MATHÉMATIQUES ET ARTISANAT

VERS UNE RÉEXPLOITATION DES MATHÉMATIQUES À TRAVERS L'ARTISANAT

Sous la tutelle de
M. Machuron Thierry
M. Chagny Dominique

AUDUBERT JEAN-BAPTISTE
DSAA 2012/2013

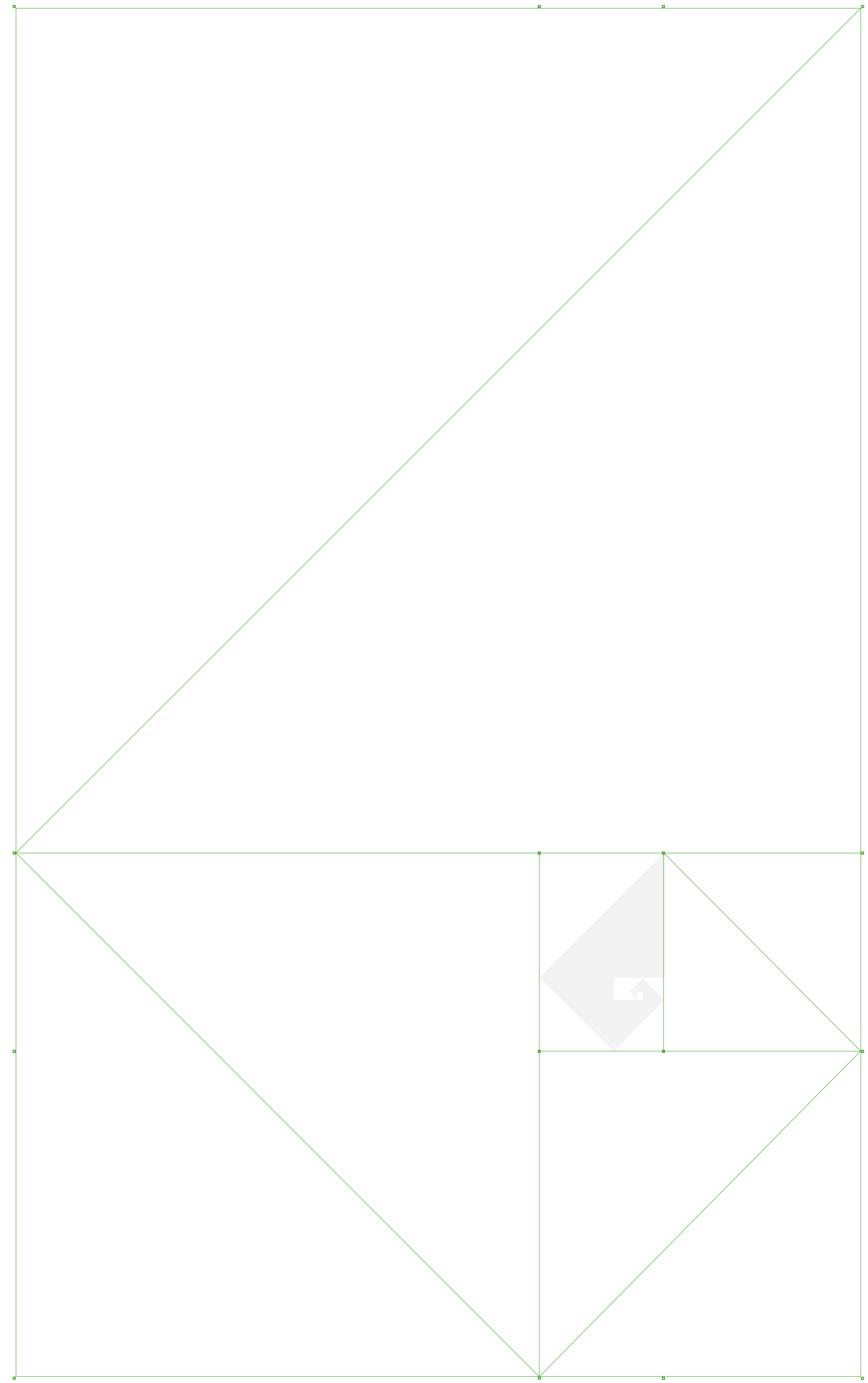


TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

« Les meilleurs travaux des mathématiciens sont de l'art, un art très perfectionné, défiant les rêves les plus secrets de l'imagination, clairs et limpides. Le génie mathématique et le génie artistique se touchent l'un l'autre. »[1] Il est vrai que les mathématiques ont depuis longtemps côtoyé de nombreuses autres disciplines. Elles sont présentes partout autour de nous mais souvent d'une façon qui nous échappe. Elles se cachent, souvent d'une façon complexe, derrière des disciplines comme l'informatique, la physique, etc. Comment remettre en avant la magie des mathématiques, de façon à les transmettre par l'objet ? C'est là tout l'enjeu : montrer comment les mathématiques peuvent générer divers vocabulaires formels spécifiques dans le domaine du design.

Les mathématiques ne sont pas si repoussantes que nous pourrions le croire, elles sont remplies de surprises, de créativité, de magie. Nous nous attarderons donc dans la première partie de ce mémoire sur les possibilités et les multiples facettes que peut prendre cette discipline. Ceci afin de dépasser cette perception péjorative que nous avons et de faire apparaître son potentiel créatif.

Certains designers et artistes ont déjà travaillé sur cette relation que peuvent avoir les mathématiques avec l'objet, nous tenterons d'en comprendre les ressorts. La seconde partie de notre réflexion portera un regard sur la création des mathématiques, en s'appuyant sur des exemples concrets et ainsi dévoiler des procédés mathématiques propices à la conception et à l'innovation.

Le processus d'industrialisation entretient un rapport étroit avec la conception artisanale et par ailleurs avec les mathématiques. Malgré un rapport d'altérité évident dans un premier temps, et de par leurs méthodes de réalisations différentes, ces disciplines peuvent se révéler complémentaires, et s'intégrer dans le processus de création commun. Interroger les mathématiques et leur lien possible à l'artisanat permet une exploration de cette traduction scientifique, avec pour objectif la création d'objets originaux.

1. Gosta Mittag-Leffler, mathématicien suédois

PARTIE 1

LES MATHÉMATIQUES UNE DISCIPLINE À L’IMAGE AMBIVALENTE

Les mathématiques[2] correspondent à un domaine de connaissances abstraites construites à l'aide de raisonnements logiques. Elles comprennent divers domaines tels que l'algèbre, l'analyse, la géométrie, les probabilités, etc. Les mathématiques se distinguent des autres sciences par leur rapport particulier au réel. En effet, elles sont perçues comme une science vraie car il existe des résultats qui sont soit faux, soit juste. En général, les mathématiques ne relèvent pas du hasard. La question de l'approximation est intéressante car c'est un phénomène étranger aux mathématiques. La notion de « l'a peu près » dans le domaine scientifique confronté à l'objet peut être interrogé. Une formule mathématique pourrait même donner une forme qui serait non descriptible par un nom d'objet mais qui y ressemblerait.

Cependant, l'étude des mathématiques et de la philosophie (appelées épistémologie pour les sciences en général), tend à prouver que les mathématiques peuvent être vues sous divers angles. Intéressons nous aux différents courants philosophiques qui ont traversé et traversent encore les mathématiques. L'alliance entre philosophe et mathématicien est ancienne, depuis Pythagore et Platon, jusqu'à Poincaré, Descartes, etc.

Le premier courant philosophique est celui de l'empirisme, selon lequel nos connaissances sont des acquisitions de l'expérience. Dans le champ des mathématiques elles prirent le nom d'inventionnisme. L'activité mathématique est une création de l'esprit et non la découverte d'une vérité préexistante. La notion d'empirisme existe aussi dans d'autres domaines, entre autre dans les objets, il serait intéressant de mettre en place un système, une relation : mathématique empirique/objet ou mathématique/objet empirique. La notion de design formel et de beau dans l'objet viendra non pas d'une réflexion propre mais d'une conséquence d'expérience menées. Ceci nous amènerait sûrement vers des produits peu fonctionnels mais des suites d'objets exprimant un principe d'avancement par l'expérience.

Une autre approche est celle du logicisme qui tend à réduire le savoir mathématique à un système d'axiomes[3] et de règles d'inférence[4] . Elle donnera lieu, dans le cas des mathématiques, au courant du formalisme. Ce courant conçoit les mathématiques comme une manipulation de symboles sans signification et ne cherche pas à rendre compte de leur lien avec le réel. Notons dans ce mouvement le fait de réduire le savoir à des règles bien précises et comparons-le au design. En prenant un peu de recul, nous constatons que dans les objets et surtout dans les archétypes il existe aussi des règles. Par exemple, une chaise comporte souvent 4 pieds, une assise et un dossier, nous pourrions appeler ceci (comme dans le domaine

2. Le mot « mathématique » vient du grec, par l'intermédiaire du latin. Le mot μθημα (máthēma) signifie « science, connaissance » puis « mathématiques » ; il a donné naissance à l'adjectif μαθηματικός (mathematikos), d'abord « relatif au savoir » puis « qui concerne les sciences mathématiques ».
3. Un axiome (du grec ancien αξιωμα/axioma, « considéré comme digne, convenable, évident en soi » lui-même dérivé de αξιος (axios), signifiant « digne ».) désigne une vérité indémontrable qui doit être admise.
4. Dans un système logique, les règles d'inférence sont les règles qui fondent le processus de déduction, de dérivation ou de démonstration. L'application des règles sur les axiomes du système permet d'en démontrer les théorèmes.

des maths) des axiomes de design. Le designer pourrait-il manipuler ses règles qui sont si conventionnelles ?

Enfin, le réalisme défend l'idée d'un autre monde mathématique fait de formes parfaites. C'est ce que l'on appelle le platonisme mathématique. L'expérience ne serait qu'un moyen d'accéder à la vérité cachée et n'aurait aucune influence sur la nature du résultat. Ainsi, selon Platon, il existerait des formes mathématiques dépendantes du monde réel, celles-ci étant issues du domaine de l'intelligible et non du sensible. Cette façon de penser, très philosophique, semble complexe à exploiter dans un projet de produit.

Ainsi, il existe plusieurs façons d'envisager les sciences, et plus précisément les mathématiques. Nous conserverons l'idée que les mathématiques sont une science exacte. Ceci impliquera, dans le projet, de se concentrer sur des principes d'utilisations des mathématiques comme source de données exacte. Cependant les différentes postures philosophiques décrites auparavant viendront appuyer des façons de penser, de réfléchir sur le projet.

D'où viennent les mathématiques ? La réponse est encore en débat entre philosophie et commerce, bien que nous soyons quasiment certains que l'invention des mathématiques est apparue en même temps que le processus de développement de l'écriture, voire peut-être préalablement. C'est pourquoi les Babyloniens, puis les Égyptiens, apparaissent comme les premiers utilisateurs des mathématiques. Cependant on peut considérer que l'invention est indissociable du processus de développement de l'écriture : les premiers moments de l'histoire des mathématiques reviennent tout de même aux grecs qui vont élever les mathématiques au rang de pensée et non simplement d'outil. On trouvera en l'occurrence les fameux théorèmes de Pythagore ou encore celui de Thalès. Un peu moins connus mais d'une importance capitale, les travaux d'Euclide et notamment les 13 volumes des *Éléments*, permettront de définir les bases des mathématiques. Le monde arabe à beaucoup joué dans l'histoire des mathématiques et jouera un rôle très important dans la transmission de ce savoir, ainsi que dans l'apport de ses propres connaissances : le monde arabe introduira, entre autre, les chiffres arabes que l'on continue d'utiliser de nos jours. Pendant la Renaissance, la recherche mathématique se concentre en Europe. Puis, au XVII^{e} siècle, les mathématiques vont prendre un tournant considérable. Les mathématiques modernes résultent en grande partie, dans leurs méthodes et dans leurs notations, des avancées de cette époque (par exemple, les travaux de Galilée). Entre cette période et la nôtre, beaucoup de découvertes ont lieu au sein même de cette discipline mais également dans des domaines très proches tels que la physique, par exemple. Nous constaterons que les mathématiques ont évolué en se rapprochant d'autres domaines et jouent aujourd'hui un rôle de pont entre différentes compétences. Une particularité des mathématiques (comme d'autres sciences) est d'avoir soulevé des questionnements sur la symbolique et la dimension mystérieuse qu'elles pouvaient avoir vis-à-vis de l'homme.

Il existe plusieurs façons de constater que les mathématiques sont imprégnées de mystère et de symbole. Tout d'abord, nous pouvons mettre en avant le rapport entre les mathématiques et les croyances religieuses. En effet, la science et la religion ont souvent été en conflit mais malgré cela, beaucoup de croyances religieuses reposent sur cette science. Par exemple, le nombre 7 joue un rôle important dans la religion chrétienne. D'autres croyances font leur apparition comme la numérologie qui tend à montrer qu'il existe un rapport entre les nombres et des propriétés. D'autre part, on peut relever le caractère symbolique de nombres ou formes mathématiques. C'est le cas, par exemple, des 5 polyèdres de Platon qui correspondent aux 4 éléments de la terre et l'univers. Le nombre d'or aussi pose de nombreuses questions. Malgré tout cela, les mathématiques demeurent encore et surtout de nos jours une discipline qui ne plait pas à tout le monde.

UNE DISCIPLINE QUI REBUTE

La science semble s'éloigner de plus en plus du grand public. Auparavant, la science fascinait et semblait utile, même indispensable, pour la société. Aujourd'hui, elle paraît très lointaine, souvent inaccessible, et elle inspire parfois la crainte. Les jeunes se détournent des carrières scientifiques. Les mathématiques souffrent même de ce problème un peu plus que d'autres sciences, peut-être à cause de leur forme souvent abstraite. La plupart des gens se pose la question de savoir à quoi va servir les mathématiques dans une vie future.

Il existe aussi une forme d'appréhension des mathématiques. Les psychologues Sian Beilock et Ian Lyons, ont fait des recherches sur des personnes qui ont peur des mathématiques. Ils en ont déduit que ce n'est pas la réalisation de l'exercice de maths lui-même qui provoque une réaction dans le cerveau, mais bien le fait de l'appréhender. Ils expliquent que « pour quelqu'un qui a l'angoisse des mathématiques, l'anticipation de faire des mathématiques provoque une réaction cérébrale similaire à celle de la douleur physique, un peu comme si on approchait sa main d'une poêle brûlante.» Ainsi, les chercheurs estiment que cette anxiété face aux mathématiques doit être considérée comme une véritable phobie et traitée comme telle.

La peur des chiffres peut mener jusqu'à *l'achiffrisme*, comme le nomme John Allen Paulos dans son livre *La peur des chiffres : L'illettrisme en mathématiques et ses conséquences* où il expose cette inaptitude à manier aisément des notions mathématiques fondamentales comme les grands nombres et les probabilités. Et contrairement à ce que l'on pourrait croire, ceci affecte beaucoup de gens, par ailleurs instruits et cultivés. En fait, contrairement à d'autres lacunes que l'on cache, l'ignorance mathématique est souvent avouée. Cette fierté perverse qu'il y a à avouer sa faiblesse en mathématiques vient en partie du fait que les conséquences de cette insuffisance sont souvent moins visibles que celles d'autres disciplines.

Comment pourrait-on contrer cette peur ? Le designer peut jouer un rôle de messager à travers des installations qui amèneraient le public à mieux appréhender les mathématiques. Ceci pourrait passer par des ateliers «Do it yourself» avec les mathématiques ou des objets issue de la discipline. La manipulation des mathématiques pourrait réduire l'appréhension du public.

