





# **Transposition poétique des phénomènes cosmiques**

**Du dynamisme de la sculpture cinétique vers la vidéo**

**par Bruno Truchon**

**Mémoire présenté à l'Université du Québec à Chicoutimi**

**en vue de l'obtention du grade de**

**Maître ès art (M.A.) à la maîtrise en art (création)**

Québec, Canada

© Bruno Truchon, décembre 2023

## RÉSUMÉ

*Ce mémoire développe la dimension théorique d'un projet de recherche qui a résulté, concrètement, en deux vidéos se développant selon une approche de type expérimental/animation, suivies d'une troisième prenant la forme d'un documentaire. Initialement, mon projet fût propulsé par une création de sculptures cinétiques, en tant que sujets filmiques, représentant les télescopes et les satellites. Mon mémoire examine le développement de l'art cinétique pour ensuite aborder l'interaction art/science. Le défi, autant au niveau théorique que pratique, est d'orienter le projet vers le dévoilement, l'évocation poétique des phénomènes cosmiques au travers l'exploration tant sonore que visuelle et l'identification de certains paramètres de l'Univers.*

*Pour saisir les éléments essentiels de cette dimension, j'examine et utilise le matériau basé sur le mouvement dynamique, celui qui relève de l'art cinétique : l'espace, la lumière, le temps. Pour cela, mon mémoire s'appuie sur deux domaines de l'histoire : l'histoire de l'art et l'histoire de l'astrophysique. Je présenterai la contribution théorique déterminante du sculpteur Nicolas Schöffer, pionnier de l'art cinétique. Ses travaux représentent une percée majeure concernant les avancées techniques, scientifiques et technologiques et leur intégration dans l'art cinétique, de 1951 à 1975.*

*Sur cet élan, je remonte aux racines de mon ancrage artistique dans la sculpture dynamique, au travers les œuvres innovantes de Laslo Moholy-Nagy (1920-1930) et Michael Snow (1970-1971). Ce qui me conduira à faire deux descriptions des plans de ma vidéo, l'une impliquant les sculptures cinétiques, l'autre, les phénomènes cosmiques.*

*Enfin, je positionnerai quelques paramètres du cadre fondamental caractérisant l'Univers en examinant la période de l'astrophysique entre 1920 et 1930. Et ce, dans le but de mieux définir le champ d'investigation et les capacités opérationnelles des sculptures cinétiques reliées au cosmos. Un vaste domaine s'ouvre pour mes explorations artistiques et technologiques. Il prend forme avec la naissance du premier modèle du Big Bang et la découverte très importante du fond diffus cosmologique. Cela permettra de mieux saisir la théorie du Big Bang, en tant que modèle cosmologique reconnu décrivant l'origine et l'évolution de l'Univers, relié intrinsèquement au phénomène cosmique de l'expansion. Alors que l'Univers possède un rayonnement fossile, il révèle une histoire, une évolution temporelle et nous connecte à d'innombrables formes de beauté.*

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le professeur Mathieu Valade d'avoir accepté la direction de mon projet de maîtrise en art (création). Il en a assuré avec attention le suivi artistique qui s'avère essentiel. Je remercie également le professeur René Verreault d'avoir accepté la co-direction de ma recherche à la maîtrise en art (création). Il a fait un suivi indispensable, me conseillant entre autres, sur certains aspects scientifiques à capter lors du tournage du documentaire « Au planétarium de Saint-Félicien », y apportant aussi un témoignage inédit, historique.

Je remercie Rosemarie Caron, une collègue à la maîtrise en art (création), dotée d'un bel esprit de curiosité, d'une grande gentillesse. Avec son esprit créatif, elle offrit spontanément sa disponibilité pour des discussions enrichissantes sur nos projets respectifs concernant les enjeux, les problématiques de la création et de la production en art.

Mes sincères remerciements vont aussi à mes deux fils, Raphaël Moreault-Truchon et David Moreault-Truchon, qui m'ont transmis une énergie faite d'inspiration, de même qu'une force morale durant ce parcours. Leur support indéfectible, appuyé par des commentaires dynamisants, leur esprit de curiosité bienveillant envers ma recherche, leurs encouragements, m'auront permis de maintenir bien en vue les étapes et les objectifs de mon projet.

Mes remerciements et ma reconnaissance vont aussi à l'ensemble des membres de ma famille, toujours solidaires, pour leur appui, dont ma sœur Lison, chargée de cours à l'UQAC, ainsi que ma mère Claudette Harvey, pilier familial toujours en santé, et parvenue à un âge respectable.

De même, il importe de maintenir un niveau d'intérêt élevé, effervescent, envers un tel sujet de recherche. Indéniablement, cela aura été rendu possible au fil des discussions fécondes et stimulantes, que j'ai eues avec mon ami Clément Lévesque, un poète aux connaissances littéraires étendues que je remercie infiniment.

Après avoir réalisé « Horizons cosmiques », j'en retire une sensation de dépassement dans la recherche, un plaisir de travailler avec des concepts et un intérêt inaltérable pour ceux-ci. Toujours avec la passion et la motivation de poursuivre avec ces thématiques, de m'élancer demain vers un nouveau projet. Sans oublier que j'obtiens, comme réalisateur, une grande satisfaction d'avoir relevé un tel défi avec des moyens modestes, mais appuyé par une équipe talentueuse constituée de Raphaël Moreault-Truchon, Gabriel Brochu-LeCouffe, Alexandre Thériault, Maxime Bronsard, et Denis DesForges, que je peux considérer comme de précieux collaborateurs grandement appréciés.

# TABLE DES MATIÈRES

Résumé	i
Remerciements	ii
Liste des figures	vi
Avant-propos	viii
Introduction	1

## Chapitre I : Contexte de la question

1. Genèse, origines et la cosmologie	6
2. L'histoire de l'Univers et les quatre aspects théoriques considérés	10
3. L'art cinétique, de l'ère mécanique à l'ère électronique	16
4. La sculpture cinétique, instrument de connaissance	18
5. Sur l'interaction entre art et science	18
6. Conclusion partielle	19
7. Œuvres : Lazlo Moholy-Nagy et Nicolas Schöffer	21

## Chapitre II : La sculpture cinétique

1. Intention et problématique	22
2. Conjonction de progrès théoriques et expérimentaux	24
3. Ancrage artistique : La sculpture dynamique	26
4. Dynamique de l'espace, de la lumière et du temps	29
5. Photographie/cinéma : Laslo Moholy-Nagy et Michael Snow	37

## Chapitre III : La vidéo

1. Description de la vidéo <i>Horizons cosmiques</i>	42
2. L'objet sculptural devient sculpture cinétique	43
3. Le processus créatif, motivation et passion	46
4. Description de plans vidéo impliquant la sculpture cinétique et ses 2 modules	50
5. Son et musique de création	57
6. Sens et expérience esthétique du projet	60
7. Ancrage artistique, technique et scientifique	61
8. Description de plans de phénomènes cosmiques	63
8.1 Tissu élastique plat	64
8.2 Tissu élastique courbe	65
8.2.1 Caractéristiques scientifiques	65
8.2.2 Données techniques pour tissu élastique courbe	66
8.2.3 Éléments esthétiques	66
8.3 L'écume de l'espace-temps	67
8.3.1 Caractéristiques scientifiques	67
8.3.2 Données techniques pour l'écume de l'espace-temps	68
8.3.3 Données esthétiques	70
8.4 Le puits du trou noir	71
8.4.1 Caractéristiques scientifiques	71
8.4.2 Données techniques pour le puits du trou noir	71
8.4.3 Éléments esthétiques	72
8.5 La fuite des galaxies	73
8.5.1 Caractéristiques scientifiques	73
8.5.2 Données techniques pour la fuite des galaxies	74
8.5.3 Éléments esthétiques	75
8.6 La déviation des rayons lumineux par le Soleil	75

8.6.1	Caractéristiques scientifiques et données historiques	75
8.6.2	Données techniques pour la déviation des rayons lumineux par le Soleil	76
8.6.3	Éléments esthétiques	77
8.7	Le continuum et l'infini	78
8.7.1	Caractéristiques scientifiques	79
8.7.2	Données historiques et philosophiques pour le continuum et l'infini	79
8.7.3	Données esthétiques du continuum et de l'infini	80
8.8	Le premier modèle du Big Bang	81
8.8.1	L'élargissement spatial: la profondeur du ciel et l'évolution temporelle de l'Univers	81
8.8.2	La profondeur du ciel et l'expansion de l'espace	82
8.8.3	L'évolution temporelle	82
8.8.4	Big Bang, suite de Big Crunch - Big Bang	83
8.9	La découverte du rayonnement fossile (ou RFC)	84
8.9.1	Principes du rayonnement fossile	84
8.9.2	Confirmation de ce rayonnement	86
	<b>CONCLUSION</b>	89
	ANNEXES	94
	BIBLIOGRAPHIE	102
	FILMOGRAPHIE	107
	MUSICOGRAPHIE	108

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 - © László Moholy-Nagy's "Light Prop for an Electric Stage (Light-Space Modulator)" in Motion, 1930	21
Figure 2 - © CYSP 1, Nicolas Schöffer, 1956	21
Figure 3 - © Les Tours & Sculptures Spatio- Lumino-Chronodynamiques de Nicolas Schöffer	21
Figure 4 - © <i>La région centrale</i> , film de Michael Snow, 1970-71	39
Figure 5 - © <i>Michael Snow et la caméra multiaxiale sur le site de tournage</i>	39
Figure 6 – <i>Plan no 4</i> Durée : 42 secondes, de 3 : 03 à 4 : 45, © Bruno Truchon, 2021	51
Figure 7 – <i>Plan no 7</i> Durée : 32 secondes, de 5 : 05 à 5 : 37, © Bruno Truchon, 2021	52
Figure 8 – <i>Plan no 8</i> Durée : 15 secondes, de 5: 37 à 5: 52, © Bruno Truchon, 2021	53
Figure 9 – <i>Plan no 14</i> Durée : 9 secondes, de 7 : 07 à 7 : 16, © Bruno Truchon, 2021	53
Figure 10 – <i>Plan no 16</i> Durée : 7: 41 à 7 : 55, © Bruno Truchon, 2021	54
Figure 11 – <i>Plan no 23</i> Durée : 10 : 38 à 11 : 01, © Bruno Truchon, 2021	54
Figure 12 – <i>Plan no 24</i> Durée : 11: 02 à 11 :21, © Bruno Truchon, 2021	55
Figure 13 – <i>Plan no 27</i> Durée : 11 : 52 à 12 : 17, © Bruno Truchon, 2021	55
Figure 14 – <i>Plan no 32</i> Durée : 33 secondes, de 13 : 39 à 14 : 12, © Bruno Truchon, 2021	56
Figure 15 – <i>Plan no. 35</i> Durée : 9 secondes, de 15 : 00 à 15 : 09, © Bruno Truchon, 2021	57
Figure 16 - <i>Plan d'animation 2D/3D</i> , © Bruno Truchon, 2021	61
Figure 17 – <i>Tissu élastique courbe</i> , © Bruno Truchon, 2021	65
Figure 18 - <i>L'écume de l'espace-temps</i> © Bruno Truchon, 2021	69
Figure 19 - © <i>Le puits du trou noir</i> © Bruno Truchon, 2021	72
Figure 20 - © <i>La fuite des galaxies</i> © Bruno Truchon, 2021	74

Figure 21 - © <i>La déviation des rayons lumineux par le Soleil</i> © Bruno Truchon, 2021	77
Figure 22 - © <i>Le continuum et l'infini</i> © Bruno Truchon, 2021	78
Figure 23 - © <i>Nasa WMAP Science</i> 1996	86
Figure 24 - © <i>Nasa WMAP Science</i> 1996	87
Figure 25 - © Alexandre Friedmann Georges Lemaître	95
Figure 26 - © Einstein et Lemaître à Pasadena, 1933	95
Figure 27 - <i>Le satellite MGS 1994</i> © Bruno Truchon, 2020	100
Figure 28 - Bruno et le module 1 : <i>Satellite MGS 1994</i> © Bruno Truchon, 2020	100
Figure 29 - Aux ateliers de sculpture de l'UQAC, Bruno Truchon, près de son module 2: <i>Télescope spatial/terrestre KG</i> , en 2020. © Bruno Truchon, 2020	101
Figure 30 - Séries temporelles et périodicités (dynamisme pour l'espace-temps) @ <i>Horizons cosmiques</i> , 2021	107



## INTRODUCTION

Mon mémoire de maîtrise contient, dans son noyau, un sujet de recherche qui me fascine et m'intéresse depuis une dizaine d'années. Un sujet parvenant à maintenir en moi un état d'émerveillement renouvelé. Il s'agit de la problématique des phénomènes astronomiques, qui est apparue progressivement à l'intérieur de mes travaux de photographie numérique à partir de 2010 jusqu'en 2013. En 2014, le besoin de concevoir et fabriquer une sculpture cinétique intégrée dans un film est apparu clairement. Elle venait tout d'abord appuyer un défi esthétique et technique dans l'étude du mouvement, mais devenait également pour moi un instrument aux multiples possibilités. Ainsi, j'en suis venu à passer de la photographie à la sculpture cinétique et ensuite, au médium vidéo jusqu'en 2017. Le défi de me lancer dans une maîtrise en art (création) me donna l'occasion de cibler davantage cette préoccupation en définissant de manière plus détaillée mon sujet de recherche.

Ainsi, j'ai estimé à partir de cette année-là qu'il serait pertinent et intéressant de poursuivre et d'approfondir une telle recherche dans un projet de maîtrise en art (option création) et que cette recherche soit placée fondamentalement dans l'axe art et science, mais aussi, en instaurant dans cet axe le moteur de l'histoire. Je crois qu'il s'avère pertinent de définir une telle recherche en posant ces paramètres fondamentaux. Ensuite, en les identifiant comme étant deux pôles dynamiques, énergétiques, favorisant un bouillonnement de la créativité, un apport important de connaissances artistiques et historiques. Un autre élément qui

alimente ma motivation et ma détermination est celui-ci : faire preuve d'une créativité dynamisée permettant d'éviter la stagnation culturelle de l'individu et de la société.

L'énergie créatrice découlant d'un tel choix, s'empare positivement du système nerveux et de l'esprit. Elle alimente et recharge le processus de création en évolution, telle une batterie dans l'être humain, favorisant le renforcement et l'élévation de son état d'esprit. De même, lorsqu'une réalisation est terminée, un sentiment de dépassement dans le défi que l'on a relevé nous envahit, suite aux obstacles franchis.

Dans la foulée de cet élan et de cette inspiration, j'ai donc décidé d'effectuer une sorte de déplacement latéral, en partie de manière autodidacte, en gardant mon esprit créatif, sur le curseur des grands domaines de connaissance mentionnés. Car j'estimais que ma recherche, de ce point de vue, pouvait dorénavant s'ouvrir sur une plus grande échelle en établissant des liens inédits, surprenants et originaux, malgré les distances éloignées entre ces domaines. Comme si la fonction de l'interdisciplinarité appliquée entre des médiums tels que la peinture, la sculpture, la performance, le jeu théâtral, les installations, les arts numériques, la vidéo, se relocalisait dorénavant, en tenant compte de ces vastes domaines. Et dans mon cas, est survenue une nécessité découlant d'une force intérieure. Nécessité de calibrer et d'enrichir ma créativité, renforcie par une interaction avec l'histoire des sciences, plus particulièrement celles de l'astronomie, de l'astrophysique, de la physique et de l'art. Des domaines qui semblent, à première vue, en opposition ou difficilement conciliables.

Ce mémoire commence, au chapitre I, avec une distinction à faire entre deux sortes de cosmologie. Dans ce premier chapitre, on verra également qu'il y a quatre aspects théoriques dont il faut tenir compte pour la compréhension globale de l'Univers. Ensuite, que la symétrie est installée au cœur de l'évolution cosmique et qu'elle est liée aux lois de la nature.

J'aborderai aussi à partir de la période de cosmologie relativiste (1905-1925), certains aspects découlant des travaux de Georges Lemaître relativement au rôle des atomes et des soleils, de telle manière que rendu à un certain point, on constatera que ce physicien théoricien fût en mesure de déployer des modèles évolutifs de l'Univers. On notera qu'un apport significatif de la physique atomique et de la physique nucléaire se développait à cette époque, au début des années 1930.

Quelques phénomènes furent abordés dans la vidéo pour leurs qualités visuelles et expressives. Ils seront repris et décrits dans ce mémoire du point de vue d'un traitement fait de rigueur, mais se voulant avant-gardiste en fonction d'une valeur poétique visant à enrichir et compléter au niveau théorique, la vidéo de recherche artistique *Horizons cosmiques*. Les objets et formes géométriques seront dévoilés et présentés en fonction de leurs rôles pour traduire, par exemple, l'espace-temps dans les scènes d'animation de la vidéo. Un bond historique nous amènera dans la période où apparaît l'art cinétique, une référence majeure dans mon travail de création. Le chapitre 1 se terminera en considérant l'interaction entre art et science.

Le chapitre II présentera une description de mon intention de recherche, son objectif et une formulation de la problématique. Il sera question des progrès et du développement de mon travail au travers l'évolution de la sculpture cinétique prévue pour la vidéo *Horizons cosmiques*. Suivra une partie concernant l'ancrage artistique par la sculpture dynamique, un ancrage initialement développé par un sculpteur visionnaire dès le début des années 1950, ce qui allait s'avérer une importante contribution théorique faite de principes et de notions à la fois artistiques et scientifiques. Ces travaux, de Nicolas de Schöffer, m'ont influencé jusque dans les fondements de ma recherche, quoique à une échelle de réalisation de moindre ampleur.

Deux artistes ayant abordé la photographie, la sculpture et le cinéma par un traitement avant-gardiste et expérimental seront présentés, Laslo Moholy-Nagy et le Canadien Michael Snow.

Le chapitre 3 s'ouvrira avec une description de la vidéo *Horizons cosmiques*. Suivra la présentation de ma vision personnelle concernant le passage décisif de l'objet sculptural pour devenir une sculpture cinétique. J'aborderai aussi le processus créatif et mes motivations.

Une description de plans de la vidéo dans un style bref, scénaristique et de type découpage technique, permettra de saisir certains aspects de la sculpture cinétique. Celle-ci est un sujet filmique et elle assume un rôle de capteur de données astronomiques, transmetteur d'énergie et de mouvement. Je décrirai aussi mon approche par la musique de création.

Le sens et l'expérience esthétiques seront mis en lien avec ce que représentent les phénomènes dans l'Univers. Ensuite, une autre description présentera les plans impliquant des illustrations par métaphores de phénomènes cosmiques. Cela viendra nous donner une vue globale des éléments que ces plans contiennent, permettant de préciser leurs rôles et certaines de leurs caractéristiques.

Enfin, je m'appliquerai à mettre en contexte et définir, en suivant un fil historique, certains phénomènes ou événements. Ceux-ci étant situés à une plus grande échelle, constituent des moments décisifs de l'histoire de l'évolution de l'Univers. Ainsi, j'aborderai la découverte du premier modèle de Big Bang, une découverte majeure qui s'appuie sur l'observation de la fuite des galaxies, une fuite elle-même reliée au phénomène de l'expansion qui implique une dilatation de l'espace au cours du temps. Ce qui nous confortera sur l'importance indéniable et fondamentale de l'avènement du premier modèle du Big Bang, un modèle dans lequel Georges Lemaître parvient à définir la naissance d'un atome primitif, là où la beauté et les énigmes de la matière nous interpellent avec une série d'interrogations sur l'origine ultime de l'Univers.

Enfin, je terminerai en rappelant l'importance d'une immense découverte, celle du rayonnement fossile, un phénomène diffus dans le cosmos. Je le décrirai par analogie sous la forme d'une beauté de l'énergie d'un feu, et identifié comme une longueur d'onde transportant la lumière et la chaleur en diminution.

## **Chapitre I : Contexte de la question**

Ici, je propose un regard sur la genèse, les origines et la cosmologie. Je présente quelques éléments de l'histoire de l'Univers et certains aspects théoriques actuels en science. J'aborde ensuite l'art cinétique d'un point de vue historique, de même que la sculpture comme instrument. J'examine l'interaction entre art et science. Enfin, je termine ce chapitre avec une conclusion partielle.

### **1. Genèse, origines et cosmologie**

Depuis des milliers d'années, en remontant à l'époque des peuplades et des tribus primitives, et même antérieurement, on remarque que les êtres humains se sont intéressés à l'observation du ciel par esprit de curiosité. Ils s'interrogèrent afin d'obtenir une plus grande compréhension de leur place dans l'Univers. Que ce soit, par exemple, en entendant le bruit du tonnerre ou en observant les éclairs et la foudre qui frappent, les questionnements ont surgi. Et puis un jour, ils parvinrent enfin à saisir, à apprivoiser et accéder à la maîtrise du feu. Tout comme cet irrépressible besoin, voire cette nécessité de fuir les nombreuses difficultés, voire les dangers et périls devenus insoutenables, ce qui les obligea à se mettre en mode survie désespéré, ou même à risquer leur vie vers une autre issue, vers d'autres contrées, en misant sur un ailleurs possible, plus prospère.

Au fil des activités philosophiques consistant à réfléchir sur le cosmos, la cosmologie deviendra une branche distincte, reconnue. Elle apportera des éléments de réponse, des théories pertinentes permettant de décrire l'origine de l'Univers, une origine lointaine qui englobe également celle de l'être humain sous

forme de poussière d'étoiles. En me référant au glossaire du livre « La magie du cosmos », la cosmologie se définit ainsi : « l'étude des origines et de l'évolution de l'Univers dans son ensemble. » (Green, 2004, p.900).

Quant à mon parcours artistique, c'est en 1982 que j'ai réalisé ma première production artistique importante, « Libérer l'Utopie », comprenant sept installations environnementales et écologiques fragmentées, composées d'éléments de la nature, déployées dans des espaces multiples en sept temps différents. Ma motivation personnelle pour la réalisation de films expérimentaux s'amorça ensuite, en 1983, toujours enrichie et appuyée par un temps de qualité, d'éléments de la nature qui percolent à l'échelle humaine, entre villages, forêts de proximité, municipalités, terres agricoles et villes de taille équilibrée.

