

CYBERSCULPTURE: MATERIALS, PROCESSES AND HISTORY OF SCULPTURE IN THE DIGITAL AGE

~

CYBERSCULPTURE: MATÉRIAUX, PROCÉDÉS ET HISTOIRE DE LA SCULPTURE À L'ÈRE NUMÉRIQUE

Christian LAVIGNE

poet and multimedia artist,
digital sculptor,
President of ARS MATHEMATICA
France
lavigne@intersculpt.org

Pr. Mary VISSER

Professor of Fine Art, digital sculptor,
Vice-President of ARS MATHEMATICA
Southwestern University, Georgetown,
Texas, USA
visserm@southwestern.edu

ABSTRACT

We propose a quick and global survey of the field of digital sculpture. Christian LAVIGNE starts with an historical and technological approach: "Du tour à figures aux imprimantes 3D, en passant par les machines à sculpter: rencontres de l'artiste et de l'ingénieur, de la Renaissance à nos jours / From the Rose Engine to 3D printers, via the carving machines: meetings of the artist and the engineer, from the Renaissance to Today"; and the Pr. Mary VISSER presents the topicality of the cybersculpture: "The individual uses of rapid prototyping by various artists, and my own exploration of the medium in developing my sculptural forms / Les appropriations diversifiées du prototypage rapide par les artistes, et mon approche personnelle de cette technologie dans mes recherches sculpturales". This paper is based on the researches we are doing for a book to be published within a year, entitled "LA CYBERSCULPTURE".

KEYWORDS

cybersculpture, digital sculpture, sculpture numérique, art & technologie, art & technology, histoire de l'art, art history.

1. INTRODUCTION

On ne le répétera jamais assez, l'art et la technique sont indissociables, tant au regard de la mythologie qu'à celui de l'histoire, tant au niveau de l'esprit - qui observe, imagine et conçoit -, qu'au moment de l'expression matérielle de la pensée humaine. Il n'existe ni créativité ni création ex nihilo. Ces remarques, trop longues à développer ici, sont aussi bien valables pour les faits eux-mêmes que pour leur description par le langage. A titre d'exemple actuel, le vocabulaire basique de l'Internet puise ses racines dans les mots anciens de la pêche, de la chasse, de la cueillette, de l'art du tissage, etc. Ce qui m'avait conduit à écrire que "l'Internet est un projet Néolithique".

Le cloisonnement des genres et des disciplines n'est plus qu'une idéologie creuse, trompeuse et dangereuse. Sans doute l'Occident a-t-il voulu en passer par là, en suivant la méthode de Descartes, pour mieux étudier et comprendre le monde, en procédant à de multiples classifications dans l'étude de la Nature et des Cultures (les sciences et techniques sont incluses dans ce mot). Mais le système a été poussé jusqu'à l'absurde. Physiciens et chimistes se sont disputés autour de l'atome, comme les peintres et les sculpteurs sur la question des mérites du dessin ou de la couleur. Bien plus grave, des hiérarchies criminelles ont été fabriquées entre les cultures et les "races".

Heureusement, l'esprit de pluridisciplinarité, cher à la Renaissance, déconsidéré par le XIXe siècle, regagne chaque jour du terrain depuis quelques décennies. Des archéologues discutent avec des astronomes, des musiciens échangent avec des mathématiciens, des biologistes travaillent avec des ingénieurs. On peut multiplier les exemples. L'association ARS MATHEMATICA, que nous présidons, organise d'ailleurs des expositions et des symposiums en ce sens.

Pourtant, dans le domaine des arts plastiques, dont nous allons parler ici en nous focalisant sur la sculpture numérique, ses outils et ses oeuvres, l'état d'esprit officiel (véhiculé par une majorité de critiques, de galeries et d'institutions) est vieillot, conservateur, réactionnaire, montrant parfois une ignorance totale de l'histoire de l'art.