Les mathématiques sont un langage : pour faire des choses intéressantes il faut d'abord en maîtriser la grammaire et l'orthographe. Il y a donc des règles qu'il faut apprendre comme lorsque l'on apprend une langue. D'ailleurs, les mathématiques scolaires sont parfois plus proches de l'esprit des cours de grammaire que d'autres cours de sciences. Comme toutes disciplines, il faut de la rigueur, qui est une forme de discipline : plus qu'ailleurs il faut ici appliquer des règles, ne pas se contenter d'une réflexion hasardeuse. Il faut connaître celles-ci mais surtout savoir les appliquer. Cela explique pourquoi la plupart des personnes sont découragées par les mathématiques bien avant de franchir cet obstacle, et d'atteindre les moments gratifiants, ceux où l'on comprend. Si l'on veut assimiler le langage, il faut de la pratique, de la patience et du travail. Il est vrai qu'en mathématique, on peut ne pas trouver le résultat tout de suite, il faut alors recommencer de manière à comprendre son erreur.

On peut remarquer aussi que les mathématiques correspondent à des chiffres, des nombres et, au-delà, à des signes. Il existe plusieurs cas où l'on utilise autre chose que des chiffres. Lorsque l'on exprime une action mathématique, on exprime « additionner » par le signe « + ». On peut aussi faire un retour dans l'autre sens : dans certains cas, des lettres sont utilisées pour exprimer des inconnues, souvent nommées « x, y, z ». Le dernier cas est celui des signes pris dans l'ancien temps, tous ceux qui concernent le grec ou le latin. On trouve ainsi des signes qui expriment des valeurs telles que « π » qui vaut « 3,14… ». Le but ici est de montrer que les mathématiques sont un langage bien particulier qu'il faut comprendre avant de pouvoir l'exploiter. Mais souvent, des termes sont formés et introduits selon les besoins : isomorphisme, topologie, itération… Le nombre élevé de ces termes rend difficile la compréhension des mathématiques par les non mathématiciens. Il existe un langage mathématique qui décrit les mathématiques. En ce sens, on dit qu'il s'agit d'un métalangage : il s'agit de la logique mathématique exprimée par un lexique scientifique. Nous trouvons ici un support intéressant qui pourrait être mis en avant grâce à des supports de communication divers.

La logique mathématique, logique formelle ou métamathématique[5] est une discipline des mathématiques introduite à la fin du XIXe siècle, qui s'est donnée comme objet l'étude des mathématiques en tant que langage. Les objets fondamentaux de la logique mathématique sont les formules modélisant les énoncés mathématiques, les dérivations ou démonstrations formelles formant les raisonnements mathématiques et les sémantiques ou modèles qui définissent le « sens » des formules. Mais comment bien apprendre cette discipline ?

5. Science dont l'objet est la théorie des fondements des mathématiques.

L'enseignement des mathématiques commence dès le plus jeune âge car il fait partie des bases d'un socle commun. En effet, les mathématiques sont indispensables pour vivre dans la société actuelle. L'enseignement des mathématiques désigne l'apprentissage des notions mathématiques fondamentales ou élémentaires telles que l'apprentissage et l'initiation à la recherche. Pourquoi enseigner les mathématiques, quelle est l'utilité de cette discipline ? Son principal intérêt réside dans sa capacité à mettre en place une faculté d'expression et de raisonnement, qui permettra ensuite de vivre en société, réfléchir, et apprendre rapidement des savoirs.

À côté de cela, s'il est vrai que les maths ne servent pas à tous, elles peuvent servir dans beaucoup de domaines, si bien qu'elles sont une compétence recherchée (pas de problèmes de débouchés pour les professions scientifiques en général). D'ailleurs, s'il est vrai que beaucoup exercent des métiers très éloignés de leur discipline d'études (par exemple toutes les professions commerciales), ceux qui choisissent une profession en liaison avec les sciences (et par exemple les mathématiques) ont plus souvent la chance de continuer à en faire, et d'avoir donc un travail intellectuellement plus stimulant. Et puis, il faut en être conscient, ceux qui innovent aujourd'hui (et qui donc permettent à leur pays de s'en sortir dans la compétition économique), sont les scientifiques, maîtrisant les maths comme il se doit. Avoir des bons rudiments mathématiques et plus généralement scientifiques permet de ne pas être simple observateur des innovations. En parallèle, l'utilisation de programmes spécifiques, le travail de programmation, la maîtrise du langage informatique impliquent désormais des connaissances poussées aussi bien en mathématiques qu'en informatique ou en robotique. C'est alors que leurs champs de compétences s'élargissent à mesure que les programmes se diversifient et que les possibilités de production et de pilotage assisté numériquement se multiplient. Par voie de conséquence, c'est également l'enseignement de ces disciplines artistiques, comme le design, qui est et qui sera prochainement amené à évoluer. En effet, l'enseignement en arts appliqués suit l'évolution de l'avancée technologique.

En observant les nouvelles directions prises dans l'enseignement des mathématiques, le designer peut-il avoir un rôle en concevant des supports pédagogiques visant à accompagner les découvertes de cette discipline ? Bien qu'il existe déjà des jeux pour apprendre plus facilement les mathématiques, il peu être intéressant de concevoir des objets qui puissent être un support de transmission. D'une part, on pourrait imaginer des objets qui permettraient de comprendre les mathématiques, et d'autre part que ces objets viendraient soutenir le discours d'un professeur, d'un enseignant. Il serait intéressant de montrer par le biais d'un système visuel et didactique que les mathématiques peuvent avoir une belle forme.

UNE CERTAINE FASCINATION

Les mathématiques sont présentes dans beaucoup de domaines que ce soit comme source de données pour d'autres disciplines ou pour codifier. « Aujourd'hui, mieux connues des scientifiques des autres disciplines et du grand public, les mathématiques bénéficient d'une meilleure image, plus positive. La nébuleuse maintenant dissipée, les gens prennent conscience que les mathématiques se renouvellent, qu'elles dépassent de loin ce qu'on enseigne à l'école, et que toutes les préoccupations et les activités humaines tirent parti des progrès mathématiques. C'est cette diversité d'application, d'inspiration et de méthodes qui ont fait ce que les mathématiques sont aujourd'hui : l'un des plus puissants objets de la pensée que l'homme ait produit. »[6] Les mathématiques ont permis et permettent de faire évoluer beaucoup de disciplines comme la physique ou la mécanique. En effet, de nombreuses disciplines scientifiques utilisent les mathématiques comme bases de données. D'ailleurs la limite entre ce qui appartient à la physique ou aux mathématiques est souvent discutable. Nous parlons ici de mathématiques pures ou de mathématiques appliquées. Les mathématiques pures ont pour objectif le développement des connaissances mathématiques pour elles-mêmes sans aucun intérêt a priori pour les applications, sans aucune motivation d'autres sciences. Au contraire, les mathématiques appliquées sont la mise en œuvre des connaissances mathématiques pour les besoins de formalisation d'autres sciences. Prenons un exemple proche du designer comme l'utilisation du programme Illustrator. Lorsqu'on trace une ligne quelconque, on créé des vecteurs. Sans forcément le savoir, l'utilisateur utilise des données mathématiques déduites de la courbe de Béziers. Le designer devrait alors prendre conscience de ce qu'il utilise de manière à mettre en avant la partie mathématique qui rentre en jeu. En premier lieu, le designer devrait apprendre à utiliser son outil et comprendre tous ces secrets, ainsi il pourrait faire part de sa compréhension via des objets traduisant des systèmes mathématiques.

Comme nous le disions juste avant, les mathématiques sont compréhensibles de tous, telle une langue universelle. En effet, partant du principe que les mathématiques sont issues d'axiome, il en va de soi sur toute la planète. Personne ne pourra contredire que 1+1=2.

6. Ian Stewart, «La pensée mathématique», *Pour la science*, n° 300, 2002

La plupart des gens qui ne sont pas dans le milieu scientifique connaissent les mathématiques simplement, soit la base. Par conséquent, beaucoup ignorent que les mathématiques peuvent servir à codifier, car elles sont souvent cachées derrière autre chose. C'est le cas, par exemple, dans beaucoup de parties de l'ordinateur. En effet, lorsque l'on creuse certains points, on s'aperçoit que se cachent des maths. Prenons l'exemple du langage binaire. Une image est définie par des pixels, chaque pixel correspondant à une couleur. Mais si on regarde de plus près, on se rend compte que chaque pixel correspond à des bits qui eux-mêmes ont un codage. Ce dernier est souvent un codage binaire (1 et 0), qui est un codage mathématique. En poussant le principe de l'image plus loin, nous pourrions imaginer que le designer pourrait alors aussi coder les objets soit par des mathématiques pures (fonctions), soit par des langages mathématiques (langage binaire). Dans le premier cas, les formules mathématiques peuvent être utilisées comme système de communication, comme le fait un designer avec un fabricant. Un objet serait décrit par les mathématiques et non par la forme même de celui-ci. Dans le deuxième cas, soit celui du langage binaire, on imaginerait plutôt des objets codés par des suites de nombres. En sachant quelle ligne de code influe sur quelle partie formelle alors on pourrait effectuer des modifications d'objets. L'utilisation d'un codage mathématique via des fonctions ou un langage quelconque deviendrait un moyen de communication à part entière. L'idée ici serait de mettre en avant la partie du langage codée par rapport à la forme. Nous avons montrer que les mathématiques sont présentes dans un univers de codage mais qu'en est-il lorsqu'elles se montrent au grand public ? Qu'est ce que la beauté des mathématiques ?

Dans le livre *Le nombre d'or la divine proportion*, l'auteur essaye de montrer ce qu'est la beauté et notamment la beauté mathématique. Selon lui, la beauté est déduite de quelque chose que l'on perçoit, qui procure des sentiments, des émotions. Selon Bronowski en parlant de la pensée de Coleridge « La beauté, c'est l'unité dans le multiple. »[7] En effet, de nos jours, en tant que créateur, nous nous efforçons de toujours nous différencier des autres et de créer l'objet nouveau et unique. La beauté en mathématique est définie comme « le sentiment esthétique provoqué par un théorème qui, du même fait de ce sentiment, est considéré comme un bel objet.»[8] En mathématique, beauté et vérité sont donc liées. Selon H. E. Huntley, nous trouvons trois façons de découvrir la beauté en mathématique. La première est la réalisation des espérances. La deuxième est la surprise devant l'inattendu, c'est-à-dire lorsque l'on découvre un résultat sans l'avoir prévu. Cette réflexion est intéressante dans le sens où l'on imaginerait pouvoir créer des objets à partir des mathématiques sans savoir à quoi ils vont ressembler. On poserait un principe d'exécution quelconque et on verrai ce qu'il en ressort. Enfin, nous trouvons la perception des relations insoupçonnées, autrement dit la réalisation d'un rapport entre 2 domaines différents (exemple: les marées et la lune). Ici, on imaginerait trouver des relations possibles entre le design et les mathématiques. Bien entendu il en existe déjà mais sûrement qu'il y en a plein d'autres à découvrir.

Il y a donc plusieurs façons de découvrir la beauté mathématique. Voici un extrait du livre La formule préférée du professeur, où la narratrice vient d'aboutir, après plusieurs jours de réflexion, à une formule donnant la somme des nombres de 1 à 10. « À ce moment-là je fis pour la première fois de ma vie l'expérience d'un instant miraculeux. Dans un désert cruellement piétiné, une rafale de vent venait de faire apparaître devant mes yeux un chemin qui allait tout droit. Au bout du chemin brillait une lumière qui me guidait. Une lumière qui me donnait envie de suivre le chemin pour m'y plonger tout entière. Je compris alors que je recevais une bénédiction qui avait pour nom étincelle. »[9] On comprend ainsi qu'après un temps de réflexion sur la réalisation de la formule, elle découvre quelque chose de merveilleux, qui n'est autre que le résultat. La beauté des mathématiques prend ici tout son sens. L'idée de réfléchir à propos de la façon de résoudre une équation ou une formule peut sembler assez ennuyeuse. Cependant, lorsque l'on prend le temps de l'étudier et que l'on résout l'équation (parfois pas du premier coup), on peut ressentir comme une joie, une sorte de fierté.

Comment démontrer que les nombres peuvent être poétiques ? Daniel Tammet, dans son livre *L'éternité dans une heure La poésie des nombres,* explique comment il voit les mathématiques qui nous entourent, comment elles deviennent une science de l'imagination. Selon lui, les mathématiques et la littérature se ressemblent, elles n'appartiennent pas à une élite. Ces disciplines posent des questions universelles, qu'est-ce que le temps, la vie, la mort ? Ainsi, il nous emporte dans sa façon de voir les nombres. Ici, il semble intéressant de noter que les mathématiques peuvent amener des réflexions qui nous entourent et nous concernent tous.

7. H.E. Huntley, *Le nombre d'or, La divine proportion,* Ed. Points, 1995, p.172
8. Ibis, p.230

9. Yogo Ogawa, *La formule préférée du professeur,* Actes Sud, Collection Babel, 2005, p.77

La relation entre art et science est très fréquente, beaucoup d'artistes et de scientifiques ont travaillé sur le rapport entre ces deux disciplines. Depuis très longtemps la science et l'art sont des domaines voisins, lorsque l'on observe l'utilisation du nombre d'or dans la peinture par exemple. En effet, les peintres ont beaucoup utilisé la géométrie pour construire leurs tableaux.

Dans son ouvrage *Chercheur ou artiste, ils rêvent le monde,* Monique Sicard amène une réflexion sur la relation entre l'art et la science. Cette réflexion est construite à partir de 18 témoignages (de scientifiques, journalistes, plasticiens, etc.) et de ses réflexions personnelles. Tout au long de cet ouvrage, l'auteur a su démontrer que l'art et la science sont deux domaines différents qui peuvent évoluer indépendamment, mais qui, de plus en plus, se croisent. En effet, nous comprenons au fil de la lecture que l'art et la science sont véritablement complémentaires.

Par exemple, dans l'entretien avec Adrien Douady, sur l'art dans les fractales, elles sont issues d'un principe simple en soi. En réalité, elles sont le fruit de relations mathématiques complexes. L'image de cette formule donne une autre vision tout à fait artistique de la mathématique. Pourtant, ce n'est pas le but premier, comme le souligne Adrien Douady, «Je ne travaille pas sur des images, je travaille sur des phénomènes mathématiques qui produisent des images [...]. »[10]

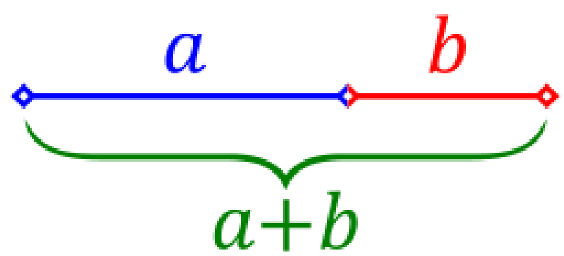
Dans un tout autre domaine, la relation qu'a établie Iannis Xenakis entre la musique et les sciences est intéressante. Dès 1954, Iannis Xenakis créée *Metastasis* pour 61 instruments ; c'est la première musique entièrement déduite de règles et de procédures mathématiques. La façon de réfléchir à la transversalité des maths est bien démontrée par le travail de cet artiste. Dans un style différent, Mario Merz (artiste contemporain italien) introduit dans ses œuvres la suite de Fibonacci comme symbole de l'énergie inhérente de la matière et de la croissance organique, en plaçant les chiffres réalisés au néon soit sur ses œuvres soit dans des lieux d'exposition. Cet artiste exprime de façon simple une formule mathématique. De nombreuses références entre art plastiques et sciences sont observables, mais nous allons nous concentrer sur les liens observables entre mathématiques et design.

