

## INTRO

En apparence maths et art semblent faire appel à des qualités très différentes. **Victor Hugo – contemplations**, hommage à sa fille Léopoldine morte noyée

Abbé Tuet (1742-97) Philologue et pédagogue. - Chanoine de la cathédrale de Sens – auteur de remarques sur les poètes latins

Boisbertrand : ancien de l’X, auteur de : Cours D’algèbre À L’usage Des Aspirants À L’ecole Polytechnique

Paradoxalement la critique des maths devient en elle-même une œuvre d’art ! C’est plus une méthode d’enseignement qui est dénoncée.

Extrait des Misérables : quelque cent ans avant le physicien Edward Lorenz, et presque en termes équivalents, l’idée de l’effet papillon, image emblématique de l’extrême sensibilité des systèmes chaotiques aux conditions initiales.

Renaud dans la chanson *C'est quand qu'on va où ?* de son album A la belle de mai (1994) dénonce aussi des méthodes enseignements. Musique : Julien Clerc.

Hymne aux maths dans les Chants de Maldoror d’Isidore Ducasse publiés sous le pseudo de comte de Lautréamont (d’ap. roman Latréaumont d’Eugène Sue), auteur dont on ne sait presque rien (prépa l’X à Paris où il meurt à 24 ans).

Pourtant on note des similitudes : rigueur de la métrique en poésie classique, rythme de la musique et des Chants de Maldoror que l’auteur aurait écrits en s’accompagnant au piano au grand dam de ses voisins ; volonté d’une représentation, d’une explication du monde ; importance pour ce faire de l’intuition ; beauté d’une poésie ou d’une démo (Léopold Sédar Senghor : « les mathématiques sont la poésie des sciences »). En fait tout au long de l’histoire de l’art, liens étroits : frises, pavages, mosaïques dans l’antiquité ; perspective à la renaissance ; à partir 19<sup>ème</sup>, suite notamment à l’invention de la photo et à des progrès scientifiques (étude des couleurs, théorie de l’atome...), abandon de la mimésis et géométrisation des formes ; progrès de l’informatique, étude des fractales... débouchent sur l’art numérique.

### I. Les mathématiques, un sujet pour l’art

#### 1. Un des sept arts libéraux

**Rose nord de Laon des arts libéraux** (plus de 8,20 m de diamètre), 1150-70. L’**École de Laon** était une des plus anciennes et plus illustres écoles d’occident au XII<sup>e</sup> siècle. Elle enseignait aussi bien le trivium (grammaire, rhétorique et dialectique) que le quadrivium (arithmétique, musique, géométrie, astronomie). Les lois de l’acoustique relèvent alors des maths ; le tintinnabulum qu’elle joue avait la réputation d’éloigner les orages, redoutés des chanoines. En plus ici la médecine (enseignée à Laon, à 8 h, regarde urinal) et au centre la théologie (échelle marquant les degrés de la connaissance et l’accès au ciel).

Iconographie provenant de L’Hortus Deliciarum qui est un manuscrit, une encyclopédie chrétienne, réalisée entre 1159 et 1175 par Herrade de Landsberg (aussi appelée Herrade de Hohenbourg), et ses moniales au couvent de Hohenbourg (mont Sainte-Odile), dont l’original a été détruit.

C’est la première encyclopédie connue qui ait été réalisée par une femme. Cet ouvrage en latin résume les connaissances théologiques et profanes de l’époque.

Le manuscrit original, qui avait été transféré à la bibliothèque de Strasbourg lors de la Révolution française, a été détruit lors de l'incendie de la bibliothèque en 1870, au cours de la guerre franco-prussienne. Les miniatures nous sont connues par des copies partielles effectuées par Christian Moritz Engelhardt et par le comte Auguste de Bastard d'Estang.

L'un des maîtres célèbres de Laon est Anselme dont Abélard fut l'élève (1113). Abélard raconte dans l'Histoire de mes malheurs sa déception devant Anselme, le cours parallèle que lui-même prépare en concurrence de celui d'Anselme, sa dénonciation par des élèves jaloux qui provoquent son départ. De retour à Paris, liaison avec Héloïse nièce du chanoine Fulbert, d'où naît Astrolabe. Ce prénom reflète le goût pour les sciences. Le prénom a été choisi également pour la signification de Puer Dei, c'est-à-dire rien moins que Fils de Dieu, que forment les lettres restantes lorsqu'on extrait celles d'Astralabius de l'anagramme du nom latin Petrus Abaelardus II, soit Pierre Abélard le Jeune. Héloïse affirme ainsi l'espoir du salut du monde placé dans la génération à venir et invite à l'imitation de Jésus-Christ.

## 2. Les mathématiciens

**L'Idée Fixe du Savant Cosinus**, composée de 62 feuilletons, est une des premières bandes dessinées françaises publiée entre le 9 décembre 1893 et le 23 novembre 1899 dans le Petit Français illustré. L'auteur *Marie-Louis-Georges Colomb* (prof de sciences naturelles à Paris) était connu sous le nom de *Christophe*. Imagina aussi la famille Fenouillard, le sapeur Camember...

Attribué à Jacopo de'Barbari

(Venise ?, v. 1445 – Bruxelles ?, 1516)

**Portrait de Luca Pacioli et d'un jeune homme** 1495

LI(ber) R(everendi) LUC(ae) BUR(gensis) et l'habit religieux permettent d'identifier Luca Pacioli auteur de la *Summa arithmetica géométrie proportioni et proportionnalita*, résumé en italien des connaissances mathématiques de son époque, seul de ses livres aussi volumineux (+600 pages), imprimé à Venise en 1494. 1<sup>er</sup> livre imprimé d'algèbre en langue vernaculaire et 1<sup>ère</sup> description de la compta à double entrée.

Né à Borgo san sepolcro vers 1445, il étudie les maths à Venise puis philo et théologie avant devenir franciscain. Enseignera les maths dans de multiples villes (Pérouse, Milan, Florence, Venise, Naples, Rome où il meurt en 1514). Livre dédié à Guidobaldo de Montefeltro, duc d'Urbino que Pacioli a rencontré à Rome. Gravure de la Summa représentant Pacioli.

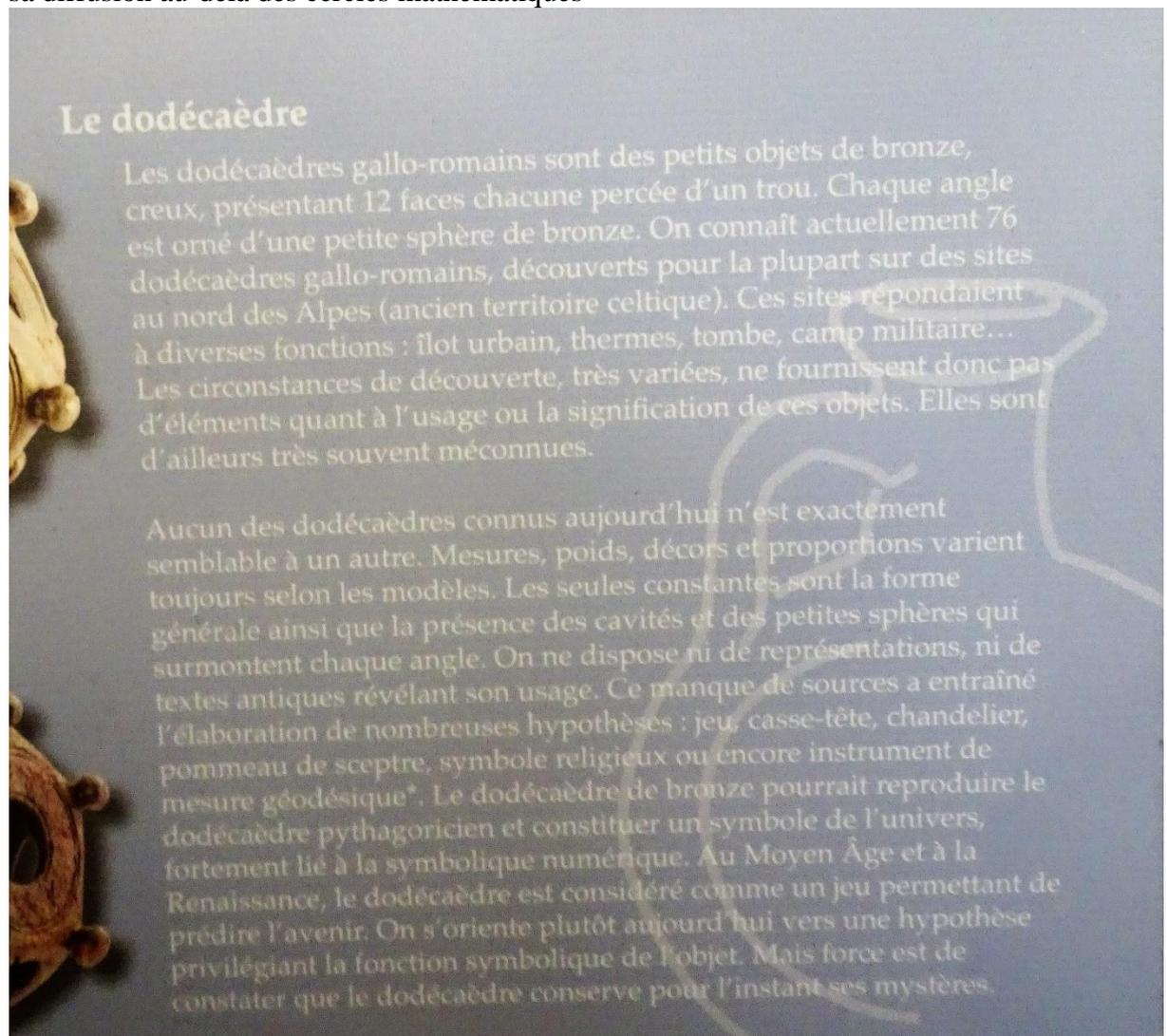
Le 1<sup>er</sup> biographe de Pacioli, Bernardino Baldi, évoque la présence à Urbino d'un portrait de Pacioli avec la Summa et des polyèdres réguliers en cristal ; ce tableau pourrait en dériver mais ne peut être de Piero (mort en 1492). Des inventaires des XVI<sup>ème</sup> et XVII<sup>ème</sup> s. évoquent le tableau en affirmant que le second personnage est Guidobaldo ; ce serait une confusion avec la dédicace à Guidobaldo qui figurait sur le cadre. Ce serait peut-être Dürer (24 ans = vigennis ; P = pinctus et non pinxit), à Venise durant l'hiver 1494-95, comme Pacioli qui surveille l'impression de son livre ; on sait d'autre part que Dürer a rencontré Jacopo de Barbari entre 1495 et 1500, soit quand il était à Venise, soit quand Barbari était en Germanie. Le tableau passe au XVII<sup>ème</sup> s. à la duchesse de Toscane, Vittoria della Rovere ; acheté en 1903 par le musée où il est nettoyé (cf. carré sur bure).