L'idée ridicule de parler d' *art technologique* pour désigner certaines recherches esthétiques utilisant les outils et les machines de notre époque, cette idée révèle à la fois qu'on n'a rien compris du dialogue millénaire entre les arts et les techniques (comme le souligne le philosophe Marc JIMENEZ : "parler d'art technologique, c'est employer un pléonasme"), et

qu'on veut, a contrario, imaginer que les autres formes d'art sont comme éthérées, vierges de toute collusion avec les matériaux et/ou les technologies modernes - évidemment indignes de *la main de l'artiste*. Figure classique d'un romantisme petit-bourgeois...qui veille aussi sur ses intérêts : l'étiquette d' *art technologique* pourrait aussi être comprise comme celle d'un art impossible à maîtriser, que l'on a bien du mal à vendre, dont il faut se méfier.

Certains plasticiens à la mode ont si bien compris le message qu'ils s'abstiennent de préciser leur méthode de travail quand ils emploient des ingénieurs, des ordinateurs et des machines à commande numérique.

Dans ce bref exposé, au contraire, nous allons mettre au jour, et revendiquer, la grande saga des rapports fructueux entre la sculpture et les outils qui permettent sa réalisation - les derniers procédés en date étant ceux de la Fabrication Additive, sujet qui nous réunit pour les AEPR 2012.

2. SCULPTURE ET MODELAGE / SCULPTURE AND MODELING

Depuis qu'une espèce d'hominidé (probablement Homo Erectus) s'est mise en tête de produire des formes conceptualisées, il n'existe que trois manières de faire pour obtenir un objet désiré :

- Prendre et (r)assembler des éléments naturels
- Procéder par enlèvement de matière
- Procéder par ajout de matière

Nous n'insisterons pas sur la première méthode, qui est la plus ancienne, et qui est toujours en vigueur de nos jours dans la pratique de l'art (installations et ready-made), qui a étendu sa collecte aux objets manufacturés. Il y a aussi de longues traditions asiatiques ayant cette approche (au Japon : ikebana, art des jardins).

La seconde méthode est la sculpture stricto sensu, car le mot vient du latin "sculperer", qui signifie "tailler". Il s'agit donc de prendre un bloc de matière solide (bois, pierre, os, puis métal, plastique...) et d'en dégager la forme qui s'y trouvait cachée, pour paraphraser Cicéron et Michel-Ange.

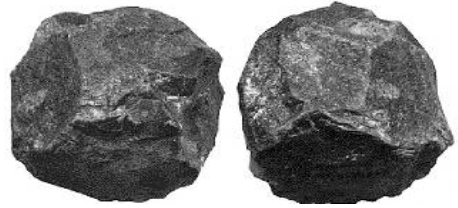
Comme l'indique le grand préhistorien Michel LORBLANCHET, les premières traces connues de sculpture remontent à environ 2,7 millions d'années : il s'agit de la



Michel-Ange au bainé 1527, gravure sur bois

Sigismondo FANTI:
"Triumpho di Fortuna", 1527

civilisation des galets aménagés, dite "Pebble Culture" ou Oldowayen, qui concerne des Homo Habilis ou des Australopithèques. Un million d'années plus tard, nous trouvons les extraordinaires polyèdres et sphéroïdes (ou "bolas"), sans oublier les bifaces des Homo Erectus, dont un autre éminent préhistorien, Jean-Marie LE TENSORER, a montré que "la symétrie n'est nullement nécessaire à la fonction de l'outil, c'est un complément esthétique". On peut même aller jusqu'à penser, comme le fait Michel LORBLANCHET, qu'avec les sphéroïdes *la forme précède la fonction*, puisque le matériaux ou la taille de certains d'entre eux ne permettent pas de conclure à une utilisation pratique. Il s'agit d'un point capital de l'évolution humaine : à partir du moment où se forme dans le cerveau une image mentale d'un projet à accomplir - par imitation ou par imagination -, alors il faut bien trouver la technique pour réaliser cet objectif. A son tour, la technique suggère d'autres idées, etc. etc.



*Polyèdres - Oldowayen
site de Mansourah / Constantine / Algérie*



*création par ajout de matière
argileuse - photo de I. SOYER*

Enfin, la dernière méthode que nous avons mentionnée pour la création d'objet, procède par ajout de matière. Il s'agit d'utiliser des matériaux plastiques au sens premier du terme, c'est à dire souples, ductiles : soit, initialement, que l'on peut déformer ou transformer avec les mains. En un mot, il s'agit de la technique du modelage.