10. Monique Sicard, Chercheurs ou artistes? Entre art et science, ils rêvent le monde, Autrement, 1995, p.107 (mutations, N° 158)

PARTIE 2

LES MATHÉMATIQUES, OUTIL DE CRÉATION

Lorsque la géométrie devient un outil à part entière



La proportion définie par a et b est dite d'« extrême et moyenne raison » lorsque *a* est à *b* ce que *a + b* est à *a*, soit : lorsque *(a+b)/a = a/b*. Le rapport *a/b* est alors égal au nombre d'or.

Le nombre d'or est souvent source d'inspiration, mais ce mystérieux nombre est-il aussi magique qu'on veut bien le croire ? Le livre de Marguerite Neveux, *Le nombre d'or, radiographie d'un mythe,* retrace son histoire afin de nous montrer les qualités et défauts de ce nombre.

Les premières traces pouvant évoquer «la section d'or» remonte à l'époque d'Euclide dans l'ouvrage *Éléments* qui date de trois siècles avant notre ère. « Une droite est dite être coupée en extrême et moyenne raison quand, comme elle [est] toute entière relativement au plus grand segment, ainsi est le plus grand relativement au plus petit.»[11] Nous savons que les moines ont eu une connaissance des mathématiques très développée. C'est le cas du moine (et mathématicien) Luca Pacioli, qui dans un ouvrage intitulé *De Divina Proportionne* (1498, Milan), reprend les dires d'Euclide et les étudie. Il en ressortira que la foi à un rôle à jouer dans ce rapport de proportion. Ainsi, la divine proportion évoque le dieu et non le beau. Aucune valeur esthétique ne lui est accordée que ce soit de la part de Léonard De Vinci ou de Pacioli. Desiderius Lenz (moine de l'abbaye de Beuron) s'inspire de Zeising, et décrit les rapports de proportions comme sacrés, venant du divin. Ainsi, Sérusier sera le premier peintre à faire connaitre la section d'or en France, il y évoque les saintes mesures de Beuron et aussi de Zeising. Le premier «passage» de la religion à l'esthétisme se fait en Allemagne, par un philosophe nommée Adolf Zeising. La section d'or devient quelque chose qui gouverne la beauté, ceci étant justifié par des exemples issus de la nature ou d'œuvres d'artistes. En France, la première vraie apparition avec une valeur esthétique et mathématique se fait par Charles Henry, qui s'appuie sur les éléments allemands. Ainsi le nombre d'or est véritablement mis en avant par Matila (Ghyka). En effet, si Pacioli l'associait à «la divine proportion» et Zeising à une valeur esthétique, Matila va lui attribuer une nouvelle signification. Par des expériences et divers exemples, Ghyka va démontrer que ce nombre, découlant de l'époque de Pythagore et Platon, est une résultante de tout son passé. Ainsi, le nombre d'or devient un nombre à part entière, chargé d'histoire, de mythe et de science. En somme, Ghyka n'aura fait qu'unifier son histoire. De nos jours, le nombre d'or ou Φ (Phi, Théodore Cook, 1914) est un nombre qui reste très mystérieux malgré ses propriétés mathématiques démontrées. Le nombre d'or vaut 1,618(…) soit (1+√5)/2.

Nous retrouvons le nombre d'or dans beaucoup de domaines comme la peinture et l'architecture. Dans l'idée que le nombre d'or soit visuellement beau, il fut utilisé dans l'étude des proportions. De multiples tableaux ont fait

11. EUCLIDE, *Eléments*, livre VI, 3e édition

En haut, *The Fibonacci Cabinet*, Utopia Architecture, bambou, 2013

Ci-contre, couteaux et fibonnaci, Mia Schmallenbach, 2010

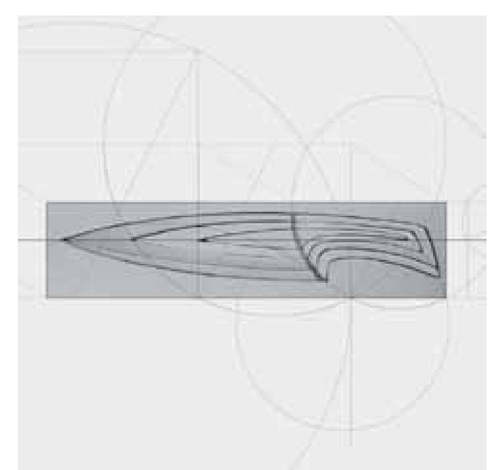
l'objet d'études pour savoir si leur composition reposait sur le nombre d'or.

Est-ce le fruit du hasard ou une volonté de l'artiste ? La réponse est sûrement un peu des deux selon l'œuvre étudiée. L'architecture est l'une des disciplines qui a le plus utilisé le nombre d'or et ses propriétés. Les pyramides auraient notamment été construites grâce au nombre d'or. Pour parler de créations plus récentes, nous trouverons les travaux de Le Corbusier, avec en autres, Le modulor (module + nombre d'or). Celui-ci permet de créer un confort ergonomique maximal entre l'homme et son espace vital. Comment le nombre d'or est-il exploité de nos jours dans la conception d'objets modernes ?

Il est vrai que nous connaissons moins le travail qui existe en objet autour du nombre d'or. Les designers du groupe *Utopian Cabinet* ont étudié la suite de Fibonacci dans l'objet. Et le résultat est assez intéressant dans le sens où ils ont créé plusieurs objets qui sont à la fois dépendants et indépendants. La traduction de la suite de Fibonacci se fait de deux façons. La première est dans la taille des objets qui nous laisse ressentir cette suite qui grandit. La deuxième est lorsqu'ils sont assemblés, où il est aisé de repèrer tous de suite les rectangles qui forment la spirale d'or. Il n'y a pas d'utilisation précise de la formule issue du nombre d'or mais plutôt une transcription au sein de l'objet.

En opposition, les couteaux de Mia Schmallenbach sont issus de principes géométrique déduits du nombre d'or.

Dans cet exemple, on comprend que tout est donné par des mesures précises, en relation avec le nombre d'or. Là où l'objet prend une valeur importante c'est qu'il a été pensé comme un objet fonctionnel. Le designer devrait exploiter d'une nouvelle manière le nombre d'or, pour lui apporter une nouvelle dimension. Par exemple, il pourrait faire ressortir cette idée de perfection en travaillant sur la perfection mathématique. La question qui se pose ici est la suivante : jusqu'où le designer laisse les mathématiques créer la forme, ou, quand et comment prend-il le pouvoir?



En haut, *Etch Web*, Tom Dixon, acier inoxydable, 2012

Au dessus, *Table Ikoidu*, Peter Christian Rohnke, noyer huilé et verre, 2013

À droite, *Carrosse*, Xavier Veilhan, 2012

La géométrie ou ses dérivés peuvent être utilisés dans l'objet de manières très différentes. Elle peut permettre de créer des formes, mais aussi de traduire des volumes. Examinons le travail de Xavier Veilhant, plasticien qui s'exprime par l'objet. Son travail, déclinant sculpture, peinture, vidéo, photographie et installation, consiste à ressaisir le réel, sous des formes archétypales, génériques ou prototypiques, qui interrogent les modes de représentation historiques et contemporains. Cet artiste travaille la géométrisation de volumes (ou facettisation), c'est-à-dire qu'il créée des volumes qui ne comportent que des faces planes. Certaines œuvres sont créées à partir d'un scan 3D. Il y a ici une simplification des formes du réel mais sans dénaturer la signification. La question qui se pose, en voyant ce travail, est de savoir si, dans l'objet, on pourra apporter des simplifications de forme comme il le fait. En effet, il serait intéressant de voir ce que donnerait un classique du design une fois facettisé. Dans le même esprit de ne pas dénaturer le point de départ, il serait intéressant de travailler en gardant des principes propres à l'objet, par exemple, la fonctionnalité. Lorsque l'on parle de volume et de géométrie, on ne peut pas éviter de parler des polyèdres.

Les polyèdres sont source d'inspiration pour de nombreux designers. On trouve la table *Ikoiku coffee* de Peter Christian Rohnke, qui ne fait que prendre un polyèdre comportant des hexagones et couper en deux ce dernier de manière à créer une table. L'utilisation et la représentation du polyèdre sont ici directes. En opposition, l'exemple de la lampe *Etch Web* de Tom Dixon s'inspire de formes géométriques pour créer un polyèdre. Cette lampe est constituée de 60 pentagones irréguliers qui forment un polyèdre. Ce qui est intéressant dans cette lampe c'est d'une part qu'elle s'inspire des formes des polyèdres et d'autre part qu'elle a été assemblée à l'aide d'une formule mathématique (tenue secrète). Dans cet objet, Tom Dixon a su manier l'utilisation des polyèdres pour créer la forme désirée. Les polyèdres sont des formes simples qui peuvent engendrer des formes plus ou moins complexes.

Pour aller plus loin, il serait intéressant de travailler sur la symbolique des polyèdres et entre autre (comme on l'évoquait auparavant dans le mémoire) utiliser le rapport avec les 4 éléments de La Terre. Ceci permettrait de créer des objets plus en lien avec la symbolique que la forme. L'objet pourrait varier selon le polyèdres choisis et par voie de conséquence sa signification aussi. L'utilisation de couleur peut être aussi abordée dans l'idée que chaque polyèdre correspond à un élément de la terre et

Au dessus, *Broken Pillar (for Berlin)*, Tommy Stockel, papier, polystyrène, plastique. 2007

En haut à droite, *Axiom et Simulation*, Mark Dorf, photos et infographie

En bas à droite, Bijoux, Travail d'étudiant

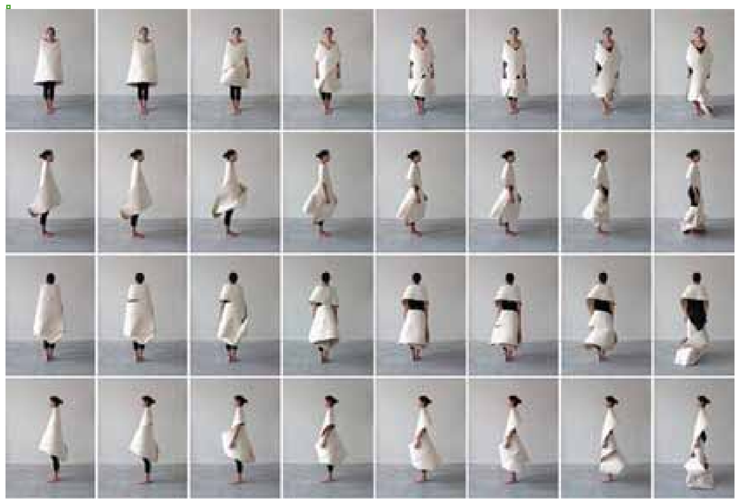
Ci-contre, *Found Functions*, Nikki Graziano

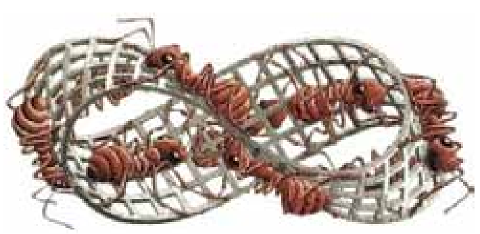
donc à une couleur qui lui est associée.

Nous savons que le rapport entre mathématiques et nature est très grand. Hormis le fameux nombre d'or, on retrouve d'autres formes mathématiques dans la nature, et c'est le cas de la géométrie. On peut observer par exemple les cristaux ou encore les flocons de neige. Certains artistes ou designers ont voulu jouer avec cette part de mathématiques contenue dans la nature. Le travail de Mark Dorf, *Axiom et Simulation* est très intéressant dans le sens où il fait côtoyer réalité et informatique. Voici comment il explique son travail : « [...] nous transformons constamment l'espace physique et les objets dans la pensée non-physique abstraite pour gagner une compréhension plus grande de la composition et du fonctionnement interne de notre environnement. Ces transformations prennent souvent la forme d'interprétation mathématique ou scientifique. En conséquence de ces changements, nous pouvons mal interpréter ou perdre même toute la référence à la source : quand la représentation calculée est comparée à sa contrepartie réelle, une relation arbitraire et débranchée est créée dans laquelle il y a très peu ou pas de rapport physique ou visuel aboutissant aux questions de la définition. [...]. »[12] En regardant cette série de photographies, nous nous rendons compte qu'il fait le lien entre réel et virtuel de deux façons : soit par l'utilisation de formes géométriques (voir parfois des polyèdres), soit par la traduction des couleurs. L'idée reste toujours la même : la traduction du virtuel dans le réel. Cependant un aller-retour existe.

Alors que lui, préfère traduire cette partie mathématique par des formes géométriques, d'autres artistes comme Nikki Graziano (photographe et mathématicien) font directement le rapport à des fonctions, à des équations. Nous assistons ici à une nouvelle représentation de la nature. L'intérêt réside dans la traduction purement mathématique de la nature, et dans la recherche de l'équation. Enfin, dans un tout autre style, Tommy Stockel s'intéresse à la traduction de la matière même. Il réalise ses œuvres grâce à des matériaux colorés et à motifs, de manière à traduire au mieux la matière. Malgré les couleurs un peu étonnantes vis-à-vis de la réalité, son travail prend sa force grâce à la traduction de la forme des matériaux. Il arrive à nous transmettre cette sensation de vérité. Beaucoup de designers s'inspirent aussi de la Nature pour créer des objets, mais le travail en association entre un mathématicien et un architecte (tous les deux étudiants) est assez remarquable. En effet, ce projet de bijoux est issu des formes de notre système nerveux. Leur but est d'expérimenter de nouvelles méthodes de fabrication et de design pour créer des bijoux inspirés par les formes et schémas complexes qui se trouvent dans la nature.

12. Dorf, Mark. S.d. Mark Dorf: Simulation & Axiom. http://mdorf.com/. Consulté le 01 mars 2013





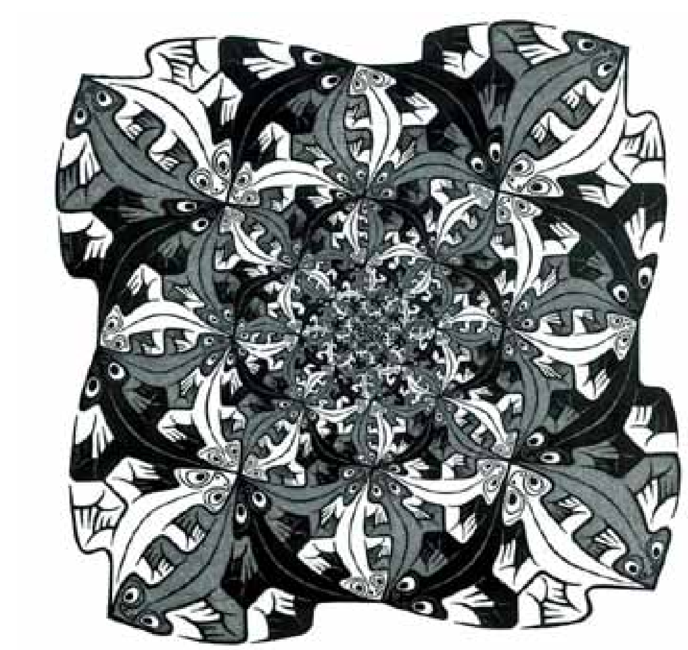
En haut, *Möbius Dress*, My Studio, 2004

À droite, Anneau de Moebius par Escher et bouteille de Klein

Ci-contre, *Smaller and Smaller*, Escher, 1956

En tant que designer, on pourrait s'amuser à traduire la nature par la géométrie afin de créer des objets. Par exemple, il pourrait créer la forme de l'objet en fonction de la forme de départ. L'idée ici est de s'inspirer des formes de la nature pour les géométriser afin de créer des objets. Dans la nature, nous trouvons des formes très variées, certaines avec des particularités intéressantes, comme des principes d'infini.

