

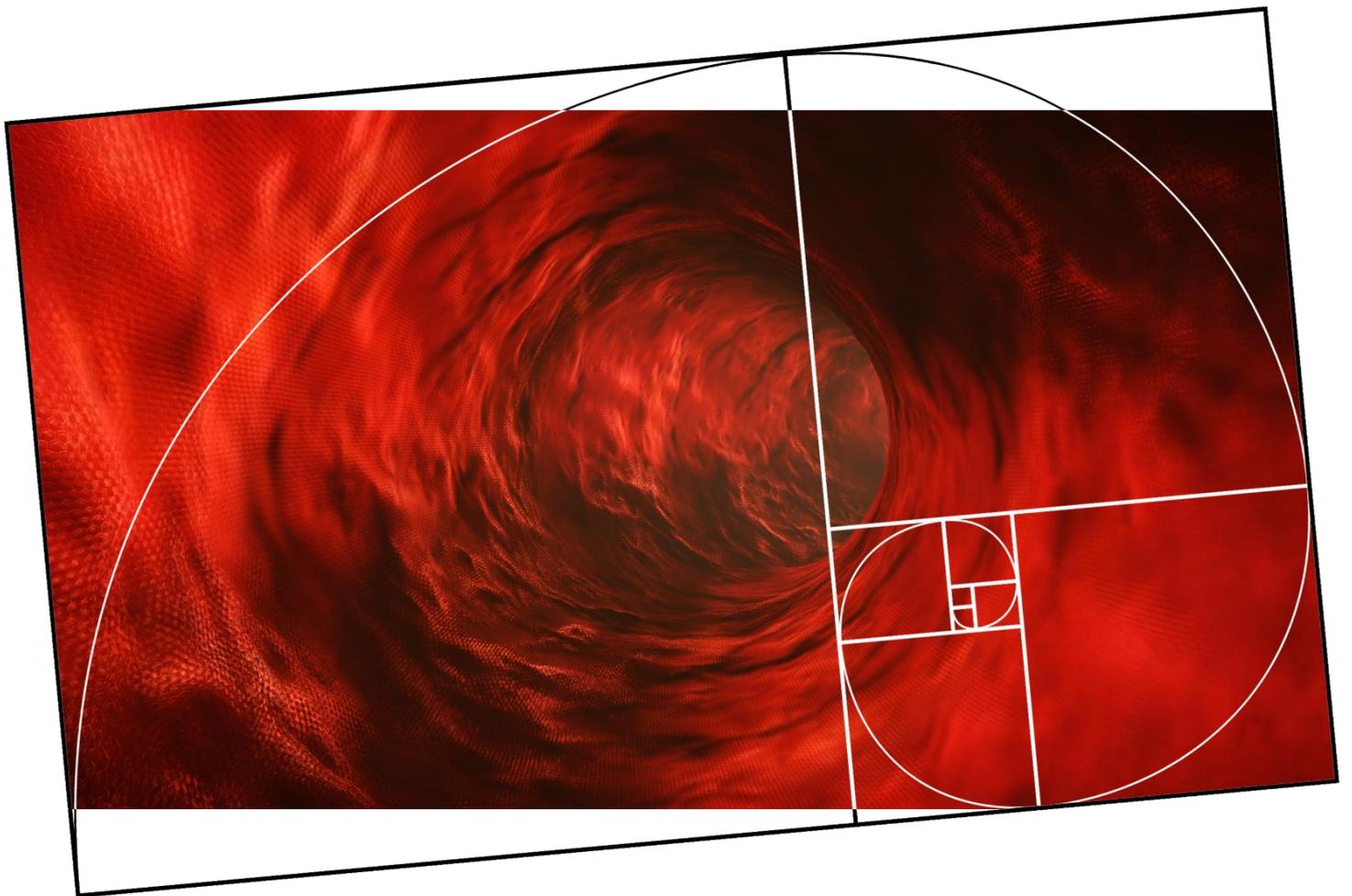
Université Paris 8

Spécialité de *Master*

*Arts et Technologies de l'Image Virtuelle*

De la mention *Arts Plastiques et Art Contemporain*

## **Composer des images interactives immersives**



Guillaume Bertinet

Mémoire de Master 2 – 2012/2013

# Résumé

## Composer des images interactives immersives

L'art de composer des images, de la peinture au cinéma, passe en grande partie par la maîtrise du cadrage : choix du format, du point et de l'angle de vue, tout cela a beaucoup d'impact sur la construction picturale. Or, avec les images interactives immersives, c'est souvent le spectateur qui a le contrôle de ces paramètres, afin de pouvoir à loisir explorer un environnement virtuel. Qu'en est-il alors des moyens de composition dans ce domaine ? Comment y guider le regard et apporter du sens à ces images ?

Afin de répondre à ces questions, il apparaît d'abord nécessaire de revenir sur le pourquoi et le comment de la composition dans les arts visuels classiques, en en dégagant les origines, les outils principaux et les caractéristiques propres à chaque médium. En effet, à partir de ces derniers points il est possible de mieux discerner les spécificités uniques aux images interactives immersives, et de tracer des parallèles autour des notions de volume, de lumière, de matériaux et d'animation. Enfin, des expériences pratiques, obtenues au cours des projets *Sainte-Faustine* et *Le 5<sup>ème</sup> Sommeil*, permettront de mettre ces théories à l'épreuve.

# Abstract

## Composing immersive interactive pictures

The art of composing pictures, from painting to cinema, goes along with the mastery of framing: the choice of format, point and angle of view, all of which have a great impact on pictorial construction. However, with immersive interactive pictures, the spectator is often in control of these parameters, so he can freely explore a virtual environment. What is then about the ways of composing in this field ? How to guide the eye and create meaning through those pictures ?

To answer these questions, it first appears necessary to go back to the hows and whys of composition in classic visual arts, by clarifying its origins, its main tools and each medium's own characteristics. It is indeed possible from these last two points to discern the unique specificities of interactive immersive pictures, and to draw parallels around the notions of volume, light, materials, and animations. At last, practical experiences, gained during the *Sainte-Faustine* and *The Fifth Sleep* projects, will allow to test these theories.

*Pour ce fantastique projet, porté jusqu'à Laval et Beaubourg, merci aux Cobras :*  
Alexandre Sambo, Julien Chambriard, Léo Mayombo.

*Merci également à toute l'équipe du 5ème Sommeil, pour ce projet rêvé :*  
Balthazar Auxietre, Caroll Duthérage, Thomas Tissot Dupont, Fabrice Gaston, Pierre Desprats,  
Willy Le Bleis, Cyril Lavanant, Thibaud Tournery-Bachel, Camille Dutilleul.

*Je tiens aussi beaucoup à remercier tout le labo de l'Inrev, pour leur travail et soutien :*  
Marie-Hélène Tramus, Chu-Yin Chen, Cédric Plessiet, Anne-Laure George-Molland.

*Et enfin, parce que je n'en suis plus à une liste près, merci à tous ceux qui passaient par là :*  
Rémy Sohier, Émilie Aguilard, Jean-François Jégo, Judith Guez.

# Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>I - Composer une image "classique" .....</b>	<b>8</b>
– Origines des règles de construction d'images .....	8
– La composition aujourd'hui.....	11
— Règle des tiers.....	11
— Les autres règles .....	13
– Les outils de la composition.....	13
— Les éléments de la composition.....	14
— Principes d'organisation.....	15
– La composition dans différents mediums.....	16
— Caractéristiques de la composition en illustration et peinture .....	16
— Caractéristiques des compositions sculpturales et architecturales .....	16
— Caractéristiques des compositions photographiques et cinématographiques .....	17
— Évolution de ces modèles .....	18
<b>II - Les spécificités de l'image interactive immersive.....</b>	<b>19</b>
– Image, interaction et immersion.....	19
— La réalité virtuelle.....	19
— Historique de la réalité virtuelle .....	20
— Point de vue subjectif et présence .....	22
— La réalité virtuelle immersive aujourd'hui.....	23
– Quid de la composition ? .....	24
— L'impact de la narration.....	25
— L'approche cinématographique .....	25
— L'approche fonctionnelle.....	26
— Vers une approche plus immersive .....	28

<b>III - Construire une image interactive immersive .....</b>	<b>30</b>
– Projets .....	30
— Présentation de Sainte-Faustine.....	30
— Présentation du 5ème Sommeil .....	31
– Construction .....	32
— L'environnement : les briques .....	32
— L'environnement : le puzzle .....	34
— La lumière.....	37
— Les matériaux.....	39
— La vie .....	42
– Bilan des images produites.....	45
— Ste Faustine .....	45
— 5ème Sommeil .....	47
<b>Conclusion .....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>51</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>53</b>

# Introduction

"Une image vaut mille mots", prêchait Confucius. Les artistes en furent conscients très tôt, et cherchèrent inlassablement à maîtriser ce moyen de communication né bien avant l'écriture. Certains usèrent de ce langage pour raconter sans besoin de lettres, comme en témoignent les nombreuses fresques et chemins de croix, ancêtres de nos bandes dessinées. Mais d'autres s'en servirent plus créativement, en cherchant à représenter des entrelacs d'émotions infiniment complexes, et furieusement indescriptibles en quelques mots. Le tout, selon Kandinsky, avec un "effet massif et instantané"<sup>1</sup>.

Dit ainsi cela peut paraître brutal, toute cette masse d'informations à absorber en un coup d'œil. Mais l'aptitude de la vision humaine n'est pas aussi grande que cela : nous ne pouvons réellement voir et traiter précisément les informations que d'une infime partie de notre champ visuel, ce qui une fois passé l'effet initial, nous oblige, comme pour un texte, à balayer l'image du regard.

Pour autant, cette lecture de l'image est un peu spéciale. Pour commencer, elle ne suit pas de convention rigide : personne ne nous a appris dans quel sens lire une image<sup>2</sup>. Mais elle n'est pas non plus aléatoire. En effet, l'œil humain réagit instinctivement à certains contrastes, glisse le long de certaines courbes, est rythmé par certains agencements, fuit certains arrangements de couleurs, est magnétisé par certaines formes... le tout selon des réflexes qui transcendent souvent les cultures. Et l'artiste initié le sait. Libre à lui alors d'utiliser cette connaissance pour construire son image de façon à guider le regard du spectateur au travers de sa création, en fonction de ce qu'il veut lui faire découvrir, lui faire ressentir, lui faire vivre, bref, en fonction de ce qu'il veut lui communiquer.

On appelle cet art la composition. Et il peut faire parler les images. Bien sûr, les artistes ont souvent des choses bien personnelles à leur faire dire, et c'est pour cela qu'il n'existe pas de règle de composition universelle. Néanmoins, il y a des concepts que de tout temps les hommes ont tenté d'exprimer, et parmi eux il y en a un tout particulier : la beauté. C'est pourquoi nombreux sont ceux qui ont essayé de

---

<sup>1</sup> Dans *Du spirituel dans l'art et dans la peinture en particulier*, 1969, p.180.

<sup>2</sup> Même si certaines catégories d'images ont bien un sens de lecture conventionné : la bande dessinée, par exemple, même si il dépend des cultures et a tendance à être remis en cause (voir *L'Art invisible* de Scott Mc Cloud, ou les travaux d'Anthony Ragueul).

découvrir des règles de composition générales posant des jalons dans la construction d'images harmonieuses, équilibrées, agréables, en un mot : belles.

C'est ce type de règles que je vais chercher à mettre en évidence, même si je me contenterai de techniques de compositions éloquentes, un concept moins subjectif que la beauté. La tâche n'en est cependant pas amenuisée, puisque les images dont je vais parler sont d'un type bien particulier : interactives et immersives.

En effet, ces deux mots ne sont pas associés par hasard : à eux deux ils constituent la "clé de voute de la réalité virtuelle"<sup>3</sup>. Et c'est dans ce sens que je les emploie : des images de mondes virtuels, avec lesquels le spectateur est en *interaction* temps réel et en *immersion* pseudo-naturelle. Cela me permet de mettre l'emphase sur deux points en particulier : premièrement, le fait que ces images permettent non seulement une illusion d'immersion cognitive – comme le permettrait également un livre – mais également une illusion perceptive<sup>4</sup>, ce qui là impose le point de vue à la première personne (vue subjective). Et deuxièmement, l'obligation pour ces images de réagir en temps réel aux impulsions du spectateur, comme par exemple le mouvement et l'angle de vue.

Or l'angle et le point de vue sont les deux outils les plus basiques de la composition. Est-il encore possible de construire une image alors que ces deux variables sont entièrement aux mains du spectateur (qui devient donc également moteur) ? Y a-t-il des moyens de guider le regard de façon éloquente sans la maîtrise du cadrage ? Comment composer des images interactives immersives ?

Avant d'essayer de répondre à cette dernière question, je vais d'abord me pencher plus en détail sur la composition des images "classiques", non interactives. Cela me permettra de mieux cerner l'origine des méthodes conventionnelles de construction d'image, ainsi que la façon dont elles fonctionnent. Fort de ces précisions, je serai ensuite mieux à même de pointer les spécificités des images interactives immersives, et enfin, d'aborder le sujet sous l'angle de ma pratique au cours de l'année.

---

<sup>3</sup> Bruno Araldi, Philippe Fuchs, et Pascal Guitton, dans *Le traité de la réalité virtuelle*. p. 8 de l'*Introduction à la Réalité Virtuelle*.

<sup>4</sup> D'après les distinctions de Mel Slater, dans l'article *Place Illusion and Plausibility Can Lead to Realistic Behaviour in Immersive Virtual Environments*.

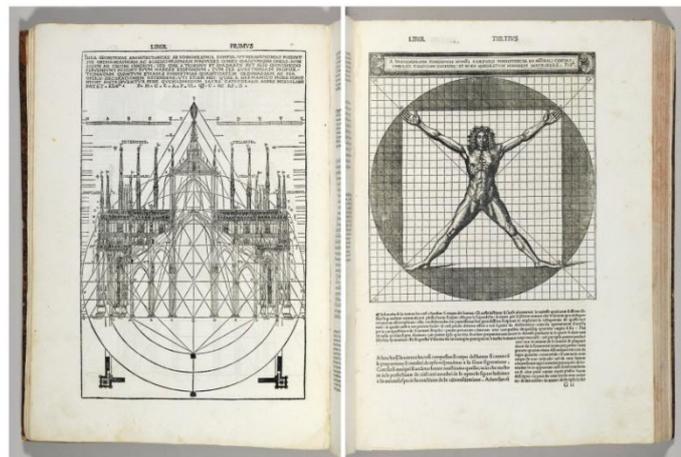
# I - Composer une image "classique"

Les racines de l'art de la construction des images semblent se mêler aux racines de l'art de la construction tout court. En effet, de l'antiquité à la renaissance, une grande partie des artistes dont l'héritage s'est propagé à travers les siècles étaient également ingénieurs et architectes. Il nous vient évidemment en tête l'incarnation de l'artiste-scientifique que fut Léonard de Vinci, mais que cela ne nous fasse pas oublier ses contemporains et prédécesseurs, tels que Michel-Ange, Alberti, Raphaël ou Giotto, ainsi que l'incroyable rayonnement qu'ont eu leurs œuvres sur leurs successeurs. On comprend alors mieux l'origine de cette fascination chez beaucoup d'artistes pour la recherche de règles d'esthétisme universelles, mathématiques et solides. Des règles d'architecture de l'image.