L'argile, la cire, le plâtre sont les plus anciens et les plus connus de ces matériaux. L'objet ainsi façonné peut être laissé tel quel, ou bien subir d'autres modifications, chimiques ou thermiques.



On a découvert en 1925 en Moravie (Tchéquie) une figurine préhistorique dite "Vénus de Dolní Věstonice", datée entre 29.000 et 25.000 BP, qui est la plus ancienne céramique connue à ce jour. Des analyse complémentaires, par tomographie, ont révélé, en 2004, qu'un enfant avait laissé son empreinte digitale sur la statuette !

Les machines-outils à commande numérique relèvent du procédé par enlèvement de matière.



*Amérindienne Hopi,
d'Arizona, créant des
poteries au colombin (1899)*

Le prototypage ou la fabrication rapide, aujourd'hui désigné par le terme de *Fabrication Additive*, est directement issu de la technique par ajout de matière (comme son nom l'indique), et plus précisément de la méthode du colombin, qui fut largement employée avant l'invention du tour de potier : nous sommes passés des boudins d'argile que l'on enrôle et que l'on superpose, à des strates microscopiques de matière qui se déposent successivement sur un plateau.

Certes, l'histoire des techniques n'est pas linéaire, et les civilisations sont mortelles, mais il faut bien reconnaître une grande continuité, une permanence têtue de l'esprit humain, qui ne cesse de trouver ou de retrouver des solutions archétypales pour agir sur le monde qui l'entoure. Ce que nous appelons innovation relève toujours soit d'un changement d'échelle (facteur de puissance, de précision, etc.), soit d'une approche nouvelle d'une question ancienne (attitude inédite liée aux connaissances acquises et au génie d'un individu ou d'un groupe - la part "artistique" de l'humanité).

3. PREMIERS OUTILS ET PREMIÈRES MACHINES UTILISÉES EN SCULPTURE / FIRST TOOLS AND FIRST MACHINES USED IN SCULPTURE

C'est bien souvent en posant les questions les plus élémentaires que l'on finit par démêler des problèmes complexes. Pour ce qui concerne notre sujet, voilà deux bonnes questions de base, et deux réponses qui me paraissent satisfaisantes :

1. Pourquoi l'Homme et certains animaux se servent d'outils ? - Parce qu'ils ont un besoin à satisfaire vis à vis de leur environnement matériel, et que leur corps n'y suffit pas.
2. Qu'est-ce qui distingue les Hommes dans la fabrication et l'usage des outils ? - Sauf quelques rares primates, les animaux ne conservent pas leurs outils qui sont d'une utilisation immédiate. Et l'hominidé se différencie de l'animal quand il conceptualise un projet qui satisfait un besoin intellectuel et/ou qui nécessite une suite d'opérations compliquées.

Maintenant que nous avons rappelé ces principes, ajoutons une troisième question : quels sont les avantages respectifs des outils (ou instruments) et des machines ?

outils et instruments	machines	différences
Protection du corps	Protection du corps	De partielle à totale
Force/efficacité du travail	Force/efficacité du travail	Montée en puissance par les machines
Précision de l'action	Précision de l'action	Degré de précision
Action à distance	Action à distance	Jusqu'à la téléprésence de l'opérateur
	Répétition de l'action <i>ad infinitum</i>	Production en grande série, automatisme
	Aide à la conception Aide à la découverte	L'Homme délègue une partie de son travail intellectuel

Il serait absolument faux de croire que certains de ces avantages des outils et des machines n'intéresseraient en premier lieu que le domaine industriel, comme la précision, par exemple. Les sculpteurs et les architectes ont eu



Bolas Grande, Musée de San José, Costa Rica, photo Nicole Grégoire

dès l'origine une imagination géométrique nécessitant des outils et procédés ad hoc. Si l'on revient sur le thème de la sphère, que nous avons vu naître il y a environ 2 millions d'années, il est difficile d'expliquer les "bolas grandes" du Costa Rica (datées d'au moins 1500 ans) autrement que par l'emploi de gabarits. En Europe, l'usage d'une pointe associée à un trusquin est d'ailleurs attesté pour certaines colonnes antiques.