L'infini existe en mathématique mais dans l'objet, peut-on le traduire ? L'anneau de Moebius est un cas de géométrie assez particulier car il exprime une forme infinie. En effet, c'est une surface compacte dont le bord est homéomorphe à un cercle. Autrement dit, il ne possède qu'une seule face contrairement à un ruban classique qui en possède deux. Ce phénomène assez étonnant et captivant en soi a su inspirer certains designers. C'est le cas de la structure My studio (basée à Boston) qui a créé la *möbius dress*. Comme son nom l'indique, c'est une robe qui reprend le principe de l'anneau. L'idée est d'exploiter directement le principe dans l'objet. Le mieux avec cet objet est de travailler directement avec de la maquette ou un prototype. La représentation de ce principe est assez difficile à dessiner sous toutes ces formes. Le fait de travailler en volume permet une facilité de compréhension mais aussi une manipulation plus aisée. Si on regarde autour de l'anneau de Moebius il existe bien une façon de traduire ce principe dans l'objet, qui est la bouteille de Klein. Cette dernière est une bouteille où il est impossible de dire ce qui est à l'extérieur ou à l'intérieur car, comme le ruban de Moebius, elle a une surface infinie. En maths, on peut exprimer l'infini, enfin nous pouvons montrer qu'une formule tend vers l'infini par exemple. Qu'est ce qui empêche le créateur de faire un objet infini ? « Si l'infini n'existe pas dans le monde physique, ni l'infiniment grand, ni l'infiniment petit, alors toute figure infinie est impossible. »[13] La réponse est simple, c'est une question de quantité de matière : il en faudrait une infinité. Prenons l'exemple d'un des dessins d'Escher, *Smaller and smaller* ; malgré le fait que l'on comprend que ce dessin pourrait se poursuivre à l'infini, il a une certaine limite. Celle-ci étant donnée par le support, par conséquent la notion d'infini n'est pas réalisable matériellement. En tant que designer, interroger la notion de l'infini peut être intéressant. Le premier point serait de se questionner sur la limite de la matière, par exemple sur l'épaisseur du matériau, jusqu'à quel point nous pouvons réduire la matière et par contradiction pourrait-on la « gonfler » ? Dans un second temps, la notion d'infini n'étant pas réalisable physiquement, nous pourrions imaginer des objets qui donnent une image de l'infini. Par contre, on remarque que l'on peut réaliser des représentations qui « tournent en

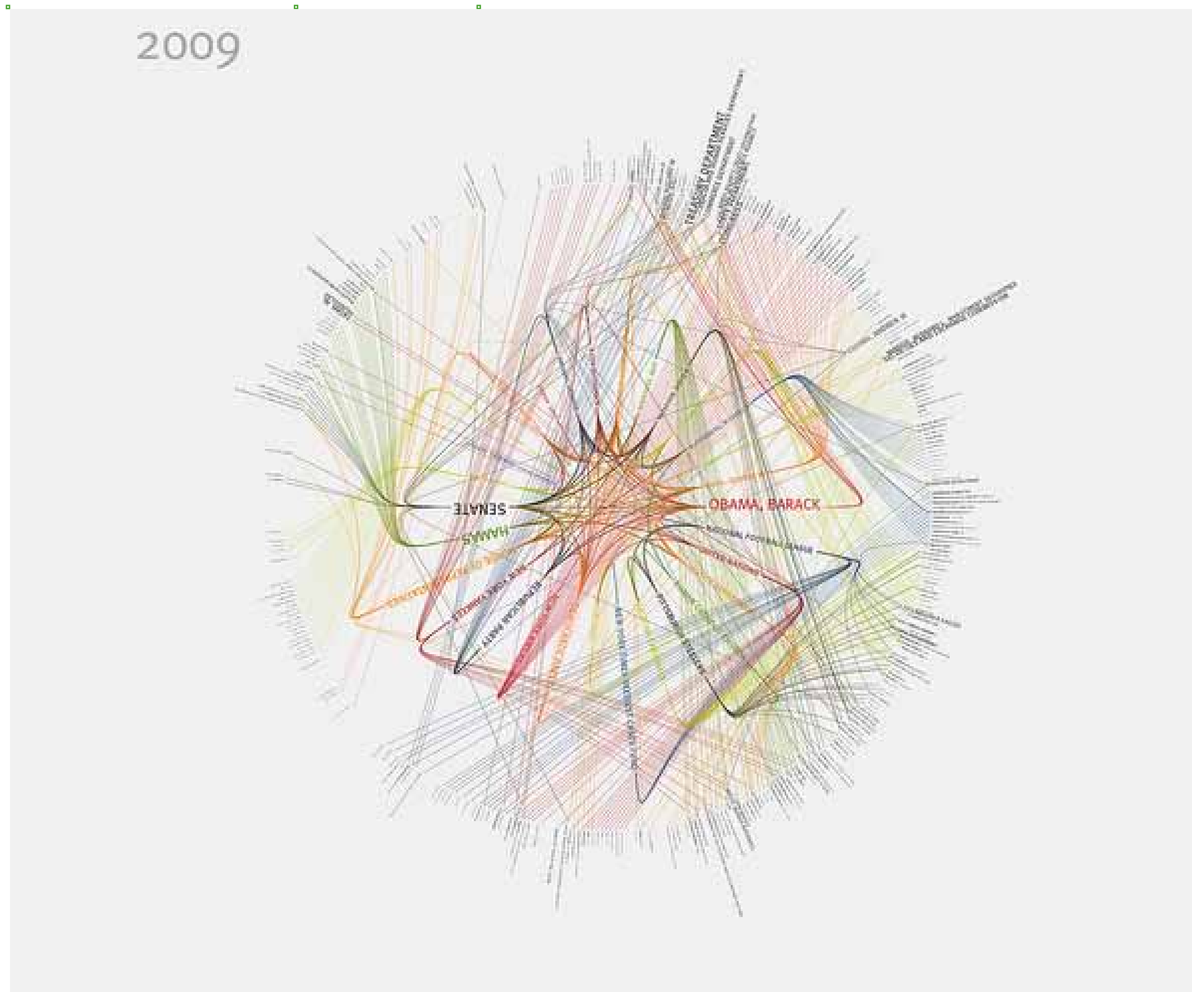


13. Jean Paul Delahaye, « Infini et impossible », *Pour la science,* 2011, n° 403, p.88

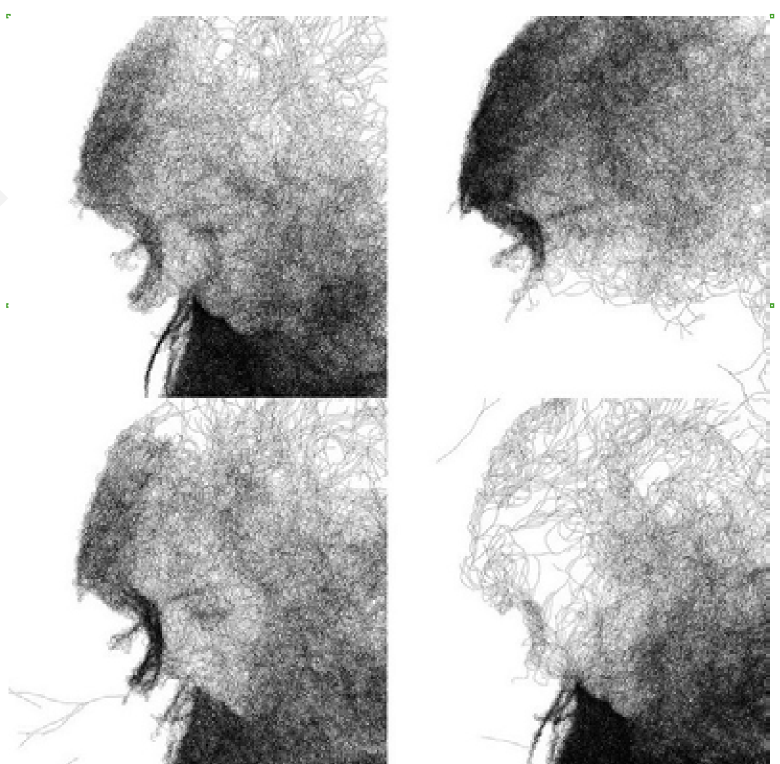
Endless chair, MT4 Architects, 2010

rond ». Comme pour l'anneau de Moebius, la notion d'infini est intrinsèque à l'objet.
Dans le travail d'Escher, nous pouvons parler de ses escaliers infinis. Comment traduire ceci dans des objets plus communs ? C'est ce que les MT4 architects (agence bruxelloise) ont tenté de faire, avec leur *Endless chair.* On constate que la chaise donne l'impression d'être faite d'un seul morceau qui tourne sur lui-même. D'une part, on pourrait interroger la notion d'infini au sein même d'un objet, tout comme l'anneau de Moebius. On imaginerait un objet qui soit construit comme l'anneau, c'est-à-dire juste une bande que l'on tort. En questionnant la forme de départ et la torsion réalisée, on imaginerait des objets gardant le principe de l'infini mais à l'aide de formes variées.

Des formes programmées par des formules mathématiques



En haut, *NY Times,* Jer Trhope, 2009
A droite, *Mycelium*, Ryan Alexander, 2010



Comment le processing permet de créer des formes 2D aléatoires ou programmées ? Le processing fait partie des systèmes de langage de programmation et il est tout particulièrement adapté à la création plastique et graphique interactive. Un langage de programmation offre un cadre pour élaborer des algorithmes. Il permet en particulier de décrire les structures des données qui seront manipulées par l'appareil informatique et quelles seront les manipulations. Il existe deux programmes connus pour faire du processing. Le premier, *Processing*, est un langage de programmation open source et un environnement pour les personnes qui veulent créer des images, des animations et interactions. Le second, *Scriptographer*, est un plugin de script pour Adobe Illustrator. Il donne à l'utilisateur la possibilité d'étendre les fonctionnalités d'Illustrator par l'utilisation du langage *JavaScript*. *NY Times* est un système de visualisation de données basé sur les flux d'information du site internet New York Times. Utilisant les actualités du journal comme source de données, le programme rend visible sous la forme d'un graphe le degré d'importance des mots employés et leur relation entre eux. Ici, on peut constater que l'utilisation du programme permet de créer non seulement un visuel issue d'informations extèrieures mais aussi une image qui est belle. Dans un autre style, l'exemple de *Mycelium* où des traits apparaissent sur l'écran, se ramifient pour finalement constituer un visage. A partir d'une image d'origine, ce programme d'animation conçu avec Processing simule le développement du mycelium, la partie végétative des champignons, et utilise ce procédé à des fins esthétiques.

Ainsi, l'utilisation de programme de processing peut permettre de créer des formes par le codage. D'une part, ces formes peuvent être aléatoires, c'est-à-dire que l'on code un principe avec des contraintes, autrement dit des règles que le programme respecte. L'utilisateur devient le créateur de cette part de hasard, par exemple en déplaçant la souris, en cliquant. Il créer alors des formes qui suivent certaines règles dont il n'est pas conscient mais qu'il peut entrevoir au fur et à mesure qu'il découvre les possibilités du programme. Ici, il serait intéressant en tant que designer de créer un programme où l'utilisateur serait le créateur de la forme sans en être conscient. Cette forme serait alors exploiter par la suite pour la fabrication d'un objet. Le passage de la forme créé à l'objet final serait un travail réalisé par le designer, par exemple la forme correspond à la face de l'objet et le designer ne fait que l'extruder dans la profondeur.

L'utilisation du processing peut aussi permettre une aide au sein d'autres programmes comme peut le faire *Scriptographer* dans Illustrator. Il peut venir appuyer un principe qui serait trop long à dessiner. Si on utilise un système

Chair #72, François Brument

de données ou l'on établit certaines règles mais que les possibilités de formes sont nombreuses, alors il peut être intelligent de faire réaliser toutes celles-ci par un programme. La programmation peut alors devenir une aide à la création pour le designer.

Par ailleurs, le processing reste plus adapté à des formes graphiques en 2D, il existe des systèmes dédiés à la création d'objets en 3D, c'est le cas du design paramétrique.

Le design paramétrique et génératif est différent mais le principe reste le même. C'est à dire qu'il récente un ordinateur et que la forme évolue en fonction de principes mathématiques. La différence est donc infime dans le résultat final. Le design paramétrique est la pratique d'une méthode de travail basée sur la paramétrisation des éléments. On définit certains paramètres qui peuvent être (ou non) variables et on modifie ainsi la forme. La série d'assise *Chair#72*, de François Brument, permet à l'utilisateur de déterminer la forme finale en participant au processus de création. Deux sliders (curseurs) permettent de modifier en temps réel les paramètres de la trame structurelle du modèle 3D. Ainsi on peut créer de nombreuses combinaisons et donc une infinité de variations possibles. Le rôle du designer est alors de créer la formule qui permet d'une part de définir une forme générale mais aussi d'exploiter les paramètres. Le design génératif est basé sur des techniques de simulation et de modélisation basées sur des patterns de formes. C'est la simulation ou l'exploitation des interactions d'un système prédéfini par ses parties qui produit l'objet final du processus de conception.

Le design génératif se concentre sur la définition des objets de départ et de l'observation des différentes formes engendrées appuyées par des techniques de modulations plutôt que sur le contrôle absolu ou la production directe

En haut, *1774 series fauteui*l, Aranda Lasch, bois

Au dessus, *Quasi Table,* Aranda Lasch, bois

Ci-contre, *Sound Chair*, Matthew Plummer

d'un objet fini. Bien qu'il y ait quelques différences, généralement, on considère tout ceci comme du design numérique. L'idée est que le designer devient simple créateur du principe et que, comme dans la *Chair #72*, l'usager devient acteur. L'assise *1774 series fauteuil* créé par Aranda Lasch est un bon exemple car le fonctionnement est aisé à comprendre. Dans le cas présent, les designers ont décidé d'utiliser une forme de départ qui va se répéter à l'aide d'une formule mathématique. Dans cet exemple, nous notons que la forme reste proche d'un fauteuil bien qu'il ne semble pas très confortable. Le but recherché ici est la création de forme et non de fonctionnalité. En opposition, la *Quasi Table* des mêmes designers, nous offre un aplat sur le dessus. Il est fort intéressant de noter et de s'inspirer du fait de garder cette fonctionnalité malgré le reste de la table aux formes très particulières. Nous pourrions imaginer des objets où les parties « utiles » restent fonctionnelles mais peu importe ce qui se trouve derrière.

Il existe entre autres, un programme informatique pour générer du design paramétrique, *Grasshopper*. C'est un éditeur d'algorithmes graphiques entièrement intégré avec les outils de modélisation de *Rhino 3-D*. Contrairement à *RhinoScript, Grasshopper* ne nécessite aucune connaissance de programmation ou de scripting, mais permet toujours aux concepteurs de construire des générateurs de forme de la plus simple à la plus complexe. Ce programme est intéressant car il permet de jouer avec les formes selon des paramètres plus ou moins simples.