Mais je m'avance. Reprenons brièvement la chronologie de l'apparition et du développement de ces règles, afin de mieux en comprendre la nature. Cela nous donnera une base pour pouvoir ensuite mieux appréhender les pratiques actuelles. Un passage en revue des éléments et principes de base de l'image s'imposera alors, et nous donnera de la matière pour pouvoir comparer la composition dans différents mediums.

## 1 – Origines des règles de construction d'images

Bien que des canons esthétiques existaient dans à peu près toutes les grandes civilisations de l'antiquité (on pense notamment aux arts égyptiens, persans et asiatiques) et parfois depuis bien plus longtemps, ce sont les préceptes romains et grecs qui ont le plus marqué la composition dans l'art occidental ; et pas seulement pour des raisons de proximité. Certes, les codes les plus simples, tels que



1. *De Architectura*, version traduite et illustrée par Cesare Cesariano (1521). A noter sa propre interprétation de l'Homme de Vitruve, popularisé par Léonard de Vinci.



Je m'arrête un moment sur ce fameux nombre, parce qu'il est emblématique de cette quête du Graal de la règle d'esthétique absolue. Nous avons peu d'informations sur l'origine de l'utilisation de ce rapport,  $a/b = (a+b)/a$ , dont la plus ancienne trace documentée remonte à Euclide. Il est cependant improbable que les grecs s'en soient servis à dessein comme règle de proportions, étant donné leur mépris pour les nombres irrationnels. En revanche, il est certain que le résultat de cette équation possède des propriétés mathématiques remarquables, ce qui explique son succès chez de nombreux penseurs et artistes.

La renaissance et son effervescence passe, ainsi que les courants artistiques suivants... avec plus ou moins d'attachement aux préceptes antiques : baroque, classicisme, rococo, néoclassicisme, romantisme... Dans la peinture, l'attachement à la composition reste, mais les outils employés varient fortement : de l'imitation de la nature on passe au clair-obscur caravagiste, le maniérisme courbe les lignes, le classicisme les redresse, la perspective devient cadre, le cubisme fait voler ce cadre en éclats, les fauves se contentent de la couleur, et le suprématisme efface tout.



3. *Diane et ses compagnes* (1656), Johannes Vermeer. *Composition en courbes douces.*



4. *Le Massacre des Innocents* (1612), Rubens. *Composition en diagonales dures.*

Cependant, même si le recul rend évident la grande diversité de styles de composition possibles (plus ou moins calculées ou instinctives selon les artistes), la fascination pour l'idée de pouvoir codifier scientifiquement la beauté au travers du nombre d'or resurgit avec force aux 19 et 20<sup>ème</sup> siècles. Il est recherché partout, avec une rigueur parfois douteuse, et un soupçon de mysticisme, mais sans que cela ne finisse par provoquer de renouveau artistique majeur. On notera tout de même un ultime mouvement de retour aux préceptes antiques avec Le Corbusier, et son modulaire. Cette unité de mesure, croisement entre un homme de Vitruve modernisé

et le nombre d'or, était conçue pour aider à l'établissement de logements harmonieux et agréables. Mais le système subit une critique douloureuse, syndrome du temps : Si ces mesures basées sur la moyenne des hommes sont efficaces, faudra-il d'autres logements pour les femmes, aux proportions différentes ?

Ce retour à la recherche des proportions parfaites pour l'homme dans l'homme fait en revanche repenser à une autre question intéressante sur le rectangle d'or, posée brièvement par Henri Alekan<sup>5</sup> et à laquelle je me joins : La fascination exercée par ce format au travers des âges ne vient-elle pas de sa proximité avec le champ visuel ? (fig.6)

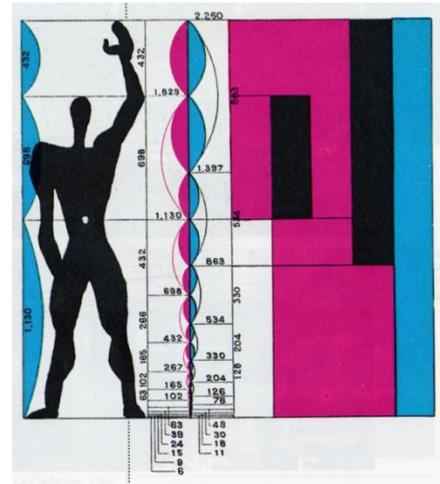
Sur cela impossible de conclure avec certitude. Cependant nous savons à présent que la science de l'organisation des formes et de l'harmonie des lignes – en bref, de la composition – est très ancienne, et que les peintres n'ont cessé de s'y appliquer, que ce soit à travers l'utilisation des nombres (plus rarement), de rapports musicaux, ou de la géométrie (le plus souvent)<sup>6</sup>.

## 2 – La composition aujourd'hui

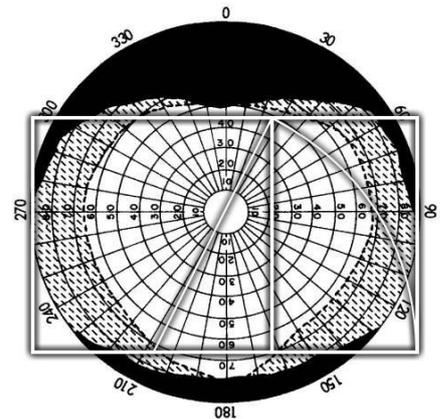
Après ce petit rappel historique, penchons nous un peu plus sur les pratiques actuelles.

### 2.a — Règle des tiers

De nos jours, la règle des tiers est devenue le standard des règles de composition : elle est si courante que sa grille est nativement intégrée à la plupart des appareils photo.



5. Modulor (1945), Le Corbusier.

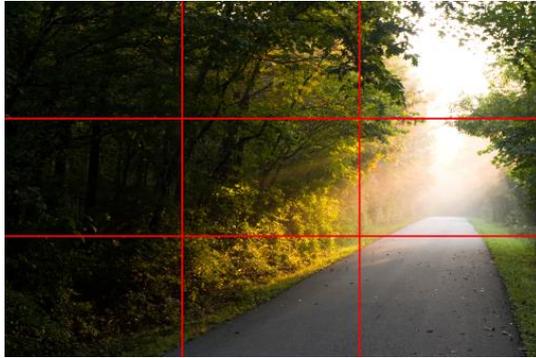


6. Rectangle d'or superposé à un schéma d'aire visuelle stéréoscopique normale. A noter : le cercle blanc central, qui représente à peu près la zone de vision précise. On comprend alors mieux le besoin de guider l'œil à travers l'image.

<sup>5</sup> Dans *Des lumières et des ombres*.

<sup>6</sup> Conclusion inspirée du travail de Charles Bouleau, dans *La géométrie secrète des peintres*.

La popularité de cette règle relativement récente (début du 19<sup>ème</sup> siècle) peut s'expliquer par la simplicité de sa mise en application, au vu de son efficacité sur un grand nombre de compositions. En effet, avec une simple division du cadre en tiers, et la consigne de placer le sujet à l'un des 4 points d'intersection en fonction de ce que l'on désire mettre en valeur, les images produites prennent souvent beaucoup d'intérêt.



7. Photographie de John R. Daily illustrant la règle des tiers (2006). Le découpage en zones de luminosité sert bien la composition fuyante sans pour autant abandonner le regard au point de fuite, grâce à l'aller-retour ombre/lumière.

Cela s'explique par plusieurs facteurs. Premièrement, le cadreur ainsi averti résiste à l'impulsion de placer le sujet dans l'espace central, ce qui a souvent tendance à attirer un peu trop le regard au milieu de l'image, où un tel centre de gravité aspire l'œil à chaque balayage et rend l'exploration visuelle malaisée. Comparativement, avec un sujet placé à l'un des quatre tiers de la composition (ou simplement en laissant la place adéquate), le regard dispose de suffisamment d'espace pour faire une

boucle avant de revenir au point d'intérêt. De plus, la zone dégagée est disponible pour un second sujet, ce qui peut créer une mise en relation intéressante.

Un autre facteur important est le fait que le découpage au tiers – et non à la moitié – force à prendre position : privilégier le sol ou le ciel ? L'espace à gauche ou à droite ? On évite ainsi beaucoup de compositions involontairement extrêmement statiques (cas typique de l'horizon parfaitement plat et centré), et les images ainsi produites donnent souvent une meilleure idée de la pensée de l'auteur.

Il y a bien sûr d'autres règles qui bénéficient de cette construction, comme par exemple le fait de devoir laisser un peu de champ libre devant les yeux des personnes cadrées, puisque notre regard a naturellement tendance à vouloir suivre le leur ; mais tout cela justifie déjà amplement la pertinence des tiers. Certains aiment tout de même y voir en plus une correspondance cousine avec le nombre d'or, puisque le rapport inverse de 2/3 donne 1,5, résultat relativement proche de l'approximation de la divine proportion : 1,618.

## 2.b — Les autres règles

Aussi utile que soit la règle des tiers, elle n'en reste pas moins basique et limitée. Par chance, il existe foule d'autres règles plus ou moins précises... ces dernières agissent d'ailleurs souvent de la même manière, en permettant d'éviter les maladresses classiques, et en favorisant l'apparition de compositions intéressantes. La règle des impairs, par exemple, stipule que si l'image comporte plusieurs sujets de même nature, ils devraient toujours être en nombre impair. Cela peut sembler incroyablement arbitraire, mais permet entre autres d'éviter les compositions trop symétriques, ou avec deux zones trop similaires en conflit pour l'attention visuelle. Alors qu'avec par exemple avec un nombre de trois sujets, on peut aboutir à une composition triangulaire bien plus dynamique.



8. *Les grandes baigneuses* (1887), Renoir.  
*Exemple de composition triangulaire avec un nombre de sujets impair.*

L'objet n'est pas non plus de faire un catalogue de toutes les règles existantes, mais je souhaiterais tout de même évoquer une dernière technique : celle de la simplification. L'idée est de rendre l'image et son sujet plus lisibles en réduisant l'impact visuel de tout ce qui n'est pas pertinent, que ce soit en le masquant par un premier plan, de l'ombre, du flou, des effets de lumière ou d'atmosphère, bref, tous les moyens sont bons. Nous verrons cependant par la suite que certains médiums utilisent pour cela des méthodes qui leurs sont bien spécifiques.

Enfin, il me semble important de le rappeler : puisque la composition est liée à une forme de discours, il peut être tout à fait valide d'enfreindre sciemment toutes les règles, en fonction de ce que l'on veut faire dire à l'image.

## 3 – Les outils de la composition

Les règles de composition peuvent être suivies à la lettre ou allègrement transgressées en fonction des partis pris des artistes, mais ces derniers restent tout de même soumis à l'utilisation d'outils communs, que nous allons observer de plus près...

### 3.a — Les éléments de la composition

Ces éléments constituent de véritables matériaux de construction de l'image, et toutes les compositions visuelles, même les plus minimalistes, en contiennent au moins un. En voici une liste un peu simplifiée mais représentative :

**Le cadre :** La disposition des limites et de la forme de l'image sont souvent des choix déterminants sur la composition.

**La ligne :** Il s'agit du chemin visuel que certains éléments feront parcourir à l'œil.

**La direction :** Une distinction est nécessaire avec la ligne, puisque bien souvent les compositions entraînent le regard dans des directions d'ordre général (verticales, horizontales, diagonales, etc.), parfois renforcées par de nombreuses lignes.

**La forme/silhouette :** C'est un espace délimité à l'intérieur de l'image (le contour n'a pas besoin d'être net, dans la mesure où l'intérieur reste reconnaissable comme ensemble par l'œil humain).

**La couleur :** Variable en teinte et en saturation. Les peintres fauves se sont beaucoup concentrés sur cet élément.

**La luminosité :** Permet de signifier la lumière et les ombres. L'œil étant très sensible aux variations de cette dernière, elle sert dans beaucoup de compositions.

**La texture :** États de surface. Les illusions perceptives qu'elles représentent peuvent provoquer toute une palette de sensations, passant de la douceur à la rugosité en provoquant la neutralité ou l'interrogation.

**L'espace :** Il peut être d'ordre positif (zone occupée par certaines entités) ou négatif (espace séparant les éléments).

**La profondeur :** Techniques de perspective, dont l'utilisation permet de dégager différents plans dans l'image.

Voyons à présent comment imbriquer ces différents matériaux entre eux.



9. *Philosophe en Méditation (1632), Rembrandt. Jeu sur une luminosité surnaturelle pour créer un espace.*

### 3.b — Principes d'organisation

Plus l'artiste utilise de ces éléments de composition, et plus l'image produite a des chances d'être riche, nécessitant des interactions subtiles entre ses constituants. Ces dernières peuvent également être classifiées ; en voici certaines :

**Unité** : Amalgame des éléments. L'expression la plus extrême de ce principe est le monochrome, mais ce peut aussi être un simple trait reliant deux éléments.

**Conflit** : Opposition entre deux entités, par contraste par exemple.

**Hiérarchisation** : Valorisation de certains éléments par rapport à d'autres.

**Répétition** : La répétition peut servir à créer des résonances visuelles ou des ensembles.

**Alternance** : Également utile si l'ont cherche à obtenir un rythme optique ou des éléments se répondant, par exemple.

**Équilibre** : À ne pas confondre avec la symétrie (même si elle en fait partie) : Il est possible d'avoir des entités s'équilibrant même si elles sont très différentes, du moment que leur prégnance visuelle s'équivaut.

**Harmonie** : Ce type d'interaction basé sur l'uniformité peut aussi être exploité pour mettre un élément en valeur, en le faisant basculer dans la dissonance.

**Gradation** : Facteur de progression d'un élément à un autre, du dégradé à la simple nuance.

Ces principes et ces éléments peuvent sembler abstraits, mais ils sont vraiment à la base des techniques picturales. Par exemple, le concept des courbes résonnantes<sup>7</sup> est une application du principe d'alternance avec des éléments de silhouette, les couleurs complémentaires peuvent servir à l'équilibre, les primaires au conflit, et la règle des tiers est une combinaison de cadre et de hiérarchisation.



10. *99cent (2001)*, Andreas Gursky. Une application extrême du principe de répétition.

---

<sup>7</sup> Traduction personnelle du concept d'"Opposing curves".

## 4 – La composition dans différents mediums

Si je tenais à décrire autant la substance des images, c'est pour pouvoir par la suite mieux apprécier les spécificités de chaque medium face à ces outils premiers.

### 4.a — Caractéristiques de la composition en illustration et peinture

C'est l'un des modes d'expression les plus libres, puisque tout y est simulé : de la lumière à l'espace. On peut donc y trouver pêle-mêle des figures impossibles à la Escher, les nuances pointillistes, les perspectives retravaillées de Canaletto, la quatrième dimension cubiste, et l'abstraction la plus absolue.

Il y a cependant deux autres spécificités que je souhaiterais mettre en valeur : premièrement, il y a une grande liberté de cadre, même si la majorité demeure rectangulaire. Et deuxièmement, cela reste un espace composé en deux dimensions (illusion de perspective ou pas), et prévu pour être regardé de face<sup>8</sup>.



11. *Nature morte à la chaise cannée* (1912), Picasso. Exemple de liberté de cadre.