C'est ainsi que cet espace et ce temps sculptés et infléchis par un territoire, le Saguenay-Lac-Saint-Jean, si caractéristique, si spécial et tellement attachant ont contribué ensuite à faire naître une véritable passion en 2010. Peu après, en 2011, mon intérêt pour l'astronomie et l'astrophysique a pris son impulsion sous la forme d'une passion à travers l'art, tel un cadeau du ciel, pour s'accroître en fonction d'une production en photographie numérique et en film/vidéo. Une passion supportant un vif intérêt, ayant pris de l'ampleur pour des notions fondamentales nourrissant l'intellect, réchauffant le cœur. Et apparaîtra ainsi la nécessité de relier art et science par une passerelle prolongeant les sentiers de la création. L'astronomie, cela m'avait frappé, est la plus ancienne des sciences de la nature. Par la suite, les rencontres et les échanges avec les principaux membres du club d'astronomie Sirius de Saguenay allaient m'offrir l'occasion d'avoir des

liens humains enrichissants, des contacts précieux et une motivation renouvelée. J'ai, en ce sens, réalisé des interviews avec cinq membres du club d'astronomie Sirius.

Simultanément, mon attention pour la création artistique s'affinait, impliquant des notions de grands espaces géographiques en lien avec la nature. Ces notions étant renforcées ultérieurement par une recherche sur le fonctionnement des relations entre l'espace, le temps, le mouvement et la lumière, et ce, dans une perspective cosmique pour y découvrir certains principes et les inscrire dans une approche esthétique. Dans ce sens, l'ouvrage phare « Astronomie et astrophysique » de Marc Séguin et Benoît Villeneuve, offre un point d'appui inestimable en posant cinq grandes idées pour comprendre et explorer l'Univers : « Sur la Terre comme au ciel, les lois de la nature qui régissent les phénomènes terrestres s'appliquent aussi à l'Univers. » (Séguin et Villeneuve, 2002, p. 106).

Avant de poursuivre, j'aimerais souligner que pour ce mémoire, ma méthodologie s'inspire de l'histoire des sciences et l'histoire des arts. Elles constituent les deux passerelles menant aux domaines de l'art et de la science. Ici, on peut imaginer deux passerelles reliant deux îles. Alors, il y a de ma part, une circulation dans les deux sens sur ces passerelles, ce qui est propice à une interaction entre les arts et les sciences. J'ai choisi de m'appuyer sur une méthodologie interdisciplinaire pour ma recherche. Enfin, certaines notions théoriques extraites des citations de Schöffler seront mises en lien avec la question de savoir comment j'ai pu les appliquer dans ma propre production.

Par ailleurs, il faut noter qu'il existe deux cosmologies, celle avec un grand  $c$  et celle avec un petit  $c$ . La cosmologie est une représentation possible de l'Univers. Elle permet de développer un modèle physique qui relie une description théorique de l'Univers et les faits observationnels. Ces faits testent la validité de la représentation. La représentation du modèle cosmologique doit être simplifiée autant que possible. Il est donc essentiel de tenir compte de la collecte des données techniques et scientifiques de l'Univers connu.

Quant à la Cosmologie, elle se déploie jusqu'au prolongement d'une réflexion philosophique. Elle se définit comme une représentation globale de l'Univers. C'est une différence importante que nous révèle Jean-Philippe Uzan, physicien théoricien et directeur de recherche au CNRS en France.

« La Cosmologie repose cependant sur la cosmologie, si bien que cette dernière a la primauté et contraint la Cosmologie. Toute affirmation sur l'Univers se doit d'être en accord avec ce que nous observons. On ne peut donc pas inventer n'importe quelle histoire ou structure globale. Même si votre vision globale de l'Univers repose sur des principes profonds ou des croyances supérieures, elle se doit d'être en accord avec les propriétés de l'Univers local. Ainsi, tout penseur doit fonder sa réflexion d'abord sur les résultats validés et non sur des spéculations, hormis à des fins exploratoires. On comprend aisément le risque de réaction en chaîne et ses effets si on ne distingue pas clairement cosmologie et Cosmologie. »<sup>1</sup>

De nos origines proches à nos origines lointaines, ma démarche s'avère persistante parce qu'elle est portée par un souffle passionné, un esprit assoiffé, curieux. Je suis captivé par une quête de connaissance ayant trait aux origines de

---

<sup>1</sup> *Big Bang, comprendre l'Univers ici et maintenant*, 2018, Uzan, p.23.

l'Univers et les régions de notre système solaire. J'aime lire, aiguïser mon intérêt, maîtriser des éléments et principes, les réflexions de scientifiques et de philosophes sur l'histoire des sciences. Il en va de même pour celles des artistes sur l'histoire de l'art permettant d'établir des corrélations et de multiples liens entre art et science, par l'entremise d'une science humaine : l'histoire en tant que mère des sciences, offrant une connaissance et un récit dans ces deux domaines. Ce qui a aussi pour effet de stimuler et dynamiser ma recherche artistique dans l'élaboration actuelle d'une sculpture cinétique et la réalisation d'une vidéo.

## **2. L'histoire de l'Univers et les quatre aspects théoriques considérés**

Il faut prendre en compte que les symétries et l'évolution de l'Univers sont intimement liées. Elles s'avèrent en accord avec les observations cosmologiques. Le professeur de physique théorique, à l'Université Columbia de New-York, Brian Greene, amène, dans son livre « La magie du cosmos », la déclaration éclairante d'un grand physicien, Richard Feynmann, à qui on demanda un jour s'il pourrait résumer la plus grande découverte de la science : « Le monde est fait d'atomes. » (Greene, 2005, p. 371).

De plus, un autre fait majeur très important aux yeux de nombreux chercheurs, émerge avec force de l'héritage scientifique : « Les symétries sont sous-jacentes aux lois de la nature. » (Greene, 2004, p. 371). En effet, les découvertes scientifiques les plus durables ont toutes une caractéristique commune. Elles révèlent des aspects demeurant inchangés lors de processus de transformation. Ce sont des attributs invariables, selon les physiciens, et ils

reflètent les symétries. Ces attributs ont joué un rôle crucial dans de nombreux progrès décisifs, de telle sorte que sous plusieurs aspects, les symétries illuminent l'obscurité dans laquelle est enfouie la vérité, pavant ainsi la voie à des découvertes. L'histoire de l'Univers, selon Brian Greene, est en grande partie une histoire de la symétrie.

« Les instants les plus déterminants dans l'évolution de l'Univers sont ceux lors desquels l'ordre et l'équilibre ont changé brusquement, pour laisser place à un décor cosmique qualitativement différent de ceux des époques antérieures. La théorie actuelle stipule que l'Univers a subi un certain nombre de ces transitions lors de ses premiers instants, et que tout ce que l'on n'a jamais rencontré ou observé n'est que vestiges d'une époque cosmique révolue, plus symétrique. Mais il existe un sens encore plus vaste, un « méta-sens », au fait que la symétrie réside au cœur de l'évolution cosmique. Le temps lui-même est intimement lié à la symétrie... la connotation pratique du temps comme mesure du changement ainsi que l'existence d'une sorte de temps cosmique nous permettant de donner un sens à des paroles comme « l'âge et l'évolution de l'Univers dans son ensemble » s'appuient toutes deux sur des questions de symétrie. »<sup>2</sup>

Il faut retenir que les scientifiques, en étudiant cette évolution, ont remontés jusqu'au premiers instants afin de découvrir la véritable nature de l'espace et du temps. Selon Brian Greene : « ...la symétrie s'est révélée le guide le plus fiable, offrant des réponses qui, sans elle, seraient demeurées complètement hors de notre portée. » (Greene, 2004, 372).

En ce sens, dans l'une de mes plus récentes vidéos « Évolution et expansion » (2019), j'ai tenté d'instaurer dans certains plans, une sorte de ballet<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> *La magie du cosmos, 2004, Greene, p. 372.*

<sup>3</sup> Pris dans le sens d'un mouvement chorégraphique.

de la sculpture cinétique. Il est constitué d'objets géométriques, plus spécifiquement des polyèdres réguliers, dans un contexte cosmique, et ce, dans le but de souligner leur importance, de même que celle de la géométrie comme branche des mathématiques et celle de la symétrie. Leurs caractéristiques se retrouvent dans la nature et le cosmos, que ce soit, à titre d'exemples, dans les nervures des feuilles d'arbres ou dans les flocons de neige.

Prenons un moment pour considérer l'importance pour les scientifiques de développer une approche globale et exhaustive permettant d'expliquer et de connaître la réalité, dans un effort persistant pour saisir de quoi est faite la réalité du monde, celle de l'Univers. C'est le cas de David Deutsch, professeur de physique à l'Université d'Oxford, pionnier de l'informatique quantique (Prix Paul Dirac), qui insiste, dans son livre « L'étoffe de la réalité », sur la pertinence et le sérieux de quatre grandes théories permettant d'aller en profondeur dans la structure profonde de la réalité :

1. L'information quantique impliquant les considérations d'univers parallèles dans l'interprétation de Hugh Everett.
2. La théorie du calcul informatique d'Alan Turing
3. La théorie de la connaissance de Karl Popper (l'épistémologie)
4. La théorie de l'évolution de Charles Darwin

Selon David Deutsch, et ce que j'en comprends, il y a quatre théories possédant un contenu utilitaire reconnu tout en ayant des implications qui

bouleversent et déstabilisent notre compréhension de l'Univers et le sens commun. Elles constituent quatre théories fondamentales intriquées les unes aux autres au point qu'aujourd'hui elles ne peuvent être comprises qu'ensemble. Elles pourraient devenir la première théorie du tout. Elles ont donc un rôle crucial dans le courant actuel et récent de l'histoire des sciences. Deutsch mentionne : « En effet, l'étoffe dont est faite la réalité n'est pas formée uniquement d'éléments réductionnistes, espace, temps, particules subatomiques : y contribuent aussi, par exemple, la vie, la pensée, le calcul. » (Deutsch, 1997, p. 35).

Ce que j'en retiens, c'est que pour l'auteur, la première théorie du tout qui verra le jour permettra d'aller plus loin, d'avancer plus en profondeur dans la compréhension globale du monde et à fortiori, de l'Univers. Je retiens que cela pourrait donc avoir aussi des répercussions dans les domaines de l'astrophysique et de la cosmologie.

« On a découvert qu'il existait entre les principes sur lesquels reposent ces quatre disciplines, sans rapport apparent entre elles, des connexions si fondamentales et si variées qu'il est impossible, à l'heure actuelle, de comprendre l'une d'entre elles, sans comprendre les trois autres. À elles quatre, elles forment un édifice explicatif cohérent, englobant une si grande partie de ce que nous comprenons du monde qu'on peut, à mon sens, déjà parler à leur propos de théorie du tout. »<sup>4</sup>

Dans ce sens, la mécanique quantique a conduit des chercheurs vers l'un des quatre fils, une théorie quantique qui se définit, selon David Deutsch, comme une théorie de la physique du multivers. Quant au multivers, sa définition est la suivante : « Ensemble de la réalité physique, comprenant un grand nombre

---

<sup>4</sup> *L'étoffe de la réalité*, 1997, Deutsch, p. 32-33.

d'univers parallèles. » (Deutsch, 1997, p. 64). Selon Deutsch, ces univers sont parallèles tout en ayant, entre autres, la caractéristique qu'au sein de chaque univers, les particules interagissent de la même façon que dans l'univers tangible. Un univers donné ne peut affecter les autres, sinon très légèrement.

Retenons que ce fil, celui de la théorie quantique, a aussi un impact sur la tendance à développer des ordinateurs de plus en plus puissants et miniaturisés, de telle sorte que cela recoupe également la théorie du calcul de Turing, allant jusqu'à influencer aussi le développement des calculs et l'utilisation des bases de données dans le domaine de l'astronomie. Je donne ces quelques exemples, afin de souligner le rôle fondamental et la portée d'une grande ampleur de la théorie de tout pour connaître la structure de la réalité, et ce, autant dans la poursuite du progrès scientifique que pour la recherche avancée en astronomie et en astrophysique touchant à la matière, à l'immensité, à l'âge et aux confins de l'Univers.

Concernant l'enjeu de la matière, il faut considérer qu'historiquement, entre 1905 et 1925, c'est une cosmologie relativiste qui prévalait, selon Jean-Phillipe Uzan. Elle permettait de décrire des modèles d'univers où la matière était représentée, mais de manière peu plausible. Vers la fin de cette période, le physicien Georges Lemaître (1896-1966) soulèvera des questions concernant le rôle des atomes et des soleils.

En 1922, les travaux du mathématicien et astronome Alexandre Friedmann et indépendamment, ceux de Lemaître, physicien théoricien et astronome,

délaisseront l'hypothèse d'un univers statique. Ils trouvèrent deux classes de solutions à l'équation d'Einstein avec le paramètre de courbure où  $K = +1$  et  $K = -1$ . Ces modèles dénommés Friedmann-Lemaître sont homogènes et isotropes et se rapportent aussi à la relativité. Ils proposent des solutions spécifiques ayant des caractéristiques essentielles et impliquent une tout autre dynamique. (Voir Annexe 1). Leurs modèles sont homogènes et isotropes. Un corps où des milieux peuvent s'avérer isotropes. Il en est ainsi de l'espace, dont les propriétés ne dépendent pas de la direction. Le contraire de l'isotropie est l'anisotropie, en désignant par exemple, un état, la qualité d'une substance anisotrope.

De plus, il faut noter que l'apport de la physique atomique et celui de la physique nucléaire se développaient au début des années 1930. Il fallait donc tenir compte des résultats qui en découlent pour établir de nouveaux modèles. Ce que Friedmann et Lemaître, pionniers à cet égard, réussirent à instaurer et expliciter, mathématiquement et en termes de physique et d'astrophysique :

« Ces modèles d'univers, dénommés **modèles standards** (ou **modèles de Friedmann-Lemaître**), sont évolutifs. Ils débutent par une singularité (un point singulier de densité infinie), ou **atome primitif** de Lemaître surnommé par dérision Big Bang dans les années 1950, et une phase d'expansion. Ils décrivent simplement la dynamique (mouvement) de la matière soumise exclusivement à sa propre gravitation. »<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> *Les sciences du ciel*, 1996, sous la direction de Pierre Léna, p. 286.

Ils furent reconnus comme étant les premiers à avoir fait cette découverte, une reconnaissance qu'on leur attribua une trentaine d'années plus tard. On remarque qu'il se dégage certaines caractéristiques concernant les modèles Friedmann-Lemaître : « Aux échelles considérées où l'Univers est homogène et isotrope, les galaxies et les amas de galaxies sont décrits par un fluide de densité  $\rho$  et de pression  $p$ . » (Les sciences du ciel, Léna P., 1996, p. 287). Cela indique l'importance de cette période cruciale d'où émerge un ensemble d'explications bouleversantes et de démonstrations originales, solides, concernant les modèles, dont une théorie qui allait permettre de passer de la cosmologie relativiste à la définition d'un autre modèle cosmologique. Ce qui mènera au modèle (cosmologique) du big-bang chaud. La théorie du Big Bang est une « théorie cosmologique décrivant un univers chaud et en expansion, lors des premiers instants après sa naissance. » (*La magie du cosmos*, Greene, 2004, p. 899).

### **3. L'art cinétique, de l'ère mécanique à l'ère électronique**

Au début des années 1920, les moteurs apparaissent dans les sculptures. C'est le cas avec un créateur d'avant-garde de cette époque, Laslo Moholy-Nagy. Il sera une des figures majeures de l'école d'art et de design du Bauhaus, de Berlin. Très tôt, il installera un moteur dans l'une de ses sculptures. L'ère mécanique et industrielle sera aussi célébrée avec force comme sujet, dans la peinture et dans la poésie et ce, dès 1909, par le mouvement du futurisme avec, notamment, Marinetti, Boccioni, Carra.

Cependant, si les sculptures motorisées sont apparues dès cette époque, c'est en 1948, aux États-Unis, que paraît le livre de Norbert Wiener, *Cybernétique et société*, traduit en 1951 en France. Wiener traitait et développait une théorie des machines contrôlées par ordinateur, visant à instaurer un système de communication entre deux ordinateurs et comment définir leur rôle dans la société. Fondateur de la cybernétique, ce chercheur féru de théories développant la science de la communication, connaissait les travaux précurseurs et les découvertes décisives sur les langages, le cryptage et l'encryptage d'Alan Turing (années 1934-1938 pour la machine de Turing), et les travaux théoriques ayant mené à la fabrication du premier ordinateur (1943-1946), le développement théorique du premier ordinateur, de même que les travaux sur le fonctionnement du cerveau et celui de l'ordinateur, par John Von Neumann (*Le cerveau et l'ordinateur*, 1957). L'art cinétique, comme courant artistique s'inspirera de la cybernétique et du mouvement artistique du constructivisme (Rotchenko, Moholy-Nagy) pour naître en 1951. Nicolas Schöffer sculpteur, en sera par ses écrits, le principal théoricien.

C'est à cette époque que naîtra la première sculpture robotisée, *CYSP 1* (1956), une œuvre programmée par ordinateur. De 1951 à 1975, les écrits théoriques de Nicolas Schöffer offriront les bases fondamentales de l'art cinétique. Ce courant artistique, fût caractérisé par un apport technologique important, entre autres, pour certains projets de l'artiste, impliquant la contribution d'ingénieurs-collaborateurs (ceux de la firme Philips pour certaines oeuvres de Schöffer). L'art cinétique se développait grâce aux techniques et notions théoriques du spatio-

dynamisme, du lumino-dynamisme et du chrono-dynamisme. Le livre de référence-phare pour découvrir l'évolution de ce mouvement dans le 20<sup>e</sup> siècle est L'art cinétique (1970), de Frank Popper, un historien de l'art de réputation internationale. On peut considérer que Popper contribua avec ce livre, à une meilleure définition et une plus grande compréhension de l'art cinétique.

#### **4. La sculpture cinétique, instrument de connaissance**

La sculpture cinétique me permet d'établir les liens entre théorie et pratique. Elle déblaie le terrain de la recherche. Elle me permet de comprendre, par sa mise en scène dans la vidéo, les rapports concrets issus de l'atelier de fabrication et les liens abstraits provenant des théories artistiques et scientifiques, et ce, pour mieux avancer dans l'analyse des phénomènes se rapportant à l'astronomie, l'astrophysique, la physique, l'esthétique et l'art. On peut la toucher, l'examiner de manière pratique et conviviale. Je la développe souvent à une échelle qui est quasiment celle d'une maquette. Cet instrument, devenu manipulable, transportable, opérationnel, s'avère un véhicule approprié et stimulant, vraiment passionnant, pour progresser sur le chemin des connaissances en art et en science. Il me permet de relever le défi de transposer et traduire, voire transmettre au spectateur par une forme filmique, le souci d'une esthétique des images technologiques. De même que la transmission des principes de certains phénomènes astronomiques ou d'astrophysique.

#### **5. Sur l'interaction entre art et science**

Je tiens compte de l'interaction entre art et science qui se manifeste plus spécifiquement dans la période 1917-1930. Du côté des sciences, c'est le cas pour des phénomènes comme la fuite des galaxies et les modèles du Big Bang. Mais plus largement, l'ensemble des 11 phénomènes répertoriés dans ma recherche furent compris, expliqués et clarifiés entre 1890 et 1990. Du côté des arts, les courants du futurisme, du constructivisme, et l'école du « Bauhaus », intégraient fortement les découvertes, les inventions et les avancées de l'ère industrielle (mécanique, électricité, antennes de communication, voitures, avions...) durant la période 1917-1930, et ce, autant dans la forme que dans le contenu de leurs propositions, que ce soit dans le design artistique et industriel, l'architecture des bâtiments, dans la peinture, le graphisme, la photographie, le film, etc.

## **6. Conclusion partielle**

Je m'inspire et circule sur les deux passerelles que sont l'histoire des sciences et l'histoire des arts, avec l'appui d'une méthodologie interdisciplinaire permettant d'identifier des éléments communs à la fois aux deux domaines de l'histoire, en faisant des lectures, des mises en relation, affinant ma compréhension issue de ces domaines afin de pouvoir créer artistiquement et transposer visuellement des phénomènes cosmiques.

Cet aller-retour intensifie les relations art-science. Il permet d'établir certaines correspondances d'éléments de savoir provenant de ces domaines et de poser des corrélations, de transférer certaines notions pertinentes vers un résultat final sous forme de vidéo. À mon avis, cela apporte globalement une dynamique

plus actuelle à mon travail. Il circule bien et beaucoup mieux en réseau. Je tente de préserver, au niveau du contenu, le caractère scientifique et poétique des phénomènes cosmiques présentés. En ce sens, je compte poursuivre l'approfondissement de ma recherche artistique tant au niveau de sa forme que de son contenu, dans le but de rendre mes productions plus dynamiques.

Ainsi, en m'appuyant sur l'utilisation d'une sculpture cinétique, mon projet de recherche s'inspire des mouvements cosmiques. Il se déploie par l'exploitation des matériaux abstraits que sont la lumière, l'espace et le temps, dans un effort d'interaction et de mise en relation de la sculpture cinétique avec des phénomènes relevant notamment de l'astrophysique. L'objet de recherche, porté par une liberté créatrice, stimulée par l'utilisation artistique de la métaphore, permet d'illustrer visuellement les phénomènes, afin de les saisir au niveau de leur dimension esthétique.

Je m'efforcerai également de transmettre, plus loin, en deuxième moitié du troisième chapitre, une définition d'un premier modèle théorique et quelques paramètres importants situés à une plus grande échelle, nous offrant ainsi, une vue plus globale, ce qui devrait aider, par la même occasion, à saisir davantage le fonctionnement des phénomènes dans l'Univers et ceux abordés dans la vidéo. En résumé : L'objet de ma recherche est de transposer en vidéo, par des métaphores, un certain nombre de phénomènes cosmiques, par des procédés de sculpture cinétique et des plans en animation. Je tiens à étancher ma soif de connaître et à cultiver l'amour des connaissances. Il m'apparaît essentiel d'exercer ma créativité tout en partageant les compétences au fil des collaborations, de

pratiquer l'entraide dans les processus (complexes) de réalisation. Comment traduire et transposer ces phénomènes astronomiques dans une démarche artistique avec une ampleur et un dynamisme dans la composition artistique ? Il faut imaginer des solutions.