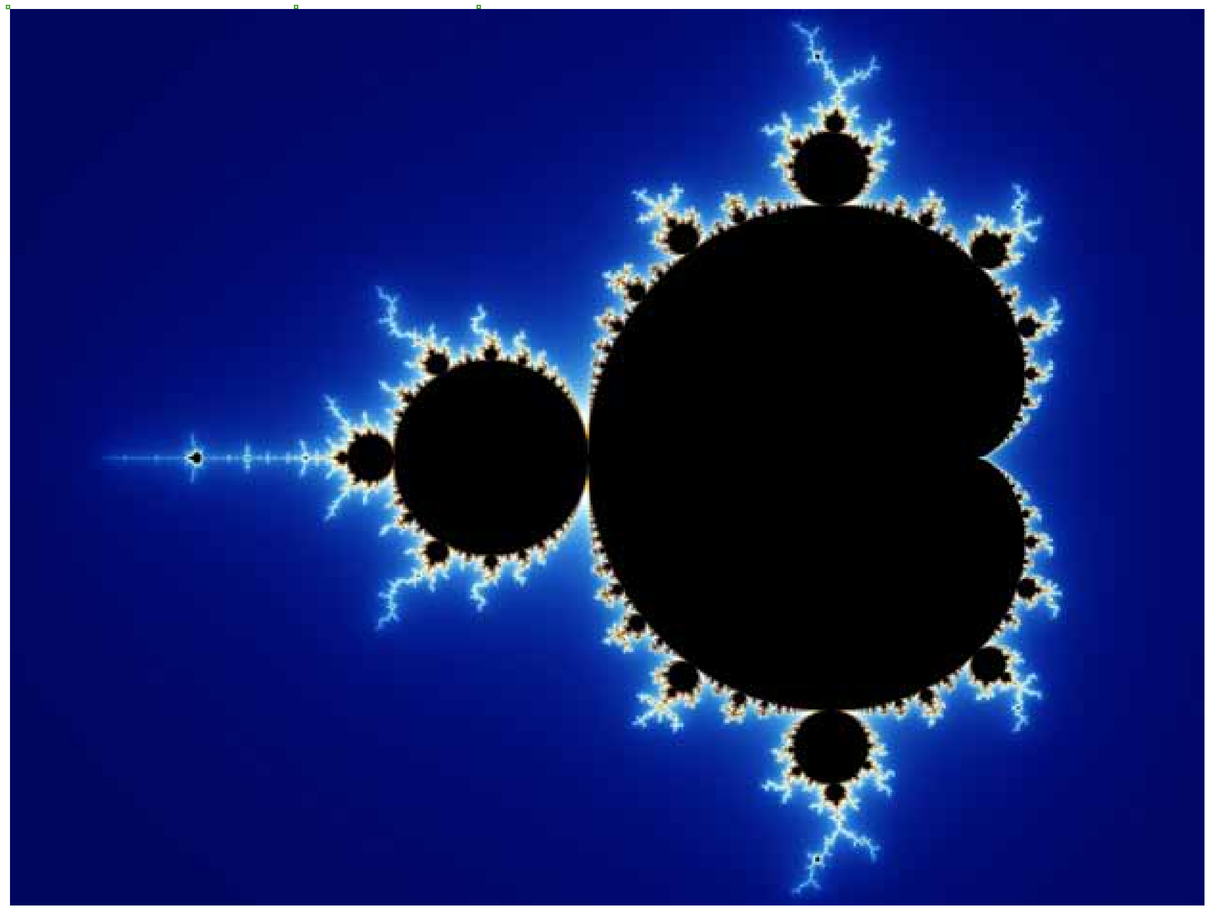
Comme nous le disions précédemment, certains designers font varier les paramètres par des personnes extérieures (par exemple l'usager). D'autres n'hésitent pas à prendre des paramètres qui sont régis par des données extérieures. Ils ne sont donc pas complètement (voire pas du tout) maîtres de la forme finale. C'est l'exemple de la *Sound chair* de Matthew Plummer-Fernandez, qui exploite des données sonores. La forme de chaque fragment permet de créer des formes différentes qui ne sont pas contrôlées par le designer. Le designer a été acteur sur deux points, d'une part pour traduire le son en forme et d'autre part, pour choisir l'adéquation parmi 719 sons différents, entre forme et fonctionnalité afin de créer une chaise confortable. Dans cet exemple, je trouve un peu regrettable d'avoir remanié les formes pour en faire un fauteuil fonctionnel.

Mais ceci nous amènes à question suivante, le design paramétrique d'un objet est-il alors antinomique à la dimension fonctionnelle de celui-ci ? Le rôle du designer est aussi de définir si l'objet reste fonctionnel malgré son évolution ou non. Il me semble plus intéressant de garder cette dimension fonctionnelle afin de ne pas créer des formes seulement issue d'un

principe paramétrique. Ceci implique alors de bien mettre en place les paramètres qui varient et comment.
Le design paramétrique est donc une façon de créer qui lui est propre. Le designer met à contribution tout son savoir pour fabriquer un programme qui exploite des données particulièrement sélectionnées. Lorsque nous prenons certains exemples de fabrication par le design paramétrique, nous nous rendons compte que chaque pièce devient alors unique.

Revenons sur l'exemple des chaises de François Brument. L'idée de faire varier seulement deux paramètres peut créer une multitude de variantes. Le mot « variante » est tout à fait approprié, dans le sens où toutes les chaises se ressemblent dans la forme globale, mais changent tout de même. Bien que ce ne soit pas du design paramétrique, on trouve ceci dans les œuvres de Gaetano Pesce, notamment dans les chaises *Pratt*, où il expérimente la notion de « série différenciée ». On notera que chaque modèle est différent dans sa couleur, sa résistance au temps, sa rigidité et donc sa forme. En élargissant un peu plus, on peut aller voir du côté des œuvres d'Andy Warhol. En effet, lorsqu'il sérigraphie un même motif mais avec différentes couleurs, il créé de l'unique dans la série. Cependant, l'idée d'Andy Warhol n'était pas basée sur ce principe, mais plus sur la série même. Nous considérons donc que pour qu'il y ait une série, il faut qu'il y est quelque chose de commun. Pour en revenir au design paramétrique, on peut comprendre assez rapidement comment on peut faire varier une forme en faisant varier ne serait-ce qu'un seul paramètre. Ici, deux possibilités peuvent être mises en évidence. La première consiste à faire varier un seul paramètre, ce qui engendre différentes formes mais elles gardent le reste identique. La deuxième est de dire que seul un point reste commun à toutes les créations et que le reste change.

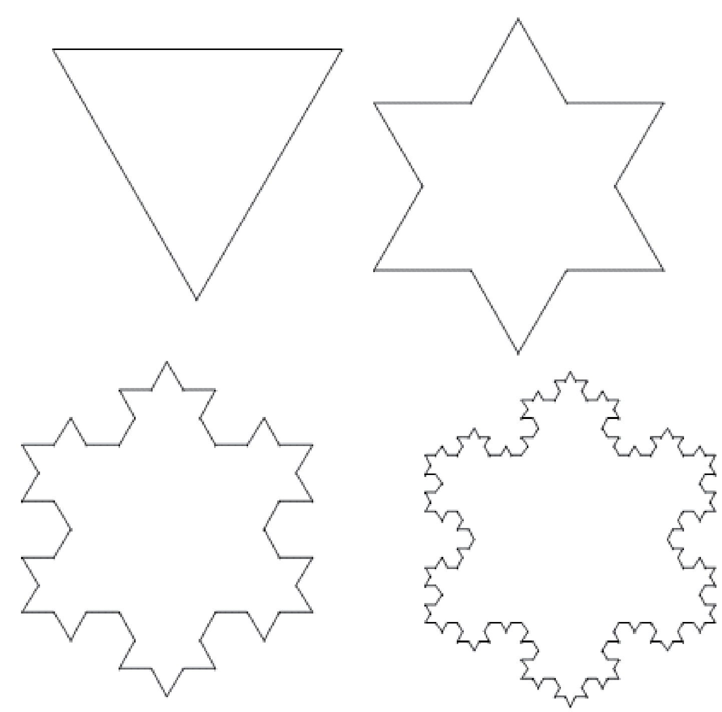
Des designers inspirés par un système complexe : l'exemple des fractales



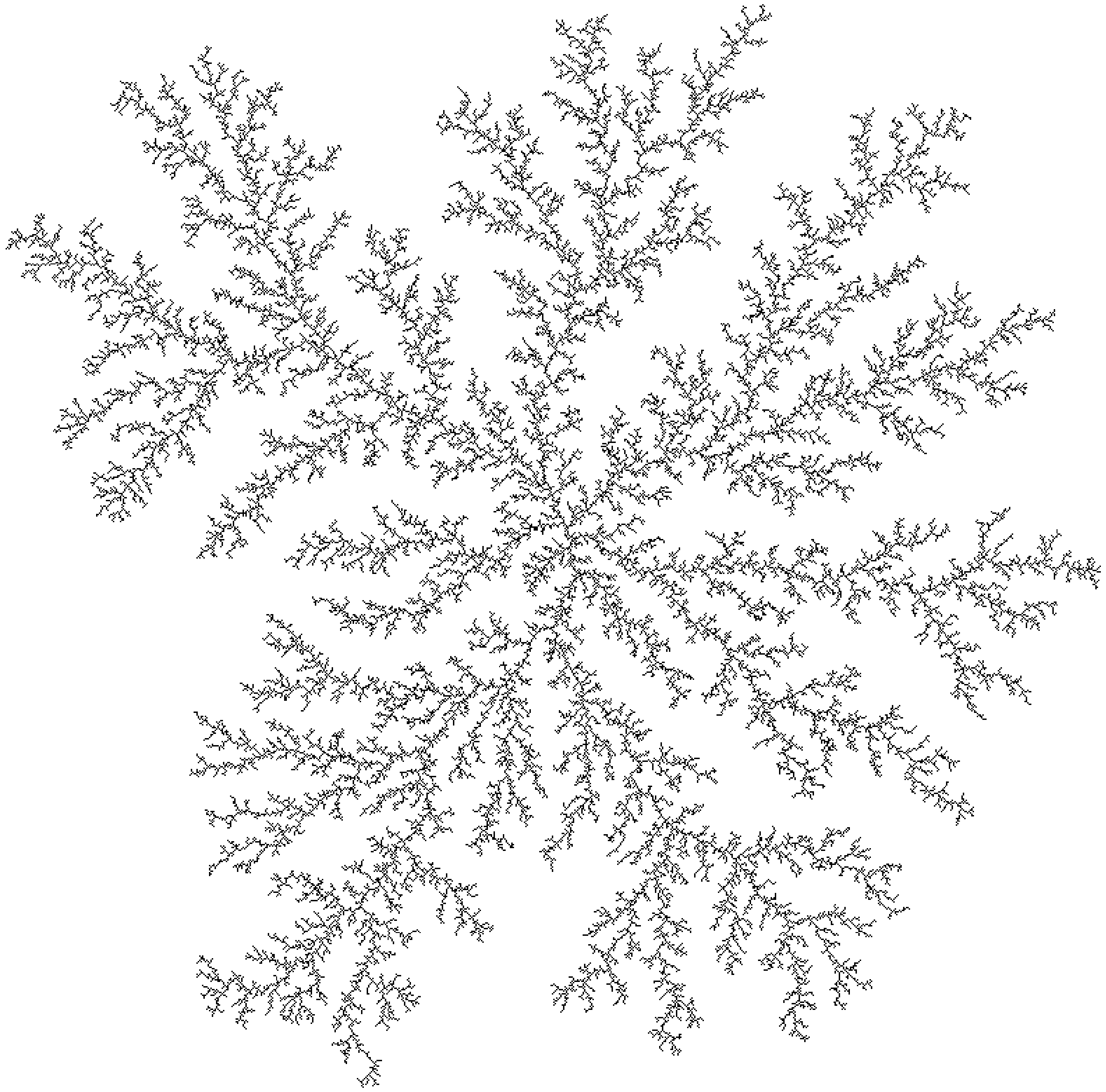
Ci-dessus, Fractale de Mandelbrot, 1978

Ci-contre, Fractale Van Koch, 1906

Un objet fractal[15] ou une fractale est un principe qui intègre une homothétie interne. C'est-à-dire qu'il y a une invariance d'échelle. « Les objets fractals peuvent être envisagés comme des structures gigognes en tout point et pas seulement en un certain nombre de points, les attracteurs de la structure gigogne classique. Cette conception hologigogne (gigogne en tout point) des fractales implique cette définition tautologique : un objet fractal est un objet dont chaque élément est aussi un objet fractal. »[16] La répétition se fait en tout point de manière exacte. La géométrie fractale s'oppose à celle d'Euclide où les formes sont lisses et régies par des figures connues telles que les polygones, les polyèdres, etc. Lorsque ces formes sont apparues, elles se font appelés OMNI (Objet Mathématique Non Identifiés) car elles étaient étranges. Georg Cantor créé le premier OMNI en 1883. Puis, Helge Van Koch va lui aussi formuler un dessin d'OMNI mais il le fait à l'aide d'un triangle (nommé flocon de Koch). Benoit Mandelbrot est l'un des grands mathématiciens qui a travaillé sur les fractales. Il est le mathématicien qui a réussi à mettre des formes sur un principe qui a toujours existé. D'ailleurs, il est l'auteur d'un ensemble très connu qui porte son nom (ensemble de Mandelbrot), émis en 1978. Il est obtenu par itération[17] 15 de la fonction $f(z) = z^2 + c$, z et c représente des nombres complexes. Sans comprendre forcément les termes mathématiques on peut imaginer comment on construit une fractale. Malgré le fait qu'elle est l'une des plus connues, cette représentation n'est pas parfaitement conforme aux règles des fractales. Il lui manque l'autosimilarité, c'est-à-dire que lorsque l'on zoome sur une partie, on ne retrouve pas la même forme que celle de départ. Cela dit, on découvre, au fur et à mesure, des nouvelles structures, ce qui est assez remarquable. Dans son livre *Les objets fractals, forme, hasard et dimensions,* Benoit Mandelbrot présente sa démarche d'analyse des fractales. Celle-ci se trouve tout simplement dans le titre : le but premier est de décrire la forme de ces objets, puis de passer de la description à l'explication. Le deuxième est le hasard, qui malgré tout domine et engendre les irrégularités fractales. Et enfin, la dimension fractale (notée D), qui permet de mesurer le degré d'irrégularité et de brisure. Selon Mandelbrot, le passage entre la dimension 2 et la 3 serait exprimée par les fractales. Prenons un cube, par exemple, il fait partie de la dimension 3 et il est issu de la dimension 2 (le carré). Selon Mandelbrot, ce qui se trouve entre ces deux dimensions serait des fractales. Plus leurs dimensions fractales augmentent, plus elles sont fragmentées, c'est-à-dire qu'elles se rapprochent de plus en plus de la 3D soit ici du cube. Ceci se nomme la « dimension fractale ». Par exemple, la courbe de Van Koch peut être divisée en N=4 courbes qui lui sont identiques à



15. Le terme « fractale » est un néologisme créé par Benoît Mandelbrot en 1974 à partir de la racine latine fractus, qui signifie brisé, irrégulier.
16. *Le Trésor des Paradoxes*, Philippe Boulanger & Alain Cohen, Éd. Belin, 2007.
17. En mathématiques, une itération désigne l'action de répéter un processus.