### 4.b — Caractéristiques des compositions sculpturales et architecturales

La caractéristique principale de ce type d'ouvrage est qu'il se compose dans l'espace, en trois dimensions. Cela change en effet beaucoup de choses, puisqu'on perd également le choix du point et de l'angle de vue, comme pour les images de mondes virtuels à la première personne. Mais il ne s'agit pas que d'un problème de place du spectateur, puisque cela peut aussi créer des dissensions entre les architectes et leurs photographes, les deux ne réfléchissant pas dans le même espace<sup>9</sup>. Avoir une dimension réelle supplémentaire n'est donc pas anodin.

Une autre de leurs grandes caractéristiques est le fait qu'en dehors de l'environnement contrôlé d'un musée, les artistes doivent composer avec une lumière changeante. C'est une différence fondamentale avec les images figées, exploitée depuis les premières pierres de l'architecture : des tumulus furent orientés

<sup>8</sup> Malgré quelques exceptions comme en art optique.

<sup>9</sup> Problème évoqué par Adrian Schulz dans *Architectural Photography: Composition, Capture, and Digital Image Processing*, p.45.

par rapport aux solstices, et les constructeurs de cathédrales ont toujours porté attention à la façon dont la lumière traversait leurs ouvrages, allant jusqu'à s'en servir pour créer des effets calculés lors de certaines dates religieuses<sup>10</sup>.

Enfin, bien souvent, architectes et sculpteurs ont un cadre imposé : l'environnement.

#### **4.c — Caractéristiques des compositions photographiques et cinématographiques**

Comme évoqué précédemment, même en se basant sur la réalité, les photographes et cinématographes travaillent au final sur un espace 2D, fortement assujéti à l'angle et au point de vue choisis. Ce sont donc logiquement les deux leviers principaux de ce type de composition, et la quantité de vocabulaire qui sert à les classer en témoigne : plan général, moyen, américain, ou rapproché, plongée ou contre-plongée, caméra fixe ou embarquée, la liste ne s'arrête pas là.

Une autre chose à laquelle ces deux médiums sont extrêmement dépendants est la lumière : c'est la qualité de cette dernière qui déterminera comment la scène sera imprimée sur la pellicule. C'est pourquoi l'éclairage, naturel ou artificiel, a un grand impact sur ce type de composition. En effet, le photographe (ou directeur de photographie, pour le cinéma) n'a pas forcément le loisir de réinterpréter ce qu'il voit comme le ferait un peintre ou un illustrateur. En revanche, rien qu'en jouant avec la lumière, il peut toujours créer des zones de contraste, les aplatir, mettre le sujet en valeur, l'effacer, faire jaillir une ombre, la couper, ou tout cela à la fois. Toutes ces possibilités sont au service de la composition, qui peut avoir besoin d'une lumière expressive comme d'une lumière neutralisante.

La corollaire de cette caractéristique de fixation de la lumière est le fait que tout se joue à l'instant de l'enregistrement, qui sera figé : un immobilisme qui contraste encore une fois avec les arts architecturaux. Toujours dans le registre des conséquences du procédé, on trouve également les phénomènes optiques créés par l'objectif, tel que le flou de profondeur de champ ou les lens flares. Ces derniers sont très utilisés comme méthode de simplification de l'image, et sont l'une des signatures marquante des images de ces médiums.

Mais avec la cinématographie on gagne surtout un nouvel axe de composition majeur : le mouvement<sup>11</sup>. Puisque les images sont désormais en

---

<sup>10</sup> Henri Alekan en donne un bon exemple dans *Des lumières et des ombres*.

<sup>11</sup> Pour être tout à fait juste, certaines sculptures (celles de Tinguely, par exemple, ou les mobiles de l'art cinétique) et architectures sont aussi prévues pour agir en mouvement.

constante animation, un autre langage de composition spécifique s'est développé, visant souvent à souligner ou renforcer l'action. C'est assez unique dans cette liste de caractéristiques puisque contrairement aux autres, cela ajoute de nouveaux éléments picturaux à la liste : mouvement du point de vue ou du sujet, et vitesse de lecture de l'image.

Enfin, contrainte particulière au cinéma : les formats d'image sont devenus standards (la photographie est aussi très liée aux formats mais peut s'en affranchir plus facilement). Cet état de fait a des impacts sur la composition, puisqu'il peut amener le réalisateur à inclure des lignes verticales dans le cadre quand il veut briser les horizontales du 16/9<sup>ème</sup>.

#### **4.d — Évolution de ces modèles**

Les caractéristiques de tous ces mediums sont loin d'être figées. En effet, elles ont déjà beaucoup évoluées (on pense notamment aux débuts du cinéma avec sa caméra fixe à hauteur constante, comparé aux plans séquence actuels), et continueront à muter en suivant l'évolution technique et artistique.

L'un des gros changements actuels, par exemple, est l'introduction progressive de la stéréoscopie au cinéma. On peut déjà constater les problèmes introduits par rapport au modèle classique en ce qui concerne la mise au point : les spectateurs ayant le réflexe de chercher à concentrer leur regard sur les zones floutées par la profondeur de champ de la caméra en sont pour leurs frais. Certaines méthodes de simplification d'image sont donc à présent à éviter, en attendant que la technique mure un peu.

Un autre exemple d'évolution technique prochaine est le passage au 48Hz, même si l'impact sur la composition sera bien plus mineur.

## II - Les spécificités de l'image interactive immersive

Nous avons à présent une meilleure idée de ce qu'est la composition et de ses spécificités propres à certains mediums. Mais avant de nous pencher sur ses caractéristiques par rapport aux images interactives et immersives, revenons à ces trois notions et à ce que leur association implique.

### 1 – Image, interaction et immersion

#### 1.a — La réalité virtuelle

Pourquoi le choix de ces mots, interaction et immersion, alors que j'exposais dans l'introduction qu'ils correspondaient en tous points à la description des images de réalité virtuelle (RV) ? Reprenons la définition technique de cette dernière :

*La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'**informatique** et des **interfaces comportementales** en vue de simuler dans un **monde virtuel** le comportement d'entités 3D, qui sont en **interaction temps réel** entre elles et avec un ou des utilisateurs en **immersion pseudo-naturelle** par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs.*

[Arnaldi e.a., 2003]<sup>12</sup>

Pour commencer, il est à noter que cette définition ne fait nullement mention d'images. En effet, il existe par exemple des environnements de réalité virtuelle entièrement tactiles ou sonores. La composition en RV est donc plus, et parfois totalement autre chose, que de la composition d'images.

Mais la notion qui s'écarte le plus de ce que je souhaite signifier est celle d'interfaces comportementales. En effet, même si j'en utilise de diverses formes dans ma pratique, et qu'elles peuvent être aussi basiques que le combo écran-clavier-souris, les interfaces sensori-motrices restent un concept ancré dans l'expérience globale, alors que je désire rester au maximum autour de la notion d'image.

En revanche, cette définition résume très bien ce que j'entend des mots interaction et immersion, appliqués au visuel. De fait, elle précise très bien la

---

<sup>12</sup> B. Arnaldi, P. Fuchs et J. Tisseau. Chapitre 1 du volume 1 du *Traité de la réalité virtuelle*. Les Presses de l'Ecole des Mines de Paris (2003).

nécessité de la notion de temps réel, ainsi que l'importance d'interactions naturelles, mais pas forcément absolument mimétiques des "vraies". Toutefois, que l'on ne s'y trompe pas : cette définition reste assez large pour qu'absolument toutes les images interactives et immersives que je vais présenter par la suite soient bel et bien comprises dans le champ de la réalité virtuelle.

Il n'est donc pas inutile de revenir brièvement en arrière pour se remettre dans le contexte de ce domaine.

### 1.b — Historique de la réalité virtuelle

Même si le terme de réalité virtuelle n'a commencé à être popularisé qu'au cours des années 80<sup>13</sup>, le concept de l'immersion remonte à beaucoup plus loin. On pourrait par exemple pousser jusqu'à en attribuer la paternité théorique à la caverne de Platon<sup>14</sup>, mais pour le côté expérimentations pratiques on lui préfère en général le *Sensorama*, conçu dans les années 50 et réalisé en 1962 par Morton Heilig. Il s'agissait d'un "théâtre d'expérience", selon ses termes, qui ajoutait divers stimuli haptiques, sonores et olfactifs à un choix de plusieurs vidéos stéréoscopiques grand angle.



12. *Sensorama* (1962), Morton Heilig.

L'interactivité sera ajoutée très peu de temps après, d'abord dans des simulateurs de pilotage, mais surtout, dès 1968, sous la forme du premier environnement virtuel en trois dimensions explorable grâce à un casque de réalité virtuelle (HMD<sup>15</sup>), réalisé par Ivan Sutherland (également père de *Sketchpad*).

La loi de Moore<sup>16</sup> fit son effet, et d'autres mondes virtuels explorables en vue subjective commencèrent à apparaître au cours des années 70, que ce soit dans le domaine de la recherche avec *Aspen Movie Map* (1978), un lointain précurseur de

<sup>13</sup> Par Jaron Lanier, chercheur en informatique.

<sup>14</sup> Qui a donné son nom à l'un des systèmes d'immersion les plus poussés encore actuellement : le CAVE (Cave Automatic Virtual Environment).

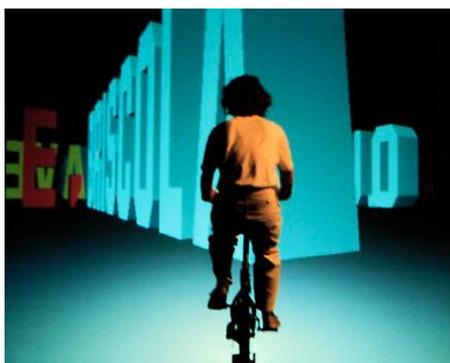
<sup>15</sup> Pour Head Mounted Display. Celui-ci fut baptisé "L'épée de Damoclès", à cause de son poids, nécessitant une fixation au plafond.

<sup>16</sup> Conjectures sur la montée en puissance du matériel informatique au fil des ans.

*Google Maps* en 3D, ou dans celui du jeu vidéo, à travers des titres comme *Spasim* et *Mazewar*, en 1974. Il est à noter qu'à l'époque, le milieu de la recherche possédait une très large avance au niveau graphique, puisqu'on y voyait déjà de grands environnements texturés, des maillages 3D organiques animés et de la simulation d'éclairage selon le principe de Gouraud.

Les années 80 furent une période pivot : Le secteur des jeux vidéos aux États-Unis subit une dure crise en 1983, mais dans le même temps paraissait *Tron* un film qui eu un rayonnement fort sur le développement du graphisme 3D<sup>17</sup>, malgré son esthétique volontairement minimaliste. Ce sont aussi les années des débuts de Pixar, du succès du SIGGRAPH<sup>18</sup>, et des premières formations artistiques en image de synthèse<sup>19</sup>. On commença à parler de réalité virtuelle.

Durant les années 90, la recherche et les simulateurs de pilotage perdirent le monopole de l'interactif et immersif : l'ordinateur personnel devint rapidement abordable et suffisamment puissant, et les jeux en vue subjective prirent leur revanche, à travers une première génération comprenant des titres tels qu'*Ultima Underworld* (1992) et *Wolfenstein 3D* (1992), puis rapidement une seconde, avec *Unreal* (1998) mais surtout *Half-Life* (1998), qui eu énormément d'impact sur l'identité narrative du genre<sup>20</sup>.



13. *The Legible City* (1988), Jeffrey Shaw.

Les développeurs de jeux vidéos n'étaient cependant pas les seuls à s'intéresser aux mondes virtuels explorables, et l'artiste numérique (et chercheur) Jeffrey Shaw fut le premier à en faire entrer dans un musée, à travers son installation *The Legible City* (1988). De nombreux autres suivirent son exemple : Charlotte Davies, Michel Bret, Luc Courchesne... pour ne citer qu'eux. D'autres domaines de recherche se développèrent également autour de

---

<sup>17</sup> Comme il l'a été évoqué lors des conférence sur l'*Histoire de la 3D en France*, organisées par l'association *Paris ACM SIGGRAPH*.

<sup>18</sup> *Special Interest Group on GRAPHics and Interactive Techniques*, un important salon annuel sur le graphisme numérique. Il a été fondé en 1974, mais ce n'est qu'au début des années 80 qu'il atteint un succès important

<sup>19</sup> On peut citer les programmes All (Atelier d'Image et d'Informatique), de l'Ensad, et ATI (Arts et Technologies de l'Image virtuelle), de Paris 8, tous deux nés en 1984.

<sup>20</sup> La narration, pour la première fois entièrement à focalisation interne sans pauses narratives, était inspirée du principe d'unité d'action d'Edgar Allan Poe.

cette technologie nouvellement accessible (la cyberpsychologie, par exemple), ce qui fit encore progresser l'aspect théorique et pratique de la discipline.

Mais c'est clairement dans le monde vidéoludique que se concentrent à présent les plus impressionnants moyens de création d'univers virtuels : Les revenus de ce qui est devenu une véritable industrie dépassèrent en 2002 ceux générés par Hollywood, seulement 30 ans après *Pong*. N'allons cependant pas croire trop vite que le cœur de ce medium – devenu de masse – réside uniquement dans la production de blockbusters, puisqu'on a également pu voir émerger ces dernières années beaucoup de jeux indépendants et d'auteurs, auxquels le déplacement des habitudes d'achats vers le dématérialisé a énormément profité en termes d'opportunités. L'avènement récent du "crowdfunding" (financement par le public, de type *Kickstarter*) ouvre aussi la voie à des projets d'univers originaux, qui n'auraient pas pu voir le jour à travers des modes de financement classiques.

### **1.c — Point de vue subjectif et présence**

Même si j'ai principalement centré ce bref historique sur l'exploration de mondes virtuels exclusivement en vue subjective, il reste malgré tout très représentatif de l'évolution générale, ce genre étant l'un des piliers du domaine. Mais arrêtons-nous un peu plus sur ce point de vue et ce qu'il implique, afin de mieux comprendre sa pertinence.

Le point de vue subjectif (ou à la première personne) est opposé au point de vue objectif, qui lui peut être une vue à la troisième personne (plan proche du personnage incarné), verticale, de côté, orbitale (très éloignée) ou complètement libre. Le principe de base est qu'au lieu de s'identifier à un personnage apparaissant à l'écran, l'utilisateur voit ce que ce dernier voit. En littérature, on appelle ce point de vue narratif la focalisation interne.

La narration intervient car le concepteur de l'univers virtuel peut toujours concevoir un personnage riche et nous laisser le contrôler de l'intérieur (on retrouve alors un schéma avec un certain degré d'identification), ou au contraire, effacer complètement ce dernier et nous laisser seul décider de ce que l'on ressent face à une situation donnée (ce qui peut aussi être accompli avec un personnage sans substance, ou muet<sup>21</sup>).

---

<sup>21</sup> L'exemple de personnage muet le plus célèbre étant sans doute *Gordon Freeman*, dans *Half-Life*.

Dans les deux cas cela soulève plus de questions qu'il n'y paraît, puisqu'on peut alors laisser l'utilisateur libre de vivre l'exploration comme si il y était : après tout, il peut fouiller l'environnement du regard comme il le ferait en vrai. Mais si ce dernier commence ensuite à réagir aux stimuli virtuels "comme si il y était vraiment", on peut alors le déclarer en état de présence : le but de tout processus d'immersion.