L'édition des Eléments est la première imprimée, en 1482 à Venise par Ratdolt, traduit en latin. Premier à réussir à imprimer des figures tout au long du texte.

Dans les 5 solides réguliers convexe ou de Platon, les faces sont les mêmes polygones réguliers (ici dodécaèdre formé de pentagones réguliers) ; ils peuvent être inscrits dans une sphère (passant par chaque sommet) et admettent une sphère inscrite (tangente à chaque face).

Dans un des 13 solides semi-réguliers ou d'Archimède, des polygones réguliers différents forment les faces (ici le rhombicuboctaèdre formé de 8 triangles équilatéraux et 18 carrés). Ces solides peuvent être inscrits dans une sphère mais n'ont pas de sphère inscrite.

De divina proportione (De la proportion divine) est un livre de mathématiques écrit par Luca Pacioli et illustré par Léonard de Vinci aux alentours de 1498 à Milan et publié pour la première fois en 1509. Son sujet principal est la proportion mathématique (le titre renvoie au nombre d'or) et son application en géométrie, dans les arts et en architecture. La clarté du texte et des illustrations ont contribué au succès du livre et à sa diffusion au-delà des cercles mathématiques



Carré magique.

Mélancolie I : théorie des humeurs. D'abord représentée sous ses aspects triviaux (ménagère qui néglige sa quenouille, Sebastian Brant, Nef des fous). Dürer l'assimile avec l'iconographie de la géométrie comme art libéral (Typus Geometriae Gravure sur bois pour la Margarita (=perle) philosophica (1504) de Gregor Reisch, 1<sup>ère</sup> encyclopédie imprimée). Il intellectualise la mélancolie et humanise la géométrie.

Source : De occulta philosophia (1512) de Cornelius Agrippa (savant ésotériste ; Cologne, 1486 – Grenoble, 1535 ; Il vient, en 1524, se fixer à Lyon comme médecin, appelé par Marguerite de Navarre, sœur de François Ier. Il est nommé peu après médecin personnel (et donc astrologue) de Louise de Savoie, mère de François Ier. Il perd son poste en refusant d'établir l'horoscope de François Ier, pratique qu'il juge superstitieuse. Parlait 8 langues.) dédiée à un ami (à l'archevêque de Cologne, Hermann V, comte von Wied) de Willibald Pirckheimer, lui-même ami de Dürer à Nuremberg. On y retrouve la Mensula Jovis (table de Jupiter) qui permet de contrecarrer l'influence saturnienne. 3 sortes de génie sous influence de Saturne : si imagination > raison, devient artiste ou architecte ; si raison prédomine, devient scientifique ou homme d'Etat ; si intuition domine, accès au divin. Ici 1<sup>ère</sup> forme, la moins estimée, le génie permet de penser, inventer, construire, mais pas d'accéder aux réalités métaphysiques

**La Sagrada Família**, Temple Expiatori de la Sagrada Família (Temple expiatoire) de son nom complet, œuvre inachevée de l'architecte Antoni Gaudí, est située à Barcelone. En 1882, Josep M. Bocabella avait acheté des terrains pour édifier un temple dédié à la Sainte Famille. Des désaccords surgirent avec le premier architecte, Francesc de Paula Villar, et le travail fut alors confié à Gaudí, qui modifia le projet original et le rendit plus ambitieux. La Sagrada Família ("Sainte Famille"), financée par des dons privés, est le monument le plus célèbre de Antoni Gaudí (1852-1926) et le plus représentatif de son génie visionnaire. En 1883, il prend la direction des œuvres et il va ensuite consacrer toute sa vie à la réalisation de ce monument qu'il laisse inachevé en 1926 date de sa mort (renversé par un tramway; (âge 74;  $74 \Rightarrow 7 + 4 = 11 = 33/3 =$  un tiers de la constante magique du carré de la Sagrada, 33, âge du Christ). En 1987, le sculpteur catalan Josep Maria Subirachs rejoint le projet, en ajoutant ses sculptures controversées. Derrière ces tableaux il y a un carré magique qui serait sa propre conception à côté baiser de Judas (sur portail de la Passion, l'autre étant celui de la Nativité). Ne contient pas les entiers 12 et 16, 10 et 14 sont présents deux fois (un carré avec les entiers de 1 à 16 donnerait 34). S'inspire de celui de Dürer tourné à 180°, et 1 soustrait de 4 entiers dans des lignes, colles, diagonales, carrés de quatre cases des coins et du centre différents ; de plus 11 et 12, et 15 et 16 se suivent.

**Panneau** Egypte, XIV<sup>ème</sup> s.

Bois de pin pignon et de micocoulier incrusté d'os et de bois de couleur H. 100 cm ; l. 61 cm ; P. 4,5 cm  
En Egypte, le bois était considéré comme un matériau précieux. Sa rareté explique l'apparition d'une technique originale d'assemblage de petits polygones sculptés qui permettait de récupérer les chutes. La grande variété des essences employées créait des effets de polychromie, renforcés par les incrustations d'os ou d'ivoire. Cette technique s'adaptait parfaitement au goût des artistes musulmans pour les décors géométriques complexes.

### Les cinq piliers de l'islam :

- 1° la **profession de foi** : « il n'y a de divinité que Dieu [Allah], et Mahomet est son prophète »
- 2° la **prière** rituelle, prononcée cinq fois par jour en se tournant en direction de la Mecque
- 3° l'**aumône** « purificatrice », que les plus riches versent aux plus pauvres
- 4° le **jeûne du ramadan**
- 5° le **pèlerinage à la Mecque**, ou hadj, que l'on doit effectuer au moins une fois dans sa vie

## Le Coran et les images

« Ô les croyants ! Le vin, le jeu de hasard, les pierres dressées, les flèches de divination ne sont qu'une abomination, oeuvre du Diable. Ecartez-vous en, et vous prospérerez heureux. » (verset 5.92)

« Abraham dit à Azar, son père : "Prends-tu des idoles comme divinités ? Je te vois, toi et ton peuple, dans un égarement évident !« » (verset 6.74)

« Abstenez- vous de la souillure des idoles et abstenez-vous des paroles mensongères. » (verset 22.30)

## La Bible et les images : condamnation bien plus sévère

« Tu ne te feras point d'image taillée, ni aucune figure de ce qui est en haut dans le ciel, ou de ce qui est en bas sur la terre, ou de ce qui est dans les eaux au-dessous de la terre. Tu ne te prosterner point devant eux et ne les serviras point ; car moi, Yahweh, ton Dieu, je suis un Dieu jaloux, punissant l'iniquité des pères sur leur enfants, sur la troisième et sur la quatrième génération, pour ceux qui me haïssent » (Deutéronome 5,8-9 ou Exode 20,4)

Dès l'origine, l'interdit frappe cependant toute image d'êtres animés dans les temples : mosquées ou autres ; de même le Coran qui peut être considéré comme un Lieu saint et même le plus saint de tous ne peut être orné de peintures figuratives. En effet, Mahomet détruisit les idoles de la Ka'ba et n'admit pas d'images dans sa maison, la première mosquée.

La calligraphie peut suppléer au décor

**L'interdiction généralisée des images à partir du IX<sup>ème</sup> s.** provient de hadith (tradition transmise depuis le Prophète).

« Les anges n'entreront pas dans une image où se trouve un chien ni dans celle où se trouvent des images » (al-Bouhari)

« L'envoyé de Dieu a dit : « Gabriel est venu vers moi et m'a dit : nous, les cohortes d'anges, n'entrons pas dans une maison où se trouvent un chien, l'effigie d'un corps ou un pot de chambre » — Kulaynî

« Au jour de la résurrection, le plus terrible des châtiments sera infligé au peintre qui aura imité les êtres créés par Dieu : il leur dira alors : 'Donnez la vie à ces créations' » (al-Bouhari)

« Ceux qu'Allah punira le plus sévèrement le jour du jugement, ce sera les peintres qui imitent sa création » (Ibn Hanbal)

Ce qui est condamné est donc l'imitation du réel et de l'individualité d'une personne. Les artistes s'en sortent en refusant l'imitation véritable (pas de perspective, d'ombre portée, de modelé, de diminution de taille avec distances, d'ombres et de lumières...) et en évitant les portraits d'un individu spécifique (on se limite à des types).

Plus sévère toutefois : arrêt du juriste syrien al-Nawawi (XIII<sup>ème</sup> s.) :

« Les grandes autorités de notre école et des autres tiennent que la peinture d'une image de tout être vivant est strictement défendue et constitue l'un des péchés capitaux parce qu'elle est menacée par les punitions (lors du Jugement dernier), ainsi qu'il est mentionné dans les traditions, qu'elle soit pour un usage domestique ou non. Ainsi, la fabrication en est interdite en toute circonstance, parce qu'elle implique une copie de l'activité créatrice de Dieu, qu'elle soit sur une robe, un tapis, une monnaie, l'or, l'argent ou le cuivre, sur un plat ou sur un mur ;

d'autre part, la peinture d'un arbre ou d'une selle de chameau ou d'autres objets qui n'ont pas de vie n'est pas interdite. Telle est la décision en ce qui concerne la fabrication elle-même.