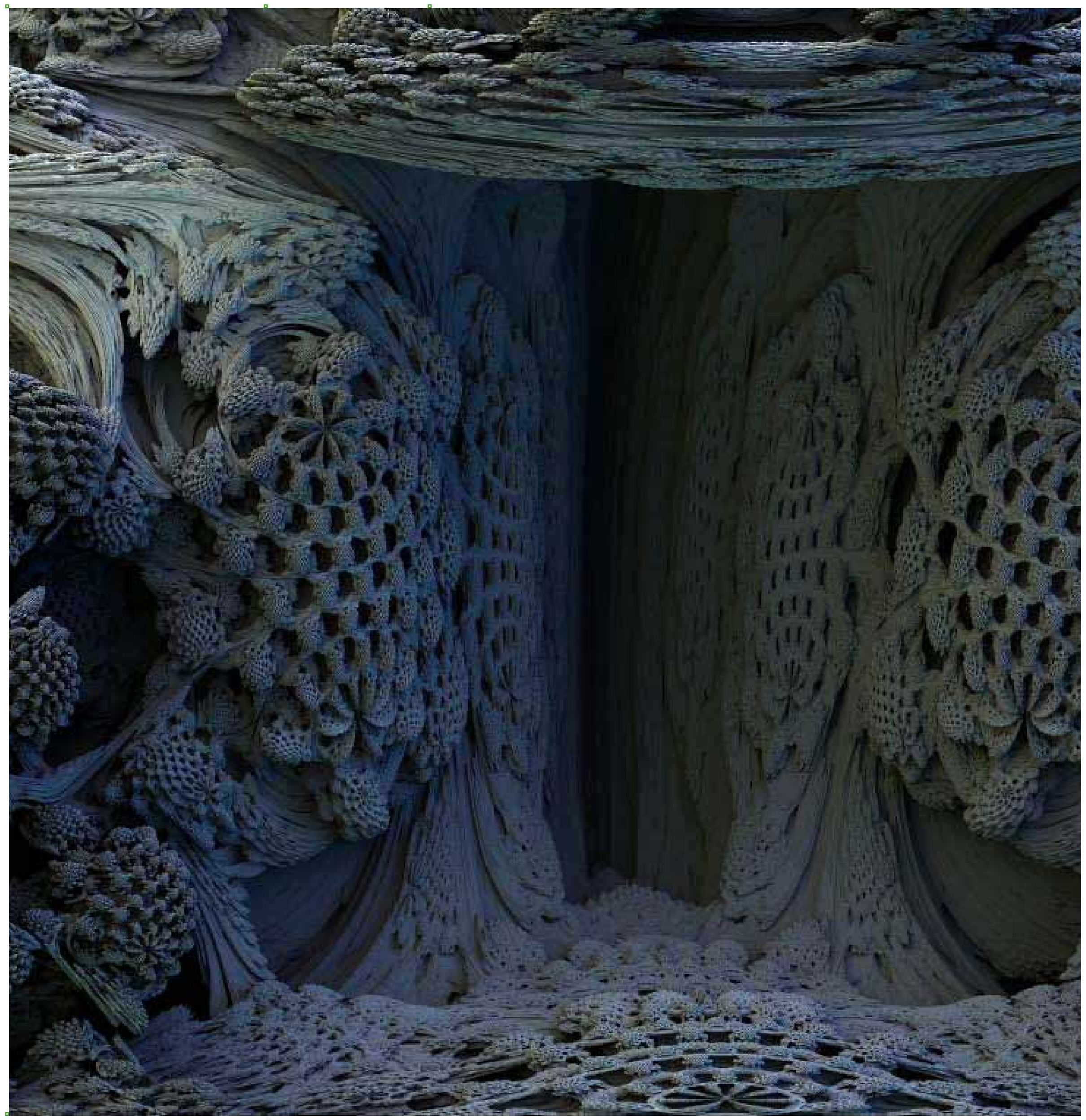


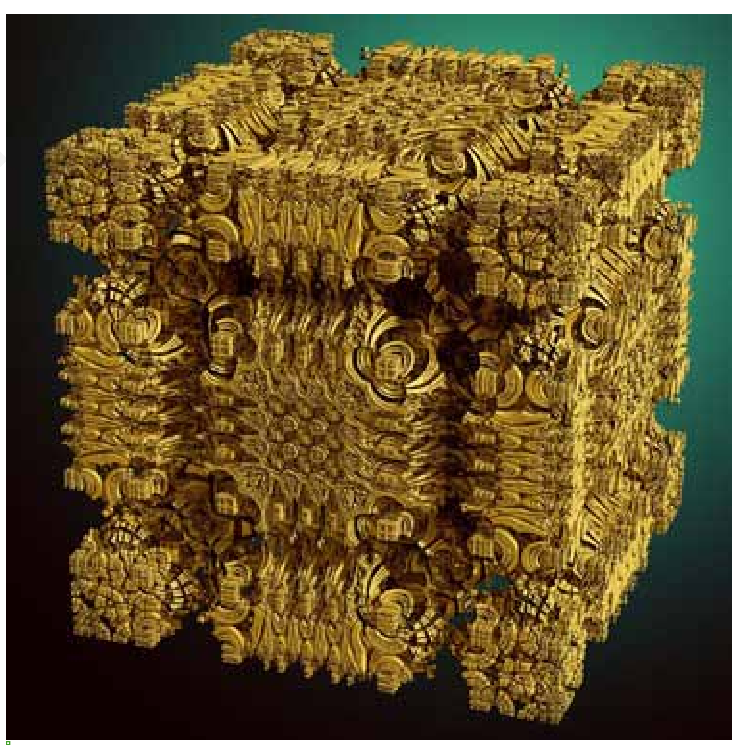
Principe de la dendrite

une dilatation d'échelle 3 près. Ainsi, la dimension de la courbe est égale à Log 4 / Log 3 soit environ 1,26. Et lorsque nous passons à des objets en 3D, nous obtenons des dimensions fractales de type 2,… Hormis le fait que l'on puisse trouver des fractales dans la nature, elles ont permis de développer beaucoup de choses autour de nous, notamment dans les films ou dans la télécommunication, mais aussi de mesurer certains points qui semblaient difficiles à calculer. C'est le cas, par exemple, pour déterminer la longueur de la côte maritime d'un pays, et ceci grâce à l'application du schéma de Koch par Mandelbrot.

Les fractales sont présentes parmi nous à différentes échelles et sous différentes formes, de la plus simple à la plus complexe. Le livre Arbres de pierre : la croissance fractale de la matière, traite de la matière arborescente à travers 10 ans d'histoire autour de cet émerveillement naturel. Il traite essentiellement des dendrites (arborescence de type fractale). Il faut savoir que tous ces phénomènes provoquent des « dessins » assez majestueux, comme le décrit La Condamine. «Les figures de [ces] branchages sont d'ordinaire aussi parfaites que si elles avaient été dessinées avec soin ; avec cette différence que les ramifications les plus déliées échappent à la meilleure vue et que si on les examine avec une loupe, on en découvrira un grand nombre de plus petites au-delà de celles que l'on pouvait à peine distinguer à la vue simple. »[18] Le terme « dendrites » est utilisé dans beaucoup de domaines. Certains dendrites se trouvent dans la nature et se forment sans l'aide de l'homme. En effet, il ne peut contrôler entièrement ce phénomène. Par exemple le phénomène du cuivre qui se dépose sur du verre, provoque des arborescences minuscules. Ce phénomène est aussi possible par une réaction électrochimique sur du métal. On pourra alors imaginer reprendre le principe mais de manière non expérimentale. C'est-à-dire utiliser ce phénomène pour créer des motifs non contrôlés sur des objets en verre ou en métal, de manière à rendre unique chaque objet et créer un motif. Une autre manière de former des dendrites, bien plus simple, et de mettre un liquide entre 2 plaques et de les écarter, il se forme alors une arborescence complexe due à l'air qui forme une bulle. Dans le même principe, on peut injecter de l'air dans de l'argile. Selon la vitesse à laquelle on injecte l'air, les arborescences formées sont différentes. Ces phénomènes aléatoires engendrent des géométries fractales. On prénomme cette façon de faire des fractales l'agrégation limitée par la diffusion (DLA). Il existe donc plusieurs façons de créer des fractales de petites tailles. Comme nous pouvons le constater les fractales restent des phénomènes en deux dimensions (images).

18. Vincent Fleury, *Arbres de pierre La croissance fractale de la matière*, Nouvelle Bibliothèque Scientifique





En haut, Mandelbulb

À droite, *Mandelbox*, Tom Lowe, 2010

Ensemble de Julia en 3 dimensions, Paul Nylander, 2010

Les exemples qui vont suivre parlent de mises en troisième dimension de fractales qui existent en 2D. Nous parlerons donc ici de représentations de fractales en 3D via l'ordinateur et non de dimensions fractales comme évoqué juste avant.

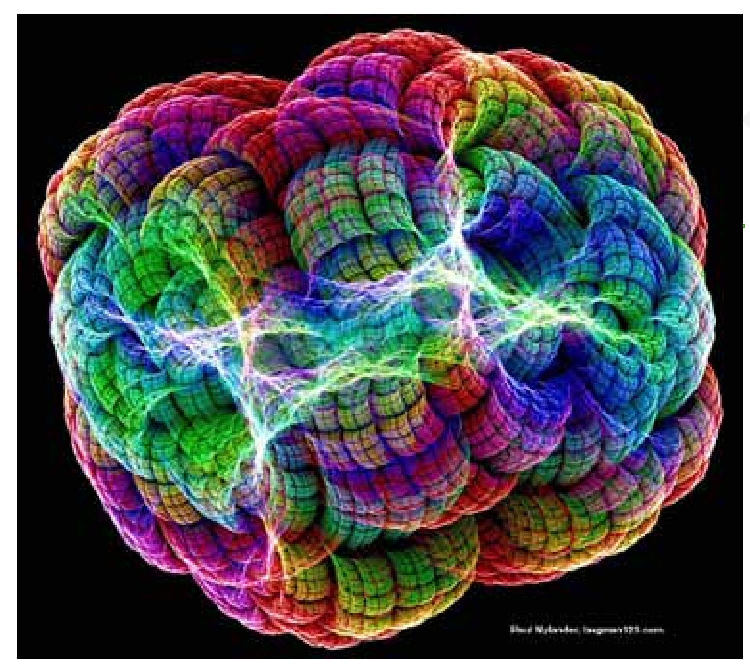
Depuis quelque années, les fractales prennent une dimension de plus. En effet, certains mathématiciens ont réussi à créer des fractales en 3D. Cela ne fut pas chose facile car les fractales sont en général limitées à la deuxième dimension. Cependant comme le faisait remarquer Benoit Mandelbrot, il existe bien des fractales en 3D dans la nature. On trouve le chou romanesco par exemple, il serait donc possible, en trouvant les bonnes formules, de passer d'une dimension à l'autre. Notons que le passage de la 2D à la 3D nécessite des machines de calcul très performantes. Voici quelques exemples de mise en 3 dimensions de fractales.

Le *Tétrabrot* de Dominic Rochon rappelle un cristal de bismuth avec ses étranges structures angulaires et rectangulaires. En effectuant une coupe oblique dans le Tétrabrot, on retrouve les structures habituelles de l'ensemble de Mandelbrot.

Le *Mandelbulb* est un ensemble de Mandelbrot volumique. L'idée de sa réalisation occupe les esprits depuis 2007, mais fin 2009, Daniel White et Paul Nylander ont construit un *Mandelbulb*, un analogue en dimension 3 de l'ensemble de Mandelbrot, à l'aide d'une algèbre de nombres hypercomplexes et de transformations écrites en coordonnées sphériques.

Découvert par Tom Lowe en 2010, le *mandelbox* est un objet fractal. Il est nommé *Mandelbox* parce que les structures sont incluses dans un volume cubique. Il est défini de manière similaire à l'ensemble de Mandelbrot. Il s'agit de l'ensemble des points de l'espace ne divergeant pas après itération infinie d'une double transformation de pliage de l'espace.
Enfin, Paul Nylander a calculé cet ensemble de Julia dans l'espace de dimension quatre constitué par les couples de nombres complexes de Dominic Rochon. Trois des quatre coordonnées de chaque point de l'ensemble de Julia sont figurées ; la quatrième coordonnée est représentée par la couleur. Toute la 3D produite se regarde en « 2D » sur écran ou sur papier car, malgré des technologies de plus en plus avancées (impression 3D par exemple), il est assez difficile de créer des formes aussi complexes dans le monde réel.

Certains artistes ont commencé à expérimenter cette mise en 3D. C'est le cas de Jos Leys, ingénieur qui puise son énergie dans toutes sortes d'idées récentes venant du monde scientifique. Il travaille grâce à un programme (*Ultrafractal*) et écrit des pages entières de codes pour traduire ces idées. Il va même jusqu'à



En haut, *Columns*, Michael Hansmeyer, 2011

À droite, *Fractal dimension*, Jos Leys, 2009

calculer le placement des ombres et des reflets. Il est donc non seulement informaticien mais aussi graphiste. Son travail concerne souvent des théorèmes ou des règles mathématiques. Ainsi, il a pu travailler sur les spirales de Doyle, ou encore sur les travaux de Félix Klein. Voici comment l'auteur Jean-Paul Delahaye exprime le travail de cet artiste. « Ces créations récentes de Jos Leys sont remarquables, car elles illustrent le double lien qui réunit ici l'art et les mathématiques : l'artiste produit des images qu'on peut interpréter comme des matérialisations d'idées profondes (celles de la théorie des fonctions analytiques discrètes) et dont la beauté résulte de cette profondeur que notre esprit ressent inconsciemment. »[19] Nous comprenons bien que le travail de cette artiste est plus fort que la simple représentation de fractales.

Bien que l'on puisse parler de fractales mis en 3D, nous sommes toujours face à des images issues de la programmation. Certains designers ont travaillé sur les fractales, et ont interrogé comment les traduire dans le monde réel.

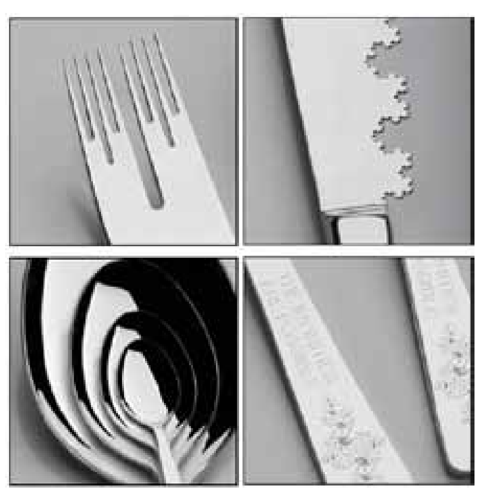
Les fractales ne sont pas simples à exprimer dans le monde réel, mais certains designers ont tenté, de façon plus ou moins complexe, de réaliser des objets fractals. Grace à la machine et tous ses dérivés, certains artistes tels que Michael Hansmeyer ont créé des fractales en 3D. Il s'agit ici de 3D réelle dans le monde qui nous entoure. En s'inspirant de la division des cellules, Michael Hansmeyer écrit des algorithmes qui conçoivent des formes fascinantes avec des millions de facettes. Bien que ce ne soit pas son but premier, ces formes provoquent des sortes de fractales. En effet, il part d'un cube et « plie » les faces, puis replie celle obtenue, etc. Il y a ici plusieurs itérations et selon l'endroit où l'on plie, nous obtenons différentes formes. L'artiste est créateur de la programmation et non de la forme finale. Puis, l'artiste a appliqué ceci à un archétype de l'architecture, les colonnes. Il est donc parti de cylindres et a appliqué le même processus. Ces colonnes sont très impressionnantes car on peut y voir une multitude de formes et plus on s'approche, plus on en découvre des nouvelles (comme dans l'ensemble de Mandelbrot). Ces formes sont impossibles à dessiner car elles sont trop complexes. Mais le rôle de l'artiste a été aussi de choisir comment les extraire concrètement en 3 dimensions dans le monde réel. Il a opté pour une découpe de couches successives fines empilées les unes sur les autres. Ici, il est intéressant de remarquer

Jean Paul Delahaye, « Jos Leys, un artiste géomètre », *Pour la science*, 2006, n° 342, p.92

En haut, *Fractal MGX*, Materialise et Maythias Bär, résine époxy, 2008-2009

Ci-dessus, *Fractale 23*, Takeshi miyakawa, plywood

À droite, *The infinite set*, LhoghoNurbs, acier antibactérien, 2012



comment l'artiste a réfléchi à la mise en œuvre en fonction de la complexité de la forme. Il serait intéressant de voir jusqu'où le créateur manuel peut aller dans la complexité de réalisation. Il pourrait aussi s'inspirer de la fabrication industrielle et la retranscrire dans son métier.