Mel Slater distingue plusieurs qualités de présence<sup>22</sup> : l'illusion de lieu (quand l'utilisateur croit à la possibilité de l'endroit virtuel qui l'entoure), l'illusion de plausibilité (quand il ne remet pas en question les actions qui s'y déroulent), et l'illusion d'appartenance du corps (quand il projette les réactions de son corps virtuel sur le sien). Toutes peuvent être obtenues grâce à des degrés suffisant d'immersion et d'interaction, mais la difficulté de les maintenir augmente de beaucoup lorsque les corps réels et virtuels ne se superposent pas<sup>23</sup>.

La vue subjective, bien qu'elle soit très loin d'avoir le monopole en terme de provocation de sensation de présence, amène donc néanmoins beaucoup de facilités dans ce domaine, mais aussi des possibilités plus larges en termes de conscience du corps, ce qui en fait un facteur de choix dans la recherche d'images immersives.

### **1.d — La réalité virtuelle immersive aujourd'hui**

Justement, la vue subjective devrait être à l'honneur pendant ces prochaines années : l'état de la technologie permet depuis peu la production de casques de réalité virtuelle fiables et abordables pour le grand public (la figure de proue de cette nouvelle génération de HMD étant l'*Oculus Rift*), quelque chose qui n'était pas encore arrivé depuis l'annoncée (puis le flop) de l'arrivée de la réalité virtuelle immersive<sup>24</sup> pour le grand public dans les années 90.

L'impatience actuelle affichée pour ce type de produits parmi les développeurs comme le public<sup>25</sup> permet cependant de penser qu'il en sera autrement, malgré les défis techniques et conceptuels qui s'annoncent. En effet, ne serait-ce que pour le côté technique, cette interface demande une très faible latence

---

<sup>22</sup> Dans son article *Place Illusion and Plausibility Can Lead to Realistic Behaviour in Immersive Virtual Environments*.

<sup>23</sup> Une des façons de provoquer malgré tout la sensation d'appartenance à un corps distant est d'appliquer en même temps un stimulus tactile et visuel identique sur les deux endroits (exemple : l'illusion "rubber hand"). Peu pratique en dehors d'un contexte d'étude ou du moins contrôlé.

<sup>24</sup> Ce pléonasme est fait de manière intentionnelle pour distinguer la VR avec interface immersive de la VR sans interface comportementale particulière de type jeu vidéo. C'est abrégé iVR.

<sup>25</sup> L'*Oculus Rift* a reçu presque 10 fois la somme demandée via crowdfunding.

sous peine de risquer de provoquer de légers malaises. Or la conception stéréoscopique demande d'effectuer deux fois plus de rendus pour chaque image (un par œil). Autre défis : les univers virtuels déjà existants sont peu adaptés à ce mode d'exploration, ce qui nécessite de repenser les modes d'interaction entre utilisateurs et environnements 3D, ou de carrément définir de nouveaux types d'expériences<sup>26</sup>.

Ce point couvrirait l'évolution de l'image immersive, mais on peut aussi noter que d'autres types d'interfaces se sont beaucoup développées ces dernières années, comme les caméras de profondeur (style *Kinect* ou *Leap*), le tracking visuel (*Tobii Rex*), les contrôleurs avec reconnaissance de mouvement (*Wiiimote*, *PSmove*, *Razer Hydra*), ou les tapis de déplacement omnidirectionnels (*Virtuix Omni*), ce qui donne accès à de nouveaux moyens d'interagir avec ces images.



14. Tapis omnidirectionnel Virtuix.

Quand à ces dernières, il me paraît tout de même nécessaire d'attirer l'attention sur le fait qu'elles ne sont plus du tout contraintes aux ordinateurs personnels : une grande partie des téléphones portables et autres tablettes actuels sont devenus tout à fait capable d'afficher des environnements virtuels en temps réel. Quand à ces mêmes ordinateurs, notons que la stéréoscopie pour le jeu y fait des débuts timides chez le grand public (par le biais du système *Nvidia 3D Vision*<sup>27</sup>), mais suffisamment importants pour pousser certains développeurs à prévoir ce type d'immersion.

## 2 – Quid de la composition ?

À présent que nous avons une bonne idée de ce que peut être une image interactive immersive : effectivement, quid de leur composition ? Je concentrerai principalement mon analyse sur les méthodes employées (ou employables) dans le domaine vidéoludique, puisque d'une part ce sont les images interactives

---

<sup>26</sup> Voir l'article de Sébastien Kuntz publié par Gamasutra (2013) : *Creating Virtual Realy Games: The Fundamentals*.

<sup>27</sup> Un système de stéréoscopie active par occlusion, dont la force repose sur le fait qu'il est intégrable de façon transparente à un grand nombre de titres, moyennant quelques bugs d'affichages.

immersives les plus facilement accessibles, mais surtout à cause de l'importance qu'y tient souvent la narration, ce qui me donne une bien meilleure base pour me rendre compte de l'éloquence ou non d'une composition.

## 2.a — L'impact de la narration

Tout d'abord il m'apparaît utile de rappeler que, composition et narration étant liés, il n'y a pas en soi de mauvaise composition : seulement des compositions utilisées à mauvais escient. Mais certains univers virtuels ont cette caractéristique un peu particulière qui fait que, comme avec un jeu de Lègos<sup>28</sup>, l'environnement peut se contenter de fournir les briques et laisser l'utilisateur se faire sa propre histoire.

Bien sûr, on peut tout de même envisager une certaine forme de composition même dans ces cas là, pour encourager ou souligner des actions par exemple, ou chercher à en faire émerger d'autres. On peut même tenter d'apporter des variations au principe de répétitions (qui est à la base de tout jeu), voir essayer de s'accorder à l'état émotionnel du joueur. Mais il reste que, si l'univers repose sur ce principe de liberté narrative, il faut s'attendre à ce que la meilleure solution puisse reposer dans des compositions plus neutres.

La liberté narrative totale reste cependant très rare dans les jeux en vue subjective : même *Minecraft* et *DayZ*, deux univers réputés pour permettre des gameplays (mécaniques de jeu) émergents, disposent d'antagonistes.

## 2.b — L'approche cinématographique

Narration forte ou pas, le premier réflexe reste évidemment de tenter d'utiliser des règles de composition fonctionnant déjà dans d'autres mediums. C'est ce qui explique le calage de beaucoup de rendus vidéoludiques de ces dernières années sur le modèle des images cinématographiques : ces dernières présentent en effet beaucoup de caractéristiques communes avec celles du jeu (surtout lorsque l'on prend en compte les films réalisés entièrement en images de synthèse). Animation, caméras virtuelles, décors, personnages, éclairage, on pourrait croire que la seule chose qui change c'est l'interactivité.

Surtout que les aspects visuels tendent effectivement à être comparables, puisque la recherche du photoréalisme est l'un des chevaux de bataille récurrents de chaque nouvelle génération vidéoludique. Cela explique l'apparition de flou de

---

<sup>28</sup> En fait l'analogie utilisée en anglais est "sandbox" : bac à sable. L'exemple le plus marquant de ces dernières années est sans conteste *Minecraft*.

profondeur de champ, de distorsion d'objectifs, d'aberrations chromatiques, de motion blur, de lens flare et de grain sur les images de jeu, malgré le coût non négligeable en temps de calcul que représentent tous ces effets : l'idée est de rendre l'image plus crédible non pas en la rapprochant de son aspect naturel, mais en la rapprochant de l'image filmée, qui est assimilée comme véritable.

Cette approche a des limitations importantes : si cela ne pose aucun problème dans un film que l'arrière plan soit flouté par la mise au point sur le personnage (c'est même une technique de simplification qui fait partie du b.a.-ba de la composition cinématographique), ce même phénomène est extrêmement frustrant dans le contexte d'un jeu ("pourquoi ne puis-je pas voir vers où je me déplace ?"). C'est pourquoi la plupart de ces méthodes de photoréalismes sont exclusivement réservées aux cinématiques, lorsque le joueur perd le contrôle de la caméra.

Ces moments où le jeu confisque l'interactivité du regard pour mettre en valeur tel ou tel élément sont également des moments privilégiés de reprise de codes cinématographiques : gros plans, travelings, contre-plongées, etc. Il est à noter au passage que la plupart de ces codes fonctionnent aussi quand le jeu est en vue à la troisième personne : la caméra peut par exemple subtilement changer d'angle, pour donner un effet de domination ou de vulnérabilité selon les besoins.

Mais même si ce changement de caméra ne sacrifie pas obligatoirement la présence, il en perd tout de même quelques unes de ses caractéristiques les plus intéressantes en ne maintenant pas la focalisation interne, comme l'a démontré *Half-Life*, premier à tenter cette expérience.

## **2.c — L'approche fonctionnelle**

L'idée derrière la narration d'*Half-Life* paraît simple, mais elle est plus compliquée à exploiter qu'il n'y paraît : du début à la fin, la caméra ne bouge pas des yeux de son personnage. Toute l'action est vécue à la première personne, sans pause narrative, et le joueur ne sait de l'histoire que ce qu'il peut en voir. Cela tranche avec le type de schéma "j'appuie sur un interrupteur > une cinématique me montre quelle porte s'ouvre", qui était alors très répandu. Mais alors, comment s'assurer que le joueur ne manque pas la porte, comment diriger son attention ? Le secret de ce type de jeux repose autant dans la conception de l'environnement, que de son éclairage, ses matériaux, et l'animation.

Pour la conception de l'environnement, l'idée est qu'il est possible d'insister sur certains éléments dans le niveau en fonction de leur placement, du point de vue que l'on a sur eux, ou de leur entourage. En effet, un bâtiment au centre d'un creux, par exemple, attirera l'attention puisqu'on aura toujours un point de vue plongeant sur lui. À l'inverse, une structure que l'on voit toujours à l'horizon servira de point de repère ou de but. Autre exemple, application du principe de dissonance : une construction toute en rondeurs perdue au milieu d'architectures facettées ne passera pas inaperçue. Mais l'application la plus extrême de cette conception réside dans le contrôle des déplacements du joueur : si l'on sait d'où le joueur vient et ce qu'il regarde, alors on peut composer ce qu'il voit comme pour n'importe quel autre type d'image<sup>29</sup>.

La lumière peut agir de la même manière, en plongeant un peu plus sur les éléments importants, en jetant son ombre sur ce qui ne l'est pas, ou en donnant une faible teinte à ce qui peut servir<sup>30</sup>. Elle peut également servir à détacher les personnages du fond, ou à indiquer le chemin, certains développeurs ayant remarqués que les joueurs se dirigeaient instinctivement vers les zones éclairées<sup>31</sup> (sauf si le jeu les punit pour ça, comme dans les jeux d'infiltration où l'objectif est de ne pas être vu). Enfin, elle peut, comme au cinéma, se faire plus dramatique ou expressive en fonction de l'effet recherché.

Le choix des matériaux à également son importance. Même si cet aspect dépend particulièrement de l'environnement virtuel et de son contexte, on retrouve certaines constantes : les éléments ou indices utiles, par exemple, ont souvent des couleurs saturées, ou à minima un peu plus de contrastes que le reste. Les combinaisons de couleurs sont aussi beaucoup utilisées à diverses fins, comme l'association de primaires pour signifier le conflit (l'exemple le plus courant étant une opposition bleu/rouge). Les complémentaires, quand à elles, sont plus utilisées pour signifier la... complémentarité (l'orange et le bleu dans les modes coopératifs, par exemple).

Enfin, l'œil humain est très réactif aux éléments mouvants, il est donc naturel que cet élément soit utilisé pour attirer l'attention. Cela peut aller d'une simple

---

<sup>29</sup> Rob Hale développe un peu le sujet dans son article *Continuity Level Design*.

<sup>30</sup> L'article de Magnar Jenssen, *Functional Lighting*, résume bien ces différents usages.

<sup>31</sup> Voir l'article de Randy Lundeen, qui s'étend un peu sur la lumière et les joueurs: *L4D Art Direction, Part 2: Stylized Darkness*.

lumière clignotante à un personnage agitant les bras, en passant par de vagues indices de direction (comme un envol d'oiseaux<sup>32</sup>).

Il est à noter que cette liste est très simplificatrice, puisqu'elle ne comporte que les principaux moyens visuels : elle exclut donc beaucoup d'éléments extérieurs à l'image tels que le son, les règles de gameplay et l'histoire, qui peuvent tous être utilisés avec une grande efficacité pour concentrer l'intérêt sur un élément ou un autre. Mais surtout, cette liste est également celle des éléments qui risquent d'attirer l'attention dans une direction non souhaitée, ce qui double son intérêt.

## 2.d — Vers une approche plus immersive

Cette approche fonctionnelle, bien qu'efficace, a cependant elle aussi ses limites : elle convient mieux aux environnements linéaires et dirigistes. En effet, même si certains de ses éléments sont assez universels (l'animation ou l'éclairage par exemple), d'autres nécessitent une planification très précise, en particulier du côté de la conception de l'environnement : un trop grand contrôle sur tous ces paramètres peut vite réduire une expérience d'exploration visuelle en une expérience de parcours de couloirs, il vaut donc mieux veiller à rester dans la subtilité.

Par ailleurs, la conception selon laquelle le concepteur doit activement prévoir et empêcher toute action n'allant pas dans le cadre de la narration est assez extrême. Dans la pratique, il y a plutôt une sorte de "contrat" d'immersion : si le joueur souhaite réellement entrer dans l'histoire, alors il cherchera à adopter un comportement cohérent avec ses choix<sup>33</sup>. Le contrôle total sur les mouvements du joueur n'est donc ni indispensable, ni forcément souhaitable, dans le sens où cela empêche de se concentrer sur l'immersion.

Ce dernier point est un focus primordial chez certains game designers, comme Warren Spector, qui encourage à prendre de la distance avec les conceptions trop cinématographiques<sup>34</sup> ou fonctionnelles : "Nous devons construire des mondes, et non des décors"<sup>35</sup>. L'idée n'est pas d'augmenter la surface des mondes virtuels, mais leur profondeur, afin qu'ils puissent présenter un écosystème cohérent et non prévisible. Dans la même ligne, d'autres game designers réadaptent

---

<sup>32</sup> Mattew Gallant, dans son billet *Guiding The Player's Eye*, en donne quelques exemples intéressants.

<sup>33</sup> Voir l'article d'Ernest Adams, *The Designer's Notebook: Three Problems for Interactive Storytellers, Resolved*.

<sup>34</sup> Voir *Spector: Games need to borrow from film less*, de Leigh Alexander.

<sup>35</sup> Dans *Warren Spector: Use the storytelling tools that work for games*, par Christian Nutt.

les questionnements de certains architectes<sup>36</sup> sur la façon de faire que les gens se sentent faire partie intégrante de leur environnement. Toutes ces problématiques restent cependant ouvertes.

---

<sup>36</sup> Comme Olafur Eliasson. Voir *Playing with Space and Light*.

## III - Construire une image interactive immersive

Après avoir passé en revue tous ces aspects théoriques, il est temps de les confronter avec la pratique que j'ai eu des images interactives immersives au cours de cette année. Je présenterai d'abord brièvement les projets sur lesquels j'ai travaillé, avant de parler de mes expériences par rapport à divers points de la conception. Enfin, je conclurai en dressant un bilan des images produites.