Nous reparlerons bientôt de la création d'oeuvres géométriques. Pour conclure provisoirement sur l'inépuisable figure de la sphère, prenons l'exemple récent (2006) de la sculpture de Patrick COLLANDRE intitulée TAO, qui reprend le symbole Yin-Yang, mais en 3 dimensions, avec la réalisation d'une demie-sphère en Altuglas qui s'ajuste exactement à une autre demie-sphère en aluminium : ce travail a été rendu possible par la



TAO, sculpture numérique de Patrick COLLANDRE

CAO et l'usinage des blocs de matière sur une machine 5-axes à commande numérique de l'AIP-PRIMECA Lorraine.

Dans le domaine des objets, notre civilisation est redevable à une invention majeure : celle du tour. Le premier en date est le tour de potier, qui apparaît au milieu du Ve millénaire avant JC, au Proche-Orient. Pour le moment, les découvertes archéologiques montrent qu'il faut attendre encore 3000 ans, c'est à dire l'Age du Bronze, pour voir apparaître le tour d'usinage - identifié par des traces sur la vaisselle et l'orfèvrerie. La première représentation connue de ce deuxième type de tour est un bas-relief du tombeau de Pétosiris, en Egypte.



*Tombeau de Pétosiris, 300 avant JC,
Egypte, Photo IFAO*

Les découvertes archéologiques montrent qu'il faut attendre encore 3000 ans, c'est à dire l'Age du Bronze, pour voir apparaître le tour d'usinage - identifié par des traces sur la vaisselle et l'orfèvrerie. La première représentation connue de ce deuxième type de tour est un bas-relief du tombeau de Pétosiris, en Egypte.

Une autre invention fondamentale, bien antérieure aux tours, est celle de la drille : un foret mis en rotation par une corde partiellement enroulée autour de lui, et dont les deux extrémités sont rattachées à un arc. Le Paléolithique connaissait cet instrument, qui peut percer ou allumer un feu.

Les historiens n'arrivent pas à établir de relations de cause à effet entre la drille, le tour de potier et le tour d'usinage.

Dans certains cas, contrairement à toute attente, "le tournage appliqué à l'orfèvrerie précède la céramique tournée", comme le signale B. AMBRUSTER pour la péninsule Ibérique. Sans rentrer dans une longue discussion, il convient d'avoir toujours à l'esprit qu'une technique fait partie d'une culture, qu'elle peut relever d'un usage symbolique, ou même être refusée tout en étant connue. Nous en avons des exemples contemporains !

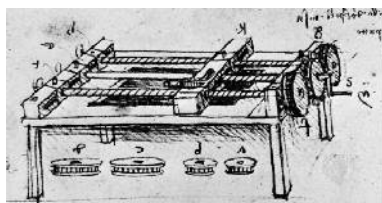


*Foret à archet, début du XXe
siècle, Hudson Bay, Royal
Ontario Museum*

Quoi qu'il en soit, nous avons maintenant les bases de tous les procédés de fabrication d'objets, que nous résumons dans le tableau suivant :

	MATÉRIAUX MOUS (modelage - procédé additif)	MATÉRIAUX SOLIDES (taille - procédé soustractif)
MAIN	oui	non
OUTIL	oui	oui
MACHINE A PLATEAU HORIZONTAL	oui	oui
MACHINE A PLATEAU VERTICAL	non	oui

A quoi il faut ajouter un autre aspect du problème de la fabrication : la matière doit-elle être immobile, l'outil tournant autour, ou bien la matière doit-elle tourner, se déplacer, l'outil restant fixe ? ou bien, comble de la maîtrise et du raffinement, les deux à la fois ? Dans certains cas, on n'avait pas le choix, comme pour les fûts de colonnes antiques ou pour les "bolas grandes" du Costa Rica, difficiles à bouger. Mais d'une manière générale, à partir du moment où l'Homme a réussi à mettre en rotation le matériau à travailler, il a privilégié un emplacement fixe pour l'outil, qu'il soit tenu à la



Leonardo Da Vinci, tour à fileter,
Bibliothèque de l'Institut de France

main ou fixé sur un support. Ce qui va aboutir, des siècles plus tard, en Europe, au dispositif assez curieux des premiers "tours à figures", dans lesquels c'est l'axe, où se trouve fixé le bloc de bois ou d'ivoire à travailler, qui va se mouvoir d'une manière très compliquée pour présenter délicatement la pièce en cours de réalisation à un outil tranchant fixe.