Dans un style un peu moins complexe, nous trouvons le travail de Matthias Bär en collaboration avec MGX (by Materialise). Cette table fractale est le résultat d'études sur les modèles de croissance de fractales que l'on retrouve dans la nature et qui peuvent être décrits avec des algorithmes mathématiques. Tant en termes de taille que de complexité, cette table pousse le processus de fabrication à ses limites car elle est réalisée en une seule pièce. L'ensemble reprend des formes qui ressemblent aux arbres. Des tiges arborescentes poussent en petites branches jusqu'à ce qu'elles deviennent très denses vers le haut pour former une surface. L'inspiration de la nature et des fractales peut être assez proche et intéressante. En poussant plus loin la réflexion, nous pouvons relier les systèmes d'arborescence naturelle aux fractales mais aussi leur système d'autonomie. Par exemple, les arbres peuvent s'apparenter à des fractales dans leurs formes. Il serait intéressant de travailler sur des principes autoportés par des pièces similaires. Chaque pièce est plus petite que la précédente mais permet de maintenir les autres ou inversement comme dans les arbres.

Contrairement à ce que l'on vient de voir, certains designers n'hésitent pas à extraire le principe de la fractale ou à en donner une image. Par exemple, *the infinity set*, qui est un groupe d'objets plus humoristiques que fonctionnels, exprime bien le principe des fractales. La fourchette fait référence au principe de Cantor, le couteau au flocon de Van Koch et la cuillère reste plus une image de fractale. Ce qui est intéressant ici est le rapport entre le type de fractale utilisé et la forme d'origine des objets. L'utilisation d'un principe complexe traduit en forme simple est assez intéressante pour le designer. Le travail *Fractale 23* de Takeshi Miyakawa relève quant à lui, plus d'une interprétation des fractales. En effet, il met en avant une sorte d'homothétie entre les tiroirs, que ce soit dans le sens de leur largeur et longueur que dans leur profondeur. L'objet est assez remarquable dans la mise en place de tiroirs sur chaque face du cube. Dans ces deux travaux, la fractale est exploitée de manière simple. La notion d'homothétie est intéressante à exploiter dans l'objet car elle est extraite d'un principe propre aux fractales. Le passage d'une forme à une autre plus petite mais similaire peut s'apparenter à des actions de translation de forme.

LES MATHÉMATIQUES ET LE PROCESSUS ARTISANAL

L'artisanat et l'industrie

Avant de commencer, il faut clarifier ce que l'on entend par Artisanat. L'artisanat est la production de produits ou services grâce à un savoir-faire particulier et hors contexte industriel : l'artisan assure en général tous les stades de sa production, ainsi que la commercialisation de celle-ci. L'artisanat est présent depuis la nuit des temps, car l'homme a toujours travaillé avec ses mains, avant même l'introduction de la machine. Dans cette partie, nous parlerons essentiellement d'artisanat d'art, soit des métiers comme potier, tourneur, céramiste, …

Il existe plus ou moins deux familles de métiers d'art. Les métiers d'art traditionnels consistent en la réalisation d'objets d'art traditionnels. Ils regroupent des activités très diverses qui font appel tant à la maîtrise du geste et des techniques qu'au sens artistique de l'artisan. Sont considérés comme appartenant aux métiers de la tradition les professionnels qui réalisent des objets d'art de qualité, en petite et moyenne série, selon des techniques traditionnelles. Ces métiers, qui privilégient savoir-faire, créativité et sens artistique, constituent un vecteur privilégié de valorisation des métiers manuels. Les métiers de création consistent à produire des objets d'art originaux. Ils associent la maîtrise technique et la création contemporaine. C'est ainsi que l'artisan d'art comme l'artiste contemporain utilise des savoir-faire traditionnels et des techniques très innovantes.

Le savoir-faire est différent des autres savoirs comme la connaissance scientifique car il peut être directement appliqué à une tâche. Il est vrai que l'artisan est spécialisé dans un domaine bien particulier où il est censé y être très perfectionné. Le savoir-faire se transmet souvent de main en main, ce qui permet un apprentissage assez pointu. Le savoir-faire artisanal donne accès à une dimension qui est propre à l'artisanat : le fait-main. Un artisan d'art est d'abord et avant tout un savoir-faire que nulle machine ne peut remplacer. Le fait main implique une certaine patience pour la réalisation d'un objet. Il est vrai que par rapport à la machine, l'homme est moins rapide, mais pas pour autant moins efficace. Ce qui est assez recherché, par exemple, dans le secteur du luxe.

L'artisanat de luxe est assez particulier dans le sens où il répond parfois à des demandes de grandes entreprises. Mais ceci ne change rien au travail effectué. Pour comprendre comment l'artisanat et le luxe peuvent se côtoyer, nous allons analyser l'entreprise Christofle, célèbre pour son travail avec l'argent. Il faut savoir que c'est une entreprise qui date du XIX^{e} siècle, et qui, par conséquent, est empreinte d'un certain savoir-faire. L'entreprise dispose d'ateliers de haute orfèvrerie, destinés au secteur du luxe.

Comme l'entreprise les prénomme eux-mêmes, les « Maîtres orfèvres » assurent un travail entièrement réalisé à la main. Pour montrer à quel point le rapport entre l'artisan et son travail est proche, chaque orfèvre créé ses propres outils de fabrication (encore une fois, faits main) et en reste le seul propriétaire. Bien entendu, il ne fabrique pas un objet à lui tout seul car c'est un domaine où chaque artisan réalise une tâche bien précise. Autre exemple de ce genre de création, le travail effectué par la maison Hermès pour les appareils photos *Leica*. Ici, nous parlons de rencontre entre technologie et artisanat de luxe, où chaque pièce est fabriquée à la main (excepté les parties comme la lentille). Que ce soit l'appareil, le packaging ou le carton d'emballage, tout est traité avec la plus grande attention.

De façon plus générale, l'artisanat de luxe se trouve souvent derrière des grandes marques et le travail artisanal est souvent mis en avant mais peu l'artisan. Que l'on parle de luxe ou non, ce gage de qualité dû à un savoir-faire certain donne une image valorisante des produits.

Nous savons qu'il fut un temps où les mouvements artisanaux et industriels se sont opposés. Le mouvement le plus représentatif de l'opposition à l'industrie est sûrement le mouvement *arts and crafts* (art et artisanat) apparu au début du XIXe siècle. Le mouvement *Arts & Crafts* est apparu à l'ère de la révolution industrielle. Il vient contrer ce développement industriel qui se crée en Angleterre. En effet, les usines deviennent de plus en plus grandes et les ouvriers sont utilisés augmenter le rendement. Face à ce changement de société, Morris et Ruskin ont décidé de se révolter contre ce phénomène d'industrialisation. Ce mouvement artistique réformateur représente une vision et une philosophie de l'art décoratif, architectural et mobilier instaurée par William Morris et John Ruskin. John Ruskin explique dans son livre *The Stones of Venice* comment ce mouvement réussit à contrer l'industrialisation du XIXe siècle. L'idée est donc de remettre en place des principes artisanaux comme le fait main, par exemple. Selon Morris et Ruskin, les objets industriels fabriqués en série ne sont pas très beaux et sont surtout de mauvaise qualité. Ainsi des groupes se sont réunis pour remettre des techniques artisanales à jour telles que la poterie, l'ébénisterie, le tissage du textile, la céramique, ... Ils réapprennent aussi à utiliser des matériaux naturels tels que le bois. En somme, ils ont créé un mouvement qui se veut contrer

Appareil photo Leica, Hermès

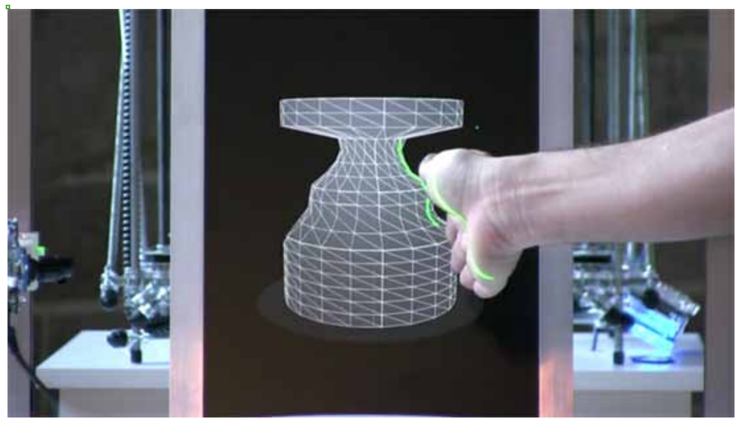
l'industrialisation dans sa globalité.

Dans l'histoire du design et en contradiction à ce mouvement, nous trouvons le productivisme. Notons que ce mouvement n'a pas d'opposition directe avec l'*Arts and Crafts* car il ne se situe pas à la même époque. Il est apparu au début du XXe siècle. Il se dit « système d'organisation de la vie économique dans lequel la production est donnée comme objectif premier. » Ce mouvement est la suite logique de la révolution industrielle. L'idée étant de produire un maximum et donc de consommer un maximum aussi. Ceci conduit ainsi au consumérisme, l'individu devient un producteur/consommateur. On comprend que ce mouvement met en avant la mise en place d'une production industrielle.

De nos jours, cette opposition est moins forte bien que la société d'aujourd'hui reste consommatrice. Pour en revenir au design, nous trouvons des travaux qui dénoncent encore aujourd'hui cette vision consommatrice, beaucoup d'artistes et de designers ont remis l'idée suivante en place : dénoncer le pouvoir de l'industrie sur la production.

La place des mathématiques entre industrie et artisanat est assez visible. La première pensée se tournera vers l'industrie. En effet, de nos jours, les maths servent à développer de nouvelles technologies et donc de nouveaux systèmes de production. Nous parlerons d'optimisation, c'est-à-dire comment mieux produire, comment être plus rentable ? Et c'est ici que les mathématiques (via les moyens de production) rentrent en jeu. Il ne s'agit pas de mathématiques pures mais plutôt de mathématiques appliquées.

Les maths servent aussi à développer l'optimisation des produits. En effet, les avancées technologiques et surtout informatiques ont permis de mieux contrôler des problèmes qui pouvaient subvenir. Par ailleurs, notons qu'il se crée un cercle vertueux au sein duquel, plus les technologies évoluent, plus la production est meilleure et vice versa, l'un s'adapte à l'autre. Pour en revenir à l'optimisation, prenons l'exemple de la RDM (Résistance Des Matériaux). Ce savoir est utilisé dans la création pour estimer si l'objet créé peut résister (à des charges par exemple). Ceci peut se faire grâce à l'ordinateur, et dans certains cas nous n'avons pas le choix comme pour l'aéronautique. Mais si nous regardons à l'échelle de l'objet, l'industriel saura certainement faire fonctionner son ordinateur pour savoir si l'objet résiste. L'artisan lui connaît mieux le matériau et sera capable de dire ou non, de juger par lui-même. Mon but n'est pas ici d'opposer et de dénigrer l'un et l'autre mais de faire comprendre qu'il existe des différences. Nous noterons surtout que les mathématiques sont plus vite associées à un processus industriel et moins à un processus artisanal. Nous allons voir comment ces deux processus peuvent se compléter.



En haut, *L'artisan électronique*, installation du collectif Unfold et Tim Knapen

En face, *Chaises A*, Xavier Pauchard (tolix), acier galvanisé, 1934

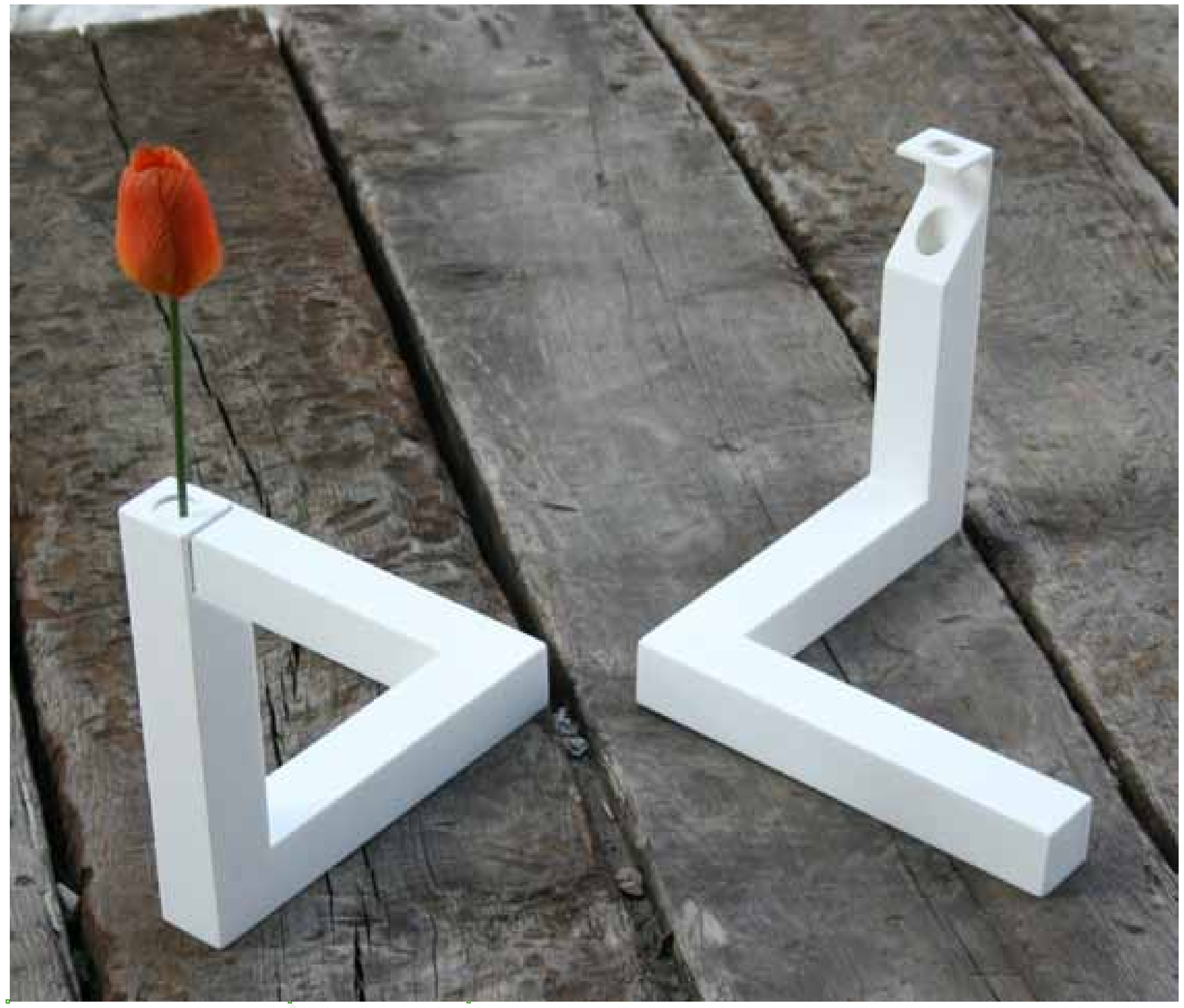
En effet, bien que l'on puisse opposer industrie et artisanat sur certains points, ces deux processus de fabrication restent complémentaires. Nous trouvons des industries qui mêlent le savoir-faire artisanal et les techniques industrielles. C'est le cas, par exemple, de l'entreprise *Tolix* qui a su mêler les deux processus. Au départ, l'idée vient de Xavier Pauchard qui fut le pionnier de la galvanisation. Il fabrique divers objets ménagers, mais en 1927, il dépose la marque *Tolix* et commence la fabrication de sièges. Ce mobilier trouve vite une place dans la société. Après une baisse considérable des ventes, l'entreprise est rachetée par Chantal Andriot. Elle a su redonner un souffle à cette manufacture experte en mobilier utilitaire, en perpétuant la double exigence de qualité et d'innovation. Elle choisit Normal Studio pour l'assister dans la direction artistique. Leur design questionne l'outil industriel et s'émancipe du passé pour valoriser le savoir-faire légendaire des ateliers. Aujourd'hui, l'entreprise s'est dotée de machines numériques ultra-performantes qui accompagnent les nombreuses opérations manuelles et l'outillage hérité de l'histoire. L'entreprise a d'ailleurs reçu en 2006, le label «Entreprise du patrimoine vivant». Dans cet exemple d'entreprise, nous admirons le rapport que peuvent entretenir artisanat et industrie. L'évolution de la technologie ne dessert pas le savoir-faire mais vient l'enrichir. Un autre exemple de rapprochement entre industrie et artisanat, *L'artisan électronique.* Cette installation a été conçue par le studio de design belge Unfold et Tim Knapen, et commanditée par le centre d'art Z33 pour l'exposition « Design by Performance ». Cette machine propose aux visiteurs de modeler virtuellement leurs propres poteries. Ce tour de potier numérique part d'un principe artisanal simple qui consiste à superposer des colombins d'argile. Combiné à un scanner et un logiciel de modélisation, il permet d'imprimer en trois dimensions les formes modelées virtuellement par les visiteurs. Son intérêt réside autant dans les objets produits que dans sa capacité à donner, à voir et à comprendre le principe d'interaction possible entre savoir-faire artisanaux et technologies de pointe. Il me semble fort intéressant de noter cet aspect de liaison entre ces deux disciplines, d'autant plus que le geste est mis en avant dans l'installation. Cependant je trouve que le travail manuel et l'approche que l'on peut avoir avec la matière est perdu. L'utilisation de l'industrie pour venir soutenir un travail artisanal peut être abordé dans mon projet car il peut me permettre de travailler des formes complexes qui seront mieux communiquées.