### 1 – Projets

Les projets que je vais évoquer sont au nombre de deux : *Sainte-Faustine*, et *Le 5<sup>ème</sup> Sommeil*.

#### 1.a — Présentation de Sainte-Faustine

*Sainte-Faustine* est un jeu vidéo qui fut conçu dans un contexte de projet intensif de 3 semaines, et réalisé par quatre étudiants de master ATI à Paris 8 : Julien Chambriard, Léo Mayombo, Alexandre Sambo et moi-même.

Il a été développé en 3 phases : premièrement, une période d'expérimentations et de recherches de pré-production, effectuée pendant les mois de novembre et décembre 2012. La production a quant à elle été concentrée sur les trois dernières semaines de janvier 2013. Enfin, le projet a connu une dernière et courte phase d'amélioration, avant sa présentation au public à l'occasion du salon *Laval Virtual*, fin mars 2013. Le jeu a cependant pu être montré une seconde fois grâce à un partenariat avec l'association *VR-Geeks*, en mai 2013, à la BPI de Beaubourg. À cette dernière occasion, il fut présenté sur un *Oculus Rift*.

Nous l'avons construit autour de nos quatre sujets de mémoire : la ville personnage, les personnages humains au comportement animal, les algorithmes de simulation de foules, et la composition d'images interactives immersives. Cela explique que l'on ait cherché à concentrer le jeu sur l'expérience visuelle de l'exploration, au détriment (assumé) du gameplay.

Le joueur incarne un reporter en fin de carrière, déterminé à trouver des indices sur ce qu'il s'est vraiment passé à Sainte-Faustine. La ville vient en effet d'être évacuée à la suite d'une mystérieuse épidémie de folie, frappant ses honnêtes

citoyens comme la foudre. Armé d'un courage vacillant et de son appareil photo, il se met à parcourir les ruelles abandonnées de cette cité que l'on dit maudite...

Les déplacements dans l'environnement se font par le biais d'un contrôleur un peu particulier : un croisement entre manette de jeu classique et appareil photo,



15. *Contrôleur de Ste Faustine.*

de notre conception. Quand le joueur désire circuler, il dispose pour cela d'une interface habituelle, la manette. Mais lorsqu'il désire prendre une photo, il lève cette dernière et s'en sert exactement comme d'un appareil photo, en appuyant sur la gâchette (qui fait à présent office de déclencheur). La photo prise, il peut abaisser son objectif<sup>37</sup>, et poursuivre l'exploration.

Mon travail pendant les semaines d'expérimentations s'est surtout orienté autour de recherches sur l'éclairage et les matériaux sous *Unity*, le moteur temps réel choisit pour le projet. Lors de la production, j'ai assumé un rôle de level designer pour la ville, ce qui m'a permis de régler la disposition des bâtiments, l'éclairage, et le rendu des matériaux. J'ai également pu produire quelques modélisations, textures et shaders supplémentaires. Enfin, lors de l'étape de finition, mon travail s'est surtout concentré sur l'ajout de quelques effets spéciaux, comme de la fumée, de l'eau, et des nuages.

### **1.b — Présentation du 5ème Sommeil**

*Le 5<sup>ème</sup> Sommeil* est une application immersive et interactive, écrite et dirigée par Balthazar Auxietre.

C'est un projet à la croisée entre jeu vidéo et cinéma, qui se présente au final sous la forme d'une installation audiovisuelle interactive immersive, et peut-être également par la suite d'une application téléchargeable avec les mêmes caractéristiques. L'histoire, qui contient de multiples embranchements, est conçue pour être expérimentée au travers un casque de réalité virtuelle (*L'Oculus Rift*). Le spectateur, qui dispose d'une liberté de regard mais pas de mouvements, possède la capacité à certains moments clés d'influer sur le déroulement des événements en fonction de ses choix, qu'il valide d'un simple mouvement de tête.

---

<sup>37</sup> Le mode de fonctionnement est en fait diffusable : il s'agit d'un simple marqueur de RA, reconnu par une webcam. L'orientation de l'appareil est également captée par ce biais.

L'histoire est une adaptation libre du *Voyage Fantastique* : Le spectateur participe à une expérience médicale visant à libérer un homme du coma dans lequel il se trouve. L'équipe de chercheurs dispose pour ce faire d'un atout nano technologique, le *Proteus*, une sonde microscopique qui est injectée dans le système sanguin du patient, pour y être guidé jusqu'à la zone neurale supposée être à l'origine de ce profond sommeil. Mais les images transmises par le *Proteus* se révèlent bien vite pleines de surprises inattendues... et ouvrent une fenêtre sur les rêves de l'homme dont on explore impudemment la tête.

L'équipe travaillant sur *Le 5ème Sommeil* est actuellement composée de Balthazar Auxietre, auteur et réalisateur, Caroll Duthérage, productrice, Thomas Tissot Dupont, programmeur, Fabrice Gaston, level designer, Pierre Desprats, sound designer, Willy Le Bleis, infographiste 3D, Cyril Lavanant, infographiste 3D, Thibaud Tournery-Bachel, infographiste 3D, Camille Dutilleul, infographiste 3D, et moi-même, également en tant qu'infographiste 3D mais assumant également des fonctions de technical art director.

En tant que tel, mon travail s'articule donc entre d'une part la production d'assets 3D complexes (tels que des personnages), et d'autre part la recherche de solutions de rendu sur le *CryEngine* (moteur choisi pour le projet), l'établissement de documents de productions pour l'équipe graphique (tels que des pipelines), la formation à certaines techniques employées, et la validation d'assets produits.

## **2 – Construction**

Passons à ce que ma participation à ces projets m'a appris au niveau de la pratique de la construction d'images, en fonction de mes travaux sur l'environnement, la lumière, les matériaux, et l'animation.

### **2.a — L'environnement : les briques**

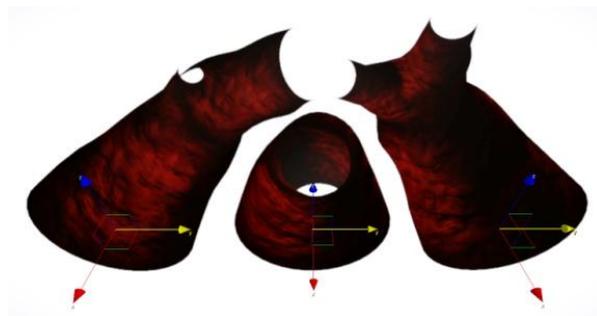
Pour l'environnement de *Ste Faustine* comme pour celui du *5ème Sommeil*, avant même les considérations d'architecture, le premier obstacle fut technique. En effet, les deux étaient extrêmement ambitieux en terme de complexité, chacun sous leur moteur respectif : une ville entière à afficher sous *Unity*, et la représentation de l'intérieur d'un corps humain avec le *CryEngine*. Ces derniers ne sont cependant pas à blâmer de cette limitation, puisqu'elle frappe tous les moteurs de rendu de la génération actuelle. Il n'est tout simplement pas possible d'avoir un nombre trop élevé d'objets dans une scène temps réel : chaque nouvel objet (et matériau) à

afficher est une information supplémentaire (draw call) qui doit être communiquée au processeur graphique (GPU) par le processeur central (CPU), et cette quantité est limitée par les capacités de ce dernier<sup>38</sup>. Selon la documentation du *CryEngine*, ce nombre d'objets ne devrait dépasser les 2000. Un peu juste pour tous les détails d'une ville ou d'un réseau d'artères, c'est le moins que l'on puisse dire.

La solution que nous avons mis en application dans les deux cas est un classique pour les environnements de jeu vidéo : découper l'environnement en modules. En effet, si avoir chaque poutre d'une habitation de façon séparée représente beaucoup trop d'objets à l'échelle d'une ville, combiner tous les éléments constituant de chaque étage d'habitation fait baisser le nombre d'entités globale de manière acceptable. C'est un équilibre que nous avons déterminé afin de satisfaire à la fois aux exigences artistiques de détails dans la création de ces bâtiments, le nombre d'édifices affichables, et les libertés dans le level design final (les étages de bâtiments sont réarrangeables à loisir).



16. Modules pour Ste Faustine.



17. Modules d'artères pour Le 5<sup>ème</sup> Sommeil.

Ce découpage a aussi été employé avec succès pour les environnements organiques et oniriques du *5ème Sommeil*, mais avec un niveau de complexité supérieur. En effet, les transitions devaient aussi être organiques, sans délimitation brute. Il a donc fallu appliquer une extrême rigueur dans la modélisation et le dépliage des UV<sup>39</sup>, afin d'avoir un maximum de transition invisibles, combiné à

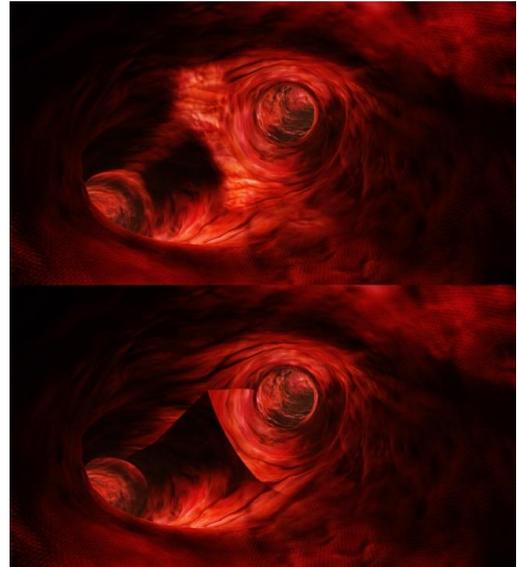
---

<sup>38</sup> Pour plus de détails, voir la présentation de Matthias Wloka : *"Batch, Batch, Batch": What Does It Really Mean?*.

<sup>39</sup> Étape de mise en correspondance du maillage 3D avec la texture. Je me suis arrangé pour que le dépliage fasse tomber les arrêtes d'UV sur des coordonnées correspondantes à des fractions de nombres entiers, afin que le tiling d'une même texture puisse continuer de l'autre côté. Cela a eu des répercussions sur la longueur des modules.

l'utilisation extensive de maillages de décals<sup>40</sup>, qui eux servent à masquer les inévitables endroits où la correspondance des UV était impossible.

Il est à noter que cette technique de modules a également d'autres avantages, comme des facilités d'itérations et d'échanges entre infographistes et level designers, et le fait de bien se prêter à l'optimisation par LoD (Level of Detail : remplacement du modèle par des versions simplifiées au fur et à mesure de l'éloignement) et par instanciation (traitement des objets identiques dans un même draw call). Mais malgré tous ces processus d'accélération du rendu, les limitations techniques gardent une forte influence sur la composition d'environnements.



18. Module avec et sans maillage de décal.

Effectivement, on ne peut toujours pas se permettre de vouloir afficher autant d'objets qu'on le souhaite à l'écran. Le level designer doit alors ruser et faire en sorte qu'un maximum d'objets soit masquable par occlusion (technique permettant de ne pas calculer les objets se situant derrière une géométrie déterminée), tout en préservant au maximum l'expérience de l'exploration visuelle.

## 2.b — L'environnement : le puzzle

Justement, voyons comment ce processus de répartition des formes peut fonctionner. J'utiliserai pour cela l'exemple du niveau de *Ste Faustine*, puisque c'est celui dans lequel j'ai eu le plus la main. Il faudra cependant garder en tête le contexte de production rapide dans lequel il a été produit, puisque cela a impacté le nombre d'itérations possibles, rendant les expérimentations avec l'organisation de la ville délicates.

La ville a vraiment commencé à prendre forme autour d'un concept art (réalisé par Julien Chambriard), et d'une liste de points d'intérêts dans la ville que

---

<sup>40</sup> Le principe du décal est simplement d'avoir un objet pouvant se superposer à la géométrie, mais dont le matériau est configuré pour être rendu devant. Ce nom est aussi employé pour désigner les décals de projection, qui sont des maillages projetés sur une géométrie dans le but de lui ajouter du détail.

nous voulions intégrer à l'expérience. Le premier constituait une référence graphique commune, alors que la seconde nous parlait plus en termes de contenu (gare, canal, hôtel de ville et cathédrale). À partir de ces deux éléments principaux, nous avons pu nous mettre d'accord sur un plan général de progression dans le jeu, ce qui a eu une forte influence sur les bases du plan de la ville.



19. *Concept art de Ste Faustine (2013), Julien Chambriard.*

Partant de cette première esquisse de papier, j'en ai fait une autre, virtuelle, à partir de formes géométriques simples. Le but était que l'on puisse mieux se rendre compte des déplacements en ville et des proportions générales. Déjà, cette ébauche rapide des volumes possédait quelques attributs permettant de souligner l'expérience que l'on voulait induire au joueur, selon cette séquence :

1/ Place de la gare : point de départ. Premier contact avec l'architecture de la ville, la zone est suffisamment dégagée pour pouvoir explorer les alentours. Le grand axe central sous les rails, et la silhouette de la cathédrale se détachant au loin, incitent tous deux à tenter de traverser le canal.

2/ Mais les ponts principaux sont bloqués. Le joueur est forcé de rebrousser chemin et s'engage dans des rues tortueuses. Premier contact fugace avec l'homme aussi mystérieux qu'élusif qui arpente la ville abandonnée.