De même, il est interdit de faire usage de tout objet sur lequel est représenté un être vivant, qu'il soit accroché à un mur ou porté comme vêtement ou en turban, ou se trouve sur tout autre objet d'usage domestique ordinaire. Mais si c'est sur un tapis qu'on foule aux pieds ou sur un coussin ou sur un lit, ou tout autre objet similaire d'usage domestique, alors il n'est pas interdit. Qu'un tel objet empêche ou non les anges d'entrer dans la maison dans laquelle il se trouve est tout à fait une autre question. En tout cela, il n'y a pas de différence entre ce qui projette de l'ombre et ce qui ne projette pas d'ombre. [...]

Quelques autorités postérieures font se rapporter l'interdiction aux seuls objets projetant une ombre et ne voient pas de mal aux objets qui n'ont pas d'ombre. Mais ce point de vue est tout à fait faux, car le rideau que le Prophète interdit fut certainement condamné comme chacun l'admet et pourtant l'image qui s'y trouvait ne portait pas d'ombre ; et les autres traditions ne font pas de différence entre une image ou l'autre. Al-Zuh'rî tient que l'interdiction se rapporte aux images en général et à leur usage et à l'entrée dans une maison où elles se trouvent, que ce soit un dessin sur un vêtement ou tout autre dessin, que l'image soit suspendue à un mur ou soit sur une robe ou sur un tapis, qu'elle soit d'usage domestique ou non, comme les traditions le disent clairement. »

**En Iran** toutefois l'art figuratif reste bien présent peut-être parce que l'art sassanide l'était sur tous les supports ; en outre à partir du XII<sup>ème</sup> s. les soufis (mystiques mettant l'accent sur l'exp. intérieure) revalorisent l'image ; aussi : émulation entre les différentes cours princières, relations avec la Chine...

« Un jour, un sultan appela à son palais des peintres, venus, les uns de Chine, les autres de Byzance. Les Chinois prétendaient être les meilleurs des artistes ; les Grecs, de leur côté, revendiquaient la précellence de leur art. Le sultan les chargea de décorer à fresque deux murs qui se faisaient face. Un rideau séparait les deux groupes de concurrents, qui peignaient chacun une paroi sans savoir ce que faisaient les autres. Mais tandis que les Chinois employaient toutes sortes de peintures et déployaient de grands efforts, les Grecs se contentaient de polir et lisser sans relâche leur mur. Lorsque le rideau fut tiré, l'on put admirer les magnifiques fresques des peintres chinois se reflétant dans le mur opposé qui brillait comme un miroir. Or, tout ce que le sultan avait vu sur le mur des Chinois semblait beaucoup plus beau, reflété sur celui des Grecs. » — Jalâl al-Dîn Rûmî (XIII<sup>ème</sup> s. ; fondateur des derviches tourneurs)

Rûmî explique cette parabole en assimilant les Grecs à des soufis, sans étude, sans livres, sans érudition, mais qui ont poli et purifié leur cœur, de telle sorte qu'il reçoit d'innombrables images. Le cœur du soufi reflète ainsi l'infinie forme sans forme de l'Invisible. Pour Rûmî, les Grecs sont les soufis qui, en purifiant leur cœur comme un miroir, parviennent sans étude à l'amour du Prophète et de Dieu. La peinture est une partie de la Création, et donc de Dieu lui-même puisque, comme l'indiquent Muhammad ibn Wâsi' ou Chiblî, « je n'ai rien vu sans y voir Dieu », c'est-à-dire que toute chose présente dans le monde n'existe que par la volonté de Dieu.

Le roman SANS DESSUS DESSOUS (1889) aurait pu s'appeler « Vingt ans après ». On y voit en effet les trois mousquetaires — pardon, artilleurs — du Gun-Club de Baltimore, vingt ans après leur envoi fracassant d'un obus habité vers la Lune (« De la Terre à la Lune » et «

Autour de la Lune »1870), reprendre du service pour une entreprise non moins spectaculaire et autrement plus dangereuse pour l'humanité. Les héros sont donc le président Impey Barbicane, le capitaine Nicholl, et l'intrépide calculateur J.-T. Maston. Le quatrième mousquetaire, le Français Michel Ardan, n'y figure plus. Il est remplacé par un autre Français, tout aussi provocateur, Alcide Pierdeux. Il s'avère qu'Ardan, notoirement allergique à l'algèbre, n'aurait pu faire l'affaire, car le rôle demandait d'être fort en maths.

Le Gun-Club se lance dans la spéculation et achète des mines de houille dans une région polaire. À bas prix, car ces mines, situées au fond de l'océan, sous la banquise, sont inexploitable. Qu'à cela ne tienne, le Gun-Club va les faire émerger. Comment ? Simplement en changeant l'axe de rotation de la Terre. Dans ce but, il construit un canon titanesque (« Le Titan Moderne » était le titre du dossier technique préparé par A. Badoureau pour le roman) qui, en tirant un seul coup, fera par l'effet de son recul basculer l'axe de la machine ronde de 23° exactement, redistribuant terres émergées et océans.

Mais rien ne se passe comme prévu et le coup de canon reste sans effet sensible. Le génial polytechnicien Alcide Pierdeux découvre alors que le mathématicien du projet, J.-T. Maston, avait fait une énorme erreur de calcul.

Le personnage Alcide Pierdeux a été conçu par Jules Verne et dessiné par Roux à l'image d'Albert Badoureau, major de l'X qui bizuta Henri Poincaré (lettre de celui-ci à sa mère ; ingénieur des mines à Amiens où il dut rencontrer Verne).

## 2. Les pavages

Panneau de l'Alhambra : grille carrée avec 4 motifs

Exemples de constructions de motifs : on divise le cercle (ici en 8 parties), on sélectionne certains des tracés obtenus

Embrasure de l'entrée de la madrasa d'Hassan au Caire : la grille est laissée apparente

MONDRIAN : il passe d'une figuration à la van Gogh à l'abstraction, influencé par le cubisme et la théosophie (présence d'une sagesse universelle dans l'univers et l'homme). Avec Theo van Doesburg, fonde en 1917 la revue et le mouvement De Stijl sur les bases théoriques d'une abstraction strictement construite (néoplasticisme).

## 3. Les surfaces

Bernar Venet (né en 1941 à Château-Arnoux-Saint-Auban dans les Alpes-de-Haute-Provence)

### ***Représentation graphique de la fonction $y=-x^2/4$ , 1966***

Acrylique sur toile, 146 x 121 cm.

Musée National d'Art Moderne, Centre Pompidou, Paris.

Artiste conceptuel qui est ici dans la même démarche que les ready-made de Marcel Duchamp. Ici l'objet mathématique exposé est un objet mathématique que la représentation n'altère pas : il n'y a aucune interprétation du monde, le geste artistique est minimal et les maths, par leur rigueur, permettent d'atteindre ce dépouillement. A partir de 1966 : La représentation d'un extrait d'un livre de maths ne modifie pas le niveau sémantique du sujet, sa signification est la même que celle qu'il a dans le livre d'origine. Démarche encore plus radical qu'un ready-made de Duchamp. Aucune interprétation du monde, le geste artistique est minimal et ce sont les maths qui, par leur rigueur, permettent d'atteindre un tel dépouillement. L'image neutre est dégagée de l'intervention de l'artiste et de la subjectivité de son regard. Il expose aux côtés des tenants de l'art minimal et conceptuel : Sol LeWitt, Donald Judd, Carl Andre, Dan Flavin... dans les galeries Dwan, Paula Cooper... Il met alors au point un programme de 4 ans s'intéressant aux différentes branches de la science et au terme duquel il prévoit d'arrêter sa carrière

artistique. En 1971, arrive la fin programmée de la carrière de Bernar Venet qui se consacre alors à des rétrospectives de son travail, à des conférences à travers le monde ainsi qu'à une série de cours à la Sorbonne. Le travail qu'il reprend finalement à partir de 1976 poursuit son attachement aux formules mathématiques et prend un tournant formaliste aussi bien en peintures qu'en sculptures. Le hasard étant mathématique, il décline des séries de sculptures intitulées « lignes indéterminées » suivant le parcours de la main sans recherche esthétique particulière, sans pattern prédéfini. A la suite de celles-ci, il développe des sculptures composées d'arcs en acier corten qui mettent en espace les degrés qui à la fois les définissent et les composent. Puis après avoir publié des poèmes s'appuyant sur le langage mathématique, il a l'idée de les reproduire sur des murs peints de couleur unie.

Avec une pomme, je veux étonner Paris (Cézanne) - Plateau de pêches avec noix, couteau et verre de vin à demi plein – Chardin – Louvre, 1768.

Man Ray pseudonyme d'Emmanuel Radnitsky (3 lettres du prénom et du nom, « homme qui écrit avec la lumière ») a découvert les objets mathématiques à l'Institut Poincaré à Paris, en compagnie de Max Ernst, entre 1934 et 1936. De 1948 à 1954, il peint à partir de ces photographies une série de tableaux, regroupés sous le titre générique d'*Équations shakespeariennes*. Aspirant à une meilleure reconnaissance de son talent pictural qu'il obtiendra effectivement grâce à cette série

On ne peut en effet réduire ces photographies à de simples reproductions d'objets. Si celles-ci présentent au premier abord une apparence anodine, et font figure d'exception dans l'œuvre de Man Ray, elles se situent cependant dans une relation de continuité par rapport à ses autres photographies. Elles témoignent notamment de principes de construction (de la mise en scène, de l'éclairage) fréquemment utilisés dans sa production photographique.

D'autre part, la simplicité apparente de ces photographies d'objets mathématiques ne leur permet pas d'être prises en compte dans le corpus des "photographies surréalistes" puisqu'elles ne mettent en œuvre aucun des différents procédés de dépaysement qui le caractérise comme des différentes manipulations de laboratoire. Elles ne répondent pas non plus, par l'originalité de leur sujet, à une esthétique de la banalité. Et cependant, il existe peu de photographies considérées comme surréalistes - y compris parmi celles de Man Ray - qui ont connu une telle volonté d'intégration à la fois aux manifestations et aux concepts théoriques de ce mouvement. Ces objets mathématiques apparaissent en effet comme le point de rencontre de deux des principales tendances du surréalisme dans les années trente : les réflexions sur la notion d'objet et sur les découvertes de la science moderne. Dans "Crise de l'objet", Breton, en portant tout particulièrement son attention sur les objets mathématiques, en fait l'élément idéal, attendu peut-être, de coordination entre ces deux pôles d'intérêt du surréalisme.