Emballages, Lars Rank, céramique

Il faut noter aussi que certaines entreprises proposent des créations qui s'inspirent de l'artisanat mais qui n'en sont pas. Et bien entendu, l'artisan peut être inspiré par l'industrie. Par exemple, Lars Rank a conçu toute une collection en céramique, emballages, rappelant les contenants en plastique de la vie de tous les jours. Ce sont des moulages en porcelaine unique, réalisés à la main. On voit comment le designer fait un parallèle entre deux processus qui ne sont pas forcément issue de la même démarche.

En parallèle, un nouvel élan est en train d'apparaître, la fabrication de la part des designers de leurs propres outils et protocoles de production. On peut les nommer ainsi « Outils numériques artisanalement modifiés ». Le développement de Fab-Lab (Fabrication Laboratories) va dans le sens de court-circuiter les réseaux de grande production industrielle. Le but est d'encourager un service de proximité et la créativité des individus en proposant à n'importe qui, designer ou non, d'utiliser des technologies qui habituellement sont du ressort de l'industrie. Le principe n'est donc pas de faire face à l'industrie mais d'offrir un accès à tous à des modes de production qui sont principalement industriels. Le principal avantage de ces Fab Labs est de proposer quelque chose qui reste tout de même pointu en termes de technologies. Et c'est ici que se situe la part de mathématiques. Qu'il s'agisse de la fabrication de machines-outils numériques ou de leur utilisation, ces démarches impliquent tout un travail de paramétrage et de calcul. Une question se pose alors : qu'elle est le rôle du designer : informaticien, hacker, mathématicien, ingénieur ou encore artisan ? Ce type d'approche interroge l'identité même du designer. L'utilisation de programmes spécifiques, le travail de programmation, la maîtrise du langage informatique impliquent désormais des connaissances poussées aussi bien en mathématiques qu'en informatique ou en robotique. C'est alors leurs champs de compétence qui s'élargissent à mesure que les programmes se diversifient et que les possibilités de production et de pilotage assisté numériquement se multiplient. Le travail de programmation et l'invention de machines par les designers conduisent à d'autres pensées de la forme fondées sur des principes tels que les variables, la multiplicité, l'indétermination. Les machines et commandes numériques prévues pour réaliser des actions multiples entraînent des logiques de conception, et, par là même, un imaginaire de conception spécifiques. Il ne s'agit plus de penser le dessin général d'une forme, mais d'écrire des lignes de code (scripts et algorithmes), de mettre au point de véritables programmes informatiques de production et de pilotage des machines permettant de définir le cheminement d'un outil dans l'espace ainsi que le comportement et les déformations de la matière. Le rôle du designer est alors d'interroger les éléments qu'il côtoie comme les moyens de production et de même se fabriquer ses propres outils.

Intégrer les maths dans le processus



En haut, Vase *90°*, Cuatro Cuatros

À droite, Assise *Infinite,* Veronica martinez, aluminium et textile, 2010

Nous avons vu beaucoup d'exemples de relations entre les mathématiques et l'art / le design. L'intention de cette partie est de comprendre comment les mathématiques interviennent dans la conception. Le premier point qui est intéressant de soulever est de savoir de quelle manière le designer intégrer les mathématiques à l'objet ?

Dans un premier temps il faut savoir qui intervient dans la partie mathématique en vue de la création ? Le designer livre un objet mathématique entièrement créé de sa propre personne, c'est-à-dire qu'il met en place le système mathématique et créé un objet avec cette dernière. Sinon, il peut faire intervenir un mathématicien, si la part de mathématiques devient trop importante et dépassent ses compétences. Enfin, il peut se rapprocher du public (acteur), par exemple dans le cadre d'une installation (voir L'artisan électronique) ou dans l'idée d'une participation à la création.

Par la suite, le designer a le choix de décider comment il intègre la partie mathématique dans le processus de création. Il peut la mettre en place au début, c'est-à-dire qu'il part d'une formule qui va lui donner une forme. Ici, nous nous rapprochons du design programmé (design paramétrique, processing). Sinon dans le processus de création, nous pouvons imaginer que le designer prend ou crée une forme (par exemple un archétype) et passe ce dernier « à la moulinette mathématique ». Il vient alors modifier la forme de départ. Il reste une dernière option : la mise en œuvre, qui permettrait de souligner le côté mathématique. Par exemple, le designer peut utiliser des procédés de mise en œuvre qui amènent des mathématiques comme des machines-outils.

Il y a deux façons d'utiliser les mathématiques en design. La première est de créer des objets qui sont extraits d'un principe mathématique. C'est-à-dire que le designer joue simplement le rôle d'intermédiaire entre un résultat mathématique et une forme. Par exemple, le vase créé par le studio de design espagnol Cuatro Cuatros, qui reprend la forme de triangle impossible et provoque une illusion d'optique par anamorphose. Nous pourrons aussi faire référence à l'assise de Veronica Martinez, où elle traduit le signe infini en objet. Bien que ces objets soient tout à fait remarquables, le travail du designer a consisté à traduire un principe (géométrie ou mathématique) en objet. Notamment pour des formules complexes, il peut utiliser le principe de celle-ci de manière à simplifier l'exploitation faite des mathématiques. Cette démarche semble intéressante pour quelqu'un qui ne connaît pas les mathématiques sur le bout des doigts ou qui s'intéresse simplement au principe.

La deuxième façon de traduire les mathématiques est de construire soi-même sa formule mathématique ou de faire appel à un spécialiste. Reprenons l'exemple du design paramétrique : le designer joue ici le rôle de créateur de formule, de mathématicien. C'est à dire celui de construire une formule mathématique qui va créer différentes formes. Nous l'avons plus ou moins vu avec l'exemple des fractales, surtout qu'il s'agit d'un système complexe. Les images que l'on peut admirer sont issues de formules mathématiques contrairement au mobilier où l'on croise le principe de fractales. Pour généraliser, nous pourrions parler d'une différence entre l'imitation et l'extrapolation des mathématiques. D'un côté, on tente de reproduire un principe le plus fidèlement possible (traduction directe), de l'autre, on tente de généraliser en transposant à un autre domaine (traduction indirecte). Ceci nous amène à la question qui suit : quelle part de mathématiques est intégrée dans l'objet ? En effet, le designer peut choisir si un objet peut être créé entièrement grâce aux mathématiques ou non. Mais aussi dans la construction même de l'objet. En effet, il peut décider de s'imposer ou non des contraintes. Par exemple, le designer décide d'utiliser un principe mathématique, il peut alors dire « je choisis tel matériau et la forme sera la conséquence de la formule ».

Bien que le design et l'artisanat se côtoient de plus en plus, l'intérêt n'est pas là. L'idée serait plutôt de faire cohabiter une matière scientifique avec une discipline manuelle. Dans le cadre du projet, nous tenterons un rapprochement entre mathématiques et artisanat. Mais comment peut-on faire un parallèle entre ces deux disciplines, les interroger, les confronter? La première idée serait de créer des objets issus de principes mathématiques et de les faire réaliser par un artisan. Par exemple, dans l'assise d'Onyx Furniture, le designer reprend la forme de l'anneau de Moebius et utilise une mise en œuvre artisanale. Nous voyons de plus en plus de créations se disant artisanales car elles exploitent des matériaux naturels mais pas la mise en œuvre. Le fait d'utiliser des matériaux traditionnels mis en œuvre par des systèmes industrielle ne valorise plus le geste de l'artisan. Nous perdons ici une valeur primordiale issue d'un savoir-faire, d'une gestuelle et donc d'un métier. Nous pouvons vite comprendre que la production est plus rapide du coté industriel, ce qui peut être un plus mais dans le cadre d'une petite production, il semble plus intéressant de communiquer avec des artisans. Bien que la méthode de production industrielle ne soit pas intéressante, il me semble intéressant de pousser la réflexion plus loin. En fonction de la forme et du principe mathématique utilisé, il serait préférable de choisir tel ou tel métier. Par exemple, si nous prenons la révolution mathématique, le choix se portera tout de suite vers des métiers artisanaux qui utilisent cette technique, à savoir par exemple, un tourneur ou un potier. Le choix du métier serait déduit du principe mathématique et donc par conséquent de la forme réalisée. Par ailleurs, nous avons vu que l'industrie et l'artisanat pouvaient entièrement se compléter. Certaines pièces peuvent être trop complexes pour être directement créées par l'artisan, il pourrait alors passer par une étape industrielle. Par exemple, l'impression 3D, qui permet de fabriquer des formes complexes, pourrait venir appuyer le travail de l'artisan.

Moebius,Onyx furniture, rotin et jacinthe d'eau

Bien que les mathématiques sont une discipline qui à traversé les époques, elles gardent une image de discipline trop difficile pour le public contemporain. Pourtant les mathématiques sont présentes partout mais restent assez cachées derrière diverses disciplines. Le designer peut jouer un rôle dans la mise en avant de cette discipline à travers des objets divers, des moyens de communications, de manière à révéler la poésie présente dans cette discipline. La transmission de celle-ci peut, elle aussi, être interrogée par le biais du designer.

Les mathématiques peuvent devenir un outil de création assez complet. La géométrie utilisée depuis la nuit des temps peut redevenir un moyen d'exprimer des formes concrètes et intéressantes. Par l'utilisation d'un outil ancien, comme le nombre d'or, le designer peut remettre à jour l'idée qu'on se fait de la perfection mathématique. La programmation est un plus pour le designer dans le cadre de recherches mathématiques car il peut venir appuyer des créations. Mais aussi créer des formes qui sont paramètres, modifiés par un système. La complexité qui rentre en jeu est soutenue par l'avancée technologique de notre époque. Les mathématiciens s'intéressent à des systèmes complexes qui peuvent être intéressants pour le designer.

La relation que peut avoir les mathématiques et le design semble intéressante à interroger par le biais de l'artisanat. L'idée de travailler au rapprochement de ces deux disciplines semble prometteur tant par la confrontation des deux champs de connaissances et méthodes que dans des vocabulaires formels nouveaux que cela peut générer.

BIBLIOGRAPHIE

- Lionel Salem, *La science dans l'art*, Ed. Odile Jacob, 2000, 205 p. (Science Hum)

- Monique Sicard, *Chercheurs ou artistes ? Entre art et science, ils rêvent le monde*, Autrement, 1995, 240 p. (mutations, N° 158)

- Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance*, Vrin, 1993.

- Gaston Bacelard, *Le nouvel esprit scientifique*, Vrin, 2003.

- Robert vincent, *Nombre d'or et créativité,* Chalagam, 2001, 64 p.

- Robert Vincent et Robert Chalavoux, *Géométrie du nombre d'or,* 2007, 128 p.

- Margerite Neveux et H.E. Huntley, *Le nombre d'or, Radiographie d'un mythe suivi de La divine proportion*, Ed. Points, 1995, 326 p.

- Benoît Mandelbrot, *Les Objets fractals : forme, hasard et dimension,* Flammarion, 2010, 212 p. (Champs sciences)

- Vincent Fleury, *Arbres de pierre, La croissance fractale de la matière,* Nouvelle Bibliothèque Scientifique, 1998

- Jean Paul Delahaye, « Jos Leys, un artiste géomètre », *Pour la science*, 2006, n° 342, p.90-95

- Hervé Poirier, « Fractales : elles entrent dans la troisième dimension », *Sciences & Vie*, 2010, n°1109, p.86-93

- Cristoph Pöppe, « Du relief pour nos fractales », *Pour la science*, 2010, n°395, p.22-29

- Symétrie, Textes et documents pour la classe, 2004, n°883

- Kimberly Elam, *Géométrie du design*, Eyrolles, 2006, 107 p.

- Kari Jormakka, *La recherche de la forme,* Basics, Ed. Birkhauser, 2008

- Daniel Tammet, *L'éternité dans une heure, La poésie des nombres,* Editions des arènes, 2013, 300p.

- Yogo Ogawa, *La formule préférée du professeur,* Actes Sud, Collection Babel, 2005.

- http://www.mathcurve.com

-http://www.les-suites.fr

- http://www.images.math.cnrs.fr

Ce mémoire à été réalisé suivant une grille issue des rectangles d'or (nombre d'or) et les corps typographies sont issue des nombres de la suite de Fibonnaci

Helvetica LT Std, Black, 34pt
Helvetica LT Std, Black, 21pt
Helvetica LT Std, Bold, 13pt
Helvetica LT Std, Light Condensed, 13pt
Helvetica LT Std, Roman, 8pt