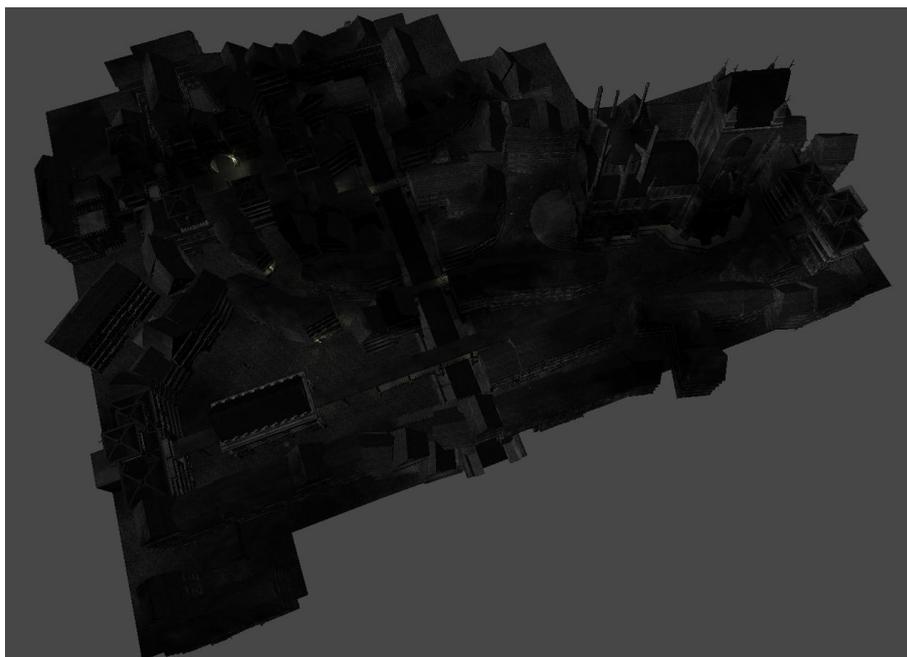
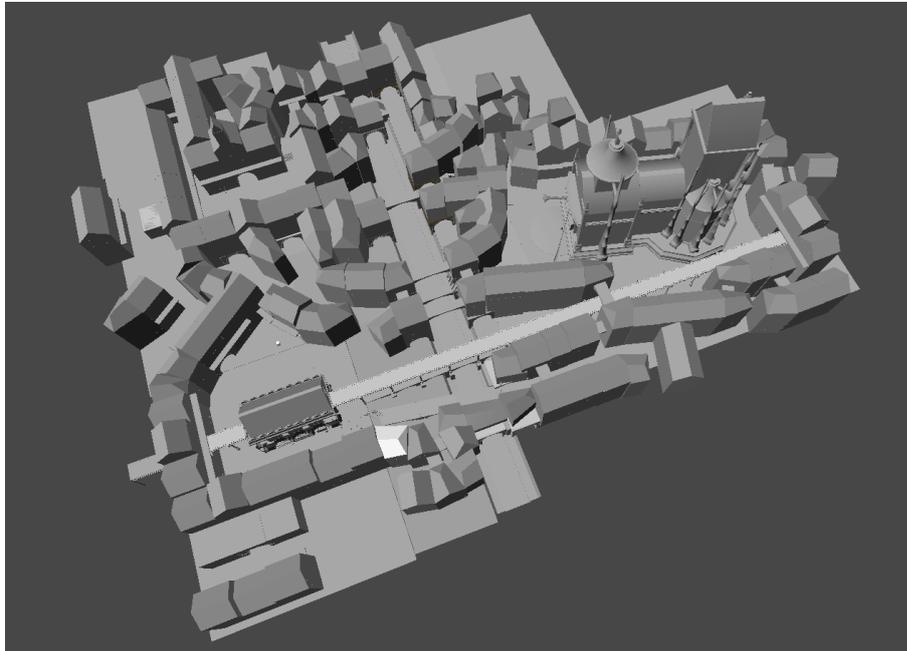
3/ Arrivée sur la place de l'hôtel de ville. L'entrée se fait par un tunnel, ce qui ne permet pas d'anticiper la grande perspective verticale. Les objectifs de l'endroit sont d'inciter le joueur à lever la tête, et de donner quelques éléments révélateurs sur l'identité de la ville.

4/ Découverte d'une passerelle pour traverser le canal. On entre alors dans le dédale de ruelles très étroites que constitue le quartier pauvre, revers de la médaille de l'ancienne richesse de la ville. Les contacts visuels avec l'homme mystérieux se multiplient.

5/ Arrivée sur la place de la cathédrale (que l'on a aperçu au début), sans que le faible espace entre les toits ne le laisse soupçonner. On est si proche du fronton

qu'il faut lever et tourner la tête pour le considérer dans son entièreté, ce qui renforce l'impression massive donnée par le bâtiment.

6/ Les escaliers y menant poussent encore à lever le regard, ce qui accentue à nouveau cette impression de d'écrasement (qui au cinéma aurait été suggérée par une contre-plongée). La sensation est poursuivie à l'intérieur par la hauteur du relief, jusqu'à la séquence finale.



20. Première maquette navigable (en haut), et ville finale (en bas).

Cette organisation de l'environnement met assez bien en évidence les possibilités de composition pouvant émerger rien qu'à partir de choix de volumes : différentes architectures peuvent souligner différents concepts, et appuyer des points de la narration. Bien sûr, c'est loin d'être la seule variable dans la construction. Il faut en effet rappeler les aspects fonctionnels (ici, le canal et la voie ferrée servent de points de repère pour les déplacements dans la ville), de gameplay (un jeu d'action aurait nécessité des espaces plus larges), narratifs (une ville détruite aurait amené des possibilités complètement différentes), de crédibilité (cohérence dans l'urbanisation), et bêttement techniques (limite d'objets à l'écran, et faisabilité du projet) qui ont également eu divers degrés d'impact sur cette première maquette de l'environnement.

Le temps manquait pour tester différentes possibilités de composition de l'environnement, ce qui explique que plan de la ville ait peu bougé entre ce premier prototype et le final. L'essentiel des modifications de volume vient en fait de changements dans le nombre d'étages de certaines habitations, afin de jouer avec la lumière et les ombres de la lune.

## **2.c — La lumière**

C'est en effet à la lumière de la lune que nous avons choisit d'éclairer la ville : en plus du voile de mystère et d'inconnu que faisait planer la nuit sur les habitations abandonnées, ses ombres nettes croisées à l'éclairage public vacillant nous permettait une palette d'effets dramatiques expressifs<sup>41</sup>.

Malheureusement, ce domaine aussi a été rapidement limité par l'aspect technique, comme j'ai pu le découvrir lors de mes premières expérimentations. *Unity* possède en effet deux modes de rendu principaux : *forward*, et *deferred*. Le premier est plutôt taillé pour l'emploi de *lightmaps*, puisque seules les lumières directionnelles peuvent y projeter des ombres. C'est donc vers le *deferred rendering* que nous nous sommes tournés, car il permettait d'obtenir des ombres avec les lumières omnidirectionnelles et les *spots*, lampes que nous avions prévu en quantité en tant que lampadaires et bougies. Il possède néanmoins des limitations importantes, puisqu'il est assez gourmand en ressources lorsque l'on veut éclairer une grande surface, et qu'il rend compliqué l'utilisation d'objets semi-transparents (ces derniers ne projettent pas d'ombre). Le choix de l'éclairage entièrement dynamique était motivé par le désir d'avoir plus de liberté avec l'animation des

---

<sup>41</sup> Selon la conception d'Henri Alekan de la lumière expressive, qu'il distingue de la lumière neutralisante. Là, c'est tout particulièrement les ombres tranchées qui nous paraissaient intéressantes.

sources lumineuses, et pour que les personnages passant à proximité paraissent mieux ancrés dans l'environnement.

Cependant, ça ne signifie pas que rien n'était précalculé dans l'éclairage. J'ai en effet pu mettre à profit le pipeline de baking de light cookies mis au point pendant la phase de pré production, afin de produire des textures d'éclairage sous forme de cube map. La technique, combinée au shader de lumière volumétrique développé pendant la même période, a permis d'obtenir un certain cachet dans l'éclairage, grâce à sa non-uniformité et son léger effet atmosphérique.

Produire une petite collection de quatre types de sources de lumière ainsi travaillées a demandé un peu de temps, mais cela a beaucoup simplifié la phase d'éclairage de la ville, puisque la question de la crédibilité était déjà réglée. Il ne restait alors plus qu'à définir les informations de position, rotation, portée et d'animation de l'intensité, le tout en fonction de ce que je voulais suggérer ou mettre en valeur.

Cependant – et c'est là que le bât technique blesse – j'étais limité au niveau du nombre et de la portée des sources lumineuses. J'ai donc concentré ce type d'éclairage sur les zones à mettre en valeur : édifices importants, personnage, et surtout des indices pour attirer l'œil vers les chemins empruntables, laissant la plupart des voies sans issues dans le noir. Le reste de la lumière provenait des flashes de l'appareil photo, et de la lune.

Cette dernière constituait la source de lumière principale, mais une source peu fiable, puisque des nuages passants projetaient constamment leurs ombres sur la scène, plongeant régulièrement certaines zones dans le noir complet. Cet éclairage changeant renforçait d'une part l'impression d'instabilité psychologique du personnage incarné<sup>42</sup>, et incitait encore à l'usage de l'appareil photo.

De manière assez ironique, sur le *5ème Sommeil*, nous avons rencontré des problèmes d'éclairage diamétralement opposés. Le *CryEngine* est en effet architecturé autour d'un système d'éclairage entièrement dynamique, et il le fait bien : simulations d'occlusion et d'illumination globale temps réel, possibilité de réglage de la trajectoire du soleil, courbes de filtres et d'effets atmosphériques ajustables en fonction de l'heure de la journée, bref, le moteur est taillé pour les grands espaces extérieurs.

---

<sup>42</sup> Toujours selon l'application des principes d'Henri Alekan.

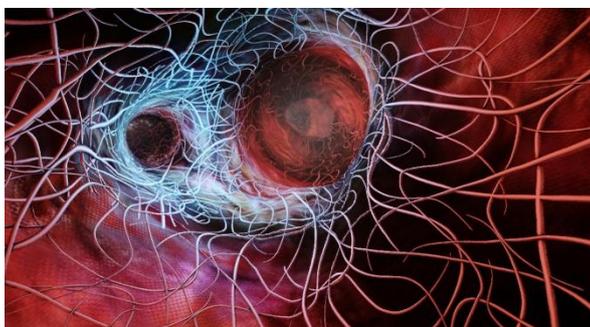
Pas si idéal que ça lorsque l'on souhaite représenter l'intérieur d'un corps humain... Il est bien sûr possible d'éclairer avec des lampes classiques, mais la surface à couvrir est si grande que l'impact sur les performances en serait trop important. La solution idéale pour ces bouts d'environnement gigantesques (l'artère de départ fait 100 mètres de diamètre) était donc d'éclairer avec des lightmaps. Un concept qui n'existe pas sur ce moteur.

Il a donc fallu ruser, et après quelques tests avec les matériaux, j'ai proposé une solution de simulation de lightmaps via un détournement du système de dirtmaps.

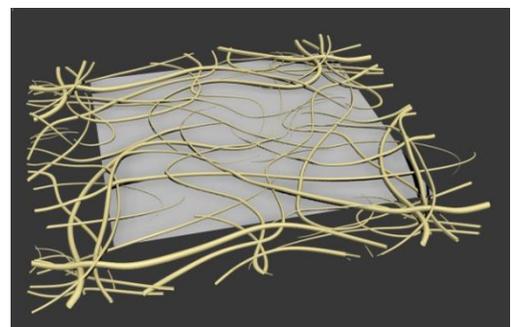
## 2.d — Les matériaux

Cette dernière manipulation est en fait assez représentative des interactions que l'on a pu avoir avec l'éditeur de matériaux du *CryEngine* tout au long du projet. Sa philosophie est en effet très différente de l'orientation très code-it-yourself d'*Unity* à ce propos, même si il est vrai que le fait que nous nous servons de la version *FreeSDK* (dans laquelle l'édition de shaders est bloquée) n'arrange pas les choses.

La méthode classique consiste donc à se servir des shaders existants, qui simulent un bon nombre de types de surfaces, mais évidemment peu de matières organiques. Le problème pour nous est le fait que ces dernières constituent une grande partie du projet. Heureusement, parmi tous ces shaders très spécialisés, il y en a un de type fourre-tout : le shader *Illum*. Il est un peu plus lourd, mais possède beaucoup des fonctionnalités des autres shaders de types particuliers, ce qui permet pas mal de possibilités de combinaisons d'effets, une fois maîtrisé.

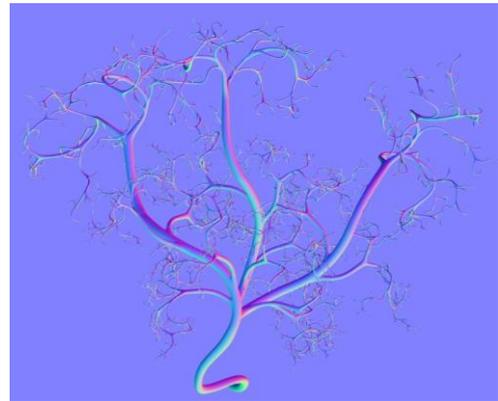


21. Test du shader de parallaxe avec une texture de liens, superposée à l'artère normale.



22. Maillage ayant servi à générer la texture de liens utilisée dans l'image de gauche.

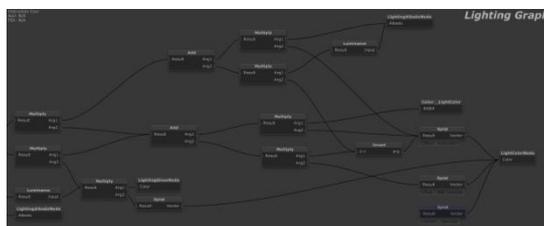
Ainsi par exemple, en détournant la fonction de vertex shader normalement réservée à la végétation, et avec un vertex painting adéquat sur les maillages, j'ai pu simuler un effet de pulsation dans les parois des artères qui aurait été impensable avec les techniques d'animation de maillages traditionnelles (blend shapes et skinning). Il me faut également rendre justice à l'effet de parallax occlusion mapping, qui permet d'impressionnants effets de relief simulé, si on prend le temps de bien calculer les normal et displacement maps dont il a besoin. Enfin, ce dernier point m'a également permis d'utiliser des méthodes d'optimisation assez poussées, comme la représentation de tout un réseau de capillaires en une seule texture, réagissant à l'éclairage.



23. Texture servant à simuler un réseaux de capillaires en arrière-plan : la normale map permet de garder un éclairage crédible.

Au final, ces expériences auront participé à améliorer l'expérience visuelle tout en optimisant les performances générales. En revanche, du côté de mon travail sur *Ste Faustine*, si le but était le même, les méthodes furent tout autres.

En effet, les shaders de base d'*Unity* ne permettent pas d'aller bien loin : l'idée est plus de s'en servir comme exemples, pour ensuite en coder des plus appropriés à nos besoins via un langage de script spécifique. À cet effet, durant la période d'expérimentations de pré-production j'ai commencé à utiliser *Strumpy*, un

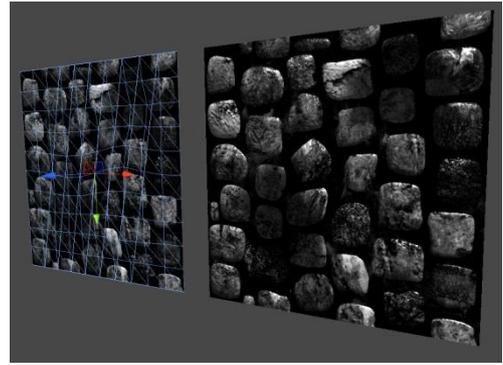


25. Interface nodale de *Strumpy*.

plug-in permettant l'édition de shaders de façon nodale. C'est un outil qui s'est révélé idéal pour le prototypage rapide de matériaux, ce qui m'a beaucoup aidé à être réactif sur les problématiques de rendu pendant le projet.

Le premier shader fonctionnel que j'ai pu produire avec était en fait un vertex shader, permettant le déplacement des points d'un maillage. Le concept était calqué sur celui du shader de végétation du *CryEngine*, mais avec une nuance de taille : au

lieu de me servir des vertex colors pour définir le mouvement en fréquence, phase et amplitude, je me servais des canaux R,G,B pour coder des déplacements respectivement en X,Y,Z. Cette méthode sacrifiait le côté aléatoire des mouvements, mais gagnait beaucoup en précision, ce qui lui permettait de remplacer des blend shapes simples. Dans l'application finale, il a servi à renforcer l'effet visuel des crises de folies en déformant l'environnement autour du personnage principal.