Il faut rappeler d'abord que les objets mathématiques photographiés par Man Ray sont des modèles, de petites dimensions, construits principalement en plâtre, en bois ou en fils métalliques. Ils traduisent en volume des recherches, menées dans le dernier tiers du xix<sup>e</sup> siècle, sur les propriétés des surfaces de la géométrie dans l'espace, propriétés déterminées par les particularités de leur courbure. Et lorsqu'à cette époque, la géométrie ne se base plus uniquement sur les données euclidiennes, les scientifiques sont amenés à inventer et à réfléchir sur des surfaces de plus en plus complexes. Un support concret sur lequel appuyer leurs démonstrations devient alors nécessaire. La fonction de ces modèles mathématiques, principalement pédagogique à l'origine, est évoquée par Henri Vuibert en 1912: "Pour aider les élèves à voir dans l'espace, on a matérialisé les principales figures de la géométrie et de la

géométrie descriptive. L'emploi de figures en relief apporterait un secours précieux à l'enseignement, surtout si l'on faisait construire ces figures par les élèves."

Ces modèles doivent par exemple leur permettre de visualiser la nature des intersections de différents volumes sur un plan : "Un plan bitangent à un tore le coupe suivant deux cercles" Cependant, ces modèles mathématiques s'avèrent rapidement incapables de remplir cette mission ambitieuse. "On ne pourrait pas, remarque également Vuibert, aller bien loin dans cette voie. Si les solides sont en bois, en plâtre, en carton, on ne voit que leur forme extérieure ; nous sommes privés de tous les éléments intérieurs, de toutes les lignes de construction. S'ils sont confectionnés avec des fils, leur fragilité ne permet pas de les laisser entre les mains des élèves. Et quel que soit le mode de construction, les lignes ne peuvent pas s'enchevêtrer à l'infini, parce que la fabrication deviendrait alors trop coûteuse."

On cherche alors à mettre en évidence les possibilités d'application de certains modèles, les "surfaces réglées" dans les domaines de l'art et de l'industrie, par exemple pour la coupe des pierres. Ainsi, la fragilité de ces constructions et leur caractère toujours trop approximatif pour la rigueur mathématique limitent considérablement leur utilité dans le domaine scientifique. Ils deviennent, dans les années 1930, des objets de curiosité, conservés, de manière assez confidentielle, dans quelques institutions scientifiques, à Paris au Conservatoire national des arts et métiers puis, à partir de sa création en 1928, à l'Institut Poincaré. Man Ray insiste à plusieurs reprises sur leurs conditions de présentation ("dans les vitrines poussiéreuses de l'Institut Poincaré") qui participent également à l'attrait de cette découverte et à sa constitution en légende. Convertis en objets d'exposition, ces modèles sont destinés à donner au public une vision moins austère des recherches scientifiques. C'est dans ce but qu'ils sont intégrés en 1937 à l'exposition sur le thème de "L'Art et la Science", au palais de la Découverte.

Les statuts et fonctions de ces modèles mathématiques se sont donc vu considérablement modifiés pendant ces quelques décennies, avant que l'intervention de Man Ray ne les entraîne parmi les activités majeures du surréalisme en 1936. Construits dans un but pédagogique, ils rejoignent finalement les objectifs de la vulgarisation scientifique telle qu'elle se développe au XIX<sup>e</sup> siècle, dans une même volonté de présenter au grand public les découvertes savantes sous un aspect plus distrayant. Leur construction relève également d'une volonté de donner à voir des phénomènes complexes et non perceptibles à l'oeil, tentatives de visualisation de l'invisible qu'illustrent parfaitement les travaux d'Étienne-Jules Marey sur l'enregistrement graphique, photographique ou volumétrique du mouvement. Cette concrétisation de données scientifiques abstraites donne le plus souvent naissance à des images insolites - qui inspirent par exemple Max Ernst pour ses romans\_collages- et le surcroît d'étrangeté conféré par leur traduction dans les trois dimensions ne pouvait que fasciner les surréalistes, qui les découvrent par l'intermédiaire de Man Ray. Lorsque celui-ci les photographie, vers 1936, il poursuit et prolonge ainsi - sans en épuiser les possibilités - la série de métamorphoses rencontrées par ces modèles mathématiques depuis leur construction dans les années 1870. Man Ray accentue en effet, par ses photographies, tout le potentiel de merveilleux des objets mathématiques.

Dans ces photographies, Man Ray organise la mise en scène selon des principes formels qui dominent également l'ensemble de son oeuvre. Comme dans la majorité de ses portraits ou photographies de nu, il utilise pour les objets mathématiques un fond uni, une prise de vue de face, en plan rapproché. Plus exactement, la comparaison entre les planches-contacts et les tirages montre que Man Ray procède ici, comme pour la presque totalité de sa production, à un recadrage important lors du tirage.

Démentant la simplicité apparente de cette présentation, la maîtrise de la lumière lui permet de métamorphoser le sujet photographié. "Tout peut être transformé, déformé, éliminé par la lumière", affirme Man Ray ; et ce pouvoir de métamorphose représente en effet la clé de voûte de toutes ses recherches photographiques. Pour ses photographies de nu, l'éclairage est souvent construit en vue de réduire le corps à ses contours essentiels, les plus suggestifs, de même qu'il met en valeur certaines lignes de courbure des objets mathématiques au détriment de la lisibilité de leur structure générale. Les solarisations ou les rayogrammes traduisent fréquemment une préoccupation similaire. Il poursuit parfois plus loin ce processus de transformation par l'éclairage: par exemple, dans "Minotaure" de 1935, une apparition animale se substitue, par le jeu des ombres et des volumes, au sujet initial, un torse féminin.

Ces capacités de métamorphose par l'éclairage constituent un des principaux atouts de la photographie surréaliste. On peut notamment évoquer les "Sculptures involontaires" de Dali et Brassai, proches, par de nombreux aspects, de ces photographies d'objets mathématiques. Dans ces deux exemples, la sophistication de la lumière, soulignant les arêtes de certains volumes, tout en réservant une grande part d'ombre à l'image, contribue à entourer ces objets, insolites et déjà difficilement identifiables en eux-mêmes, d'une atmosphère dramatique et mystérieuse.

L'attention que les surréalistes portent au médium photographique se concentre également sur l'utilisation du plan rapproché, en ce qu'il trouble la notion d'échelle et rapporte à un même plan des objets de petites dimensions et des oeuvres monumentales. Dali est conscient de ce phénomène propre à l'image photographique et cinématographique - "un morceau de sucre sur l'écran peut devenir plus grand qu'une perspective infinie de bâtiments gigantesques" - et il le met également en oeuvre dans les "Sculptures involontaires". Ayant remarqué qu'un "simple changement d'échelle provoque d'insolites ressemblances, des analogies inimaginables, et pourtant existantes", Dali interprète ainsi un "billet d'autobus roulé symétriquement" comme une "forme très rare d'automatisme morphologique avec germes évidents de stéréotypie".

De tels déplacements peuvent se reproduire pour les objets mathématiques puisque leur isolement dans le cadre de l'image, en l'absence de tout autre accessoire, ne nous permet pas de leur restituer leurs dimensions réelles, très réduites. On pourrait, de même, ne plus parler d'objets mais de "sculptures mathématiques, qui répondraient alors au désir exprimé par Robert Desnos en 1930 de voir ériger des statues à des objets usuels ou à des découvertes scientifiques: "Et quand nous en serons à élever des statues au rayon X, force sera au sculpteur de découvrir un mode d'expression correct et inattendu." La prédiction de Desnos semble être réalisée par ces géomètres qui utilisent des fils métalliques pour construire les "Polyèdres", ou encore du carton et du Plexiglas dans d'autres modèles. Lorsque les sculpteurs constructivistes découvrent également ces modèles mathématiques dans les années 1920-1930, leur intérêt porte autant sur l'originalité des matériaux employés que sur les particularités de leurs volumes.

Les effets conjugués de l'éclairage et du plan rapproché libèrent ces objets de leur contexte scientifique et muséal, leur ouvrant l'accès à d'autres horizons. Dans celui de la sculpture, les photographies de Man Ray montrent des affinités avec les oeuvres de Constantin Brancusi, de Hans Arp ou d'Henri Moore. La structure de ces objets, réunissant des formes pleines et creuses, la pureté des courbures de certaines surfaces soulignées par les traits de lumière (Man Ray, "Section d'hélicoïde développable", tirage gélatino-argentique, 7,1 x 4,5 cm, 1934-1936), peuvent en effet rejoindre les recherches sculpturales de Brancusi. Les photographies de Man Ray jouent de la juxtaposition et de l'opposition du plein et du vide, de différents matériaux, de formes courbes et linéaires

Poursuivant leur série de métamorphoses, les objets mathématiques semblent révéler des configurations anthropomorphes ou zoomorphes, rappeler des objets réels ou qui auraient pu, légèrement "aidés", le devenir. Les correspondances latentes qu'ils entretiennent dans des domaines très éloignés de leurs significations strictement scientifiques jouent pour une bonne part dans l'admiration qu'ils ont suscitée. Marcel Jean évoque l'effet de surprise provoqué dans le milieu surréaliste par ces objets mathématiques dont "la plastique exprimait un problème mathématique précis et suggérait en même temps quantité d'associations d'idées et d'images, d'analogies".

Ce terme d'analogie désigne effectivement bien les relations que les objets mathématiques peuvent faire naître avec d'autres objets, et les cheminements imaginatifs qu'ils favorisent. Ils s'intègrent ainsi à un principe plus général d'analogies prôné par les surréalistes, principalement dans le domaine poétique, et plus particulièrement aux jeux de métaphores visuelles auxquels se livre Breton à partir des grottes, des coraux: "l'imagination est libre de se jouer à l'infini sur ces formes d'apparence toute minérale, de reproduire à leur sujet la démarche qui consiste à reconnaître un nid, une grappe retirés d'une fontaine pétrifiante". Ces procédés analogiques sont convertis par Breton en concept théorique, condition nécessaire de la "beauté convulsive". Il découvre dans les objets mathématiques des propriétés similaires : "Depuis qu'en les photographiant Man Ray, de ses mains extralucides, a porté ces objets presque inconnus jusqu'à nous, il ne nous reste plus qu'à les interpréter à notre guise pour nous les approprier."