## 7. Œuvres : Laszlo Moholy-Nagy et Nicolas Schöffer



Figure 1 - © László Moholy-Nagy's "Light Prop for an Electric Stage (Light-Space Modulator)" in Motion, 1930

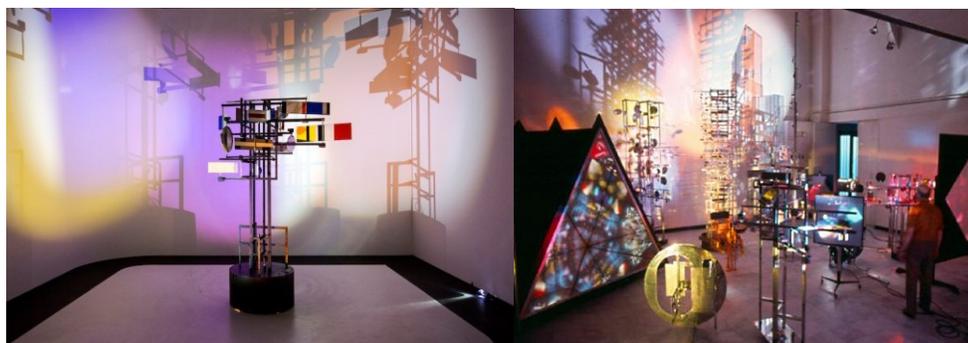


Figure 2 - © CYSP 1, Nicolas Schöffer, 1956

Figure 3 - © Les Tours & Sculptures Spatio-Lumino-Chronodynamiques de Nicolas Schöffer

## **Chapitre II : La sculpture cinétique**

Dans ce chapitre, je présente une description de mon intention de recherche. Il est question des progrès et du développement de mon travail au travers l'évolution de la sculpture cinétique. Par la suite, une section abordera l'ancrage artistique par la sculpture dynamique. Une autre traitera de la dynamique de l'espace, de la lumière et du temps. J'achèverai ce chapitre en présentant l'approche avant-gardiste de deux artistes : Laszlo Moholy-Nagy et Michael Snow.

### **1. Intention et problématique**

Mon intention de recherche a comme objectif de transmettre aux spectateurs des caractéristiques et des qualités visuelles de plusieurs des 11 phénomènes astronomiques mentionnés précédemment, tels que celui de la fuite des galaxies, ceux-ci étant positionnés à un point de convergence, entre art et science, en considérant l'évocation poétique. Tout en ayant une préoccupation pour l'esthétique au niveau du résultat final, un souci pour l'expression visuelle, de même qu'une attention pour traduire les concepts liés aux phénomènes.

Quant à la problématique de mon projet, elle se formule dans une recherche qui a comme objectif d'évoquer et d'analyser des phénomènes astronomiques, cosmiques, de les révéler sur le plan artistique par l'esthétique. Je tente de maintenir un lien, une référence sur le plan scientifique, par l'astrophysique et ainsi de les rapprocher dans un axe art/science. Ce qui m'amène à formuler plus spécifiquement la sous-question de recherche suivante : comment traduire et

transposer ces phénomènes scientifiques, astronomiques, aux niveaux poétique, sonore et visuel, avec une efficacité et une ampleur ainsi qu'un dynamisme dans la composition artistique? Pour y arriver, ma réponse consiste à créer une sculpture ayant des caractéristiques et des matériaux reliés à l'art cinétique. Lorsque combinée au dispositif de projecteur d'images sur l'objet, cela me permet d'obtenir un résultat actif, énergisant, d'une plus grande ampleur. Par cette approche, je m'efforce aussi de mettre l'accent sur l'utilisation en priorité des matériaux immatériels suivants : l'espace, la lumière, le temps. De plus, l'art cinétique se fonde sur le caractère changeant d'une œuvre, par l'utilisation du mouvement, des effets optiques. Il possède une adaptabilité au développement technologique et se réfère aussi à la science de la cybernétique. La cybernétique se définit comme suit : « Science constituée par l'ensemble des théories relatives au contrôle, à la régulation et à la communication dans l'être vivant et la machine » (Rey-Debove et Rey, 2014, 615). Cette science mettait l'accent sur l'information au sens de la physique et visait, par exemple, l'instauration d'un moyen de communication entre deux ordinateurs.

Schöffer, de son côté, souhaitait élaborer ses propres théories de l'art cinétique. Cela impliquait fondamentalement, de contrôler, manipuler des notions abstraites comme la lumière, l'espace ou le temps. Pour ce faire, Schöffer envisageait de programmer les mouvements d'une sculpture, mesurer l'espace, le temps, intégrer des projections multiples en simultané. Pour y arriver, il décida de s'appuyer directement, dès l'amorce de ses recherches, sur des travaux innovateurs qui apportaient des solutions en lien avec cette problématique. En

1948, ces théories avant-gardistes furent publiées dans le livre « Cybernetics : or Control and Communication in the animal and the machine » par Norbert Wiener. Ces travaux précurseurs feront de Wiener le fondateur de la science cybernétique. Une traduction simultanée de l'ouvrage, sortira à Paris.

Entre 1950 et 1952, Schöffer amorça sa réflexion théorique, soit environ deux ans après la publication des travaux de Wiener, inspiré par ces découvertes. Il les utilisera habilement face aux enjeux et défis concernant le développement de ses propres théories originales en art cinétique et pour des applications concrètes dans ses sculptures. Schöffer, artiste et théoricien, parvint à élaborer un lien concret, inédit dans l'art, celui entre cinétique et cybernétique, en créant la première sculpture robotisée. Indéniablement les plus avancés durant cette période, les travaux de Wiener portaient sur le développement de théories de la communication permettant le contrôle par des machines. Il les développa dans le but de réguler, de contrôler et de communiquer avec la machine et l'être humain à l'aide de la programmation par ordinateur.

## **2. Conjonction de progrès théoriques et expérimentaux**

Cette section présente des aspects techniques concernant l'élaboration de la sculpture cinétique en vue de la relier à des notions théoriques se rapportant à l'art cinétique. Concernant l'installation d'un dispositif dans la sculpture, cela implique de fixer une carte électronique et des bras exécutants, soit les « drives », dans le module «Télescope ». Il s'agit aussi de rentrer une programmation des vitesses et une composition des mouvements par ordinateur pour ses quatre

moteurs programmables. Cela me permettra d'actionner une caméra installée dans le module «Télescope», les deux miroirs rotatifs, ainsi qu'un objet géométrique, l'icosaèdre. Une autre caméra de type « Go Pro » sera actionnée par un moteur électrique. Enfin, un moteur de type « boule discothèque » actionnera le module « Télescope » en étant installé au-dessus de celui-ci, dans l'armature au plafond du studio. Ce qui fait un total de six moteurs pour ce module.

Ce dispositif est mis en place afin de créer une synergie rythmique produisant un continuum des mouvements cosmiques, au diapason d'un mouvement continu du « Télescope ». , appuyé par des vitesses programmées. J'apprécie la possibilité d'expérimenter avec une part d'intuition tout en faisant une place au hasard lors du tournage, par une variation de la source lumineuse des éclairages et en modulant la vitesse des faisceaux lumineux en fonction d'un angle d'incidence et d'un angle de réflexion dans les miroirs du module « Télescope ». Par la suite, j'essaierai de raccorder, à l'aide d'une dialectique du montage-images, deux plans opposés pour en faire émerger un troisième, devenu plus global, s'élevant à un niveau plus élevé. De cette manière, la rencontre de ces plans pourra générer, dans la scène suivante, un nouveau plan ou un plan-séquence s'élevant à un autre degré d'intensité.

Ces plans présenteront dès lors, quelques-uns des phénomènes cosmiques mis en relation par une esthétique technologique impliquant un « mapping » vidéo. Ce « mapping » se déploie sur l'objet, inonde, puis augmente la dimension artistique, dynamisée à son tour par la sculpture cinétique, concrète, alternant dans le plan suivant, avec des images virtuelles. La sculpture dynamique étant, au

sens de la théorie de Schöffer, constituée de formes ouvertes et de formes fermées. Un passage ouvrant sur l'interaction entre réel et virtuel.

Le besoin d'explorer, d'interroger, de disséquer le mouvement, l'irrésistible attrait pour l'utilisation de l'électronique ainsi qu'un vif intérêt, une passion pour les nouveaux matériaux que sont l'espace, le temps, la lumière me donnent l'occasion d'approfondir et de solidifier ma démarche dans ses fondements. C'est en visant un équilibre entre mon travail pratique et la réflexion théorique que je peux comprendre davantage comment s'articulent les diverses fonctions inhérentes à la sculpture dynamique, programmée et motorisée.

### **3. Ancrage artistique : la sculpture dynamique**

Nicolas Schöffer, sculpteur-théoricien, s'avère incontestablement une référence phare pour moi afin de poursuivre et d'aller plus loin dans l'élaboration de ma recherche. Cet artiste novateur a défini et développé les trois étapes de la sculpture dynamique dans ses écrits à partir de 1952. À la suite de ce travail théorique, il releva un ensemble de données et de faits par une approche phénoménologique. Il prendra acte des conséquences de l'avènement des techniques scientifiques sur l'ensemble des connaissances de l'homme.

Pour Schöffer, il faut tenir compte de notions de connaissances ouvertes, où l'indéterminé et l'incertitude prennent leur place dans des voies d'exploration et s'ouvrent sur des perspectives infinies parsemées de vérités multiples. « Le passage des formes fermées aux formes ouvertes constitue le grand événement de l'art moderne. Sans lui, il n'y aurait plus de possibilités de progression, c'est-à-

dire de vraie création artistique, laquelle est invention autant que création ». (*Le nouvel esprit artistique*, Schöffer, 1970, p. 23-24).

C'est dans ce sens que pour la fabrication de mes sculptures, j'ai choisi d'appliquer ce principe de formes fermées aux formes ouvertes autant pour le module du satellite que pour le module du télescope. Je visais une sorte de perméabilité, de transparence, ainsi qu'une interaction des modules de la sculpture en fonction des matériaux abstraits à utiliser : deux panneaux perforés aux formes ouvertes, constituant les ailes du satellite, une armature schématique, de forme ouverte, représentant le télescope.

La montée en force des sciences, notamment depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, leur présence grandissante, venant aussi avec certains dangers au sens physique et spirituel, impose de grands chambardements dans le monde. Schöffer constate que leur importance surpasse celle des arts.

L'accélération qui découla de l'accroissement de la vitesse de l'évolution de l'ensemble de la société fût établie par rapport à la durée de la vie humaine. À partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, les rapports subissent un décalage au profit de la vitesse de l'évolution générale. Relevant ces faits, Schöffer estima que cela pouvait mener à une fusion de l'homme dans le complexe universel. Ce dernier étant considéré comme un ensemble comprenant plusieurs phénomènes comme celui de la dématérialisation, l'introduction de la programmation dans la sculpture, dans la vie urbaine, dans l'environnement et l'architecture, suscitant ainsi l'émergence d'une nouvelle entité sociale universelle. Ainsi, on se retrouverait avec une accélération

fulgurante et on atteindrait de façon imminente, une phase de rupture avec le passé.

Dans cette ère bouleversée, l'art peut s'attaquer à définir une synthèse, estime Schöffer, sur le plan conceptuel et sur le plan social. L'apport des transformations techniques représente un tremplin que l'artiste doit utiliser pour assimiler et acquérir de nouvelles connaissances. L'électronique s'avère l'un des moyens les plus pertinents dans cette phase que nous vivons. Et l'on peut résoudre les problèmes et les complications qui y sont associés, dont ceux d'ordre matériel.

Aujourd'hui, pour réaliser un projet, l'artiste n'est pas en mesure de tout faire seul. Devant des enjeux et des champs de création de plus en plus complexes, il est important de quitter l'isolement et de combiner plus d'une discipline tout en collaborant avec d'autres artistes et des techniciens qui ont, eux aussi, leur bagage de connaissance.

Pour ce créateur visionnaire, la base de toute existence est dualiste. Pensons, par exemple au positif et au négatif. À l'origine de ces antinomies, il y a le néant et l'énergie absolue. Dès qu'il y a énergie, il y a dynamique. C'est ainsi que Schöffer en vient à développer un schéma théorique de développement.

« Si au départ, il y a inertie ou saturation d'un côté et énergie de l'autre, cette dernière, par sa nature dynamique, est entrée dans sa phase évolutive, agissante, pour aboutir enfin à la saturation. Comme l'énergie ne se perd pas, sa saturation a été une transfusion dans un élément inerte, opposé qui, au fur et à mesure de la saturation de l'énergie, la recueillait. C'est ainsi que positif est devenu négatif et vice et versa. C'est ce processus originel qui, se développant, a créé le complexe phénoménologique actuel, où des multitudes de

phénomènes antagonistes absorbent de l'énergie contraire et la transforment pour la céder à nouveau. »<sup>6</sup>

Ainsi, il n'y a pas d'augmentation énergétique dans la nomenclature universelle selon Schöffer, mais uniquement des subdivisions constantes et une mutation continue où la structuration temporelle prédomine sur l'extension et la structuration spatiale. De plus, les œuvres ayant une structuration temporelle ont de meilleures possibilités pour durer. Le temps est même le facteur dominant la condition vitale de leur existence.

L'élément temps détient une virtualité quasiment illimitée. En l'absence de cet élément, Schöffer estime qu'un manque de structuration temporelle a pu accabler les arts plastiques. Deux solutions sont apparues pour introduire le temps : une solution cinématographique et une solution chrono-dynamique. La solution cinématique, la première, apporte l'enregistrement sur pellicule de suites d'images mouvantes, ce qui donne une solution nouvelle comparativement aux techniques classiques de la peinture. C'est une technique parente avec la technique musicale, où l'on retrouve une phase d'exécution et une phase de création, ce qui implique, d'après Schöffer, une prédétermination temporelle.

#### **4. Dynamique de l'espace, de la lumière et du temps**

Le spatio-dynamisme arrive à un moment propice, sur le plan pratique dans les sculptures de Schöffer, dès 1948. Il se développe au niveau théorique dans ses

---

<sup>6</sup>*Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 28-29.

écrits s'échelonnant de 1950-1952 jusqu'en 1956. S'inspirant de la cybernétique, l'art cinétique naît avec ces premiers jalons et paramètres innovants.

« La sculpture spatio-dynamique est créée d'abord par une ossature, qui a pour rôle de circonscrire et de capter une fraction de l'espace et de déterminer le rythme de l'œuvre. Sur cette ossature, se dresse un autre rythme dû aux éléments plans ou aux volumes effilés ou transparents qui servent de contrepoids et donnent à l'espace capté toutes ses possibilités énergétiques et dynamiques. Ainsi, la sculpture devient une œuvre aérée, transparente et pénétrable de tous côtés, réalisant un rythme par des proportions, avec la clarté logique d'une structure rationnelle qui en résume et en amplifie les possibilités esthétiques et dynamiques. Son rayonnement n'a pas de limites,... »<sup>7</sup>

Son travail va s'ouvrir sur une nouvelle ère, avec l'introduction du second matériau, la lumière, notamment avec la sculpture « CYSP 1 » (1956). Il s'agit d'une sculpture programmée par ordinateur se déplaçant seule dans une salle d'exposition, effectuant une danse avec une danseuse contemporaine.

Le spatio-dynamisme conduit vers un dépassement de la matière, comme le fait la physique moderne. La dimension esthétique de cette sculpture devient partie intégrante d'un fait énergétique. L'introduction de substances énergétiques, pour Schöffer, soutient la naissance de cet état énergétique. Des éléments réacteurs forment des mécanismes adaptés vers des buts esthétiques et en fonction de ceux-ci. Pensons aux commandes électroniques alimentées par des batteries qui actionnent également des moteurs électriques. Ce qui permet de générer de la traction, la direction, et l'animation.

---

<sup>7</sup>*Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 33.

« Pour le fonctionnement d'un tel ensemble complexe, il faut de l'énergie électrique emmagasinée dans ces accumulateurs. L'ensemble mis en marche peut provoquer ainsi des phénomènes énergico-esthétiques d'importance capitale, puisqu'il s'agit en somme d'une transmutation de l'énergie réelle en énergie créatrice. »<sup>8</sup>

Le spatio-dynamisme, selon Schöffer, tend vers un modelage de l'espace absolu et va au-delà des volumes, des pleins et des vides. Au-delà d'un complexe d'angles droits devenant un foisonnement d'angles aigus variant avec la position du spectateur, évitant toute répétition, le rapport en profondeur change même dans la structure inanimée. Le déplacement constant de l'angle de vue et la transparence qui engendre des changements de rapports proportionnels contribuent fortement à l'effet dynamique de la sculpture. Cette sculpture spatio-dynamique est déjà prédisposée pour être animée.

Le spatio-dynamisme est la première étape des recherches à couper les liens avec le passé, même récent, estime Schöffer. Le but de la sculpture est essentiellement relié à l'énergie et à la mesure plutôt qu'aux biens matériels.

« Il faut y ajouter, en ce qui concerne les problèmes optiques et stroboscopiques, l'utilisation des éléments en rotation, à vitesse variable, possédant une surface réfléchissante, incolore d'un côté et polychrome de l'autre. Mus à une certaine vitesse, ils produisent l'effet stroboscopique, donnant une sensation de dématérialisation. »<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup>*Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 35.

<sup>9</sup>*Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 35-36.

L'audace de ce pionnier se retrouve également dans l'utilisation de surfaces réfléchissantes en rotation permettant de capter des émissions lumineuses et colorées, ces émissions étant renvoyées dans un grand rayon d'action, ce qui augmentera énormément le champ spatial de la sculpture.

À ce stade, Schöffer utilisera les fruits de ses recherches vers des développements inédits, par l'utilisation de la lumière, qu'il appellera le lumino-dynamisme, qui peut se définir ainsi :

« ...toute surface délimitée et différenciée en nombre de lux, c'est-à-dire chargée de luminosité, possède une force attractive qui accuse le rythme des structures. La lumière, colorée ou non, pénètre à travers l'œuvre spatio-dynamique et engendre, en éclairant les structures, les surfaces opaques ou translucides, des développements plastiques qui libèrent un immense potentiel de valeurs esthétiques, douées d'une énergie considérable et d'un grand pouvoir de pénétration sensoriel. »<sup>10</sup>

On peut considérer, par exemple, que l'utilisation accrue d'éléments provenant d'un matériau comme le verre pourrait augmenter la qualité de réception de la lumière et augmenter les possibilités d'effets optiques à travers la sculpture.

« Le lumino-dynamisme est donc l'exploitation d'une surface ou d'une fraction d'espace de grandeur quelconque, où sont développés des éléments plastiques et dynamiques, colorés ou non par des mouvements réels ou factices (illusions d'optique). Réfléchi sur une surface, ce développement s'accompagne d'un accroissement lumineux par rapport au milieu ambiant, produisant une différenciation énergétique mesurable en nombre de lux. S'il se produit dans l'espace, la lumière pénètre et traverse la sculpture spatio-dynamique en augmentant sa luminosité, et fait naître de plus sur toute surface, opaque ou translucide placée devant la sculpture, un développement

---

<sup>10</sup> *Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 37.

supplémentaire, plastique et lumineux, associant ainsi deux visions différentes, mais condensées chacune à un autre degré. »<sup>11</sup>

Pour susciter une condensation lumineuse et obtenir une différenciation entre la surface ou l'espace et son milieu, on doit recourir à une source lumineuse. Son intensité peut varier selon les dimensions de la surface ou de l'espace. Il est également possible d'utiliser la lumière naturelle (solaire), que l'on captera et dirigera.

Le lumino-dynamisme englobe les recherches et techniques artistiques utilisant la lumière condensée et projetée sur des surfaces opaques ou translucide, ou dans un espace suffisamment opaque pour provoquer un déroulement visuel à contenu esthétique. Les projections de type cinématique en lien avec la technique cinématographique, sont prédéterminées au niveau visuel et au niveau temporel.

Le lumino-dynamisme résulte du spatio-dynamisme. Il provoque la rupture technique et conceptuelle, maintient l'analyse du mouvement, débouche sur une synthèse entre les médiums que sont la sculpture, la peinture, la cinématique et la musique. Pour cette dimension, j'ai décidé d'élaborer, dès le début du travail, la mise en place d'un concept de formes ouvertes et de formes fermées, aménagé dans les modules pour une plus grande qualité réceptive à la lumière.

Dans la période de l'après-guerre, on entre ainsi, dans une phase d'évolution inédite. Dans l'art cinétique, selon Schöffer, le temps devient le nouveau matériau

---

<sup>11</sup>*Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 37.

primordial à élaborer : développer une architecture temporelle ou, de préférence, un processus organisant une dimension intemporelle du temps.

Il parvient à définir l'œuvre chrono-dynamique. Elle est, selon l'expression de Schöffer, une « discontinuité continue ». Elle est faite de visions multiples, de rythmes continuellement variés, mais avec une structure de base toujours déterminée par l'esprit de décision et la volonté du créateur. La combinaison d'éléments par des rapports prédéterminés s'avère modifiable dans l'espace et dans le temps. Le sens esthétique révèle des aspects successifs en nombre infini et imprévisible. Dans le déroulement de l'œuvre chrono-dynamique, le hasard s'immisce à travers le temps et prend un rôle d'agent catalyseur. De cette manière, une certitude structurée déclenche des incertitudes auxquelles elle attribue des qualités proportionnelles.

« Le hasard peut être « dirigé » par l'action des divers agents naturels (météorologie, ambiance des foules, etc.) qui interviennent pour choisir un rythme dont les variations sont prédéterminées à divers degrés grâce à la cybernétique ou aussi par l'action direct d'un interprète (musciscope, luminoscope, œuvre d'art spatio-dynamique multi-phasée). »<sup>12</sup>

Je retiens que c'est par sa structure de base qu'une œuvre d'art cinétique est qualitativement déterminée et déterminante. Toutefois, dans ma propre production, j'essaie de rester ouvert à la spontanéité de l'intuition, notamment lors du tournage, malgré la structure de base pré-déterminée de mon dispositif installé en studio.

---

<sup>12</sup> *Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p.41.

Ensuite, s'ouvrant aux possibilités des effets créatifs, la multiplication temporelle de l'œuvre s'effectue par une catalyse, c'est-à-dire par une modification d'éléments de la sculpture. On peut prendre l'exemple de l'effet de radiations projetées par un flux de lumière sur la sculpture. La catalyse contient les facteurs composants qui entrent en interaction dans le sens où l'organisation de ces facteurs peut générer une intensification du déploiement lumineux. Selon moi, l'utilisation d'un tel déploiement peut aussi impliquer les phénomènes suivants : une diffraction (qui implique une déviation des rayons lumineux), une polarisation (qui implique une dissymétrie par rapport à la direction de propagation des radiations), une réflexion (qui implique un changement de direction des ondes lumineuses) ou une réfraction de la lumière (qui implique la déviation d'un rayon lumineux franchissant la surface de séparation de deux milieux), au travers les matériaux de la sculpture cinétique et son environnement.

Selon Schöffler, seule l'organisation peut produire un désordre intéressant et de qualité. La phase initiale des recherches comporte une valeur que ne possède pas la phase finale. Mais il importe de comprendre le rôle du désordre en tant que facteur indéterminé et des multiples ouvertures qu'il offre dans une perspective de création.