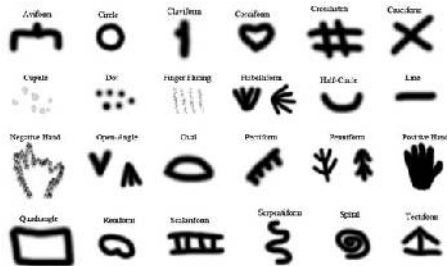
Néanmoins d'idée d'un outil mobile va naître avec l'apparition des machines à fileter, dont Léonard de Vinci nous a laissé une des premières représentations.

Dans les années 60, sous l'impulsion d'André LEROI-GOURHAN, les préhistoriens, généralement concentrés sur l'art figuratif des cavernes, ont réalisé que nos ancêtres ont laissé plus de motifs abstraits sur les parois des grottes et des abris, et sur divers rochers, que de représentations immédiatement reconnaissables. Une étude récente, dirigée par Geneviève VON PETZINGER (Université de Victoria, Colombie britannique), montre qu'il existe 26 formes distinctes utilisées dans les grottes ornées de



Peintures pariétales, Grottes
de Pech-Merle

France et d'Espagne. La majorité de ces figures sont purement géométriques : point, tiret, croix, cercle, ellipse, spirale, sinusoïde... Et elles ne sont évidemment pas placées au hasard sur les parois ou les objets mobiliers. Sans rentrer dans les détails, nous voulons seulement réaffirmer que les expressions symboliques et esthétiques de l'Homme se sont manifestées dès les origines, dans les productions peintes ou sculptées,



Genevieve von Petzinger, signes des grottes ornées du Paleolithique

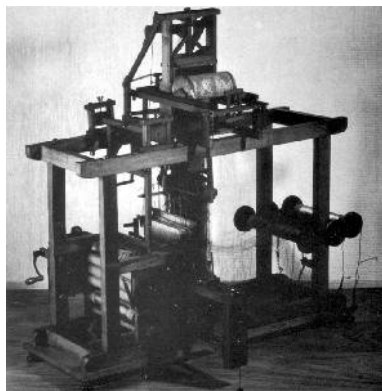
soit par une imitation de la nature visible, soit par la projection d'un concept, d'une idée. Ces deux manières de communiquer pouvant d'autant mieux voisiner ou se superposer, qu'elle trouvent leur point de départ dans les images mentales formées par le cerveau - en état de conscience ou de rêverie.

C'est donc d'une manière totalement arbitraire que notre civilisation, héritière de la pensée gréco-romaine qui portait aux nues la *mimésis*, a rejeté dans l'ombre, pendant des siècles, ce que nous appelons l'art abstrait. Mais les créations non-figuratives ont-elles pour autant disparues ? Certainement pas, et il serait bon que les historiens d'art finissent par s'en apercevoir, tout comme les préhistoriens ont fini par s'intéresser aux signes abscons laissés par nos ancêtres !

Il ne s'agit nullement d'une digression par rapport à notre sujet. La création d'objets abstraits, que l'on peut toujours définir par des ensembles de surfaces mathématiques - des plus simples (le cube, la pyramide, la sphère) aux plus compliquées (surfaces minimales, fractales) -, invite à imaginer des outils et des machines ad hoc. De même, la production d'objets figuratifs pose les problèmes de la copie et de la variation d'échelle d'après le modèle de départ, et donc par conséquent, entraîne la mise au point (c'est le cas de le dire, pour ceux qui connaissent le vocabulaire du sculpteur !) de dispositifs et de machines adaptés. La convergence de ces questions techniques, et des systèmes qui permettent de les résoudre, débute à la Renaissance.

Bien entendu, nous utilisons ici le terme d'*objet* dans un sens très large : depuis le petit objet utilitaire jusqu'à l'oeuvre architecturale, en passant par la sculpture.