Breton signale ici l'intervention photographique de Man Ray comme point de départ de ces transformations. Il suggère aussi d'en modifier les titres afin de rendre ces analogies plus sensibles: "Je propose, pour ma part, de substituer aux légendes analytiques, de la planche I à la planche XII, ces titres volontiers élémentaires mais humainement plus suggestifs: "Poursuivi par son cerceau", "Mort de la cocotte en papier", "Ainsi parlait", "La Banquise"" Et Man Ray semble en effet avoir reconnu, et recherché dans ces objets mathématiques, des possibilités de suggestion figurative, et surtout, les avoir parfois créées de toutes pièces, comme dans la "Surface cubique des 27 droites", par l'opposition des zones d'ombre et de lumière et le choix de l'angle de prise de vue ("Surface réglée ou Surface cubique des 27 droites »).

Ainsi, ces photographies d'objets mathématiques répondent à la conception et à l'utilisation de la photographie par les surréalistes, c'est-à-dire principalement en tant que déclencheur de métamorphoses. Cependant, l'enthousiasme soulevé par ces objets n'aurait pas été tel sans les conjonctions qui s'opèrent avec les "objets surréalistes", atteignant leur apogée à la même époque. Les objets mathématiques rejoignent les préoccupations surréalistes en 1936 lors de trois manifestations collectives sur ce thème : l'exposition surréaliste d'objets chez Charles Ratton à Paris, aux New Burlington Galleries à Londres, et "Fantastic Art, Dada, Surrealism", à New York. Douze de ces photographies de Man Ray participent également à l'illustration du numéro spécial de Cahiers d'art consacré à l'objet, qui accompagne l'exposition chez Charles Ratton. Dans cette publication, Breton accorde une large part du développement de "Crise de l'objet" aux objets mathématiques. Ce texte nous permet de mesurer l'importance de leur intégration aux orientations du surréalisme dans les années 1930.

Breton voit dans ces objets mathématiques une transposition de la notion d'"objectivation" d'une idée poétique ou d'un rêve, qu'il préconise depuis 1924 : "Je proposais récemment de fabriquer, dans la mesure du possible, certains de ces objets qu'on n'approche qu'en rêve et qui paraissent aussi peu défendables sous le rapport de l'utilité que sous celui de l'agrément."

Les objets mathématiques répondent à la volonté de traduire en image une abstraction scientifique. Pour les surréalistes, la construction de ces modèles préfigure ainsi leur recherche d'"accession à l'existence concrète" de l'objet. Breton relève cette coïncidence des modes de réalisation des objets surréalistes et des modèles mathématiques, pour lesquels "la pensée qui leur a donné naissance s'est portée, d'un élan on ne peut plus sûr, de l'abstrait au concret". Et ce parallélisme est d'autant plus intéressant qu'il concerne des objets construits indépendamment et antérieurement aux recherches de Breton autour du concept d' "objectivation". La rencontre d'une existence extérieure est également déterminante dans l'intérêt qu'il porte à la cuillère en bois découverte au marché aux puces, et décrite dans L'Amour fou: "Il devenait clair que l'objet que j'avais désiré contempler jadis s'était construit hors de moi, très différent, très au-delà de ce que j'eusse imaginé." (Giacometti qui l'accompagne trouve un masque qui débloque un problème qu'il rencontrait sur une sculpture.)

Les objets mathématiques recourent en cela le fructueux champ d'activité et de réflexion surréalistes autour de la notion de trouvaille, deuxième critère de la "beauté convulsive". Dans les expositions de 1936, les objets mathématiques sont présentés soit directement soit par l'intermédiaire des photographies de Man Ray; et les textes qui les mentionnent n'accordent que rarement d'attention à cette distinction. Une telle ambiguïté entre l'objet et sa représentation photographique se trouve également au coeur de l'oeuvre de Man Ray. Certaines de ses créations oscillent ainsi entre un statut d'objet ou de photographie: c'est le cas par exemple de la célèbre "Énigme d'Isidore Ducasse". La majorité de sa production d'objets ne nous est en effet connue que sous une forme photographique, et surtout, certains d'entre eux n'atteignent paradoxalement leur qualité d'objets créés qu'à travers l'image photographique. Dans "Homme" et "Femme", de 1919, la prise de vue associe à des objets quotidiens (des cuvettes, une plaque de verre, des épingles à linge, un batteur à oeufs) les ombres qu'ils projettent. Par cette simple intervention, Man Ray libère ces objets de leur fonction utilitaire et de leur sens originel, leur attribue un symbolisme sexuel, et les transforme ainsi en création volontaire.

Le même processus de prise de possession et de détournement se reproduit pour les objets mathématiques. Ils peuvent alors être assimilés aux objets trouvés, avec lesquels ils partagent une situation particulière, en marge des autres catégories d'objets surréalistes. L'accusation dont Henri Moore doit se défendre d'avoir fait passer, lors d'une exposition, un objet trouvé pour une oeuvre sculptée par lui montre bien les ambiguïtés entre objets mathématiques et objets trouvés, qui s'ajoutent à celles déjà relevées avec le domaine sculptural. La photographie joue, encore une fois, un rôle décisif dans ces interférences : lorsque les objets mathématiques sont intégrés à une exposition d'objets surréalistes, ils participent de la catégorie des "objets mathématiques ou autres modèles scientifiques". Mais lorsque ce sont leurs photographies qui sont présentées, il sont perçus comme des objets trouvés par Man Ray, la photographie attestant la paternité de la trouvaille. Les modèles mathématiques avaient été découverts par Max Ernst et exposés à Cologne dès 1919, et il réalise vers le milieu des années 1930 plusieurs collages à partir de dessins scientifiques de ces mêmes modèles. Ceux-ci sont passés inaperçus, les objets mathématiques ne restant liés, dans la postérité surréaliste, qu'au seul nom de Man Ray, qui en a réalisé des photographies et les a exposées sous son nom. D'autres objets à caractère scientifique échappent pareillement au cadre des vitrines d'institutions scientifiques par leur reproduction photographique qui les projette dans le monde de la trouvaille.

L'intérêt pour les objets mathématiques n'est pas en effet un exemple isolé de l'attrait exercé sur les surréalistes par certains produits de la science. Le caractère "poético-scientifique" qui attire le peintre Roberto Matta vers le surréalisme, incarné particulièrement pour lui par ces

photographies de Man Ray, est également très sensible dans de nombreux collages de Max Ernst, dans les réflexions de Duchamp préliminaires au Grand Verre, dans quelques textes de Breton ou de Dali Plus précisément, on peut déceler dans les écrits et les oeuvres surréalistes des références, diffuses mais récurrentes, à la géométrie non euclidienne, à laquelle ils ont eu accès par l'intermédiaire de Henri Poincaré. Cette tendance se précise dans les années trente, coïncidant avec la publication d'écrits de Gaston Bachelard, qui apportent des éclaircissements sur les fondements théoriques de cette géométrie. S'en inspirant dans "Crise de l'objet", Breton place les objets mathématiques au centre des conjonctions des rapports entre l'art et la science et des objets surréalistes. Au début de ce livre, Breton rapproche les développements parallèles science/poésie : 1830 : romantisme/géo non euclidienne Lobatchevsky ; 1870 : Rimbaud, Ducasse, géo non euclidienne Riemann. Il inaugure en même temps l'assimilation des objets mathématiques photographiés par Man Ray à la géométrie non euclidienne (que celle-ci ne soit que partiellement fondée importe peu), qui persistera dans le milieu surréaliste. Compte tenu de l'importance de la diffusion que ces photographies ont connue par les expositions, et plus encore par le numéro de Cahiers d'art, on peut leur accorder un rôle considérable, d'une part dans le développement d'une thématique scientifique chez les nouveaux peintres surréalistes (Oscar Dominguez, Roberto Matta, Gordon Onslow Ford, et d'autre part dans le regain d'intérêt pour la géométrie non euclidienne qui se manifeste dans les années de l'immédiate après-guerre.

« *Le Violon d'Ingres* » (1924).

Cette image reprend la ligne tant de fois répétée comme signe allusif au violon ou à la guitare. Cette œuvre est très représentative du parcours du photographe, car elle réunit la plupart des thèmes qui lui ont été chers au cours de sa carrière : la femme (qu'il a certainement glorifié, mais aussi ridiculisée), les instruments silencieux, et c'est là un des rares exemples où il ajoute à une photo un élément graphique par collage ou photomontage. « *Le Violon d'Ingres* » peut être interprété à plusieurs niveaux. La silhouette et la pose du buste et des hanches de Kiki de Montparnasse (qui sera son modèle pendant plusieurs années), rappelle certains tableaux d'Ingres (comme « les baigneuses de Valpinçon » par exemple). On peut donc considérer cette image comme un hommage humoristique au maître Ingres (notons que le peintre était aussi violoniste à ses heures perdues).

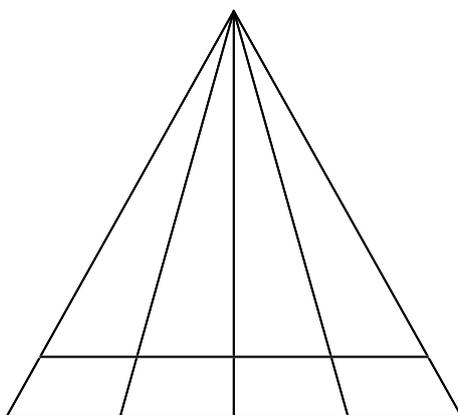
A nouveau ce montage se révèle être très poétique et reflète une sérénité et un calme propre aux symboles évoqués ici : le violon, le jeu d'échec, ...

Ici la femme prend des airs d'instrument de musique, telle une muse. Quelle plus belle déclaration l'artiste pourrait-il faire à une femme ?

## I. Les mathématiques, un outil au service de l'art

### 1. La perspective

Pour dessiner un carrelage à travers une fenêtre d'Alberti, il suffit tout simplement de suivre avec un marqueur les joints du carrelage tels qu'on les aperçoit à travers la fenêtre. Mais supposons qu'on ne dispose pas d'une fenêtre d'Alberti et qu'on ait dessiné une première rangée de carreaux comme sur la figure ci-après.