Quant au mécanisme de création pour une œuvre chrono-dynamique, elle est composée de deux phases. La première est une phase éliminatoire, alors que la deuxième est de type combinatoire. Pour ces deux phases, le choix et l'élimination contribuent au second degré. À priori, il y a un certain nombre d'indéterminismes dans lesquels on doit choisir et éliminer. Après ce choix, les anamorphoses

interviennent pour le rendre davantage imprévu, ce qui augmente le degré de liberté de création.

L'anamorphose permet de multiplier l'objet tout en préservant la valeur propre de l'œuvre. Elle s'avère un levier d'une grande puissance pour décupler les leviers énergétiques. Dans la deuxième phase, appelée combinatoire, les indéterminismes et les anamorphoses interviennent dans une étape ultérieure étant donné que plus la construction est rigoureuse, plus il est envisageable, par le biais d'indéterminismes, d'amener cette structure vers d'autres possibilités, riches en résultats aux niveaux visuel ou sonore.

Dans l'approche de Schöffers, on peut même intervertir les phases éliminatoires ou combinatoires en ajoutant d'autres phases, ce qui fait que le processus de création s'ouvre sur son mécanisme intime. Ce faisant on crée dans le processus de création. L'œuvre implique un résultat, contient le hasard du choix, tout en étant sur le plan esthétique, prédéterminée.

Elle devient une œuvre ouverte où il devient intéressant et pertinent d'avoir une prise sur le temps. Cela permet de créer une qualité où la forme est expansive, comportant de multiples facettes. Le fait de créer dans la création dépasse désormais le but d'un résultat final dans une œuvre figée et atemporelle.

« L'œuvre se multi-phase ou se déphase, découvre ses richesses dans des ensembles complexes ou par des particules isolées, mais toujours signifiantes; elle valorise et revalorise constamment l'initiative

conceptuelle. L'artiste ne crée plus une œuvre ou plusieurs œuvres, mais il crée la création. »<sup>13</sup>

Sous ces aspects, je suis d'accord avec la vision avant-gardiste de ce créateur. Ma propre recherche se transporte vers l'utilisation des matériaux abstraits que sont l'espace, la lumière, le temps ainsi que l'idée. Dans cette perspective, j'ai parfois appliqué un dédoublement avec un jeu de transparence de la forme sculpturale, selon la notion cinétique liée au temps. Pour ce faire, j'ai inséré lors du montage, un effet léger de phasage-déphasage mesuré en fractions de secondes. Cela a produit des combinaisons de rythmes variés dans ma sculpture cinétique en mouvement. Elle prenait alors une dimension chronodynamique. Enfin, selon Schöffer, le problème va bien au-delà du défi consistant à créer un objet. Il estime que l'on doit faire face à un véritable enjeu : celui de créer des programmes.

## **5. Photographie/cinéma: Laszlo Moholy-Nagy et Michael Snow**

Laszlo Moholy-Nagy, représentant de l'école du Bauhaus, a écrit un scénario, « Dynamique d'une grande ville » en 1921-1922, pour un film documentaire expérimental, non réalisé. Ce document m'a inspiré pour développer la structure et l'ébauche de mon scénario « Analyse de phénomènes cosmiques ». Rappelons que Moholy-Nagy était non seulement co-directeur et professeur au Bauhaus de Berlin mais aussi photographe et sculpteur ayant mené un travail de recherche très avant-gardiste dès le début des années 1920. Son concept de

---

<sup>13</sup> *Le nouvel esprit artistique*, Schöffer N., 1970, p. 45-46.

sculpture développé en tant que modulateur lumière-espace a marqué l'histoire de l'art.

Sur les possibilités de l'appareil photographique, un instrument utilisé en art et en science, ce créateur m'a inspiré et influencé. Il relevait et soulignait l'importance de la vision notamment celles-ci : la vision abstraite au niveau du photogramme; la vision exacte au niveau du reportage (documentaire photographique ou cinématographique); la vision rapide pour les instantanés et les images stroboscopiques; la vision lente pour la fixation du mouvement, la vision intensifiée telle que la radiographie par rayon x; la vision simultanée par exposition multiple et photomontage; la vision déformée par déformations optiques et manipulations. Selon l'artiste, ces visions permettent de dévoiler la réalité objective du monde matériel, une réalité ouverte sur le monde du fantastique, du rêve, et du surréel.

Michael Snow, artiste canadien, avec ses films « Wavelength » (1967), et « La région centrale » (1971), s'inscrit dans le premier courant de l'art conceptuel situé historiquement entre 1967 et 1973. Son film « La région centrale », expérimental, 180 minutes, fut tourné au nord de Sept-Îles. Il s'installa en pleine nature, sur le sommet d'une montagne, la nature étant le sujet unique, avec une caméra multiaxiale, spécifiquement fabriquée en collaboration avec un ingénieur pour les besoins du film. Pour moi, ce film constitue une référence phare.



Figure 4 - © *La région centrale*, film de Michael Snow 1970-1971



Figure 5 - © Michael Snow et la caméra multiaxiale Sur le site de tournage, au nord de Sept-Îles

Dans ce long-métrage, j'ai relevé une quinzaine de mouvements originaux de la caméra. Les trajectoires prennent l'allure de plis spatio-temporels pour créer une série de mouvements cosmiques, un sommet du cinéma expérimental et conceptuel où la matière brute et sauvage des grands espaces est exempte de toute présence humaine. 1. Une trajectoire en dôme, 180 degrés, de droite à gauche. 2. Une trajectoire en dôme de gauche à droite (sol/ciel). 3. Une spirale, 360 degrés, allant du sol pour parcourir les parois rocheuses, et montée jusqu'au ciel. 4. Un quasi quadrilobe terre/ciel avec la caméra au centre. 5. Une ellipse. 6. Des lobes plus courts et plus rapides, toujours avec la caméra au centre sur la montagne. 7. Une autre ellipse, mais avec une ligne d'horizon aux deux tiers de la hauteur du cadre de l'image. 8. Un mouvement spiralé, avec un repli sur 90 degrés, pour une sortie en haut à gauche de l'image. 9. Un mouvement courbe avec repli vers la droite (vue de la terre), pour ensuite effectuer un lobe vers le ciel. 10. Courbe-travelling gauche-droite, avec terre et ciel à l'horizon. 11. Onde sinusoïdale (avec un plissement, une courbure en continu). 12. Balayage Terre/ciel de haut en bas, avec paysage en position verticale. 13. Mouvement en dent de scie, fait de plis et replis, de gauche à droite. 14. Balayage vertical de haut

en bas, mais avec terre et ciel en position inversées. 15. Courbe-travelling droite-gauche, avec ciel et terre à l'horizon.

Revenons sur l'importance de l'enjeu, soulevé par Schöffler, consistant à créer des programmes. Aujourd'hui, une sculpture dotée de caractéristiques se référant, entre autres, au modulateur de lumière-espace peut décupler ses possibilités expressives et s'enrichir en intégrant de la programmation. Tout s'accélère aujourd'hui, de telle sorte que plusieurs procédés dans de nombreux domaines, dont celui de l'art impliquent le défi d'être imaginatif au niveau de la création. D'où l'importance également, selon moi, de maintenir un esprit créatif, ouvert, à l'affût des innovations technologiques par exemple, en ce qui a trait aux possibilités de la composition de type séquentiel, elle-même enrichie par l'utilisation de logiciels de création. Des avenues qui s'avèrent potentiellement riches d'une créativité augmentée découlant de l'utilisation de programmes informatiques.

Comment suis-je arrivé à mon but consistant à réaliser un tel projet de création? C'est notamment en cultivant avec persistance mon inclination pour la recherche, un souci de connaître, de développer et appliquer des procédés. Cela m'a stimulé constamment pour relever un défi d'une certaine ampleur qui impliquait trois productions.

Cependant, il faut rester vigilant en gardant notre esprit critique, étant donné que les procédés deviennent plus abstraits et peuvent même impliquer des étapes insérées au niveau de l'automatisation. À mon avis, il en découle de plus en plus

une part accrue de dématérialisation. Pourrons-nous maintenir dans un contexte de production accélérée dans la société, une recherche de l'équilibre personnel et une forme d'épanouissement au plan humain, sur les sentiers de la création ?

Les sentiers de la création sont indispensables à l'épanouissement de l'individu. Je souhaite qu'une fascination émerge dans l'état d'esprit du spectateur, si tant est que certaines de mes séquences filmées puissent révéler ou faire naître une énergie positive et un intérêt pour les phénomènes astronomiques. Je tente de faire émerger une dynamique, une force créatrice de mes images pouvant rejoindre une curiosité intellectuelle chez le spectateur et amorcer l'éveil de la spontanéité de son intuition. Je veux amener le spectateur à une prise de conscience de ses propres potentialités : qu'il s'avère possible pour lui de cheminer et progresser sur les sentiers de la création en tant que créateur.

Nous sommes confrontés à l'accélération croissante des techniques, des technologies et des savoirs scientifiques exigés. Je crois qu'il faut aiguïser une pensée visant à prioriser l'idée à la base d'un projet artistique. Il faut le faire en ayant une réflexion plus calibrée et un esprit critique à l'égard de celui-ci. Du même souffle, on contribuera au développement de l'individu créatif. Il importe d'exercer nos talents, notre créativité, dans une société davantage progressiste et de favoriser des formes de développement plus harmonieux pour l'être humain aspirant au bonheur.

## Chapitre III : La vidéo

Dans ce dernier chapitre, je fais une description de ma production vidéo, pour ensuite aborder la transformation décisive de l'objet sculptural. J'enchaîne ensuite avec mon processus créatif, de même qu'une description de plans de la vidéo impliquant la sculpture. Je poursuis avec le son et la musique de création, de même que le sens et l'expérience esthétique du projet. Je reviens brièvement sur l'ancrage de la sculpture. Je propose une description de plans impliquant des phénomènes cosmiques, pour finir avec un survol du premier modèle du Big Bang.

### 1. Description de la vidéo *Horizons cosmiques*

La vidéo *Horizons cosmiques* s'ouvre en introduction, sur l'immensité, suivie en deuxième plan d'ouverture, d'un lancement d'objets géométriques en survol au-dessus de l'eau; des objets que l'on retrouvera ponctuellement lors d'une exploration cosmique dans l'Univers. Et cela, avec l'appui d'une sculpture cinétique développée, mise en mouvement et positionnée de manière à permettre la captation d'effets par expérimentation en studio de tournage. Mon but pour cette vidéo consiste à développer et mettre en place une représentation schématique, artistique, celle d'un satellite et d'un télescope, afin qu'ils deviennent deux instruments utilisés en tant que véhicules de captation d'effets artistiques, d'information documentaire, d'expérimentations spatiales, d'explorations lumineuses autant que chrono-dynamiques. Ces deux modules en mouvement, au cœur de l'action, captés entièrement lors d'un tournage en direct dans un studio, alternent avec des plans en animation.

Je tente de maintenir, autant que possible, un mince fil narratif concernant l'idée-force d'une exploration dans l'Univers. Toutefois, cette vidéo reste avant tout ouverte, réceptive dans son traitement, à l'expérimentation visuelle. C'est par cette approche que j'aborde et expérimente l'utilisation du logiciel Ultrafractal, la projection vidéo, les surimpressions au montage et les éclairages en boucles chromatiques. Dans cette vidéo, les modules deviennent instruments d'explorations. Ils tournent, ne s'arrêtent jamais, repérant puis éventuellement allant à la rencontre des phénomènes dans l'Univers afin d'apporter un éclairage, de faire vivre une expérience artistique et de susciter une étincelle de curiosité dans les yeux et l'esprit du spectateur.

On retrouve dans la vidéo, des caractéristiques d'ordres esthétique et scientifique, se rapportant à quelques-uns de ces phénomènes astronomiques reliés à l'astrophysique dans l'Univers. C'est par un travail d'intégration que j'arrive à illustrer ces phénomènes en animation 2D/3D. La vidéo a, dans sa forme et son approche globale, une ligne directrice soucieuse d'un travail d'intégration des notions fondamentales : la lumière, l'espace et le temps. Cela me permet d'entrevoir certaines structures de l'Univers tout en imaginant un horizon cosmique.

## **2. L'objet sculptural devient sculpture cinématique**

Pour moi, l'objet sculptural choisi devrait pouvoir se transformer en objet propice à lancer la recherche portant, au départ, sur les mouvements et ultérieurement sur la lumière, l'espace et le temps. L'armature formelle, plutôt

statique au départ, est mesurée et jaugée par rapport à ses proportions, son design et son esthétique. Ce que je développe à ce stade initial est une étape importante, mais je dois prévoir, d'ores et déjà, que l'armature de l'objet recevra un réseau de fils et de connectivité réparti à travers sa structure.

Ainsi, au deuxième stade, je planifie mon travail autant que possible en fonction de la répartition et de l'emplacement d'un ensemble d'équipements et de pièces provenant des domaines électroniques et électriques, qui devront s'intégrer à l'armature de l'objet sculptural, amenant à sa transformation. C'est le cas avec l'installation et la préparation de cartes électroniques tenant lieu de cerveau, des «drives », sorte d'exécutants, des batteries, des moteurs programmables et des fils reliés, parfois soudés, toujours selon une logique de programmation. Et ce, afin de mettre en place un réseau de connexions offrant un contrôle sur la sculpture cinétique.

Ce réseau, une fois constitué et opérationnel, procure à la sculpture de nouvelles capacités et des caractéristiques inédites, réellement dynamiques, selon moi. L'objet sculptural pourra ainsi relever le défi d'être une sculpture en mouvement ayant des propriétés cinétiques, véritable sujet filmique en action, prêt à relever les défis du tournage pour atteindre mes objectifs. Deux moteurs électriques assez puissants, non programmables, seront installés au-dessus, sur une plaque fixée aux structures métalliques du plafond d'un studio, pour l'étape du tournage. Ils mettront en marche les dispositifs motorisés faisant tourner les modules. La sculpture cinétique engagée sur un mode évolutif, exploratoire, devient réceptive, avec des potentialités innovantes, en prévision d'un tournage

réparti sur trois journées. Elle pourra s'activer au cœur de ce tournage, déployer ses caractéristiques afin de me permettre d'étudier et, si possible, d'analyser l'espace, la lumière, le temps, tout en apportant des potentialités d'émotions.

À la base, l'idée principale, directrice, de mon scénario, aidée de l'objet sculptural que j'ai fabriqué, devrait nous amener, comme spectateur, au niveau de la perception, vers une saisie globale, surtout visuelle, des phénomènes dans l'Univers. Pour ma part, c'est en prenant une initiative; soit la décision d'inscrire étroitement dans le processus créatif, en tant que sujet principal en action, les deux modules de captation, dans un mouvement continu dans la vidéo. Ces modules sont mieux définis au niveau de leurs emplacements et de leurs trajectoires, en étant réajustés en fonction de l'éclairage, selon les besoins et à l'aide de la direction photo, suivant le mouvement et la progression de la sculpture cinétique. Les modules tentent de tenir le rôle d'une représentation instrumentale à valeur autant artistique que scientifique. Avec cette nouvelle étape complétée, les deux parties occupent désormais un rôle central et une fonction névralgique en prévision du tournage, puisqu'elles passeront à l'étape d'être un sujet filmique calibré dans la vidéo.

Je souligne que pour un tel rôle fondamental, avec l'ambition d'aller à la rencontre de phénomènes cosmiques, il est très important que la sculpture cinétique puisse incarner un dynamisme cinétique, optimal. Pour ce faire, elle doit s'élancer en offrant un mouvement de déphasage suivi d'un synchronisme dans une sorte de ballet, de chorégraphie, en prenant la forme de deux modules : 1. Le « Télescope spatial/terrestre KG », consistant en une sculpture dotée d'une

structure géométrique, dont une photo est disponible (voir annexe 7), et 2. Le « Satellite MGS 1994 », (voir Annexe 6) qui est une sculpture offrant une représentation réaliste d'un satellite. L'objet sculptural, dans sa définition et sa dimension plus classique ou statique, est appelé à se métamorphoser, s'actualiser par l'intégration de composantes technologiques. La sculpture s'avère, à ce stade, en mesure d'être un capteur, voire un intégrateur, tel un allié du dispositif de projection, pouvant révéler des potentialités lumineuses afin de scruter, décortiquer, relayer certains éléments du cosmos au spectateur. Comme deux modules signalant l'idée et l'objet de la recherche : établir des correspondances entre espace, temps, mouvement et lumière. Donc, en s'approchant des phénomènes astronomiques, lors de cette exploration de l'Univers.

### **3. Le processus créatif, motivation et passion**

Le processus créatif, à mon sens, peut tenir compte judicieusement d'une méthode expérimentale, dans la mesure où cela éclaire et permet une compréhension ou la découverte d'un phénomène. Mais il importe de distinguer l'idée, l'hypothèse, l'expérience, les faits et les données factuelles recueillies, de même que l'objectif. Il faut questionner à chaque étape d'une manière conséquente. Bref, il importe de choisir une méthode appropriée, de choisir un certain ordre et une direction appropriée, à savoir si par exemple, l'idée que l'on priorise doit précéder l'expérience.

J'ajouterai également, en tant que créateur, qu'il faut rester ouvert d'esprit en étant prêt à tirer profit d'un hasard, par exemple lors d'un tournage. Qu'il

s'agisse d'une idée originale qui survient inopinément ou d'un accident de parcours intéressant, tout en gardant en tête une méthode expérimentale bien établie et orientée rigoureusement sur les sentiers de la création. Il faut être disposé à faire une place à la liberté de création, tout en gardant la structure essentielle de la méthodologie que l'on a développée et le plan général que l'on a mis en place. L'utilisation de l'imagination est donc de la plus grande importance. Ce qui n'empêche pas de respecter l'ensemble des étapes établies pour la recherche.

Parallèlement, l'élaboration du travail pratique au centre du processus créatif, artistique, tient compte de l'utilisation des composantes de la mécanique (les moteurs), de l'électricité (fils, connexions) et de l'électronique (cartes électroniques, programmation). L'utilisation de ces éléments, les aspects techniques et les instruments, témoigne de l'émergence et de la prolifération des technologies modernes au XXI<sup>e</sup> siècle.

Les modules, lors du tournage, sont deux entités qui s'activent, s'intensifient au travers des expérimentations ciblant les variations de vitesses, les jeux de lumières, les variations dynamiques de l'espace, et les mouvements d'un ballet cosmique. Cela me donne l'espoir d'aller vers un élargissement, de même qu'un approfondissement de mes connaissances sur l'Univers, sans oublier de vivre et partager pleinement une expérience d'ordres esthétique et cosmique avec l'équipe, et ceux qui visionneront la vidéo. Passionnants, fascinants, ces outils dynamiques que je peux optimiser, faire progresser au niveau de la fabrication, ont donc déjà une place unique à mes yeux. Ils peuvent notamment prolonger et schématiser la panoplie des équipements et instruments que l'on retrouve dans les

observatoires astronomiques, faisant en sorte que les modules s'avèrent tout désignés pour des mises à jour de leurs composantes (« work in progress ») pour leurs capacités, tant au niveau de la prouesse que pour l'identification de données observationnelles, ou pour la captation d'images et de son dans le film vidéo. Parallèlement, ma motivation ne s'en trouve que davantage augmentée.

Ces sculptures technologiques possèdent des caractéristiques et des qualités pour susciter ma curiosité, ma soif de découvertes et entretenir ma passion pour ce type de recherche. Il est possible de poser les modules en équilibre, en tant que moyen transmetteur, dans un rôle stratégique, sous l'angle d'une perspective de rapprochement entre art et science, soit pour exécuter un ballet cosmique, artistique, ou pour amener le spectateur vers un aspect historique ou poétique. Le choix de construire une réplique de satellite et celle d'un télescope ayant schématiquement le profil d'instruments scientifiques et simultanément des caractéristiques artistiques devient à mes yeux un véritable ancrage; et ce, afin de transposer les éléments de la recherche théorique entre art et science. Un ancrage que, plus largement, je qualifierais d'artistique, historique et scientifique.

Je m'appuie aussi sur une méthode de type expérimental. Ma recherche s'active dès lors, avec un moteur unique, l'histoire des sciences et l'histoire de l'art me permettant d'alimenter une exploration programmée, électronique, électrifiée. Une approche appuyée, en arrière-plan, par quelques éléments décisifs, informationnels, relevant du documentaire et, ponctuellement, d'un matériau de

type astrophotographique. Au cœur de l'aventure, le contenu de la vidéo vise donc à appréhender visuellement les phénomènes dans l'Univers.

Et ce, par l'insertion d'un sujet principal en action, c'est-à-dire une sculpture cinétique, constituée de deux modules de captation en mouvement continu, à la recherche de ces phénomènes et d'une ligne d'horizon cosmique. Des modules identifiés, précisés au cours de l'élaboration de la sculpture cinétique, comme étant des instruments dynamiques, ayant un rôle et une fonction artistiques et scientifiques.

La sculpture cinétique, véritable tremplin artistico-scientifique, entre en conjonction avec une bande sonore composée en étroite interaction. Ce qui me permet d'aborder une analyse des mouvements, de composer, entre autres, avec les vitesses variables programmées. Les matériaux sonores et visuels opèrent conjointement dans un effort visant à disséquer, dynamiser, articuler et décomposer les couleurs, les rythmes, les formes, mais surtout les notions fondamentales que sont la lumière, l'espace et le temps. Cela me permet d'espérer un rapprochement vers les notions d'espace-temps et d'horizon cosmique.

D'un côté, il y a, comme je l'ai mentionné, un ancrage du point de vue pratique prenant sa source d'inspiration dans l'instrumentation scientifique. Ce qui m'amène à poser et à développer progressivement un deuxième ancrage, situé cette fois en matière théorique, plus précisément historique. J'aime essayer et j'effectue, si l'occasion se présente un déploiement temporel vers le passé cosmique; là où, rendu à un certain point, le spectateur percevra furtivement que

l'Univers a une histoire. C'est alors que survient une image dans le film, celle d'une photographie documentaire, en plan fixe, captée par le satellite WMAP, présentant la matière située à 380,000 ans par rapport aux premiers instants du Big Bang.

«Horizons cosmiques » introduit des mises en boucle sonores et visuelles. Les sujets, les thèmes, les notions qui m'inspirent, se réfèrent à des courants de l'histoire de l'art (art cinétique, constructivisme, art conceptuel, futurisme...) et au domaine de l'histoire des sciences (celles de l'astronomie et de l'astrophysique). Ces dernières sont les passerelles des domaines reliant les pôles de ma recherche : art et science.