24. Effet du vertex shader de déformation sur un plan.

Les shaders de lumière volumétrique et d'eau m'ont donné plus de mal. Pour le premier, le concept était d'améliorer la technique des plans suspendus en mode additive blend servant à suggérer l'éclairage de l'atmosphère par une lampe. La théorie était assez simple : les faire disparaître lorsqu'on les voit de biais, où l'effet n'est pas esthétique. La pratique s'est révélée plus compliquée que prévu, et je n'ai pu que partiellement répliquer l'effet qu'Alexandre Sambo avait réussi à obtenir en C#. Le traitement par shader étant cependant beaucoup plus optimisé que celui en script, nous avons conservé ma méthode.

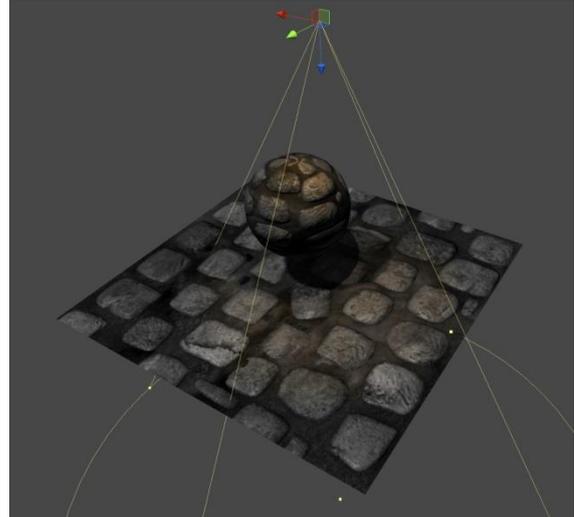
Le shader d'eau a également été un défi. Comme celui d'*Unity* était trop lourd au niveau performances, l'idée était d'essayer de gagner en vitesse de rendu en le remplaçant par un shader d'eau transparente, puis de simuler le reflet en dupliquant et en renversant les bâtiments situés au bord de l'eau. Obtenir un rendu d'eau transparente convenable a été plus simple que je le pensais, une fois que j'avais généré la normal map adéquate : il suffisait de la faire se déplacer à la surface du maillage, tout en la mélangeant à une copie d'elle-même bougeant en sens inverse. Mais le problème était le fait que cette méthode de transparence avec déformations était presque aussi coûteuse que le shader d'eau de base. Après quelques autres essais, j'ai donc fini par m'arrêter sur une simulation très approximative des reflets via une cube map.

Mais le shader le plus important a été celui d'éclairage : son rôle était de pouvoir obtenir sur le même objet des lumières éclairant en noir & blanc et d'autres en couleur. L'objectif final était le fait de faire en sorte que les surfaces éclairées par les rayons lunaires reflètent des niveaux de gris, alors que celles recevant la lumière de l'éclairage public renverraient leur vraie couleur. La difficulté venait de

l'identification du type de lumière. Du point de vue du matériaux, la question était : comment savoir si la lumière que je reçois est une lumière en N&B ou en couleur ?

Après divers tests, je me suis arrêté sur le choix de faire en sorte que les lumières éclairant en rouge provoqueraient une illumination noir & blanc, et les bleues, de la couleur, le vert ne servant que de variable d'ajustement pour augmenter ou baisser les réflexions spéculaires (le choix des couleurs n'est pas arbitraire, mais basé sur leur facteur de luminance).

L'emploi de ce shader sur tous les éléments du décors a eu un gros impact sur le rendu, attirant l'attention sur les lampes grâce a un subtile effet de couleurs, perdues au milieu d'un monde en noir & blanc.



26. Shader de mix N&B/couleur.

## 2.e — La vie

Malgré les lumières vacillantes, l'eau clapotante, et les nuages ombrageants, la ville de *Ste Faustine* paraissait encore très statique, même pour une ville abandonnée (phases de folie exceptées).



27. Particules de fumée dans une ruelle.

Bien sûr, cela mettait mieux en valeur les apparitions du personnage qui en parcourait les rues, mais nous voulions quand même insuffler un peu de vie à l'environnement. Les rats étaient là pour ça, et les voir courir sur le pavé avec quelques comportements basiques aidait à considérer l'univers de la ville comme habitable et navigable, plutôt que comme un décors figé.

L'addition de simples particules de fumée dense à quelques endroits a également beaucoup concouru à donner un aspect tangible à l'atmosphère. Le lent

mouvement de leur volutes appuyait le côté stagnant et malsain qui caractérisait certaines zones de la ville, et pouvait servir à attirer l'œil. Concernant ce dernier point cependant, nous avons pu constater que rien n'était plus efficace pour captiver l'attention que les mouvements du personnage ou des rats.

Mais cette caractéristique prenait une toute autre envergure dans *Le 5ème Sommeil*. En effet, après tout, la majeure partie des environnements EST vivante.

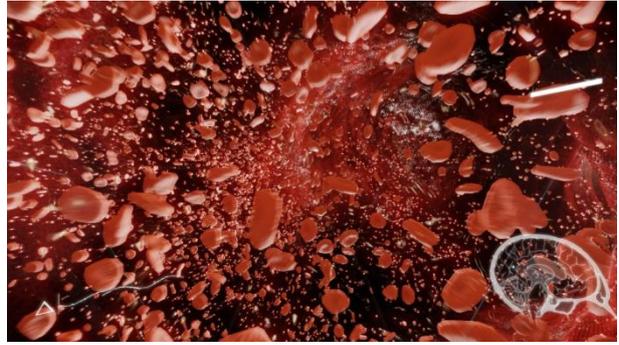
Vivante, et mouvante, puisque comme je l'expliquais tout à l'heure, même les parois bougent. Si l'on rajoute les milliers de particules de globules rouges tourbillonnant tout autour de nous, on arrive vite au problème inverse : comment éviter de provoquer instantanément des malaises ? La question est sérieuse, puisque l'univers est conçu pour être expérimentée via HMD. Un dispositif qui, si l'on n'y prend pas garde, peut provoquer des nausées avec des environnements bien plus simples, à cause de la différence entre image perçue et oreille interne. Pour l'heure, nous n'avons pas encore pu faire de tests avec la configuration définitive, mais nous avons déjà cherché à implémenter une solution déjà employée dans certains jeux<sup>43</sup> : Conserver une partie de l'image immobile, afin de garder quelque part un point focal fixe. Ce rôle est tenu par l'armature du *Proteus*.

Mais les problématiques sont également visuelles : comment représenter tous ces globules rouge à l'écran tout en gardant un framerate correct ? Pour arriver à un compromis, le système de particules que nous utilisons actuellement a subi beaucoup d'itérations. C'est en effet à la fois plus important et complexe que nous avons pu l'imaginer au départ. Important, car dans cet environnement dépourvu de tout référents habituels, les globules rouge sont l'unité de base qui nous permet de nous rendre compte de la véritable échelle des espaces que l'on traverse. On doit donc à la fois pouvoir les voir de très près et de très loin. Complexe, car d'une part il faut que le flux soit dense (il est supposé y en avoir plusieurs millions), et que d'autre part il faut faire très attention avec le recours aux particules sous forme de plan texturés. En effet, ces dernières, même si elles permettent de représenter beaucoup de globules de façon rapide, sont trahies par la stéréoscopie du HMD si on s'en approche de trop près. Nous les avons donc au final relégués à l'arrière-plan, et j'ai réalisé des maillages de trois types pour les particules restantes : un amas de

---

<sup>43</sup> Dans *Mirror's Edge*, notamment, avec son réticule central.

50 globules très grossiers par particule pour le moyen plan, des groupes de 20 globules plus travaillés par particule pour le premier plan, et enfin un modèle de globule indépendant détaillé pour les particules passant très près du point de vue. Il est à noter qu'au fur et à mesure de notre avancée, le diamètre des artères rétréci et le nombre de globules diminue, ce qui nous permet de supprimer progressivement les niveaux inférieurs.



28. Test de particules de globules.

L'écosystème des vaisseaux sanguins contient cependant des entités bien plus complexes que des globules rouges : les globules blancs. En effet, il ne s'agit pas d'une simple différence de couche de peinture, puisque le *5ème Sommeil*, comme pour *Le Voyage Fantastique*, comporte une scène où la sonde d'exploration se fait attaquer par un macrophage. Et pour cause : ce globule d'une taille très supérieure aux autres est chargé de l'élimination des corps étrangers, dont nous faisons partie. Malheureusement, il est en réalité bien plus complexe que le portrait à la *Pacman* qu'en dresse *Il était une fois la vie* : Ils sont capables de se déformer jusqu'à pouvoir passer entre plusieurs cellules, de phagocyter à peu près n'importe quoi, et de transformer leurs membranes en des sortes de prolongements qui font



29. Personnage (sans cape).

offices de véritables tentacules. Un cauchemar de rigging, surtout en temps réel où les techniques sont limitées. J'en suis à présent à l'étape où tous les tests de faisabilité en rig de la plasticité de la membrane ont été effectués. L'architecture du squelette a l'air de tenir la route, il ne reste donc qu'à passer au maillage final.

Mais ce n'est pas le seul personnage qui représente un défi technique : à l'intérieur du monde onirique dans lequel on finit par basculer, le spectateur sera confronté à l'avatar de l'homme duquel il visite la tête. Ce dernier, maître en ce monde puisque l'on se trouve dans son rêve, arbore une cape qu'il laisse flotter au vent. Regrettablement, mes résultats avec le

système de clothes du *CryEngine* ont pour l'instant été peu fructueux, ce qui m'a amené à repousser l'implémentation de cet encombrant vêtement sur le personnage (que j'ai tout de même modélisé, texturé, riggé et animé). Je ne suis donc pas encore au bout de mes défis.

### 3 – Bilan des images produites

Mais malgré tous ces écueils techniques inévitablement rencontrés sur le chemin de la pratique, des images sont bien là. Peut-on les qualifier d'éloquentes ?

#### 3.a — Ste Faustine



30. Capture d'écran de *Ste Faustine*.

À priori, le projet était taillé pour répondre à la problématique de ce mémoire : puisque tout le gameplay du jeu est basé sur la prise de photographies, il n'y aurait qu'à regarder les photos prises par les joueurs pour y chercher des traces de composition photographique classique. Mais il y a plusieurs problèmes avec cette approche. D'une part, on a bien vu comment en composant avec l'univers virtuel on pouvait orienter un joueur, attirer son attention sur quelque chose, lui en communiquer une autre, et même lui offrir un paysage composé selon la règle des tiers au détour d'un couloir. Mais dans tous les cas cela ne poussera pas le joueur à

faire un effort conscient d'organisation de l'image : tout au plus cherchera-t-il à avoir le meilleur point de vue sur la scène.

Or si ce dernier point fonctionne de la façon dont c'était envisagé par le concepteur, on pourra déjà considérer ce fait comme une victoire, puisque ce sera une indication que le joueur a bien reçu ce que l'univers virtuel tentait de lui exprimer. Il est à mon sens extrême et peu pertinent, même avec un mécanisme de prise de vue actif comme celui de *Ste Faustine*, de demander à n'importe quel passant de faire aussi bien qu'un photographe professionnel.

Enfin, cette approche comportait deux autres biais : le fait que le mécanisme de prise de photo employé lors de la présentation au public au *Laval Virtual* manquait de précision (le manque de luminosité causait quelques soucis à la webcam chargée de suivre les mouvements de l'appareil photo), et surtout le fait que ce mécanisme était intégré au gameplay. En effet, ce dernier servait également à récolter des indices et à éclairer les zones trop sombres, ce qui implique un biais dans une bonne partie des images.

J'ai tout de même tenu à récupérer un maximum de photographies prises par le public, et j'ai eu plaisir à constater qu'il y avait certaines compositions intéressantes, même si ces résultats ne sont pas exploitables (le mode de récolte des images, addition de dernière minutes, ne permettait pas de discriminer les photos que nous prenions pour la démonstration de celles du public, dont faisait de toutes façon partie des gens qui maîtrisaient déjà de façon plus qu'évidente l'art de la photographie). Notons tout de même que des résultats objectifs auraient pu être produits par cette approche : en prévoyant un certain nombre d'endroits spécifiques caractéristiques de tentatives de compositions différentes, en séparant les photos prises par chaque personne, et en y ajoutant un questionnaire correspondant, j'aurais pu compter le nombre d'images rendant compte ou non du but recherché et en tirer quelques statistiques. Le contexte de production et de présentation du projet fut cependant trop rapide pour que je puisse mettre en place ce genre d'études, sans compter mon implication parallèle dans le *5ème Sommeil*.

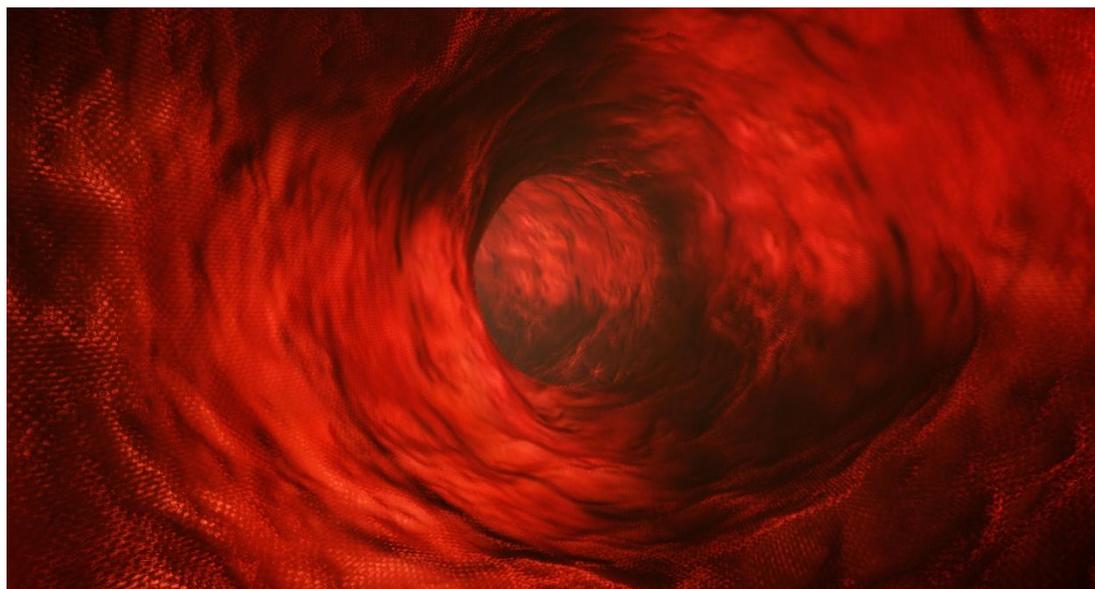
Il me reste tout de même des impressions générales récoltées auprès du public, ainsi qu'une observation de leurs comportements et des endroits qui portaient à confusion. C'est un peu flou, mais cela a quand même permis de constater quelques phénomènes intéressants. En premier lieu déjà, le fait qu'assez peu de gens se perdaient dans la première partie, ce qui est une bonne nouvelle par rapport à l'environnement et ses indices d'éclairage. Le quartier pauvre et ses ruelles

tortueuses ont cependant eu un peu moins de pitié pour le public, mais c'était également dû à des difficultés dans certains déplacements, aux alentours des escaliers. Mais ce qui nous a le plus frappé, c'est le pouvoir d'attraction qu'ont eu les animations de personnages par rapport aux autres indices : le passage de l'homme sur la place de la mairie (qui n'était pas prévu au sol, au départ) a tellement attiré l'attention que beaucoup de joueurs ont complètement loupé l'hôtel de ville, un des trois plus gros bâtiments de la carte. Même si ce n'est pas de la façon dont je l'espérais, cela vient donc solidement appuyer le fait qu'il est possible de composer un environnement interactif immersif (ou du moins le fait qu'on puisse faire des erreurs dans sa composition).