On a respecté la règle du point de fuite. Mais comment ensuite déterminer la largeur de la deuxième rangée de carreaux, puis la largeur de la troisième, et ainsi de suite ? Alberti rapporte que certains peintres prenaient pour largeur de la deuxième rangée les deux tiers de la largeur de la première, et pour largeur de la troisième les deux tiers de la largeur de la deuxième, et ainsi de suite en progression géométrique. Cette méthode aboutit-elle à un dessin conforme à celui que donnerait une fenêtre d'Alberti ? Première réflexion : d'abord pourquoi deux tiers ? C'était sans doute une valeur de bonne pratique, qui donnait le plus souvent un dessin d'allure vraisemblable. Mais la valeur de deux tiers ne semble pas autrement justifiée. Comment montrer qu'elle est sûrement fautive ? Soit  $a$  la largeur de la première rangée de carreaux sur la peinture ; en appliquant cette règle, nous obtenons pour les largeurs successives  $a, \frac{2}{3}a, \left(\frac{2}{3}\right)^2 a, \left(\frac{2}{3}\right)^3 a, \dots$

Si on totalise ces largeurs pour une infinité de rangées de carreaux, il faut évidemment que l'on arrive à la ligne d'horizon, qui est déjà là. Ainsi la ligne d'horizon se trouverait toujours à la hauteur  $3a$  au-dessus de la ligne où commence le carrelage. Et cela, quel que soit  $a$ , et donc quelle que soit la taille des carreaux représentés... La ligne d'horizon serait déterminée par la taille des carreaux. Ce n'est pas acceptable. Voici comment Alberti critique les peintres qui procèdent ainsi : "Ceux qui feraient ainsi, même s'il affirmaient suivre la meilleure voie en peinture, je déclare qu'ils se trompent beaucoup car, ayant posé au hasard la première ligne parallèle, quand bien même les autres lignes parallèles se suivraient selon un même rapport de diminution, le fait est qu'ils n'ont pas le moyen d'obtenir un lieu précis pour la pointe [de la pyramide] qui permet de bien voir."

### 3. L'anamorphose

A l'étage du couvent romain de la Trinité-des-Monts, le visiteur accède à un couloir faisant le tour du cloître et qui renferme 2 anamorphoses. En effet, jusqu'au XVIII<sup>ème</sup> s., le couvent accueillait des religieux français de l'ordre des Minimes, dont certains menaient d'importants travaux scientifiques, à l'image du père Emmanuel Maignan (1601-1676) et de son disciple Jean-françois Nicéron (1613-1646) qui nourrissaient tous deux un intérêt particulier pour l'optique et la perspective. Auteur d'un traité sur la perspective, *Thaumaturgus opticus*, Nicéron ne passa que dix mois à Rome en 1642 mais il est probable qu'il ait assisté son maître dans la réalisation des fresques. La première représente st François de Paule (1416-1507), fondateur de l'ordre, en prière sous un arbre ; cette figure disparaît lorsqu'on fait face à la fresque pour laisser place à une vue de la Calabre, région de l'ermite que l'on voit miraculeusement traverser le détroit de Messine sur son manteau après s'être vu refuser l'embarquement à Patmos. (L'autre fresque représente st Jean à Patmos.)

Le projet de Felice Varini (né en 1952 à Locarno, suisse), *Concentriques excentriques*, s'inscrit dans le cadre de la manifestation IN SITU, Patrimoine et art contemporain dont Carcassonne est cette année la capitale régionale. Cette œuvre monumentale célèbre le **20ème anniversaire** de l'inscription de la cité de Carcassonne sur la liste du Patrimoine Mondial à l'UNESCO.

#### 4. Le nombre d'or

Dr No 1962 T. Young

Se trouvait dans la villa de Castello (Florence) début XVIème s. donc peut-être commende des Médicis.

Modèle possible : Simonette Vespucci, épouse de Marco Vespucci, la plus belle femme de Florence, amante de Julien de Médicis. Meurt en 1476 à 23 ans de la tuberculose. Julien est assassiné 2 ans jour pour jour après. Frère Laurent et petit-fils Côme.

Botticelli = surnom de son frère Giovanni, emprunt par toute la famille.

Une des plus anciennes peintures sur toile parvenues jusqu'à nous. Support moins cher et privilégié pour les toiles profanes des villas. Si Botticelli se servait de la technique de détrempe couramment employé à son époque (Cennini conseille de prendre plutôt des oeufs de poules élevées en ville, les oeufs de la campagne ayant une couleur trop prononcée), il dissolvait cependant les pigments dans un minimum de corps gras, méthode qui donna les meilleurs résultats : la toile est aujourd'hui restée ferme et élastique, la peinture est à peine craquelée.

Le cadre est un littoral découpé, étrangement bordé de roseaux, d'orangers et d'une anémone en bas à dr. La mer s'éclaircit vers le lointain ; les vagues changent de direction et la coquille est représentée de biais afin d'évoquer l'atterrissage. Vénus, en contrapposto, va poser son pied droit sur terre. Cf. Vénus Médicis.

Titre donné au XIXème s. Il ne s'agit pas de la naissance à partir de l'écume fécondée par les testicules d'Ouranos (qui cachait ses enfants sous terre) tranchés par Chronos (à qui sa mère Gaia avait donné une serpe) mais son arrivée à Chypre.

Description d'un bas-relief par Politien d'après un hymne homérique.

Zéphyr et son épouse Chloris, ou la Brise.

Dessin tranché car formation d'orfèvre.

Les Médicis sont renversés par la conquête française en 1494. Savonarole rencontre le roi de France Charles VIII, négocie les conditions de la paix et évite le sac de la ville. Les Florentins sont autorisés par le roi de France à choisir leur propre mode de gouvernement. Savonarole devient alors dirigeant de la cité. Il institue un régime qu'il décrit comme une « République chrétienne et religieuse » ; il modifie le système d'imposition, abolit la torture, renforce les lois contre l'usure, établit une cour d'appel et un système de secours aux pauvres. Il rend également la sodomie, auparavant punie d'amende, passible de la peine de mort. Dans la nuit du Mardi gras 1497, il fit brûler sur un "bûcher des vanités", à côté des fards, des bijoux et des cheveux postiches, toutes les "images lascives". Il paraît que Botticelli se serait trouvé lui-aussi du au nombre des partisans du moine fanatique.

Tableau symbolique : irréalisme des vagues, de l'or sur les orangers

Néoplatonisme : rose, coquille fécondée par rosée = vierge, on doit passer de la lascivité de Zéphyr à la pudicité ; renouvellement par l'eau = baptême.

Charles Édouard Jeanneret, dit Le Corbusier (1887-1965), est un architecte, urbaniste et peintre français d'origine suisse. Formé en Allemagne, Le Corbusier a subi l'influence des psycho-physiciens et a été bercé par les théories de l'esthétique scientifique, où tout peut être mesuré, y compris les sensations, les réactions cognitives ou la psychologie humaine. Selon Le Corbusier, l'homme est un animal qui « doit pouvoir s'ébrouer tout à son aise dans l'espace de sa maison ». D'où l'impérieuse nécessité d'aménager l'espace architectural pour que le corps s'y reconnaisse.

À cet effet, Le Corbusier formule un système de mesure, qu'il appelle le Modulor, tiré des proportions entre les différentes parties du corps humain et basé sur le nombre d'or. Plus adaptée à la morphologie humaine que le système métrique, cette gamme de mesures, brevetée en 1945, est destinée à mettre en résonance l'homme avec l'architecture et, partant, l'homme avec la nature et l'univers. Le Corbusier affirmait que le Modulor avait des avantages sur les deux systèmes de mesure qui divisent la planète : le système anglo-saxon du pied-pouce, peu pratique mais qui tient compte des mesures du corps, et le système métrique, décimal donc pratique, trop abstrait cependant, privé de lien direct avec les dimensions du corps. Elle devait permettre, selon lui, un confort maximal dans les relations entre l'homme et son espace vital. Sur sa grille, Le Corbusier représente la silhouette d'un homme debout, levant un bras. L'échelle du Modulor suit la progression de la suite de Fibonacci, dont la raison tend vers le nombre d'or. Le rapport entre la taille humaine standard (1,83 m) et la hauteur moyenne du nombril (1,13 m), par exemple, est égal à 1,619, soit le nombre d'or à un millième près.

Pour Le Corbusier, « la maison est une machine à habiter ». Un habitat adapté à l'homme comprendrait par exemple, une hauteur de plafond de 226 cm, une hauteur de bar de 113 cm, une hauteur de table de 70 cm, une hauteur de chaise de 43 cm. Dans le même esprit, la hauteur d'un élément de cuisine serait de 86 cm.

Sa vision de la ville moderne se concrétisant, Le Corbusier achève, à Marseille, en 1952, la construction d'une unité d'habitation qui exprime ses idées en matière de logement collectif : la Cité radieuse, censée préfigurer « l'âge d'or » de l'habitat humain. Cellule d'habitation pensée à l'échelle humaine, véritable ville dans la ville, cette résidence construite sous forme de barres sur pilotis, près du boulevard Michelet, est constituée de 360 appartements en duplex distribués par de larges couloirs voulus comme des rues intérieures. Classée MH, « la maison du fada », comme la surnomment parfois les autochtones, attire chaque année un nombre croissant de touristes.

La Cité Radieuse de Marseille est un immeuble dessiné par Le Corbusier, construit entre 1947 et 1952, destiné à accueillir des logements sociaux. Le Corbusier y applique le principe d'architecture modulaire, c'est-à-dire qu'il y aligne et superpose une unité d'habitation unique. Ce bâtiment est un immeuble-ville, en effet, il comporte aussi des magasins et services. La Cité Radieuse de Marseille est un bâtiment très complet en ce qui concerne l'application du Modulor, toutes les mesures sont issues du Modulor et l'ensemble a été créé pour le bien-être de l'homme et la fonctionnalité du logis. Le Modulor a permis à Le Corbusier d'utiliser seulement 15 mesures différentes pour l'ensemble de la construction. Les plafonds, par exemple, culminent à 2,26 m de hauteur, mais ils ne sont qu'une partie de l'unité d'habitation entièrement modulée à l'échelle humaine. Les rambarde de balcons, la cuisine et les meubles sont tous donnés par les séries rouge et bleue du Modulor. Les dimensions de l'appartement sont aussi issues de ces séries, la largeur de 4,19 m est donnée par l'addition de deux termes de la série bleue : 53 et 366 centimètres.