#### **4. Description de plans de la vidéo impliquant la sculpture cinétique et ses deux modules : *Satellite MGS 1994* et *Télescope spatial/terrestre KG***

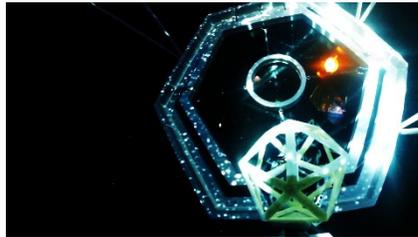
Cette partie descriptive de plans est une sorte de squelette d'un scénario avec des éléments de type découpage technique. J'ai choisi certains plans qui mettent en valeur le mouvement continu, ininterrompu des deux modules. Cela indique qu'ils se trouvent constamment en action, toujours à la recherche d'objets célestes.

Cela donne un sens à la recherche, apporte un mince fil narratif qui se maintient tout au long de la vidéo puisque les instruments apparaissent comme des capteurs de données observationnelles dans une quête incessante. Et cela suggère aussi que les instruments établissent des liens possibles en effectuant un repérage des nébuleuses, des galaxies et des planètes. Toutes les images du

mémoire, dans les sections description des plans, sont des extraits de la vidéo « Horizons cosmiques », achevée en 2021.

Plan no. 4

C'est une plongée visuelle où les éléments du télescope sont vus à partir d'une position excentrée de la caméra en rotation sur 360 degrés, ce qui donne un résultat assez abstrait. Ici, c'est davantage une expérience esthétique, visuelle et abstraite qui prédomine pour le spectateur plutôt qu'un sens précis qui pourrait s'en dégager. Le concept du continuum est maintenu par un mouvement ininterrompu de l'instrument optique dans sa quête d'objets ou de phénomènes célestes



© *Horizons cosmiques*, 2021

Figure 6 – Plan no. 4 Durée : 42 secondes, de 3 : 03 à 4 : 45

Les parties du « Télescope spatial/terrestre KG » apparaissent lentement dans la pénombre d'un clair-obscur. La caméra, installée à l'intérieur de sa structure, capte à un rythme lent et constant la réflexion de rayons de lumière sur la structure. L'apparition de flash lumineux provenant d'un éclairage arrière, intense et d'une durée très brève, donne un effet de tension avec une ligne dramatique formelle. À une extrémité du télescope, apparaît, pendant quelques secondes, une structure de pyramide en rotation sur elle-même; elle se déplace de

droite à gauche, tout comme le télescope. Des reflets rotatifs captent les réflexions de fragments de la structure du télescope. Un son d'orgue en continu, tel un point d'orgue, va en augmentant sans cesse. Le timbre sonore augmente lentement dans une montée progressive qui s'intensifie.

Plan no. 7

Toujours ce fil conducteur d'un mouvement sans fin, d'une recherche qui se poursuit. Ce plan-séquence met également l'accent sur une expérience de lumière optique dynamisée dans le plan avec l'apport d'effets d'éclairage avec flash.



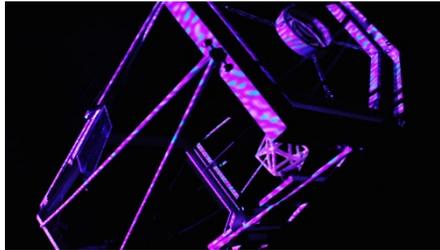
© Horizons cosmiques 2021

Figure 7 – Plan no. 7 Durée : 32 secondes, de 5 : 05 à 5: 37

Le télescope tourne de gauche à droite, avec une rotation des glaces alors que la lentille optique entraîne notre regard vers le satellite situé en arrière-plan. Une série aléatoire d'éclats de lumière avec un flash électronique apparaît sur la structure du télescope. Une ligne mélodique survient avec un solo de saxophone en avant-plan sonore, tandis qu'en arrière-plan, des sons cosmiques éclatent à des moments indéterminés.

## Plan no. 8

Le télescope maintient le mouvement continu, poursuivant sa recherche incessante.



© *Horizons cosmiques* 2021

Figure 8 – Plan no. 8 Durée : 15 secondes, de 5 : 37 à 5: 52

La caméra capte, par une vue en contre-plongée, le télescope positionné à angle, avec effet de « mapping » vidéo. Couleurs en une gamme de bleus variés, suivie d'un enchaînement de couleur violet. L'instrument est texturé et en mouvement.

## Plan no. 14



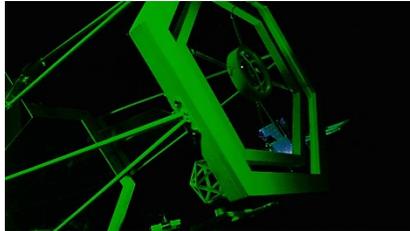
© *Horizons cosmiques* 2021

Figure 9 – Plan no. 14 Durée : 9 secondes, de 7: 07 à 7: 16

Le télescope capte les textures aux couleurs vertes et bleues. Vue en profondeur vers la lentille à l'intérieur de l'instrument. Au niveau de la bande

sonore : deux sons lourds (basse tonalité), sont appuyés par une série incluant une mise en boucle faite de notes par petites touches, avec percussions, triangle et xylophones.

Plan no. 16

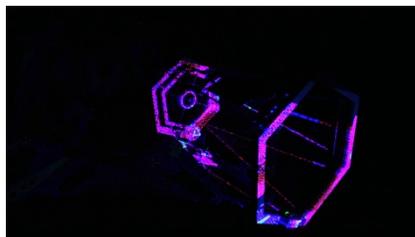


© Horizons cosmiques 2021

Figure 10 – Plan no. 16 Durée 7: 41 à 7 : 55

Le télescope en mouvement tourne de droite à gauche, pointant en direction du satellite au loin. On découvre une succession de couleurs selon un effet de variations chromatiques.

Plan no. 23



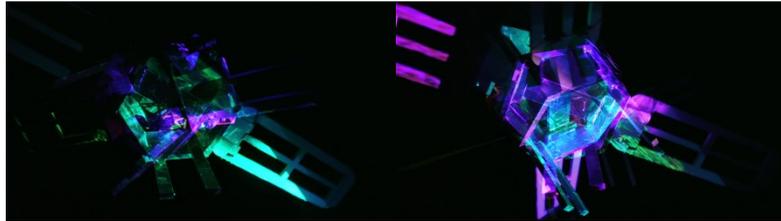
© Horizons cosmiques 2021

Figure 11 – Plan no. 23 Durée 10:38 à 11 :01

Une rotation de 360 degrés est effectuée par le télescope positionné à un angle de 45 degrés, avec un éclairage en clair-obscur et une projection vidéo. Des

reflets d'images en rotation se déploient avec le mouvement. Accompagné de sons étirés, de motifs abstraits et d'une ambiance crépusculaire.

Plan no. 24



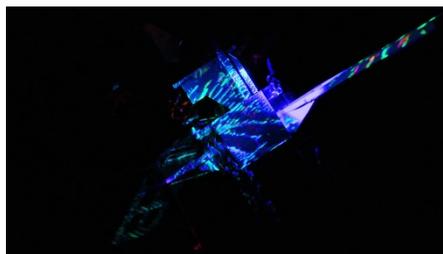
© Horizons cosmiques 2021

© Horizons cosmiques 2021

Figure 12 – Plan no. 24 Durée : 11: 02 à 11:21

Le satellite apparaît, tournoyant de gauche à droite avec un angle de prise de vue en contre-plongée, et appuyé par un éclairage comportant des effets chromatiques et kaléidoscopiques. Pour ce plan, j'ai fait une surimpression du même satellite tournoyant de droite à gauche, sous un angle de prise de vue plus haut, ajoutant ainsi d'autres effets chromatiques et kaléidoscopiques. À une certaine hauteur, au niveau sonore, une ligne mélodique s'élève, assez épurée, simple, plutôt lente, avec des sons abstraits comme ambiance d'arrière-plan.

Plan no. 27



© Horizons cosmiques 2021

Figure 13 – Plan no. 27 Durée : 11 :52 à 12: 17

Ce plan vise la représentation d'un ballet cosmique, d'un mouvement chorégraphié. Il y a une apparition en simultané de deux séquences d'images représentant le satellite par surimpression. Dans ces deux séquences, le satellite tourne de gauche à droite avec un déphasage des vitesses et des mouvements déployés.

Plan no. 32



© Horizons cosmiques 2021

Figure 14 – Plan no. 32 Durée : 33 secondes, de 13: 39 à 14: 12

Le télescope tourne de droite à gauche, avec des couleurs variées en bleu et en vert. Un effet kaléidoscopique est inséré par une projection vidéo sur l'armature, les miroirs, les vitres et les plexiglas. Un effet visuel est ajouté par des couleurs aquarelles et des jeux de transparence. La structure du télescope se répète par une surimpression, avec l'intention que les deux plans en surimpression de l'instrument se suivent avec un léger décalage. La musique développe un motif sériel. Un effet de spirale par descente et montée est effectué avec une cascade de notes sur une série d'octaves au synthétiseur, par touches rapides.

Plan no. 35



© Horizons cosmiques 2021

© Horizons cosmiques 2021

Figure 15 – Plan no. 35 Durée : 9 secondes, de 15 :00 à 15 :09

Le satellite apparaît. Il tourne et pivote lentement avec un angle d'attaque. Il semble se diriger vers la lumière fossile du Big Bang pour une mission d'observation. Une programmation de DELs (diodes électroluminescentes) rouges et bleues transmet, à intervalles de quelques secondes, sa localisation, son mouvement et sa direction. Un son long, assez rauque, augmente lentement et diminue subtilement, puis revient à quelques reprises.

## 5. Son et musique de création

J'aime recourir, sur le clavier, aux doubles notes et aux triples notes ainsi qu'aux demi-tons, et ce avec une part d'intuition et de spontanéité. Ou encore, jongler avec les harmoniques par touches enfoncées et maintenues de manière à obtenir des sons très longs, subdivisés avec un demi-ton. J'aborde la musique avec une attitude philosophique un peu zen, au diapason d'une musique de création, c'est-à-dire avec une distanciation non indifférente au projet et faisant une place à la spontanéité de l'intuition. Mais aussi, par une implication demandant tout de même de nombreuses heures en studio, une exigence doublée d'une concentration sur l'enjeu.

J'ajouterais aussi une capacité d'objectivation, de même qu'un esprit attentif aux harmoniques ébauchant une gamme de notes d'où pourra surgir une forme de beauté et de surréel. À cette étape, le travail est réalisé par une approche de non-musicien qui doit trouver des solutions en matière sonore, et ce, afin de commenter et soutenir efficacement les images d'un plan ou d'une séquence. Que ce soit pour résoudre un problème de rythme, examiner plus spécifiquement une question visant à dénouer des niveaux de timbre. Comme pour subdiviser ou reconduire de façon identique une ligne harmonique, je remplis la fonction de compositeur et réalisateur-coordonnateur, pour faire interagir et fusionner le sonore et le visuel.

Toutefois, je suis constamment attentif au concept visuel qui passe dans la séquence vidéo. Il me guide en tant que partition visuelle, et il devra recevoir le matériau musical ou sonore le plus approprié eu égard aux éléments du contenu vidéographique. Dans cette démarche, mon travail de composition se fait avec un état d'esprit libre, ouvert aux hasards, entre stress et détente, visant un équilibre, avec une fébrilité intellectuelle, une pensée à la fois intuitive, confiante et assez abstraite. Celle-ci est poussée irrésistiblement par une force créatrice intérieure. En portant une attention particulière à la notion de répétition épaulée par un déphasage, du moins, en arrière-plan du paysage, j'essaie d'ouvrir la proposition aux échos sonores propices à créer une résonance avec les éléments du cosmos. Enfin, je tente de capter la concentration et l'état d'esprit du spectateur, afin qu'il s'ouvre à la proposition originale, plutôt inusitée que j'avance avec la vidéo de recherche.

Je me réfère bien modestement et à un second degré, au courant musical du minimalisme, dont Steve Reich est l'une des figures les plus importantes. Ces motifs musicaux sont parfois discrets ou bien simplement placés en second plan sonore pour épauler un thème ou un motif musical placé devant une ligne mélodique. Un effet de phasage/déphasage peut trouver sa place, par surimpression sonore, si cela me paraît approprié, selon l'esthétique de l'ensemble, mais dédié spécifiquement à une séquence visuelle. C'est le cas avec la séquence musicale du plan présentant une ligne de crête des glaces sur le lac, prise en altitude avec le drone caméra dans *Horizons cosmiques*.

Cela peut m'amener à une sorte de jeu avec la notion, voire le concept, de synchronisme/asynchronisme, allant vers une fascination pour les mises en boucles sonores d'une série de notes répétées, ce qui enclenche un mouvement cyclique faisant écho à une ambiance cosmique. Par exemple, les séries de notes d'un xylophone appuient l'apparition du phénomène de la fuite des galaxies. Ou une autre série de phasage/déphasage faite de notes jouées au clavier, dévalant et remontant sur une suite d'octaves, accompagnant la séquence d'un astre qui pénètre dans la sorte d'entonnoir du puits d'un trou noir.

Parfois, mon approche se réfère, d'une part, au courant de la musique électroacoustique, plus européen (ex. Pierre Schaeffer, Pierre Henry, Karlheinz Stockhausen, Iannis Xenakis...), et d'autre part, au courant de musique expérimentale, plus américain (ex. John Cage, Steve Reich, Phillip Glass...). Il faut considérer que dans les sept dernières décennies, les recherches des compositions issues de ces courants musicaux, à forts contenus

d'expérimentations, jusqu'à aujourd'hui, ont soulevé une toute nouvelle problématique, celle qui consiste à tenir réellement compte des relations entre l'art et la science.

## **6. Sens et expérience esthétique du projet**

Pour revenir sur ces moyens d'expression et de communication à forts contenus technologiques, je retiens qu'ils permettent de transformer également la vie quotidienne, dans le sens d'une qualité de vie, d'un épanouissement et d'une captation de bonheur augmentée, en société, pour un plus grand nombre de citoyens. Et de manière plus précise, ils peuvent décupler la sensibilité et les possibilités pour les artistes.

L'une des particularités du projet est d'aborder les phénomènes en postulant qu'ils sont des objets de la nature, qu'ils possèdent, autant dans leur forme que dans leur contenu et leur matière, une réelle beauté et de ce fait, une valeur artistique. Une valeur rejoignant la volonté de donner du sens, de trouver l'essence d'un état dans la nature et dans l'Univers. Retenons que les formes géométriques sont omniprésentes dans la nature. En ce sens, c'est également le cas avec le plan en animation, présentant Saturne et ses anneaux. Je tente d'illustrer une beauté dans l'équilibre, une répétition harmonieuse de l'ordonnement des milliers d'anneaux, ainsi que dans leur taille décroissante, vues à très grande échelle. Dans ce plan, le contenu de l'image se rapproche d'un traitement par réalisme artistique (taille, proportion, couleurs...), et s'aligne sur le caractère physique, réel, de la planète.

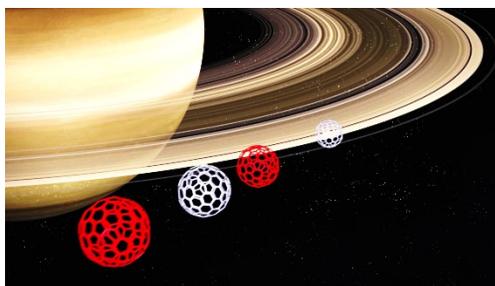


Figure 16 - © Plan d'animation 2D/3D *Horizons cosmiques 2021*

Au centre du processus créatif, artistique, je tiens compte de l'utilisation de la mécanique (les moteurs), de l'électricité (fils, connexion) et de l'électronique (cartes électroniques, programmation). L'utilisation de ces éléments, les aspects techniques et les instruments témoignent de l'émergence et de la prolifération des technologies modernes au XXI<sup>e</sup> siècle.

## **7. Ancrage artistique, technique, scientifique sur des phénomènes cosmiques**

Lorsque ce niveau avancé est instauré, cela me permet de mieux définir la sculpture cinétique dans son ancrage, au sens pratique. Ceci permettant de confirmer également les sources d'inspiration se rapportant à une référence étroitement liée à l'instrumentation scientifique.

Du côté de la représentation artistique et technique, le « Télescope spatial/terrestre KG » sera plus actif et créatif, plus perméable, en tant que sculpture dynamique, au matériau essentiel, abstrait, que je recherche et m'efforce de mettre en valeur lors du tournage, c'est-à-dire l'espace, la lumière et le temps, pour obtenir un dynamisme augmenté. Ce matériau contemporain opère conjointement avec un matériel qu'on peut qualifier de perméable et réceptif à la

lumière, soit les DELs, les vitres, les matières plastiques translucides, les glaces, la peinture aux propriétés rétro-réfléchissantes, les toiles lustrées, le papier d'aluminium, etc. Et ce, dans le déploiement d'une recherche visant à répartir, subdiviser, répandre, multiplier, décomposer visuellement autant les couleurs que les rythmes et les formes. La sculpture technologique, par ses composantes électroniques, se définit de plus en plus en intégrant un volet d'intelligence artificielle. Activée par une carte faisant figure de cerveau électronique, elle commande afin d'émettre, de générer des effets, des résultats spatio-dynamiques, lumino-dynamiques et chrono-dynamiques.

L'un des phénomènes que je comptais approfondir visuellement dans la vidéo, était celui du puits du trou noir. En 2018, j'avais choisi 11 phénomènes pour leur potentialité au niveau de l'analyse visuelle et quant à leur impact sur la dimension esthétique. Ils ont été répertoriés dans mon dépôt de sujet de recherche également dans le but d'en avoir suffisamment à représenter et d'avoir un choix pertinent à ma disposition. Je rappelle les 11 phénomènes appropriés pour ravitailler ma recherche : 1. Le tissu élastique plat. 2. Le tissu élastique courbe. 3. La déviation des rayons lumineux par le Soleil. 4. Le principe des mirages. 5. Le puits du trou noir. 6. Trous de ver. 7. L'écume de l'espace-temps. 8. La fuite des galaxies. 9. Les modèles du Big Bang. 10. Le rayonnement fossile. (qui remplace trois types de surface courbe) 11. Modèles de courbure. J'espère présenter un certain nombre d'entre eux. Environ six ou sept sont tirés de cette liste non-exhaustive.

Si je me reporte au glossaire de « La magie du cosmos », selon Brian Greene, la définition du trou noir est celle-ci : « astre dont le champ gravitationnel colossal prend au piège tout ce qui passe suffisamment près, tout ce qui traverse son horizon, même la lumière. » (*La Magie du cosmos*, Greene, 2004, p. 905). Ainsi, j'ai tenté une traduction visuelle en animation 3D pour le puits du trou noir. Au cours de mon travail, compte tenu de certaines contraintes liées au film, j'ai finalement retenu, pour la description des plans traités en animation, cinq de ces 11 phénomènes, tirés du livre « L'Univers chiffonné », (*L'Univers chiffonné*, Luminet, Jean-Pierre, éditions Fayard, 2005). Cet auteur de grande renommée est mathématicien, astrophysicien spécialisé en physique théorique, historien des sciences, conférencier et poète. Il est une référence phare pour ma recherche.

## **8. Description de plans de phénomènes cosmiques**

Cette partie aborde la relation entre les phénomènes et ma vidéo. J'utilise des descriptions brèves en me guidant sur le visionnement avec écran vidéo en parallèle à la description écrite et je relate des éléments du scénario et des éléments du découpage technique qui, souvent, étaient sommairement décrits, mais qui se sont précisés et mis en place plus clairement pendant le tournage et après, lors du montage. Une liberté que j'utilise et que me permet la forme expérimentale, beaucoup plus ouverte et flexible aux variations du matériau, au cours du développement d'un projet. Les phrases utilisées sont souvent plus courtes qu'à l'habitude à cette étape.

## 8.1 Tissu élastique plat

« En l'absence de masse, c'est-à-dire de gravité, le tissu de l'espace-temps n'a aucune courbure. Les trajets des rayons lumineux tissent un quadrillage rectiligne, qui définit la géométrie euclidienne de l'espace. » (*L'Univers chiffonné*, Luminet, 2005, p. 47).

Dans ce cas-ci, le tissu élastique plat est une analogie très simplifiée qu'il ne faut pas prendre au pied de la lettre. Il devient une métaphore permettant de mieux comprendre la forme et la transformation d'un espace, et aussi d'apprécier la beauté d'un phénomène, tout en l'éclairant sous un angle visuel afin de saisir comment celui-ci fonctionne sous certains aspects.

De telle sorte que pour mon projet de vidéo, je maintiens, pour certains phénomènes, l'utilisation d'un tissu quadrillé et rectiligne selon un réalisme artistique lié à une analogie, permettant le déploiement visuel de la démonstration. Également, transparait l'utilisation d'une esthétique partiellement constructiviste et futuriste, pouvant se prolonger et alterner dans les plans suivants avec des caractéristiques propres à l'art cinétique.

Pour moi, la sculpture cinétique, déclinée sous la forme d'un satellite et d'un télescope, permet d'approcher de façon dynamique ces phénomènes. Située constamment en équilibre entre art et science, cette approche permet de comprendre, du point de vue visuel, le fonctionnement réel d'un phénomène cosmique, et souligne également la valeur esthétique et artistique de celui-ci, dans

un sens constructiviste et futuriste, parfois surréaliste, dans une interaction avec la sculpture cinétique.

## 8.2 Tissu élastique courbe

« Dans la conception relativiste, la gravité est une force illusoire créée par la courbure de l'Univers. Un astre massif comme le Soleil imprime un creux dans le tissu élastique de l'espace-temps. Les trajectoires des corps épousent naturellement la courbure du tissu. » (Luminet, 2005, p. 48).

Concernant la définition de ce phénomène, observons que : « Dans cette conception, la gravitation n'est pas une force agissant à distance; elle n'est qu'une manifestation locale de la courbure. » (Luminet, 2005, p. 47).

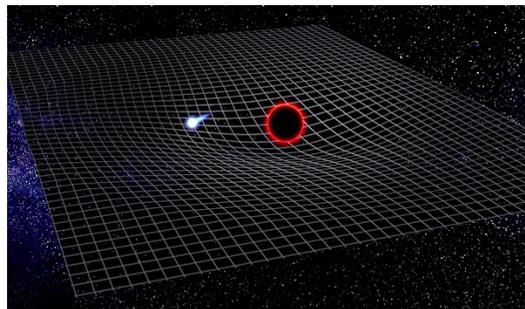


Figure 17 – Tissu élastique courbe *Horizons cosmiques 2021* © Bruno Truchon, 2021

### 8.2.1 Caractéristiques scientifiques

Si une petite bille est lancée sur un tissu plat très tendu, elle roulera en ligne droite, représentant un astre unique soumis à aucune force dans un espace plat, ou galiléen. Si, par contre, le tissu élastique est déjà déformé par une lourde bille placée en son centre (un soleil), la petite bille parcourra une trajectoire courbe,

telle l'orbite d'une planète dans un espace courbe, soit un arc d'ellipse s'approchant d'abord de ce soleil puis s'en éloignant. La petite bille suit dans chaque cas une géodésique, qui s'avère être une droite dans un espace plat, et une ellipse dans l'espace courbe. Plus précisément, la géodésique est la trajectoire qui minimise le temps de parcours entre deux points de l'espace.