Pour la partie exposition au public avec un casque de réalité virtuelle à la BPI de Beaubourg, je ne peux cependant pas me prononcer, puisque je n'ai pas pu être présent sur place.

En conclusion de ce projet, j'ajouterais que la casquette de level designer, en charge (entre autre) de la répartition des bâtiments dans la ville, de leur éclairage, de leur shading, et de quelques effets spéciaux, était idéal pour ce qui a trait à composition dans le sens le plus abstrait : diriger l'attention, et faire parler l'image.

### **3.b — 5ème Sommeil**



31. Capture d'écran du 5<sup>ème</sup> Sommeil.

Mon rôle dans la construction de l'image finale au sein de l'équipe du *5ème Sommeil* est assez important, mais pas autant que sur *Ste Faustine*. Je travaille en

effet plus en amont de l'image, en collaboration avec le level designer du projet, Fabrice Gaston.

Cela reste une étape importante de l'environnement final, même si elle est un peu amenuisée par l'architecture modulaire choisie pour les assets du projet : les parties du décors sont conçues comme des briques, qui seront assemblées plus tard à l'intérieur du moteur. Ces modules en question doivent donc rester un minimum génériques (à part certains modules spéciaux), puisqu'ils seront amenés à être réemployés dans diverses combinaisons et situations.

A priori ce mode de fonctionnement limite les folies graphiques, mais il a également des avantages que le développement très rapide de *Ste Faustine* ne m'a pas permis d'illustrer. En effet, avec un temps de développement plus étalé, une équipe plus large, et une approche plus expérimentale (dans le sens de novateur pour ses membres), certains bénéfices de l'architecture modulaire deviennent indispensables.

Le premier bénéfice est l'aspect itératif que cela permet d'envisager sur la production : une fois la forme basique de ses "briques" déterminées, l'un peu d'ors et déjà commencer à les assembler, tandis que l'autre finit de les détailler avant de les mettre à jour. Les avantages ne se situent pas seulement en terme de temps de production, puisque ça permet aussi de commencer à tester très tôt les assemblages en question. Mais cela permet surtout de pouvoir les modifier très tard, en ajoutant ou en changeant des modules. L'univers virtuel en devient beaucoup plus malléable, et ce à toutes les étapes de sa conception. C'est un atout majeur pour ce projet qui se cherche entre le jeu vidéo et le cinéma, et se découvre au fur et à mesure de son avancement.

Revenons-en à présent à la composition d'environnement virtuels : comme nous l'avons vu avec *Ste Faustine*, le meilleur moyen de voir si nos images sont suffisamment éloquents, reste encore de les faire expérimenter à autrui. Les studios de jeu l'ont bien compris, et beaucoup organisent des séances de test hebdomadaires. L'idée reste qu'avoir un univers malléable permet de réagir pleinement à ces retours, ce qui donne au final des possibilités de conception bien plus vastes.

Nous avons pu le constater directement lorsque nous avons présenté une démonstration du *5<sup>ème</sup> Sommeil* au public, lors du festival *Siana*. Nous avons en effet observé qu'un nombre important de personnes ne réagissait pas comme nous l'avions imaginé lors de certaines séquences. Cela a engagé quelques reprises au

niveau de l'environnement, mais seulement au niveau de l'organisation des modules. Quelque chose de rapide à tester à nouveau, donc.

Ce mode de production, même si il paraît un peu limitant lors de la conception initiale, permet donc au final une construction d'environnement et d'image beaucoup plus malléable, et donc une composition potentiellement plus efficace. Malheureusement, le projet étant encore en pleine phase de production, je ne peux pas beaucoup plus m'avancer sur la valeur conséquente de ses images.

## Conclusion

L'addition des enseignements que je tire de ma pratique de cette année à la théorie que j'ai pu réunir sur le sujet ne me laisse donc plus aucun doute : la composition des images interactives immersives est une réalité.

En rétrospective, cela paraît suivre un schéma logique extrêmement simple : La composition est l'art de guider l'œil dans l'image ; Si le spectateur guide l'image, la composition devient l'art de guider le spectateur.

Ainsi, il ne faut plus considérer le cadre comme s'arrêtant aux étroites limites de l'écran, comme nous y a habitué le cinéma, mais comme prenant fin aux frontières de l'environnement virtuel. L'image devient donc constituée de tous les éléments visuels se trouvant à l'intérieur de ces extrémités, au lieu de n'en être que la représentation plane sur un support arbitraire à un instant  $t$ . Cette constatation prend particulièrement sens lorsque l'on considère l'exploration d'univers virtuels à l'aide de casques d'immersion : où est alors l'image ? Autour, tout simplement.

Agir sur la composition de cette image-monde de façon à produire du sens peut en revanche se révéler être une tâche extrêmement délicate, et c'est pourquoi j'ai regroupé mes actions en quatre catégories : les volumes, la lumière, les matériaux, et l'animation. Ce découpage, assez proche par certains aspects de la liste d'éléments de composition picturale que j'ai pu citer, est cependant assez réducteur, et mériterait d'être exploré beaucoup plus en détails.

Cela ouvre également la voie à d'autres études : quels sont les différents outils de direction d'attention, indépendamment de la narration ? Est-il possible d'avoir plusieurs niveaux de lecture ? La popularisation des casques d'immersion va-t-elle changer la donne ?

Des questions qui risquent de ressurgir prochainement.

# Bibliographie

## Livres

*Petite fabrique de l'image*, collaboration, Édts Magnard, 2003

*Drawing basics and video game art*, Chris Solarski, Crown Publishing Group, 2012

*Le traité de la réalité virtuelle : Introduction à la réalité virtuelle*, de Bruno Arnaldi, Philippe Fuchs et Pascal Guitton, Presses des Mines, 2006

*L'Art numérique. Comment la technologie vient au monde de l'art*, Edmond Couchot & Norbert Hilaire, Édts Flammarion coll. Champs, 2005.

*Du spirituel dans l'art et dans la peinture en particulier*, Wassily Kandinsky, Édts Denoël, 1969

*Des lumières et des ombres*, Henri Alekan, Édts du Collectionneur, 1996

*La lumière en cinéma*, Jacques Loiseleux, Cahiers du Cinéma, 2004

*Ombres et lumières*, Jean-Paul Jungmann, Les Édts de la Villette, 1995

## Articles

*Place Illusion and Plausibility Can Lead to Realistic Behaviour in Immersive Virtual Environments.*, Mel Slater, 2009

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1535/3549.abstract>

The elements and principles of design, John Lovett, 1999

<http://www.johnlovet.com/test.htm>

*Understanding Formal Analysis*, The J. Paul Getty Museum

[http://www.getty.edu/education/teachers/building\\_lessons/formal\\_analysis.html](http://www.getty.edu/education/teachers/building_lessons/formal_analysis.html)

*Guiding The Player's Eye*, Mattew Gallant, The Quixotic Engineer, 26/05/2009

<http://gangles.ca/2009/05/26/guiding-the-eye/>

*Continuity Level Design*, Rob Hale, A Game Design Blog, 01/03/2009

<http://www.agamesdesignblog.com/2009/03/01/continuity-level-design/>

*The Designer's Notebook: Three Problems for Interactive Storytellers, Resolved*, Ernest Adams, Gamasutra, 08/04/2013

[http://www.gamasutra.com/view/feature/189364/the\\_designers\\_notebook\\_three\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/189364/the_designers_notebook_three_.php)

*The Aesthetics of Game Art and Game Design*, Chris Solarski, Gamasutra, 30/01/2013

[http://www.gamasutra.com/view/feature/185676/the\\_aesthetics\\_of\\_game\\_art\\_and\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/185676/the_aesthetics_of_game_art_and_.php)

*Playing with Space and Light*, collaboration, WorldOfLevelDesign.com, 02/10/2009

[http://www.worldofleveldesign.com/categories/game\\_environments\\_design/playing-with-space-light.php](http://www.worldofleveldesign.com/categories/game_environments_design/playing-with-space-light.php)

*Lighting in game environments – the hows and whys*, Hourences, moddb.com, 10/12/2006

<http://www.moddb.com/tutorials/lighting-in-game-environments-the-hows-and-whys>

*Functional Lighting*, Magnar Jenssen, WorldOfLevelDesign.com, 02/02/2012

[http://www.worldofleveldesign.com/categories/wold-members-tutorials/magnar\\_jenssen/functional-lighting-magnar-jenssen.php](http://www.worldofleveldesign.com/categories/wold-members-tutorials/magnar_jenssen/functional-lighting-magnar-jenssen.php)

*L4D Art Direction, Part 2: Stylized Darkness*, Randy Lundeen, l4d.com, 02/01/2009

<http://www.l4d.com/blog/post.php?id=2129>

## **Mémoires**

*Environment art for games: De la Ville Décor à la Ville Personnage*, Julien Chambriard., 2013

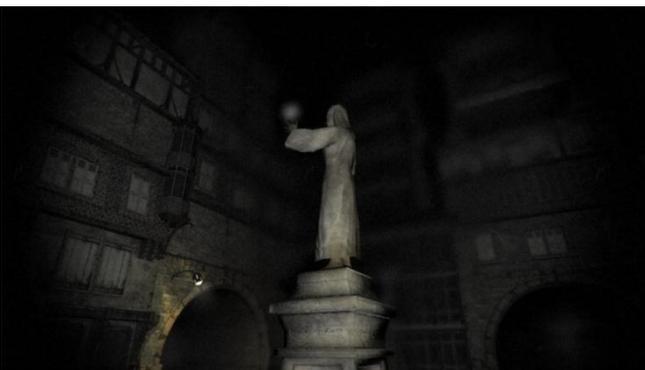
*Dans le cadre d'un projet temps réel, comment doter un personnage de synthèse de caractéristiques et de comportements animaux tout en conservant une apparence humaine ?*, Léo Mayombo, 2013

*La simulation de foule et algorithmes comportementaux pour le jeux vidéo*, Alex Sambo, 2013

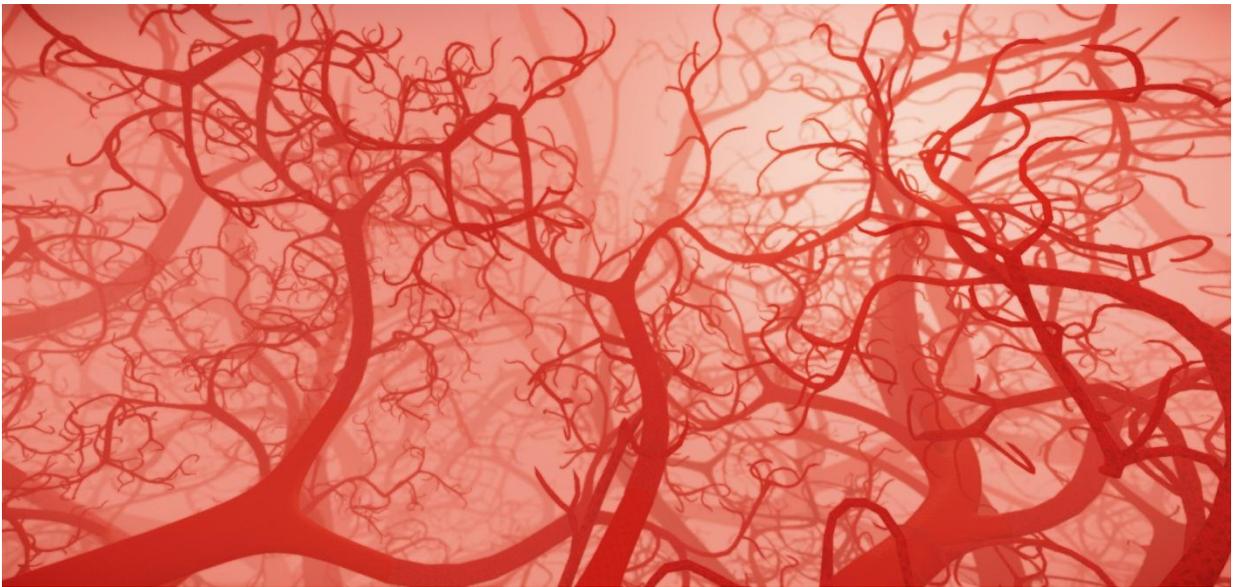
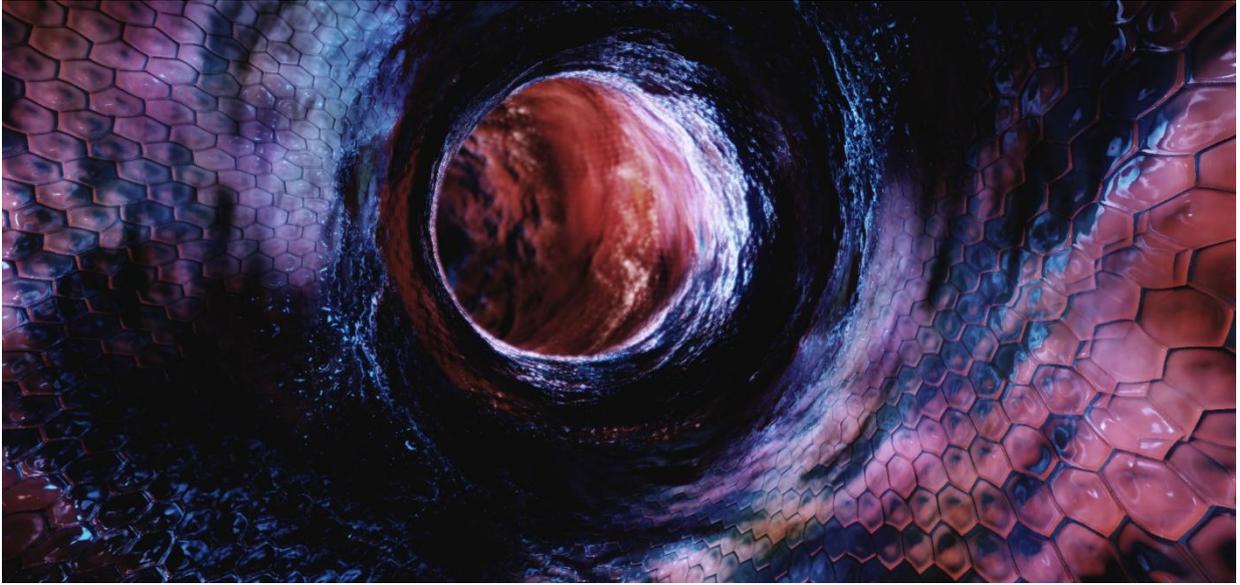
*Des sensations interactives au service d'une expression artistique*, Rémy Sohier, 2012

# Annexes

## Screenshots : Sainte Faustine (photos du public)



## Screenshots : Le 5ème Sommeil



## 5ème Sommeil – Pipeline graphique (objets statiques)

Formats des fichiers échangés : .max, .cgf, .psd, .tif, .mtl, .ztl

Natures possibles des textures : \_diff, \_spec, \_ddn, \_displ, \_detail, \_mask