D'autres unités d'habitation ont suivi, à Rezé, au sud de Nantes, à Berlin, à Briey-en-Forêt, près de Metz, et à Firminy-Vert, dans le département de la Loire. Et l'immeuble des Nations unies, à New York, dont la construction a duré six ans, de 1947 à 1953, est composé de trois rectangles d'or (11 architectes dont aussi Niemeyer, 1947-1952) ou le couvent de la Tourette, le cabanon à Cap-Martin....

« Jean Gorin est le seul néoplasticien français » (Mondrian) Influencé par cubisme puis purisme du Corbusier il se place finalement sous les principes de Mondrian qu'il essaiera d'étendre à l'espace dans une production à mi-chemin entre sculpture et architecture. Toutefois ici absence de ligne noire entre 2 couleurs qui ne se produit pas chez Mondrian.

L'Arte Povera (art pauvre) émerge en Italie dans les années 1960 autour de Germano Celant, critique et historien d'art. En opposition au minimalisme américain de l'époque, il rassemble autour de lui des artistes tels Giuseppe Penone, Mario Merz, Giovanni Anselmo, Michelangelo Pistoletto.

L'Arte Povera s'attache essentiellement à la relation avec l'environnement naturel : les artistes travaillent avec des matériaux naturels, éphémères, industriels ou fabriqués (comme le bois, la salade, le néon). Travail des matières dite "pauvres", geste artisanal et mise en espace de l'œuvre sont au cœur de leurs préoccupations.

#### 4. L'aléatoire

Raymond Queneau est l'auteur d'un livre intitulé Cent mille milliards de poèmes. Chacune de ses 14 pages est découpée en 10 bandes indépendantes, chacune de ces 10 bandes portant un seul vers. A chaque page, le lecteur doit choisir un vers pour former finalement un sonnet (de 14 vers).

Dans la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle apparaît au centre de l'Europe (Allemagne, Autriche) un dispositif de composition algorithmique par combinaison semi-aléatoire de fragments pré-existants : le Musikalisches Würfelspiel, ou jeu de dés musical. (C'est également à cette époque, d'ailleurs, que l'on veut voir des automates jouer aux échecs : cette corrélation restera observable deux siècles plus tard à travers la quête de l'intelligence artificielle.) Il n'est sans doute pas anodin que cette démarche intellectuelle se développe dans des pays germanophones : en effet dès le XVII<sup>e</sup> siècle, le poète Georg Philipp Harsdörffer avait, dans le cadre de la société des fructifiants, imaginé un dispositif de cinq cercles concentriques mobiles qui permettrait de formuler toutes les phrases de la langue allemande. Dans ces mêmes années, l'essai de jeunesse De Arte Combinatoria de Leibniz ouvre la voie à une approche raisonnée et déterministe du monde en général, et de l'invention humaine en particulier.

Peut-être n'est-il pas non plus une coïncidence que deux des premiers théoriciens à explorer la composition semi-aléatoire soient tous deux liés à Johann Sebastian Bach : son fils Carl Philipp Emmanuel publie vers 1758 un Einfall einen doppelten Contrapunct in der Octave von 6 Tacten zu machen, ohne die Regeln davon zu wissen («méthode pour faire six mesures de contrepoint à deux voix sans en connaître les règles») ; et son élève le plus célèbre, Johann Philipp Kirnberger, fera paraître en 1767 Der allezeit fertige Polonoisen- und Menuettencomponist («La composition toute-prête de polonaises et de menuets») permettant d'élaborer «10 millions de millions» de menuets-trio pour quatuor à cordes (étant lui-même peu lettré, Kirnberger a probablement confié à quelqu'un d'autre la rédaction de ses explications). Si J.S. Bach ne semble pas s'être lui-même adonné à la composition semi-aléatoire, son goût pour la pédagogie et l'expérimentation formelle se retrouvent dans la démarche de Kirnberger et de C.P.E. Bach (ainsi que dans les cercles intellectuels berlinois qu'ils fréquentaient tous deux).

Vers la même époque, en 1781, l'abbé Stadler, en Autriche, fait paraître ses Tabelle, aus welcher man unzählige Menueten und Trio für das Klavier herauswürfeln kann («tables selon lesquelles l'on peut combiner d'innombrables menuets et trios pour clavier»). Quelques années plus tard (sans doute au début du XIX<sup>e</sup> siècle), un certain Gustav Gerlach gratifie l'Allemagne

de son Kunst, Schottische Taenze zu componiren, ohne musicalisch zu sein («art de composer des Écossaises sans être musicien») ; d'après Gerhard Nierhaus, une quinzaine d'autres exemples peuvent être recensés entre 1760 et 1812.

Et Mozart ?

Ce n'est qu'après sa mort, en 1792, que son éditeur Nicolaus Simrock publie ce que nous connaissons aujourd'hui comme «le» jeu de dés de Mozart K294d. Imposture ? Coup publicitaire ?

On sait qu'il a rédigé, fin mai 1787, quelques fragments de deux mesures numérotés, en marge de son quintette à cordes en sol mineur. Il est impossible d'établir (et, de fait, assez improbable) qu'il eût l'intention de jouer aux dés pour choisir dans quel ordre les combiner. Il convient de noter, toutefois, que Mozart s'intéressait volontiers aux jeux d'esprit : en 1990, un commentateur japonais, Hideo Noguchi, se penche en particulier sur les lettres de l'alphabet par lesquelles Mozart a ponctué l'un de ses brouillons ; en s'intéressant notamment à la combinaison "fanciS" donnée par Mozart, il se demande s'il ne faudrait pas y voir l'indice d'un jeu imaginé par le compositeur pour une de ses élèves, Francisca Jacquin (1769-1853). D'éventuels jeux de combinaisons de mesures auraient donc été donnés, chez Mozart, davantage par des mots et noms propres, que par un lancer de dés.

K216f : 11<sup>16</sup> (env. 4.6.10<sup>16</sup>) menuets possibles chez Mozart, : de telles quantités astronomiques confondent l'imagination — bien qu'il s'agisse encore de très peu de chose... par comparaison au nombre total de particules élémentaires dans l'univers, que certains estiment prudemment de l'ordre de 10<sup>80</sup>. Mais relative monotonie mélodique et rythmique.

Réunit : au r°, réduction pour piano inachevée (mesures 1-6 seulement) du 3e mouvement (Adagio ma non troppo) du quintette à cordes KV 516 ; Musikalisches Würfelspiel, KV 516f (1re version qui fournit en bas "**fanciS**") ; au v°, Musikalisches Würfelspiel, KV 516f

(2e version qui fournit **f<sub>1</sub> r<sub>2</sub> a<sub>1</sub> n<sub>1</sub> c<sub>2</sub> i<sub>2</sub> S<sub>2</sub> c<sub>1</sub> a<sub>2</sub>**). - Peut-être destiné à Francisca Jacquin, élève de Mozart - 1787. - Ms. autogr. à l'encre brune (quintette) et noire (Musikalische Würfelspiel). - Au départ, authentification de la main de Georg Nikolaus von Nissen : "Von Mozart und seiner Handschrift". - Le bas du feuillet (4 portées) a été coupé.

**La première apparition de Deep Note au cinéma** date de 1983, en introduction du film « Le Retour du Jedi », 3ème volet (ou plutôt 6ème pour être exact, mais à l'époque il s'agissait du 3ème de la trilogie) de la série Star Wars de Georges Lucas.

Techniquement, en 1982, le son est composé de 30 oscillateurs dont les fréquences évoluent initialement de manière aléatoire dans la bande des 200 à 400 Hz pendant quelques secondes. Ensuite, ces oscillateurs dérivent de manière choisie (et surtout, secrète) vers un accord totalement jouissif (d'abord un Ré, changé en un Mi à partir de 1993). Certaines fréquences montent, d'autres descendent, formant en fin de compte un unisson composé d'une quinte parfaite d'une énormité phénoménale. Le petit plus, les fréquences savamment désaccordées qui accentuent l'effet de plénitude de cet accord massif.

# François MORELLET

Cholet (France), 1926

## Répartition aléatoire de triangles suivant les chiffres pairs et impairs d'un annuaire téléphonique

1958

Triptyque. Huile sur contre-plaqué

Prof. sans cadre : 2,8 cm. Chaque panneau: 80 x 80 cm

Pour François Morellet, l'œuvre d'art ne renvoie qu'à elle-même et doit obéir à un système, une règle du jeu préétablie. Des formes géométriques simples ainsi qu'un nombre limité de couleurs, posées à l'aide d'une touche parfaitement lisse, caractérisent son travail.

Dans *Répartition aléatoire de triangles suivant les chiffres pairs et impairs d'un annuaire téléphonique*, Morellet fait appel au hasard. Il utilise une succession de numéros de téléphone dont les séquences, paires ou impaires, déterminent le choix du noir ou du blanc. Le panneau central est l'agrandissement de l'angle supérieur gauche du premier tableau. Ce processus est repris dans le troisième panneau.

### II. 1. L'œuvre comme défi mathématique

Les outils dispersés poussent le spectateur à trouver la longueur du segment qui reste à tracer, peut-être pour un pentagone. Démontre un résultat du livre XIV (apocryphe, Euclide n'a écrit que 13 livres) en utilisant XIII.12.

### III.

Une représentation de l'irreprésentable

#### 1. L'impossible

Giotto (1266-1337). Triptyque Stefaneschi (1320) (2,20 x 2,45 m). Le cardinal Giacomo Stefaneschi (à Rome alors que le pape est à Avignon) est le commanditaire de ce retable destiné au maître-autel de l'ancienne basilique Saint-Pierre de Rome, dans le but politique de ramener la papauté à Rome. Le commanditaire est représenté priant à genoux sur les deux faces du retable dans les panneaux du centre.