Luminet nous amène à ce constat :

«... or les géodésiques d'un espace-temps courbé par une masse sphérique centrale sont vues, en trois dimensions, comme des ellipses. Et mieux encore : des ellipses dont le grand axe tourne lentement au cours du temps ». <sup>14</sup> (Luminet, 2005, p. 48.)

La relativité générale nous oblige donc à la révision des concepts de temps et d'espace, selon l'auteur. L'espace n'est plus rigide, euclidien et immuable. Il n'est plus tissé par un temps indépendant. C'est un espace-temps déformé par la présence de matière et d'énergie.

### 8.2.2 Données techniques pour tissu élastique courbe

Dans ce plan d'une durée de 15 secondes, un astre apparaît à droite du cadre de l'image et file en s'approchant de l'orbite d'un Soleil, épousant ensuite la courbure de l'espace-temps. Cependant, il poursuit sa trajectoire elliptique pour sortir ensuite en hors-champs, du côté gauche du cadre de l'image. Ce plan constitue une vue zoom d'un arc d'ellipse près du Soleil, la trajectoire elliptique complète dépassant le cadre de l'image.

### 8.2.3 Éléments esthétiques

---

<sup>14</sup> *L'Univers chiffonné*, Luminet, 2005,48.

C'est un plan d'ensemble très large, en animation, avec une vue éloignée, cosmique, lointaine. Fond noir et légèrement bleuté dans un coin de l'image, avec des étoiles. Trajectoire courbe, effectuée par l'astre de couleur bleutée avec un peu de blanc, donnant l'impression d'allonger son profil et d'insister, par sa présence, au moment de son passage, près d'un soleil de couleur noire enveloppé d'une aura de rouge. L'ensemble de cette scène offre le mouvement d'un astre, d'allure effilée. Cela se déroule à une échelle de temps compressé.

### **8.3 L'écume de l'espace-temps**

« Au niveau macroscopique, l'espace-temps est bien décrit par un continuum lisse, dépourvu d'aspérité, comme la surface d'un océan vue depuis une haute altitude. En approchant du niveau quantique, les fluctuations de la géométrie spatio-temporelle deviendraient perceptibles, comme les vagues de l'océan. Au niveau réellement quantique ( $10^{-33}$ cm), les fluctuations domineraient complètement la géométrie, qui deviendrait alors extrêmement tourmentée et en perpétuelle transformation, comme l'écume des vagues. ». <sup>15</sup>(Luminet, 2005, p. 64).

#### **8.3.1 Caractéristiques scientifiques**

L'espace est compréhensible en tenant compte de la gravité. Lorsqu'on considère les niveaux infiniment petits (subatomiques), la relativité croise la mécanique quantique. Cela implique de développer et d'approfondir la recherche à l'aide d'une théorie quantique de la gravité. C'est un enjeu majeur actuellement, et depuis un certain nombre d'années, dans le domaine de la recherche fondamentale.

---

<sup>15</sup> *L'univers chiffonné*, Luminet, 2005, 64.

L'analogie et l'expression de l'écume de l'espace-temps proviennent de John Wheeler, astrophysicien américain. Si l'on observe la surface de l'océan depuis un avion en haute altitude, la surface de celui-ci paraîtra lisse et plate, ou très peu courbée. C'est un espace mathématiquement simple.

Maintenant, si l'on diminue l'altitude en avion, la résolution de ce qu'on voit sera plus détaillée. On apercevra des vagues. C'est une surface connexe, unie. Mais sa courbure est variable d'un endroit à l'autre, selon le va-et-vient des vagues; l'océan prend alors l'allure de quelque chose de cabossé, déformé.

Et si l'on descend à une altitude encore plus basse avec l'avion, tout près des vagues, alors on aperçoit une écume, des vagues déferlantes. À cette échelle, Jean-Pierre Luminet nous apprend que les structures spatiales changent en permanence et de manière imprévisible. La description de cet espace mathématique devient alors extrêmement complexe. L'espace n'est pas connexe, lié, car des gouttes se délient. Il faut comprendre que l'espace microscopique pourrait être semblable à un océan, selon certains physiciens.

### 8.3.2 Données techniques pour l'écume de l'espace-temps

Durée du premier plan présentant ce phénomène : 18 secondes. Présentation subdivisée en une série de trois apparitions, c'est-à-dire trois grillages s'approchant en avant-plan, dans des mouvements ondulatoires. Ils s'avancent l'un après l'autre successivement, formant des vagues ayant une amplitude différente pour chacun; pendant six secondes pour chacun d'eux.

Le plan qui suit, ayant une qualité à la fois conceptuelle, au sens artistique, et une qualité documentaire, à teneur réaliste, est d'une durée de 13 secondes. Il offre une vue aérienne d'un angle en plongée dénotant l'impact de la rencontre de l'eau des vagues, qui fut dans un état liquide antérieurement, soit quelque solide, puisque transformé en glace, à la suite d'une baisse rapide, des heures auparavant. Mais un état liquide passant progressivement à un état température conjuguée à la force du mouvement de l'eau et des vagues.

Cela donne, à la surface du lac, un résultat dont la forme est une ligne de crête figée, très longue, avec des glaces texturées, foisonnantes. C'est une analogie offrant des liens indirects se rapportant au phénomène, considérant que nous devions pour des raisons de logistique, et de calendrier, filmer au cours du mois de janvier 2021.

Ce plan est suivi d'un autre, présentant en rappel une série de deux grillages se succédant et se déployant pendant six secondes chacun. Et toujours en faisant des vagues dont l'amplitude est différente d'un à l'autre, car ils sont vus également à des altitudes différentes, pour amener une répétition insistante, quelque peu conceptuelle par une impression de temps suspendu.

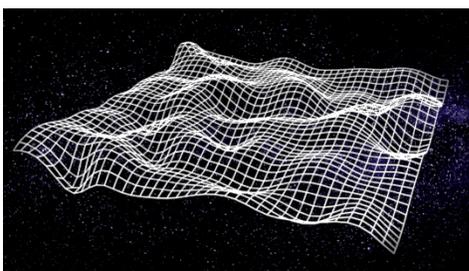


Figure 18 - L'Écume de l'espace-temps *Horizons cosmiques* © Bruno Truchon, 2021

### 8.3.3 Données esthétiques

Cette analogie des vagues est mise en corrélation avec les ondulations des grillages. Les vues, à différentes altitudes, comportent des amplitudes variées, et augmentent la sensation de flottement au niveau de la perception chez le spectateur. Cela s'ajoute à un effet de répétition, un peu obsessionnel.

Les grillages aux mouvements ondulatoires se succèdent donc les uns après les autres, évoquant et révélant ainsi une forme de beauté des vagues de l'espace-temps. Le matériau sonore apporte la notion de répétition, en soulevant un leitmotiv constitué de notes étalées sur une ligne harmonique, puis insérées dans une séquence mise en boucle. Cela n'est pas sans rappeler, à mon oreille, une musique sérielle, s'apparentant quelque peu à une suite mathématique, telle l'évocation d'une somme des inverses des entiers, parvenant sous forme d'échos, par vague, jusqu'à nos oreilles.

Au niveau de la bande-son, j'ai effectué des mises en boucle persistante, à l'aide de brèves séquences musicales, afin d'enrichir le matériau sonore et visuel. Je tente momentanément de révéler une esthétique irriguée par un mode sériel, en lien avec une utilisation en alternance de 12 sons, ou encore par une référence à 12 notes visant un effet chromatique. J'essaie de suggérer, à l'aide d'un xylophone, d'un piano ou de percussions, une série naturelle de nombres, en corrélation avec une série de notes dévalant en cascades.

## 8.4 Le puits du trou noir

### 8.4.1 Caractéristiques scientifiques

La notion de trou noir découle de la flexibilité de l'espace-temps. Sur un tissu élastique imaginaire, déposons, en suivant l'exemple de Luminet, une bille dont la densité fait qu'elle creuse un puits sans fond d'où rien ne peut ressortir. Cela s'avère un puits infiniment profond. En lançant une petite sphère vers ce trou, il existe un angle critique qui fait que la trajectoire permettra d'éviter par une déviation, ou, sinon, de se diriger dans le puits. La définition relativiste du trou noir est la suivante : « c'est une région confinée de l'espace-temps dont la matière et la lumière ne peuvent s'échapper. Le trou noir est un corollaire naturel et incontournable de la théorie de la relativité » (*L'Univers chiffonné*, Luminet, 2005, p. 56). Le fond de ce trou noir est-il tout simplement béant ou pourrait-il constituer un passage vers un ailleurs, un autre univers ?

### 8.4.2 Données techniques pour le puits du trou noir

Pour le plan du film/vidéo, d'une durée de 20 secondes, une particule surgit à mi-hauteur, à gauche du cadre de l'image. Elle se dirige vers une forme grillagée correspondant au tissu élastique de l'espace-temps. Celui-ci possède une forme d'entonnoir en position verticale. Le trou noir creuse un puits gravitationnel d'une profondeur abyssale dans le tissu élastique (représenté par le grillage sur fond cosmique). La particule avance et se dirige inéluctablement vers le puits du trou noir. Elle franchit le bord du trou noir. Elle est capturée par celui-ci. La surface du trou noir a quelque chose d'immatériel. Le trou noir est constitué d'un horizon situé

à sa surface, limite de non-retour appelée « rayon de Schwarzschild » (Séguin et Villeneuve, 2002, p. 295). Franchissant cette surface, la particule enfle à l'intérieur, elle tourne en effectuant une spirale descendante. J'essaie de représenter une frontière purement géométrique, voire technique mais préservant des qualités esthétiques et plongeant dans une zone de non-retour.

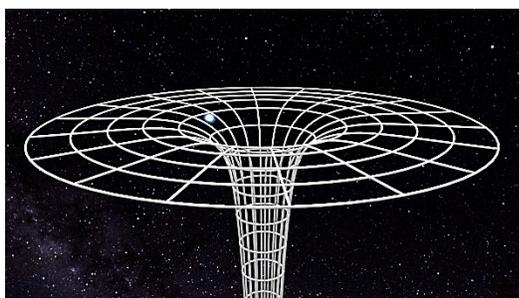


Figure19 - Le puits du trou noir *Horizons cosmiques*, © Bruno Truchon, 2021

#### 8.4.3 Éléments esthétiques

Dans ce plan, le mouvement, la vitesse constante de la particule ainsi que sa direction orientée vers le puits du trou noir illustrent que la particule franchit inévitablement le bord de la frontière. La particule est capturée par celui-ci. La rotation du puits et la trajectoire de la particule interagissent dans une rencontre énigmatique. Cette rencontre revêt-elle une forme de concordance ou une forme de dissonance ? Les couleurs de la particule et le mouvement de rotation du puits du trou noir entrent en interaction avec une nappe de sonorités constituée de notes blanches, de sons longs de nature électronique, avec parfois un traitement expérimental. La bande sonore est travaillée avec des synthétiseurs. Elle prend la forme d'une musique traduisant une dynamique cosmique, planante, d'ambiance. Particule et trou noir révèlent leurs qualités esthétiques par l'interaction étroite de

leurs mouvements. Esquisse d'une interconnexion possible, mais hypothétique. Est-ce un tunnel qui mène quelque part, dans un autre univers ? Les interrogations sur un lien éventuel avec un multivers demeurent ouvertes.

## **8.5 La fuite des galaxies**

### 8.5.1 Caractéristiques scientifiques et données historiques

À la suite d'essais en laboratoire, il fallait délaisser le modèle statique d'Einstein. En 1922, des modèles d'univers dynamiques prenaient place. Ces modèles cosmologiques allaient permettre une évolution au cours du temps. Ces premiers types de modèle furent découverts et développés par Alexandre Friedmann et Georges Lemaître. Ces deux scientifiques réalisèrent que l'essence de la relativité était d'arrimer les propriétés géométriques de l'Univers à son contenu matériel. Ce contenu, l'espace cosmique, étant modelé par la matière. Il variait au fil du temps, par une dilatation et une tension globalement.

En 1927, Georges Lemaître fût le premier à effectuer un lien entre les modèles se rapportant à la relativité et les observations cosmologiques. Aboutissant ainsi à une conséquence inusitée : l'espace est en expansion en chacun de ses points. Ce ne sont pas les galaxies qui fuient un observateur situé sur Terre. Le tissu élastique de l'espace se gonfle dans sa globalité, comme un ballon. L'espace se dilate, de manière à s'étirer, en chacun de ses points. La vision de Lemaître engendrera plus tard, grâce aux progrès de la physique nucléaire, des modèles de Big Bang plus affinés.

### 8.5.2 Données techniques pour la fuite des galaxies

La durée de ce plan dans mon film/vidéo est de 20 secondes. Avec les données transmises par les plus récents télescopes et la puissance de calcul des ordinateurs rattachés aux observatoires astronomiques, on constate que les galaxies s'éloignent systématiquement à des vitesses plus grandes lorsqu'elles sont éloignées. On pourrait croire que cela provient d'une énorme explosion mais ce n'est pas le cas. « ...en vertu du principe cosmologique, en chaque point de l'espace la même observation peut être faite. L'espace « explose » en chacun de ses points. » (*L'Univers chiffonné*, Luminet, 2005, p. 74). Une vingtaine de galaxies lointaines sont rassemblées dans ce plan comportant une zone centrale d'allure sphérique. Des flèches excentriques, omnidirectionnelles, en tant qu'éléments graphiques, indiquent la direction des galaxies et leur éloignement à des vitesses qui augmentent d'autant plus qu'elles sont d'autant plus éloignées. Partant d'un point de départ central, le groupe de galaxies effectue un déplacement quasi imperceptible pendant la durée du plan. La caméra est fixe. Tous les éléments du contenu de la scène sont en mouvement.



Figure 20 – La fuite des galaxies, *Horizons cosmiques* © Bruno Truchon, 2021

### 8.5.3 Éléments esthétiques

Ce plan d'ensemble très large offre une vue à l'échelle lointaine. Les galaxies tournent lentement sur elles-mêmes. Un tournoiement, par la lenteur des mouvements de chacune des galaxies, par l'expansion de la sphère les englobant. Ce qui donne naissance à un ballet cosmique. De couleurs variées, de tailles très petites puisque vues de très loin, elles sont au nombre d'une vingtaine dans cette scène. Le plan devrait réapparaître une seconde fois dans le film afin de souligner l'importance du phénomène de l'expansion de l'Univers. Des flèches discrètes, d'un gris-noir dont la couleur se fond avec le cosmos, accompagnent chacune des galaxies. Un fond cosmique ensemencé avec abondance, d'étoiles blanches, de légers gaz bleutés, constitue l'arrière-plan.

## 8.6 La déviation des rayons lumineux par le Soleil

### 8.6.1 Caractéristiques scientifiques et données historiques

Un tissu élastique grillagé permet de mieux représenter l'Espace courbé par la gravité. Cet espace introduit des déformations optiques, de vrais mirages célestes. « Dans certaines situations, en effet, l'espace courbe démultiplie les trajectoires des rayons lumineux. » (*L'Univers chiffonné*, Luminet, 2005, p. 51). On peut prendre comme exemple un corps massif intermédiaire, le Soleil. Le premier test expérimental qui fût effectué en lien avec la théorie de la relativité générale impliquait une éclipse de Soleil, en 1919. L'expédition pour cette expérience fût dirigée par l'astronome Arthur Eddington. Les résultats de cette expérience révélèrent que :

« ...les étoiles situées à l'arrière-plan, sur le bord du limbe solaire, étaient légèrement déplacées de leur position habituelle, - c'est-à-dire en l'absence du Soleil sur la ligne de visée - d'un écart angulaire en accord avec le calcul théorique d'Einstein. »<sup>16</sup>

Les objets massifs que l'on peut retrouver à l'avant-plan sont : une étoile, un trou noir, une galaxie tout entière, un amas de galaxies, etc. À l'arrière-plan les sources peuvent être : des étoiles, des galaxies très lointaines, des quasars. Donc, dans ces conditions on retrouve, si je récapitule l'explication de Luminet, l'alignement suivant : une source lumineuse distante, une galaxie massive intermédiaire et un observateur terrestre parfaitement aligné. À cette position, l'observateur verra une image de la source déformée par la galaxie située à l'avant-plan, se déployant comme un anneau de lumière. Il s'agit alors d'un mirage gravitationnel. La courbe de l'espace-temps provoquée par un objet situé sur la ligne de visée agit comme une lentille et génère des illusions d'optique pour tous les corps (objets) situés à l'arrière-plan. La courbure suscite l'effet démultiplié des trajets des rayons lumineux.

#### 8.6.2 Données techniques pour la déviation des rayons lumineux par le Soleil

La durée prévue pour ce plan est de 25 secondes. Les sept premières secondes illustrent la position réelle des étoiles en l'absence du Soleil. Avec la relativité générale, les concepts de temps et d'espace sont reconsidérés. Il n'est plus question d'un espace euclidien statique tissé par un temps indépendant. C'est à partir de cela que commenceront les sept premières secondes du plan, un espace statique, suivi à compter de la huitième seconde, d'un espace-temps

---

<sup>16</sup> *L'Univers chiffonné*, Luminet, 2005, p. 51-52

déformé par la présence de matière et d'énergie, soit l'arrivée d'un corps massif, le Soleil.

Le phénomène de la déviation s'amorcera à ce moment. Il survient un enchaînement avec l'arrivée des rayons lumineux, déviés, ainsi que la prise en compte de l'existence d'une courbure permettant de mesurer l'écart des propriétés géométriques de l'Univers (appuyé visuellement par un tissu élastique, grillagé) par rapport aux propriétés de l'espace euclidien. Dans les cinq dernières secondes, le Soleil continue de brûler dans la magnificence de son embrasement. Mise en image par animation.

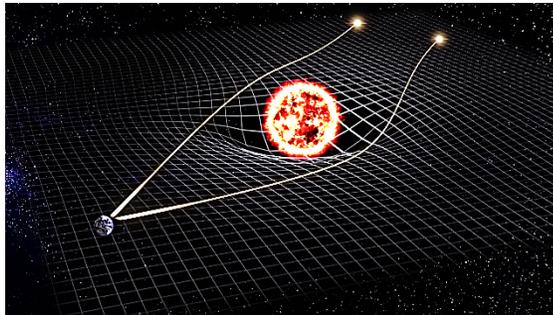


Figure 21 – La déviation des rayons lumineux par le Soleil © *Horizons cosmiques*, 2021

### 8.6.3 Éléments esthétiques

L'arrivée et l'apparition d'une masse imposante comme le Soleil devant un fond lointain d'étoiles provoque une courbure de l'espace-temps dans son voisinage. L'esthétique du grillage contribue et augmente le poids de la démonstration visuelle pour s'allier à un principe scientifique afin d'attirer l'œil du spectateur, générant une compréhension scientifique de même qu'une

appréciation artistique du phénomène. Dans cette scène, il y a une déviation des rayons lumineux provenant de l'arrière-plan.

Un mouvement et des courbures des rayons apportent des qualités artistiques par une couleur d'un jaune éclatant, lumineux. Les formes asymétriques des rayons et leur mise en perspective visent à maintenir l'intégralité du phénomène scientifique mais aussi à l'enrichir de ses composantes artistiques. La direction apparente des étoiles subit un décalage par rapport à leur position réelle qui fût établie au début de ce plan. Durée : 25 secondes.

### **8.7 Le continuum et l'infini**

Ici, il s'agit d'un concept mathématique plutôt qu'un phénomène cosmique. Dans le film, ce plan offre une interprétation s'inspirant partiellement de l'art conceptuel pour le côté visuel et sonore de même que pour l'ensemble de sa dimension esthétique.

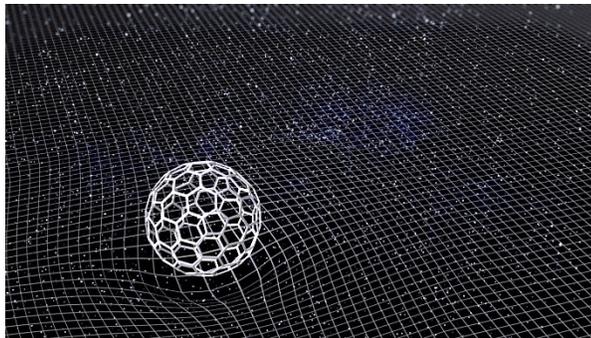


Figure 22 – Le continuum et l'infini © *Horizons cosmiques* 2021

### 8.7.1 Caractéristiques scientifiques

J'ai opté pour l'utilisation d'un objet géométrique, soit l'icosaèdre. Il rappelle l'importance de la géométrie, branche reconnue dans le domaine des mathématiques. L'icosaèdre effectue un mouvement de rotation uniforme. Simultanément, il poursuit son itinéraire surréel par un mouvement de translation inhabituel consistant à avancer et successivement, à rétrograder, le tout à une vitesse constante et d'une durée infinie. Il effectue un tracé prenant la forme du chiffre huit, équivalent analogique du symbole infini en mathématiques. Dans ce plan surréaliste, le mouvement paradoxal de l'objet tente de soulever des interrogations au niveau philosophique concernant la question de l'infini et du fini dans l'Univers. Cependant, si le plan était réaliste, les lois de la gravitation universelle de Newton s'appliqueraient, de telle sorte que cet objet continuerait sa trajectoire; soit en ligne droite, à vitesse constante, s'il n'y avait pas l'attraction d'un autre corps ou soit, continuerait avec une légère courbure s'il y avait l'attraction gravitationnelle d'un autre corps. Tous les objets s'attirent mutuellement à cause d'une force attractive.

### 8.7.2 Données historiques et philosophiques pour le continuum et l'infini

Vers la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, dans les années 1590, le philosophe Giordano Bruno (1548-1600) s'avéra un pionnier, un visionnaire, penseur de l'infini, en affichant le premier sa dissidence par rapport aux vues officielles des milieux religieux et politiques. Il se référait surtout à la nouvelle définition copernicienne. Il

défendait la théorie d'une structure héliocentrique de la sphère céleste, qui plaçait le Soleil au centre avec les planètes gravitant autour.

