handouts_vs_Video_files/FacingRatioRampTutorial.pdf.
12. "Lumière." Wikipedia, January 14, 2016. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lumi%C3%A8re>

13. Ministère de la Culture et de la Communication. "Base Joconde." Base de données des musées de France. Joconde, n.d. <http://www.culture.gouv.fr/documentation/joconde/fr/pres.htm#>.
14. MODA, Riders. "Diver & Aguilar's Caravaggio-inspired shoot, 'Chiaroscuro.'" Bernstein & Andriulli, April 10, 2010. <http://www.ba-reps.com/news/diver-aguilar-s-caravaggio-inspired-shoot-chiaroscuro>.
15. "Nicola Samori." Artsy, n.d. <https://www.artsy.net/artist/nicola-samori>.
16. "Noise reduction." Wikipedia, March 19, 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Noise_reduction#Dynamic_noise_limiter_and_dynamic_noise_reduction.
17. NORRBY, Peder. "Painterly Particular." Trapcode, January 30, 2014. <http://www.trapcode.com/journal/2014/1/30/painterly-particular.html>.
18. PELOVITZ, Jordan. "Ray tracing vs Path tracing, in plain English." LAGOA Blog, January 4, 2014. <http://home.lagoa.com/2014/04/ray-tracing-vs-path-tracing-in-plain-english/>.
19. PEYRE, Henri. "Composition et éclairage chez Georges de la Tour." galerie-photo.com, n.d. <http://www.galerie-photo.com/georges-de-la-tour.html>.
20. PICTUS. "Photoshop CC 2014 Oil Paint FREE alternative." Model Mayhem, June 20, 2014. <http://www.modelmayhem.com/forums/post/926714>.
21. QUINN, Lorenzo. "The Force of Nature II, New York." Site personnel. Lorenzo Quinn, n.d. <http://www.lorenzoquinn.com/the-force-of-nature-ii-new-york/>.
22. "Render Elements." Documentation V-Ray. Chaosgroup, n.d. <http://docs.chaosgroup.com/display/VRAY3MAX/Render+Elements>.
23. ROSELLE, Steven. Maya 2015 XGen Instancing Overview, 2014. <https://www.youtube.com/watch?v=Ru0HNNH8xRwM>.
24. "Samples." Documentation Arnold. SolidAngle, n.d. <https://support.solidangle.com/display/AFMUG/Samples>.
25. SAUVAGE, Sébastien. "Restaurer une photo avec GREYCstoration." commentcamarche.net, May 2016. <http://www.commentcamarche.net/faq/3179-restaurer-une-photo-avec-greycstoration>.
26. "Super Flemish." Site personnel. Sacha Goldberg, n.d. <http://sachagoldberger.com/portfolio/?portfolio=super-flemish-10>.
27. "Tenseur." Wikipedia, March 13, 2016. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tenseur>.
28. "Tests Of GREYCstoration." fmwconcepts, n.d. http://www.fmwconcepts.com/misc_tests/GREYCstoration/index.html.
29. THREINEN-PENDARVIS, Cher. "Photoshop's Mixer Brushes: Realistic Wet and Dry Paint Effects for Creating Luminous Images." Peachpit, November 18, 2014. <http://www.peachpit.com/articles/article.aspx?p=2258414>.
30. "Trapcode Particular." Guide utilisateur Trapcode Suite. Redgiant, n.d. <https://www.redgiant.com/user-guide/trapcode-particular/>.
31. WETTERWALD. "Lumière sur le clair-obscur." Rapport de conférence. Dunkerque (France): Université du Littora, January 4, 2009. http://www.convivialiteenflandre.org/index.php?option=com_content&task=view&id=116.
32. WYNEN, Wouter. "Irradiance min/max settings vs. image resolution." vrayinfo, September 19, 2003. <http://vray.info/topics/t0101.asp>.
33. "XGen Overview." Documentation Maya. Autodesk Knowledge Network, September

2014. <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/Maya/files/GUID-47644337-40F0-4766-BD3B-4104F9F9B7E2-hm.html>.

Remerciements

Je remercie Chu Yin CHEN et Jean-François JÉGO pour le suivi tout au long de l'année, ainsi que toute l'équipe pédagogique d'ATI pour leurs enseignements et leur soutien durant ces trois années de formation.

Je remercie également TwoSevenLab et plus particulièrement Arnaud Roquette pour m'avoir permis d'utiliser les render farms pour rendre les projets réalisés pour ce mémoire.

Enfin je remercie mes relecteurs : Delphine MONTARNAL, Sarah COLLIER PLUSQUELLEC, Marc POLIGNY, et Anne-Laure GEORGE-MOLLAND.