Recto :

Au centre : le Christ en majesté sur un trône gothique au milieu des anges avec le cardinal Stefaneschi, agenouillé et penché pour lui baiser les pieds.

panneau de gauche : le crucifiement de saint Pierre, entre une pyramide et la Meta Romuli (it), allégorie symbolique de Rome et du Vatican.

panneau de droite : le martyre par la décapitation de saint Paul, entre les pleureuses et les soldats, entouré plus haut du phare d'Ostie et d'une jeune fille jetant le tissu ayant servi à éponger son sang et gonflé par son âme montant au Paradis.

en prédelle : Vierge à l'Enfant trônant en majesté entre deux anges et les douze apôtres.

Verso :

Au centre : saint Pierre trônant entouré de deux anges et de deux figures saintes avec, présenté par saint Georges, le cardinal Stefaneschi (titulaire d'une église dédiée à st Georges) agenouillé portant, vers le Christ, le triptyque (qui évoque une église ou un reliquaire) ; en face de lui agenouillé, le pape Célestin V ; saint Pierre est représenté bénissant de la main droite, tenant les clefs du royaume de l'autre main (ses attributs courants).

panneau de gauche : saint Jacques et saint Paul à gauche,

panneau de droite : saint André et saint Jean l'Évangéliste

en prédelle : ne subsistent que trois saints au centre (dont saint Étienne à gauche, les deux autres étant non identifiés).

Modernité de la perspective des pavements, de la vivacité des couleurs, de l'observation attentive des chevaux....

## 2. Au-delà des apparences

Les estampes apparaissent au Japon d'abord sur des sujets religieux, au XIII<sup>e</sup> siècle, puis à partir du milieu du XVII<sup>e</sup> siècle sur des sujets profanes : cette technique de gravure sur bois permet en effet, par le nombre de reproductions qu'elle autorise, une diffusion beaucoup plus large des œuvres qu'avec une peinture, dont il n'existe forcément qu'un exemplaire original.

Le développement de ces estampes profanes (dites ukiyo-e) à partir du XVII<sup>e</sup> siècle accompagne la naissance d'une nouvelle classe sociale, la bourgeoisie marchande urbaine aisée qui apparaît et se développe dès le début de l'époque d'Edo, lorsqu'à partir de 1600, le nouveau régime des shoguns Tokugawa parvient à restaurer la paix dans l'ensemble du pays. Cette clientèle en plein essor devient extrêmement friande des estampes ukiyo-e, à la fois plaisantes à l'œil et d'un coût modique, y retrouvant en effet ses sujets favoris, des belles courtisanes du Yoshiwara jusqu'aux paysages pleins de poésie du Japon ancien, en passant par les lutteurs de sumo ou les acteurs de kabuki, si populaires.

La grande vague de Kanagawa est une estampe ukiyo-e, c'est-à-dire techniquement une estampe, imprimée sur papier, à l'aide de gravures sur bois réalisées par un graveur expérimenté d'après le dessin de l'artiste. Faisant appel à de multiples planches de couleurs différentes, elle appartient à la catégorie des « estampes de brocart » (nishiki-e) : chaque partie colorée étant obtenue par l'application d'une planche de bois gravée particulière.

Par la description des activités quotidiennes de l'humble population des campagnes japonaises (charpentiers, tonneliers, bateliers, pêcheurs...), la série d'estampes à laquelle appartient La Vague s'inscrit bien dans l'esprit des « estampes japonaises » ou estampes ukiyo-e (littéralement « images du monde flottant »), ayant pour thème les images du monde quotidien.

Les pêcheurs reviennent d'Edo où ils ont vendu leur poisson (importance du sens de lecture propre aux Japonais ; un Européen pourrait croire qu'ils fuient la vague) et sont au large de Kanagawa (titre).

A gauche du cartouche (titre), signature : « (peint) de la brosse de Hokusai changeant son nom en Iitsu ».

Enfant de très modeste origine, sans identité, puisque son premier pseudonyme, *Katsushika*, lui vient de la région agricole où il est né, Hokusai utilisera au moins cinquante-cinq autres

noms tout au long de sa carrière ; ainsi, il ne commençait jamais une nouvelle période de travail sans changer de nom, abandonnant ses anciens noms à ses élèves. Aussi signa-t-il les quarante-six estampes composant les *Vues du mont Fuji*, non en fonction de l'œuvre dans sa globalité, mais en fonction des différentes périodes de travail que cette œuvre représenta pour lui. Hokusai utilisa quatre signatures différentes pour cette série

Vague en bleu de Prusse importé de Hollande dont c'est une des premières utilisations en estampe japonaise. Petitesse du mont Fuji point culminant du Japon. Vague = monstre ou fantôme semblable à ceux qui hantent la manga (carnet de croquis sur des scènes quotidiennes ou surnaturelles) ; yin/yang.

### 3. L'inconcevable

Le franciscain Pacioli décrit les 13 effets de la « proportion ayant deux moyens et un extrême » (s'il se limite à 13 effets, c'est par respect pour les 12 articles du Credo et les apôtres) : comme Dieu a créé l'Univers, « notre sainte proportion » donne sa forme au dodécaèdre ; comme Dieu, elle est indéfinissable, mystérieuse, secrète, invariable ; comme la Trinité elle se retrouve en 3 termes

Platon associe 4 de ses solides avec les 4 éléments et le dodécaèdre au Tout.

Art islamique : al-Ghazali (soufi d'origine persane, 1058-1111) dans son commentaire de la sourate « Les Abeilles » précise que la perfection géométrique de leurs cellules est un hommage à l'intelligence divine dont elles procèdent. Les polygones étoilés évoquent aussi la voûte céleste. De plus le plafond de la salle du trône de l'Alhambra avec 7 niveaux de polygones étoilés renvoie aux 7 sphères célestes qui supportent le trône de Dieu.

Dimension	Figure	Sommets	Arêtes	Faces bidimensionnelles	Faces tridimensionnelles
0	Point	1	-	-	-
1	Segment	2	1	-	-
2	Carré	4	4	1	-
3	Cube	8	12	6	1
4	Hypercube	16	32	24	8

### Hypercube

Avec 2 points je fabrique un segment, avec 4 segments un carré, avec 6 carrés un cube, avec 8 cubes un hypercube. Patron : les faces à angle droit, et celles du dessus et du dessous devraient se recoller, dur à voir comme pour une créature bidimensionnelle qui découvrirait le patron d'un cube.

Obtention par glissements perpendiculaires à la fig : le nombre de sommets double à chaque fois ; du carré au cube : 4 (carré de départ) + 4 (carré d'arrivée) + 4 (arêtes créées par déplacement des 4 carrés du carré de départ) = 12 arêtes ; du cube à l'hypercube, 12 + 12 + 8 = 32 arêtes et 1 cube départ + 1 cube arrivée + 6 cubes générés par les 6 faces = 8 cubes.

Miguel Angel Ruiz-Larrea - *Monument à la Constitution espagnole de 1978*  
Jardins du musée des Sciences naturelles du *Paseo de la Castellana*, Madrid

Cube de béton blanc de 7,75 m de côté, couvert de dalles de marbre blanc de Macael (ville d'Andalousie dont les marbres furent utilisés pour l'Alhambra). Sur chacune de ces faces, six marches mènent au cube central de sorte que l'on peut y accéder par les quatre points cardinaux, une allusion aux valeurs démocratiques. L'hypercube représente une réalité supérieure à notre espace tridimensionnel, correspondant aux valeurs de la constitution : justice, liberté... Chaque face évidée permet de voir un cube en perspective

### **Otto van Spreckelsen**

*Grande Arche de la Fraternité* 1982-1989

Largeur : 108 m ; hauteur : 110 m ; profondeur : 112 m.

Poids : 300 00 tonnes soutenues par 12 piliers

Quartier de la Défense, Paris

Pompidou et Giscard d'Estaing avaient déjà voulu marquer l'axe historique de Paris reliant l'Arc de triomphe de l'Étoile, l'Obélisque sur la place de la Concorde, les jardins des Tuileries, l'Arc de triomphe du Carrousel, et la statue équestre de Louis XIV dans la cour Napoléon du palais du Louvre. C'est Mitterrand qui concrétise le projet, dont le concours est remporté par le Danois Otto van Spreckelsen, qui s'adjoint les services d'un ingénieur danois Erik Reitzel.

Toutefois, la Grande Arche fait un angle de  $6,30^\circ$  avec l'axe pour respecter des infrastructures de transport préexistantes mais aussi pour mettre en valeur le volume du cube et recréait sensiblement le décalage existant déjà entre la cour carrée du Louvre et l'axe historique.

Utilisent béton précontraint, verres spéciaux (anti-reflets et pouvant éviter de forts vents), marbre de Carrare. Les parties latérales appartiennent à des ministères, la Caisse des dépôts et Axe ; le haut offre une vue spectaculaire, mais aussi expo photojournalisme et restaurant. On peut loger ND de Paris dans le vide central.

Cette sphère est en réalité un contrat : celui passé entre le propriétaire des moutons et son berger.

Avant d'envoyer les moutons en pâture, les deux hommes ont glissé dans la boule d'argile (une "bulle"), un certain nombre de petits jetons, également en argile, appelés "calculi". Le nombre de jetons correspond au nombre de moutons.

Puis la bulle a été refermée et scellée. Impossible de modifier le nombre de jetons sans la casser.

Ainsi, le berger ne doit pas perdre de moutons, et l'éleveur ne peut dire qu'il lui en avait confié plus. Idéal donc pour éviter les fraudes. D'ailleurs, le comptage des calculi clôt la dispute entre les deux hommes : le compte est bon !

Si le concept est ingénieux, il est malheureusement assez peu pratique : la bulle est difficilement transportable et le seul moyen d'en connaître le contenu est de la casser. Alors pourquoi n'inscrirait-on pas directement le nombre de jetons sur la bulle ? En fait, on pourrait même se passer des jetons et de la bulle et noter directement le décompte sur une tablette d'argile, non ?

Et tant qu'à faire, au lieu de tracer 8 fois le symbole "mouton" pour dénombrer 8 moutons, est-ce qu'on ne pourrait pas inventer une représentation du nombre "8", suivie du symbole "mouton" ?

C'est ainsi que petit à petit les Mésopotamiens auraient inventé les chiffres. Et avec eux, l'écriture. Tout ça pour garder des moutons !