Estimant que ce que l'on observe est toujours relatif, il avançait également que l'Espace est infini. Il contribua à développer une conception de l'Univers allant vers l'immensité et l'infini, au-delà de la sphère connue à cette époque. Sa démarche de libre penseur l'amènera à examiner les implications philosophiques et à redéfinir la place de l'infini dans l'Univers. Sa pensée, très libre, s'appuyait initialement, sur les travaux de l'astronome Nicolas Copernic (1473-1543) dont l'ouvrage majeur est « Sur les révolutions des orbés célestes », publié à la fin de sa vie.

### 8.7.3 Données esthétiques du continuum et de l'infini

C'est une interprétation assez libre au plan artistique, dans ce plan. Alors qu'un continuum sonore s'installe, incarné par un son d'une très longue durée, le spectre s'élargit, s'enrichit à l'aide de cordes (sons de synthèse) multipliées et avec des chœurs intensifiés, sélectionnés dans la banque du synthétiseur. L'ensemble se fait entendre comme une nappe sonore, avec insistance, énergiquement.

L'objet géométrique (icosaèdre) s'enfonce partiellement dans un grillage aux rebords finis, tout en s'inscrivant sur un parcours illimité ou infini. La fluidité du mouvement se déroule en simultanéité, avec une vitesse constante, pour créer un effet d'équilibrage entre une partie du trajet, qui est dans le positif (avancer) et

l'autre trajet situé dans le négatif (reculer). L'icosaèdre creuse un sillon dans l'espace alors que la musique déploie un son d'une durée infinie, continue.

## **8.8 Le premier modèle du Big Bang**

### 8.8.1 L'élargissement spatial : la profondeur du ciel et l'évolution temporelle de l'Univers

Cette section identifie le cadre référentiel fondamental de ma recherche, dans lequel se situent les transpositions de phénomènes cosmiques. C'est un référentiel historique qui contient la représentation du premier modèle du Big Bang. Les phénomènes offrent de fascinantes possibilités d'investigation.

Pour moi, ils s'inscrivent dans un univers considéré également comme un théâtre des opérations pour lancer les sculptures cinétiques, autant dans mon projet actuel que pour ceux à venir. En insérant une représentation de ce premier modèle dans un plan, lors du travail de montage pour ma vidéo, cela m'a incité à mieux positionner la sculpture cinétique dans l'ordre des plans, en fonction de deux phénomènes qui sont situés à une plus grande échelle dans l'Univers : l'expansion de l'espace et l'évolution temporelle. Espérant de cette manière, susciter aussi l'intérêt de la découverte relativement à l'immensité et la beauté du cosmos. Ce qui va suivre représente les fruits d'une récolte actuelle, inspirante pour moi au fil du parcours d'exploration de mes sculptures cinétiques. Je complète ma recherche, en relevant ces faits majeurs et ces événements historiques.

### 8.8.2 La profondeur du ciel et l'expansion de l'espace

À partir de 1919, Edwin Hubble aura la chance d'être le premier à utiliser le télescope de 2,50 m du mont Wilson pour explorer l'Univers. Il effectuera d'importants travaux observationnels, mettra en évidence des relations de proportionnalité directe. Il prendra des mesures par spectroscopie, établissant la relation entre la distance des galaxies et leur vitesse de récession, (relation connue aujourd'hui sous le nom de loi de Hubble-Lemaître, soit :  $v = H_0 d$ , où H est la constante de proportionnalité). Ce qui le conduira à une première découverte majeure : **l'élargissement spatial** de l'univers connu.

« En 1924, Hubble prouve que la nébuleuse 6822 se situe loin en dehors de notre propre galaxie faisant de cet astre le « premier objet définitivement assigné à une région extérieure au système galactique. »<sup>17</sup>

### 8.8.3 L'évolution temporelle

La deuxième découverte capitale, selon Luminet et Lachièze-Rey, est celle ayant trait à **l'évolution temporelle** de l'Univers. Toujours au début du XX<sup>e</sup> siècle, plusieurs indices s'accumulent, suggérant que :

« ...les galaxies s'éloignent systématiquement de la nôtre avec des vitesses proportionnelles à leur distance. Ce résultat expérimental reste totalement incompréhensible jusqu'à ce que la communauté

---

<sup>17</sup> *DE L'INFINI*, Luminet et Lachièze-Rey, 44, 2016.

scientifique admette, au début des années 1930, la solution proposée en 1927 par le physicien belge Georges Lemaître : l'espace entier se dilate au cours du temps : il est en expansion, et cette expansion entraîne l'ensemble des galaxies. »<sup>18</sup>

En observant pour le passé, à l'aide des puissants télescopes, le film de l'expansion projeté à l'envers, on aboutit à une époque très ancienne, datant de milliards d'années fossilisées. C'est le film de l'expansion, à rebours, relatant l'évolution de l'Univers. On constate avec les observations faites à l'aide des télescopes très performants que l'expansion a commencé alors que l'Univers était dans un état très concentré et très chaud.

#### 8.8.4 Big Bang, suite de Big Crunch - Big Bang...

Concernant le futur de l'Univers, il y a deux scénarios possibles, remarque Luminet. L'expansion pourrait se ralentir de manière importante, l'espace se dilatant pour ensuite laisser place à un mouvement inverse qui l'amènerait à se contracter et se réchauffer. Il se produirait donc, ultimement, un embrasement de l'Univers, une sorte d'écrasement, le « Big Crunch ». Ou bien, l'expansion actuelle se poursuivrait pour toujours ; l'Univers se refroidirait et se diluerait. Cette deuxième possibilité, observe Luminet, se subdivise en deux, soit que l'expansion ralentisse sans cesse ou sinon, l'expansion s'accélère. Ces scénarios se retrouvent dans les modèles et solutions établis par Friedmann et Lemaître, que l'on peut consulter dans un tableau. (Voir Annexe 1)

---

<sup>18</sup> *DE L'INFINI*, Luminet et Lachièze-Rey, p. 44-45, 2016

Il faut noter que l'aboutissement ou la tournure finale que prennent ces solutions varie selon la valeur qui est attribuée à certains paramètres cosmologiques comme la courbure de l'espace et la densité totale d'énergie. Je retiens que ces modèles cosmologiques (dits de Friedmann-Lemaître) sont homogènes et isotropes, et se caractérisent par leurs courbures et par leur dynamique. Isotrope étant un adjectif pour qualifier des corps qui ont les mêmes propriétés physiques dans toutes les directions.

## **8.9 La découverte du rayonnement fossile ou rayonnement de fond cosmologique (RFC)**

### 8.9.1 Principes du rayonnement fossile

On peut essayer de comprendre les principes du rayonnement fossile à partir de l'exemple d'une enceinte percée d'un petit orifice, agissant comme un piège à homard pour la lumière. La physique définit expérimentalement comme absorbant parfait de la lumière (ou corps noir) une enceinte percée d'un petit orifice qui agit comme un piège à homards pour cette lumière. Cependant, le même dispositif soumis à une certaine température laisse sortir par ledit orifice une lumière dont l'intensité dépend de la température. Ainsi, les étoiles visibles peuvent être assimilées à des « corps noirs » dont la température varie entre  $\sim 3000$  et  $\sim 35000$  degrés Celsius. On peut donc imaginer le Big Bang comme un corps noir à une température initiale extrême qui va en se refroidissant au fur et à mesure de l'expansion de l'Univers.

Luminet nous aide également, à concevoir le rayonnement en proposant l'exemple éloquent d'un feu dans une cheminée, que l'on observe attentivement. Si les braises sont rouge vif, les flammes sont éteintes depuis peu. Si elles sont orange, le feu a fini de brûler depuis peu de temps, une trentaine de minutes. Si les braises sont grises et qu'elles ne donnent plus de lumière, mais qu'elles dégagent encore de la chaleur sur nos mains, le feu date encore plus, mais il n'est pas complètement éteint. Au cours de cette progression, les braises émettent un rayonnement allant d'une lumière visible, pour ensuite aller jusqu'à l'infrarouge. C'est que la longueur d'onde s'étire, devenant de plus en plus grande, l'énergie devenant de plus en plus faible, au fur et à mesure que le temps s'écoule.

On peut donc concevoir, par analogie, que les premières étapes du Big Bang sont semblables à un grand feu. Et c'est l'Univers lui-même qui en constitue les braises. En se dilatant, l'Univers s'est refroidi, et il a émis des rayons par radiation dont la longueur d'onde s'est étirée de plus en plus vers le rouge. Quatorze milliards d'années après ce feu constituant l'Univers, le rayonnement se situe à l'échelle des micro-ondes, les mêmes que celles utilisées dans les fours à cuisson rapide. Le Big Bang est semblable à un feu de cheminée, mais nous ne contemplons pas de l'extérieur les braises cosmiques, car nous faisons partie du brasier en train de se refroidir; de plus, il n'y a pas de cheminée.

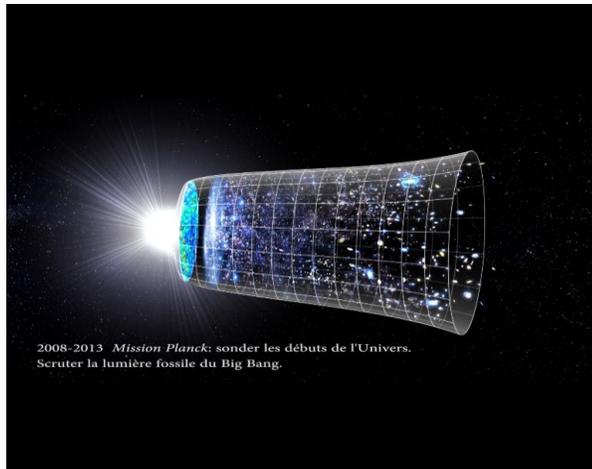


Figure 23 - © Crédit: NASA / WMAP Science Team 1996

### 8.9.2 Confirmation de ce rayonnement

À partir de 1965, je retiens que la cosmologie s'enrichit considérablement des indices observationnels. C'est un événement historique déterminant, selon ce que j'en ai retenu, et cela ouvre la voie à des vérifications des récents modèles de Big Bang. Il devient dès lors possible de continuer les recherches en utilisant comme appui la preuve irréfutable de l'existence de ce rayonnement détecté dans le ciel. Cette découverte sera suivie par d'importantes améliorations avec la mise au point de deux instruments particuliers. Pour le premier, c'est le télescope COBE, qui fut embarqué sur un satellite (du même nom) et ce, dès le début des années 1990. Dès ce moment-là, il s'est appliqué à cartographier la voûte céleste. Une carte qui montrera en fait la structure de ce rayonnement fossile que nous, les vivants, détectons encore.

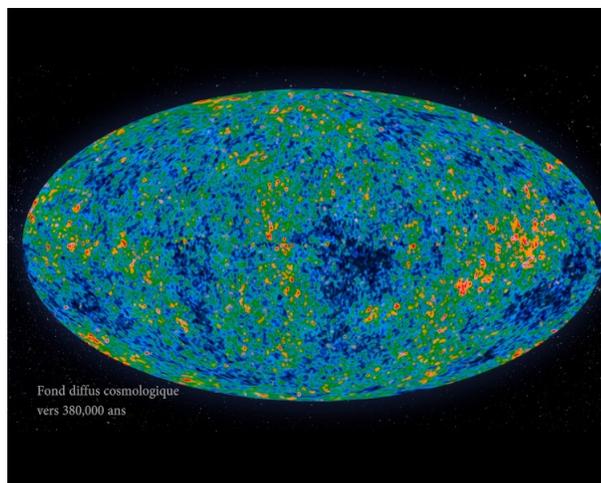


Figure 24 - © Crédit: NASA / WMAP Science Team 1996

En 1965, en effet, deux ingénieurs travaillent à mettre au point des radiotélescopes utilisés dans le domaine des micro-ondes. Un jour, ils repèrent une sorte de bruit de fond cosmique mais qu'ils ne savent pas interpréter. Ils croient, à ce moment-là, à la thèse de l'état stationnaire qui prévalait à cette époque. Et ne connaissant pas bien le modèle de Gamov et de Lemaître, ils ne savaient pas trop quoi faire avec de telles observations. Accidentellement, alors qu'ils effectuaient d'autres types de travaux :

« ... Arno Penzias et Robert Wilson ont découvert que le ciel émettait un rayonnement constant dans le domaine des micro-ondes... dans toutes les directions. Cette découverte est venue confirmer de manière spectaculaire la théorie du Big Bang, car les théoriciens avaient prévu, plusieurs années auparavant, que le fait que l'Univers ait débuté dans un état extrêmement comprimé impliquerait obligatoirement l'existence d'un tel rayonnement de fond cosmologique (RFC). »<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>Séguin et Villeneuve, *Astronomie et Astrophysique*, 2002, p. 381.

Il s'agit de la détection de l'écho lointain de la formation des mondes, de notre monde, pour le moins. C'est le début d'une période inédite. Une ère nouvelle pour la cosmologie du XX<sup>e</sup> siècle qui va prendre son essor. C'est-à-dire celle prévue par la relativité générale. Cette dernière pourra enfin, à compter de ce moment historique, recevoir l'appui d'un soutien observationnel.

\*\*\*\*\*

## CONCLUSION

Au fil des étapes de mon projet de recherche, j'ai ressenti l'omniprésence et l'importance des lois de la nature gouvernant les phénomènes terrestres qui s'appliquent à l'Univers entier. Cela m'a permis de nuancer la réflexion en lien avec ma pratique artistique en regard du thème de l'astronomie. Il y a eu également une distinction à faire concernant la cosmologie, car elle se décline en deux domaines. La Cosmologie avec un grand c, qui se veut une réflexion sur l'Univers portant davantage sur le fonctionnement théorique, global de celui-ci et se prolongeant dans le domaine philosophique. Et la cosmologie, avec un petit c, qui se consacre à l'observation, la collecte des données, s'attardant aux propriétés de l'univers local. La première se doit d'être en accord avec la seconde.

Actuellement, il y a quatre grandes théories qui permettent d'aller en profondeur dans la structure de la réalité pour développer les réflexions sur l'Univers. Ainsi, pour éclairer davantage les problématiques : les travaux de recherche peuvent progresser en faisant appel aux éléments et notions de quatre aspects de théories, celles de Hugh Everett, Karl Popper, Alan Turing et Charles Darwin, à l'origine indépendante, mais qui se révèlent former un tout sur une base complémentaire. De même, il est important, selon moi, de garder en tête quelques-une des grandes découvertes mentionnées par Séguin et Villeneuve, telles que: le monde est fait d'atomes; l'Univers a une histoire; les symétries sont sous-jacentes aux lois de la nature.

De 1922 à 1927, Friedmann et Lemaître développent, en termes de mathématiques, de physique et d'astrophysique, des modèles qui sont évolutifs. Ces modèles débutent par une singularité qui est un point singulier de densité théoriquement infinie, aussi appelé atome primitif. Ils tiennent compte des scénarios possibles quant au destin de l'Univers. Ils fondent la cosmologie moderne. Leur théorie cosmologique est celle d'un Big Bang chaud et en expansion, lors des premiers instants de l'Univers.

De plus, j'ai appris que pour mieux retransmettre ma vision artistique dans une vidéo de recherche comme *Horizons cosmiques*, où il est question de l'Univers et des phénomènes cosmiques, je ne dois pas perdre de vue un certain nombre de paramètres fondamentaux et être capable d'établir des liens, d'élargir ma vision par une synthèse visuelle. Il m'apparaît important de retenir une réalité fondamentale : que l'Univers est en expansion, et ce, grâce à la découverte de l'élargissement spatial et à celle de l'évolution temporelle venant appuyer la théorie du Big Bang. De plus, la découverte du rayonnement fossile (RFC) en 1965, a apporté la consécration du modèle du Big Bang. Inspiré poétiquement, par le dynamisme de ces théories, le « Satellite MGS 1994 », équipé d'un icosaèdre en rotation, amorce un ballet cosmique, artistique. Symboliquement, il s'approche de ces grandes découvertes, les phénomènes cosmiques, et d'un même élan, il poursuit ensuite sa route vers le fond diffus cosmologique.

Parallèlement à ces bouleversements dans le domaine des sciences, quelques courants artistiques au début du XX<sup>e</sup> siècle établissent des rapports entre art et science, et sont stimulés par l'esprit révolutionnaire qui se répand en

Europe, dans la foulée des événements sociopolitiques de 1905 et 1917 en Russie. Ce sont les mouvements artistiques que j'ai identifiés précédemment, qui possèdent des liens au second degré, avec ma recherche, dont le mouvement artistique du futurisme et celui du constructivisme. Pour ceux-ci, le but de l'art est la réalisation de nos perceptions du monde sous les formes de l'espace et du temps. Ils insistent sur le rôle des rythmes cinétiques comme formes fondamentales de notre perception du temps réel. Il importe de construire son œuvre comme l'Univers construit la sienne.

Ma référence principale dans mon travail artistique, est l'art cinétique dont les théories, encore très actuelles aujourd'hui, s'échelonnent essentiellement de 1952 à 1975. Que ce soit sur un mode expérimental ou sur un mode en animation, les polyèdres (objets géométriques) de la sculpture cinétique et ceux insérés virtuellement dans cette production sont des outils de connaissance versatiles qui m'ont permis d'avancer et d'approfondir les rapports fructueux entre art et science. Ces outils sont prédéterminés pour l'exploration poétique ou pour une étude astronomique, lorsque mis en situation surréelle, s'ouvrant sur une dimension de l'imaginaire et une part de rêve.

Cela m'a permis, en même temps, d'élargir ma perception et de mieux les saisir pour réaliser une œuvre artistique originale. Mais aussi d'approfondir davantage et d'apprécier au sens physique, leur fonctionnement, ainsi que les valeurs esthétiques et artistiques inhérentes à leur déploiement réel dans l'Univers.

Ma sculpture cinétique, se rapprochant d'un art électronique, me permet

maintenant d'établir de plus en plus des liens entre ses diverses composantes et le matériau abstrait, immatériel. Elle me permet d'analyser différents niveaux du traitement visuel. Ses modules s'élancent à la rencontre des phénomènes astronomiques pour nous transmettre des données esthétiques, ainsi qu'une ferveur pour les découvertes, aboutissant dans un film-vidéo. Toujours dans une interaction entre art et science, dans un cadre théorique foisonnant, passionnant, où le moteur de l'histoire des sciences et de l'histoire de l'art joue un rôle essentiel.

Je constate que l'électronique se développe avec une progression ininterrompue et qu'elle s'avère l'un des moyens artistiques les plus pertinents, de la période des années 1950 jusqu'à aujourd'hui. Aujourd'hui, avec la complexité croissante des champs de création, il me paraît important d'exercer notre liberté de penser et de créer, tout en tenant compte du fait que le travail de collaboration et de fraternité avec d'autres artistes et techniciens est essentiel pour briser l'isolement.

Dans mon travail de recherche-crédation, je suis resté à l'affût d'une intégration de la dynamique de l'espace, de la lumière et du temps. Les structures avec des formes ouvertes et des formes fermées sont cruciales pour dépasser la matière. L'utilisation de la lumière par le lumino-dynamisme et l'utilisation du temps par le chrono-dynamisme constituent avec le spatio-dynamisme, les trois dimensions essentielles au cœur des recherches de Nicolas Schöffer.

Inspiré par ce pionnier de l'art cinétique, mais aussi par Laszlo Moholy-Nagy et Michael Snow, j'ai intégré les dimensions théoriques, dans une perspective

d'expérimentation à l'intérieur de ma propre recherche de création, surtout dans la deuxième partie du projet de maîtrise, la vidéo « Horizons cosmiques ». À une autre étape, j'ai opté, avec mon collaborateur Gabriel Brochu-LeCouffe, pour une série de combinaisons par des rapports prédéterminés, à l'aide de la vidéo « mapping ». Ces combinaisons se modifiaient visuellement et augmentaient le sens esthétique par un résultat devenu plus riche, plus foisonnant.

Enfin, j'ai voulu rassembler et transmettre certaines caractéristiques visuelles relativement à l'immense beauté de l'Univers. Cela m'a incité à insérer une image décisive de sa forme paradigmatique, où l'on voit que l'Univers a commencé dans un état ultra-dense. Ce qui ajoute, à ce moment précis, une force esthétique, du sens à ma recherche et la sensation d'un accomplissement : l'émergence d'une finalité dans la vidéo « Horizons cosmiques ».

Pour ce faire, j'ai donc inséré une montée en crescendo au niveau musical, au moment où le satellite pivote en s'inclinant de quelques degrés, juste avant que n'apparaisse la structure de l'évolution de l'Univers. On voit jaillir lentement, tel un point d'orgue dans la vidéo, les étapes ultimes de l'exploration, en images documentaires; une représentation de l'évolution de l'Univers depuis le Big Bang (13,77 milliards d'années), révélée par l'exploration de la mission Planck, suivie d'une photographie du fond diffus cosmologique à une distance de 380,000 ans des premiers instants du Big Bang.

\*\*\*\*\*

## ANNEXE 1

Voici deux tableaux de ces modèles cosmologiques :

### Modèles avec et sans Big-Bang

---

Nom de la courbure	Paramètre de courbure	Type de courbure	Modèle d'univers	Évolution future
--------------------	-----------------------	------------------	------------------	------------------

#### MODÈLES AVEC BIG-BANG

---

Einstein-De Sitter	$K=0$	Plat	Ouvert et infini	Expansion ad aeternam
Friedmann-Lemaître	$K=-1$	Hyperbolique	Ouvert et infini	Expansion ad aeternam
Friedmann-Lemaître	$K=+1$	Sphérique	Fermé et fini	Expansion et contraction
Lemaître	$K=+1$	Sphérique	Fermé et fini	Expansion ad aeternam  1 phase quasi statique

#### MODÈLES SANS BIG-BANG

---

Eddington-Lemaître	$K=+1$	Sphérique	Fermé et fini	Initialement statique puis  Expansion ad aeternam
Quasi stationnaire	$K=0$	Plat	Ouvert et infini	Stationnaire mais  Non-statique

Tableau tiré de « Les sciences du ciel » sous la direction de Pierre Léna, 1996, p 286.

## ANNEXE 2

### *Les deux fondateurs de la cosmologie moderne : Friedmann et Lemaître*

Friedmann et Lemaître peuvent certainement être considérés, dans le champ de l'histoire des sciences, comme les deux pionniers concernant l'étude du cosmos primitif. Aujourd'hui, ils sont enfin reconnus par la communauté internationale des scientifiques, c'est-à-dire, qu'ils sont considérés comme les deux fondateurs de la cosmologie moderne puisqu'ils avaient basé leur théorie du Big Bang sur la découverte scientifique de l'expansion de l'Univers.



Figure 25 - © Alexandre Friedmann Georges Lemaître

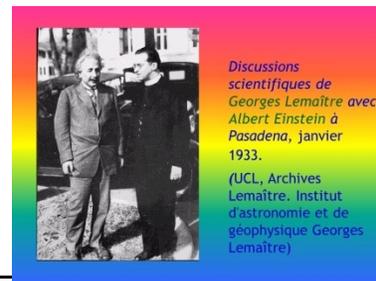


Figure 26 - © Einstein et Lemaître à Pasadena, 1933

En 1933, dans la foulée de ces découvertes, Lemaître rencontra Einstein au mont-Wilson en Californie, où ils eurent des discussions scientifiques et des échanges déterminants à cet effet. La théorie nouvelle en voie d'élaboration qui ne portait pas encore le nom Big Bang à ce moment-là, entraînait sous plusieurs aspects, en interaction avec la théorie de la relativité générale; elle s'arrimait à celle-ci en la confirmant, mais projetait la recherche vers les origines de l'Univers.

## *Les contributions fondamentales de Friedmann et Lemaître*

Je retiens et souligne le rôle essentiel, majeur, du mathématicien-physicien russe, Alexandre Friedmann (1888-1937), quant à la partie cosmologique touchant les questions complexes en lien avec le début et la fin de l'Univers en termes scientifiques, et se rapportant plus particulièrement à la singularité cosmique (c'est-à-dire à l'Univers ramené en un seul point). Ce qui s'avérera la contribution fondamentale et historique de Friedmann est la publication de « *Zeitschrift für Physik* », en 1924<sup>20</sup>, où l'on y découvre les premières solutions dynamiques de la cosmologie moderne. Selon l'historien des sciences Jean-Pierre Luminet, il s'agit de la première formulation mathématisée et exacte du concept d'univers en expansion.

Je retiens également la parution déterminante, celle d'un article précurseur de Georges Lemaître en 1927, « Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques », *Annales de la Société scientifique de Bruxelles, série A*, vol. 47, 1927, pp. 103-109.<sup>21</sup> Également, un article capital, « L'hypothèse de l'atome primitif », *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles*, p. 77-96, 1945.<sup>22</sup>

*« Les contributions respectives des hommes de science ayant participé à l'élaboration du nouveau paradigme cosmologique se clarifient enfin : Einstein a écrit la théorie de la relativité générale et écrit les équations gouvernant les propriétés physico-géométriques de l'Univers; »*

---

<sup>20</sup> A. Friedmann G. Lemaître, *Essais de cosmologie*, Luminet, p. 315, 1997.

<sup>21</sup> A. Friedmann / G. Lemaître, *Essais de cosmologie*, Luminet, p. 316, 1997.

<sup>22</sup> A. Friedmann / G. Lemaître, *Essais de cosmologie*, Luminet, p. 321, 1997.

Friedmann a découvert les solutions non statiques de ces équations, décrivant la variation temporelle de l'espace et entrevu son possible commencement dans une singularité; Lemaître a relié l'expansion théorique de l'espace au mouvement observé des galaxies, et jeté les bases physiques du Big Bang ; Hubble, enfin, a démontré la nature extragalactique des nébuleuses spirales, et confirmé expérimentalement la loi de proportionnalité entre la vitesse de récession et leur distance. »  
<sup>23</sup>

Friedmann et Lemaître m'ont beaucoup inspiré pour ma recherche, lors de la réalisation de ma vidéo précédente : « Évolution et Expansion », 2019. Dans l'un des premiers plans apparaît le visage du physicien Georges Lemaître (1894-1966).

---

<sup>23</sup>A. Friedmann / G. Lemaître, *Essais de cosmologie*, Luminet, p.18, 1997.

## ANNEXE 3

### *ÉTAPES D'UNE PROCÉDURE TECHNIQUE EN ANIMATION 2D/3D*

Collaboration : Raphael Moreault-Truchon assisté de Bruno Truchon

#### **Le puits du trou noir**

- Modélisation dans le logiciel 3D Maya d'un puits grillagé.
- Mise en mouvement du puits qui tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.
- Animation d'une sphère bleutée afin de représenter une particule qui tombe dans le puits 3D.
- Ajout d'un matériel (digital) blanc sur le « puits ».
- Ajout et animation d'une caméra 3D.
- Calcul des images pour le puits et la sphère séparément. Le résultat ainsi obtenu est de deux séquences d'images, une pour le puits et l'autre pour la sphère.  
Importation des deux séquences d'images dans Nuke (logiciel de composition d'images 2D).
- Ajout d'un fond étoilé de base.
- Application de la séquence du puits.
- Application de la séquence de la sphère bleutée.
- Ajout d'un effet supplémentaire (en 2D) de luminance/halo sur la sphère.
- Ajustement de la couleur et du contraste pour le puits.
- Exportation du film en format .MOV

## ANNEXE 4

### ORION M42

« Le nuage d'Orion radiographié comme jamais »

« À l'aide du radiotélescope de 30-mètres de l'Institut de radioastronomie millimétrique (IRAM) dans la Sierra Nevada en Espagne, une équipe scientifique internationale menée par Jérôme Pety, astronome de l'observatoire de Paris, en poste à l'IRAM, a obtenu les observations radio les plus complètes du nuage Orion B. Dans trois articles scientifiques parus dans la revue *Astronomy & Astrophysics* du 7 mars 2017, elles montrent comment les parties internes les plus denses et les plus froides du nuage donnent naissance aux étoiles. Connu pour abriter les nébuleuses de la tête du cheval et de la flamme, le nuage d'Orion B est un gigantesque réservoir de matière stellaire, faite de gaz et de poussières, qui contient environ 70,000 fois la masse du Soleil. Les étoiles naissent dans les cœurs denses qui se développent à l'intérieur de ces nuages interstellaires. Les vents violents et les rayons ultra-violets des étoiles massives jeunes érodent et perturbent le nuage moléculaire qui leur a donné jour. ». (*Le nuage d'Orion radiographié comme jamais*, Projet ORION-B, Jérôme Pety, site de l'observatoire de Paris, 2021).

Les télescopes optiques, avec leur puissance, peuvent dévoiler l'interaction de la lumière et de la matière à la surface des nuages. Les magnifiques images prises avec les télescopes optiques montrent l'interaction de la lumière et de la matière à la surface des nuages.

## ANNEXE 5

### **PROGRAMMATION DU MODULE 1 : « SATELLITE MGS 1994 » DE LA SCULPTURE CINÉTIQUE** (collaboration : Gabriel Brochu-LeCouffe assisté de Bruno Truchon)

Void setup ( ) placer accolade ouverte

Pin Mode (3, OUTPUT);

Pin Mode (4, OUTPUT);

Pin Mode (5, OUTPUT);

Pin Mode (11, OUTPUT);

Pin Mode (12, OUTPUT)

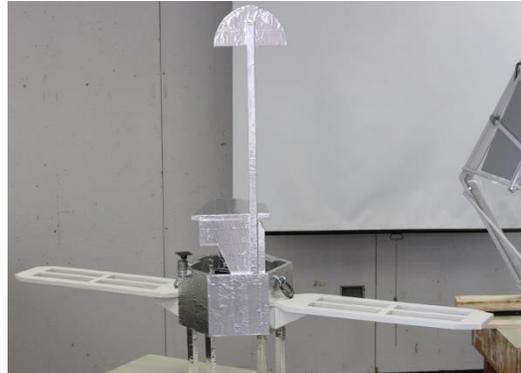


Figure 27 – © Le module 1 : « Satellite MGS 1994 »

placer accolade fermée

void loop ( ) placer accolade ouverte

analogWrite (3,125);

digitalWrite(4,LOW);

digitalWrite (5, HIGH);

digital Write (11, HIGH);

digitalWrite (12,HIGH);

delay(3000);

placer accolade fermé



Figure 28 - © Bruno et le module 1 :  
« Satellite MGS 1994 »

## ANNEXE 6

**TROIS DÉFINITIONS** de noms permettant de distinguer trois domaines d'où résulte, en partie, l'art cinétique :

« **CINÉMATIQUE** n. f -1834 – Partie de la mécanique qui étudie le mouvement indépendamment des forces qui le produisent. La cinématique du point. Application de la cinématique. >dynamique. (Le Petit Robert, Rey, p.378).

**CINÉTIQUE** n. f et adj. -1877 : 1. n. f PHYS. Branche de la mécanique qui étudie les forces appliquées et la cinématique des corps et des systèmes.

1. adj. PHYS. Qui a le mouvement pour principe. Énergie cinétique : moitié de la force vive d'un point mobile de masse  $m$  et de vitesse  $v$  ( $1/2 mv$  au carré). (Le Petit Robert, Rey, Alain, p. 379).

**CYBERNÉTIQUE** n. f – 1948; angl. Cybernetics. Science constituée par l'ensemble des théories relatives au contrôle, à la régulation et à la communication dans l'être vivant et la machine. – adj. Moyens cybernétiques. (Le Petit Robert, Rey, p. 528). »<sup>24</sup>



Figure 29 - © Aux ateliers de sculpture de l'UQAC, Bruno Truchon, près de son module 2 : « Télescope Spatial/Terrestre KG », en 2020.

---

<sup>24</sup>*Petit Robert*, Rey, Alain, p. 379, p. 378 et p. 528.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRIAN, Sarane, *L'art surréaliste*, Fernand Hazan Éditeur, Paris, 1969.
- AUDOUZE, Jean, (sous la direction de), collaboration d'auteurs, *Dictionnaire de l'Astronomie*, Encyclopedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999.
- BRUNO, Giordano, *L'infini, l'Univers et les mondes*, traduction B. Levergeois, Paris, Berg International, 1987.
- Breton, André, *Manifestes du surréalisme*, Gallimard, Paris, 1985.
- Bouvier, Alain, Georges Michel, Le Lionnais François, *Dictionnaire des mathématiques*, Presses Universitaires de France, 3<sup>e</sup> édition, Paris, 2009.
- Cantin, André, *Aide-mémoire de l'astronome amateur*, Dunod, Paris, 2002.
- Conio, Gérard, *Le constructivisme russe*, Tome Premier : *Les Arts Plastiques, Textes Théoriques, Manifestes, Documents, Cahiers des Avant-Gardes*, 1987 by Éditions L'Age d'Homme, Lausanne, Suisse. 481 p.
- Copernic, Nicolas, De revolutionibus orbium coelestis; trad. Fr., *Sur les révolutions des orbés célestes*, Paris, Blanchard, 1987.
- Damour, Thibault, *Si Einstein m'était conté, De la relativité à la théorie des cordes*, Éditions mise à jour, Le Cherche midi 2005, 2016.
- De La Cotardière, Phillipe, *Dictionnaire de l'astronomie*, Larousse, 1996
- Deutsch, David, *L'étoffe de la réalité*, Cassini, Paris, 2003 pour la traduction.
- Deleuze, Gilles, *Cinéma*, 2 v., v.1. *L'image-mouvement*, v. 2. *L'image-temps*, Éditions de Minuit, 1983-1985.
- Falque, Jean-Claude, (conception et mise en œuvre éditoriale), collaboration d'auteurs, *Le Grand Atlas de l'Astronomie*, Encyclopedia Universalis, France S.A. 1994.
- Findeli, Alain, *Le Bauhaus de Chicago : l'œuvre pédagogique de Laslo Moholy-Nagy*,

Sillery, Septentrion, 1995.

Friedmann Alexandre, Lemaître Georges, *Essais de cosmologie*, précédés de Luminet, Jean-Pierre, *L'invention du Big Bang*, Édition du Seuil, Paris, 1997.

Gabo, Naum et Pevsner, Antoine, *Le manifeste réaliste*, 1920, paru dans *Le constructivisme russe*, Tome Premier, Éditions l'Âge d'Homme, 1987.

Green, Brian, *La magie du cosmos, L'espace, le temps, la réalité : tout est à repenser*, Éditions Robert Laffont, S.A., Paris, 2005.

Klein, Etienne, *Les tactiques de Chronos*, Flammarion, Paris, 2005.

Klein, Etienne, *Petit voyage au pays des quantas*, Flammarion, Paris, 2004.

Koyré, Alexandre, *La Révolution astronomique : Copernic, Kepler, Borelli*, Paris, Hermann, 1961. 525 p. (Histoire de la pensée, 3).

Koyré, Alexandre, *Chute des corps et mouvement de la Terre, Kepler à Newton Histoire et documents d'un problème*. Paris : J. Vrin, 1973. (L'histoire des sciences. Textes et études). 220 p.

La Chance, Michaël, *Nous tournons dans la nuit, La poésie et le défi de l'infini de Giordano Bruno à la mécanique quantique*. Les Presse de l'Université Laval, 2018.

Léna, Pierre, *Les sciences du ciel*, Éditions Paris, 1996.

Lemaître, Georges, *L'hypothèse de l'atome primitif*, Actes de la Société helvétique des sciences naturelles, p. 77-96.

Lemaître, Georges, *Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques* », Annales de la Société scientifique de Bruxelles, série A, vol. 47, 1927, p. 103-109 : in *Publications du Laboratoire d'astronomie et de géodésie*, vol. 4 no. 48, 1927, p. 101-111.

Lista, Giovanni, *Le futurisme, textes et manifestes 1909-1944*, Les classiques du champ Vallon, 2015.

Lodder, Christina, *Russia constructivism*, Yale University, 1983.

Luminet, Jean Pierre, *L'Univers chiffonné*, Fayard, Paris, 2005.

Luminet, Jean-Pierre et Lachièze-Rey, *DE L'INFINI, Horizons cosmiques, Multivers et Vide quantique*, Dunod, Paris, 2005, 2016 pour cette édition.

Luminet, Jean-Pierre, *Le Secret de Copernic, Roman historique sur la vie et l'œuvre de Nicolas Copernic* (1<sup>er</sup> épisode de la série *Les Bâisseurs du ciel*) : Paris, Le Livre de Poche, 2008 (1<sup>re</sup> éd. Lattès, 2006).

Malevitch Kazimir, *Écrits, le miroir suprématisiste 2 v., v. 2*. Éditions l'Âge d'Homme S.A., Lausanne, Suisse, 1977.

Marinetti, Filippo Tommaso, *Le futurisme*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1980, Éditions l'Âge d'Homme, Lausanne.

Moholy-Nagy, Laszlo, *Malerei, Fotografie, Film* (1925), collection des Bauhausbücher no. 8, réédition en fac-similé, Mayence et Berlin, Florian Kupferberg, 1967. Trad. fr. accompagnée d'autres textes traduits : Laszlo Moholy-Nagy. Peinture, Photographie, Film, Nîmes, Jacqueline Chambon, 1993.

Moholy-Nagy, Laszlo, *Vision in Motion*, Chicago, P. Theobald, 1947.

Noguez, Dominique, *Éloge du cinéma expérimental : définitions, jalons, perspectives*, Paris, Centre Georges Pompidou, 1979.

Poincaré, Henri, *La science et l'hypothèse*, Flammarion, Paris, 2003.

Poissant, Louise, *Dictionnaires des Arts Médiatiques*, Presses de l'Université du Québec, Collection Esthétique, Montréal, 1997.

Popper, Frank, *From technological to virtual art*, Cambridge, Mass. MIT Press, 2007.

Popper, Frank, *L'art à l'âge de l'électronique*, F. Hazan, Paris, 1993.

Popper, Frank, *L'art cinétique*, Gauthier-Villars, Paris, 1970.

Rey-Debove, Josette et Rey, Alain, *Le Petit Robert*, Dictionnaires Le Robert, Paris, 2014.

Schöffer, Nicolas, *Le nouvel esprit artistique*, Éditions Denoël-Gonthier, Paris, 1970.

Schöffer, Nicolas, *Le spatiodynamisme*, éditions AA, Boulogne sur Seine, 1955.

Séguin, Marc et Villeneuve, Benoît, *Astronomie et astrophysique*, Éditions du Renouveau Pédagogique Inc., 2002.

Smithson, Robert, *The writings of Robert Smithson, essays with illustrations*, New York University Press. 1979.

Uzan, Jean-Philippe, *Big Bang : comprendre l'Univers depuis ici et maintenant*, Flammarion, 2018.

Von Neumann, John, *Le cerveau et l'ordinateur*, Éditions La découverte, Montréal, 1991.

Wiener, Norbert, *Cybernetics: or Control and Communication in the animal and the machine*, New-York, John Wiley & Sons, 1948.

Wiener, Norbert, *Cybernétique et société*, éditions 10/18, Paris, 1951.

Site internet : *Le nuage d'Orion radiographié comme jamais, Projet ORION-B*, Jérôme Pety, et Maryvonne Gerin, site de l'Observatoire de Paris, Nantes, 2021.

Site internet : *Quel modèle cosmologique? L'Univers révélé par le satellite Planck 2/3*, avec Alain Riazuelo, Institut d'astrophysique de Paris, 2015.

Site internet : *La mesure de l'Univers 1/3*, avec Jean-Pierre Luminet, Institut d'astrophysique de Paris, 2015.

Crédits des photos

Site internet, [https://Unmondemoderne.wordpress.com/202101/12\\_cysp-1-nicolas-schoeffler-1956/](https://Unmondemoderne.wordpress.com/202101/12_cysp-1-nicolas-schoeffler-1956/)

Site internet, <https://www.dataisnature.com/?p=1618> Les tours et sculptures spatio-lumino-chronodynamiques de Nicolas Schöffer

Site internet: <https://vimeo.com/111474831> Copyright. Harvard Art Museums on Vimeo, László Moholy-Nagy's "Light Prop for an Electric Stage (Light-Space Modulator)" in Motion, 1930. <https://harvardartmuseums.org/collections/object/299819>

Site internet: Copyright. <https://www.aci-iac.ca>, L'institut de l'art canadien, images du film « La région centrale », 1971, de Michael Snow.

Site internet : <https://writescience.wordpress.com/tag/friedmann/>

Site internet : <https://uclouvain.be/fr/instituts-recherche/irmp/archives-georges-lemaitre.html>

Site internet : <https://wmap.gsfc.nasa.gov/media/060915/060915> Copyright NASA  
WMAP Science Team 1996

## FILMOGRAPHIE

Bokanowski, Patrick, *L'ange* (1979).

Delesalle, Laure, *Infiniment courbe* (1994).

Deveze, Jean, *Le grand Prisme de Nicolas Schoffër* (1968).

Eisenstein, Serguei M., *Potemkine* (1925).

Herzog, Werner, *Aguirre, der Zorn Gottes* (1972), *Fitzcarraldo* (1982).

Léger, Fernand (avec Dudley Murphy), *Le ballet mécanique* (1924).

Maclaren, Norman, *Blinkity Blank* (1955).

Murnau, Friedrich W., *Nosferatu*, *Phantom der Nacht* (1922).

Richter, Hans, *Rythmus 21* (1921), *Rythmus 23* (1923).

Alexiëf, Alexandre, Parker Claire, *Le nez* (1963).

Snow, Michael, *La région centrale* (1971), *Wavelenght* (1967).

Tarkovski, Andrei, *Stalker* (1979), *Le sacrifice* (1986).

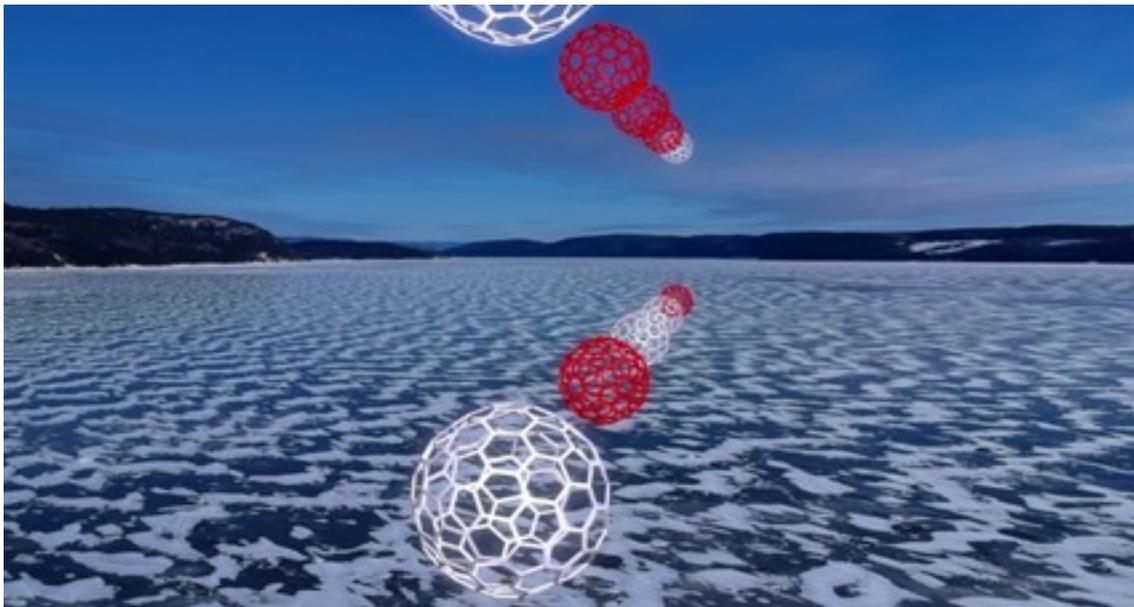


Figure 30 - Séries temporelles et périodicités (dynamisme pour l'espace-temps)  
@ Horizons cosmiques, 2021

## MUSICOGRAPHIE

- Barbaud, Pierre, Brown, Frank et Klein, Geneviève, *Le grand prisme*, (1968).
- Bokanowski, Michèle, *Pour un pianiste* (1973-1974), *L'Ange* (1976-1979).
- Cage, John, *Music of Changes* (1951), *4'33"* (1952).
- Carbon Based Lifeforms, *Hydroponic Garden* (2003), *World of sleepers* (2006)
- Froese, Edgar, *Aqua* (1974), *Epsilon in Malaysian pale* (1975), *Macula transfer* (1976).
- Pink Floyd, *Ummagumma* (1969), *Atom heart mother* (1970), *Meedle* (1971)
- Schaeffer, Pierre et Henry, Pierre, *Symphonie pour un homme seul* (1949).
- Steeve Reich Ensemble, *Music for 18 musicians* (1976)
- Stockhausen, Karlheinz, *Gesang der Jünglinge* (1955-1956) *Kontakte* (1959-1960).
- Schulze, Klaus, *Timewind* (1975), *Moondawn* (1976), *Mirage* (1977), *X* (1979).
- Tangerine Dream, *Phaedra* (1974), *Rubycon* (1975), *Stratosfear* (1976).
- Varèse, Edgar, *Déserts* (1950-1954).
- Xenakis, Iannis, *Metastasis* (1954).

\*\*\*\*\*