4. MACHINES A MESURER ET A SCULPTER / POINTING MACHINES AND SCULPTURE MACHINES



*Maquette du métier à tisser les
façonnés de Vaucanson - Musée des
Arts et Métiers, Paris*

En introduction, nous avons rappelé combien l'art et la technique sont indissociables. Par exemple, les mécaniciens savent parfaitement que leur discipline doit beaucoup à ces créations non "utilitaires" que sont les automates, puis les horloges à complications. Ce n'est pas un hasard si Jacques de VAUCANSON s'est illustré dans ces objets de luxe et de curiosité avant de mettre au point le premier métier à tisser automatique programmé, la chaîne sans fin qui porte son nom, et le premier tour à charioter à bâti métallique, soit une bonne partie des éléments fondateurs de la révolution industrielle - un autre condition nécessaire ayant été le perfectionnement de la machine à vapeur, dont on connaissait le principe depuis l'Antiquité mais qui n'avait servi qu'à un divertissement de physique amusante (Éolipyle de Héron d'Alexandrie).

Qu'il soit scientifique, technique ou artistique, un problème à résoudre, un projet à réaliser, entraînent d'abord une activité cérébrale dans laquelle l'observation, la mémoire, le raisonnement et l'imagination jouent leurs rôles de concert : nous n'avons qu'un seul cerveau, et même si certaines aires sont spécialisées...elles ne sont pas étanches ! Ensuite, quand il faut agir sur la matière, nous avons vu que les moyens de notre corps sont limités. Quand on ajoute à ces considérations cette autre évidence que personne n'existe hors de sa culture et hors du temps, alors il n'est guère possible de s'étonner que les outils des créateurs intellectuels soient d'une part liés à leur époque, et d'autre part transmissibles d'une discipline à l'autre.

Pour que des échanges de *mêtis* et de *têchné* aient lieu, les facteurs essentiels sont la curiosité et la volonté d'innovation des individus. Il est bon de rappeler à ceux qui sont réactionnaires, c'est à dire, en l'occurrence, qui refusent l'emploi d'un concept nouveau ou d'une technique récente, que leur mode d'existence même est liée aux acquis des siècles, des millénaires qui les ont précédés. Mais comme ils ne sont pas à un paradoxe près, aujourd'hui il doit bien se trouver un site Web qui dénonce l'informatique, comme au XV^e siècle certains penseurs (?) ont diffusé des textes virulents contre l'imprimerie qui "corrompt les textes et les esprits" (sic). Dans le domaine de l'art, ceux qui se prétendent

technophobes, ceux qui affichent leur mépris pour les nouvelles technologies, sont des imbéciles qui en vérité s'appuient sur d'autres techniques : celles d'une autre époque. Libre à chacun de choisir une méthode et des outils de création, mais il est vain de nier que le présent et le futur émergent aussi de ce que d'aucuns appellent "la tradition". Évidemment, que ce soit chez les zéloteurs ou les contempteurs de la modernité, on découvre toujours des cyniques au service du pouvoir et de l'économie en place : leurs belles convictions sont à vendre lorsque le vent tourne.

La Renaissance n'a pas manqué d'hommes curieux, ingénieux et volontaires, animés parfois d'un esprit rebelle et indépendant - qui ont eu néanmoins la bonne fortune d'être soutenus par quelques princes mécènes. Nous pouvons résumer le paradigme de cette époque foisonnante de découvertes et d'inventions, en une phrase choc : l'Homme prend la place de Dieu. C'est à dire que l'Homme va désormais reconsidérer l'univers à sa mesure, en se plaçant dans la position de l'observateur principal, qui a désormais un *point de vue* sur une *perspective*. La religion, la théologie, les croyances et superstitions ne disparaissent pas, et ne sont d'ailleurs pas prêt de disparaître, mais de nouveaux sujets d'étude apparaissent : l'homme, la nature, le cosmos, la matière. La découverte de cultures exotiques et la redécouverte des cultures de l'Antiquité confortent les humanistes de la Renaissance dans l'idée que le monde est à explorer, à comprendre, à expérimenter. Au sens propre comme au sens figuré, les artistes et intellectuels, à partir de la fin du XVe siècle, construisent de nouvelles *visions du monde*. L'art est l'expression la plus tangible de ce changement de mentalité.

Nous avons dit que si l'on veut proposer deux catégories générales de recherches esthétiques dans les arts visuels, celles de l'abstraction et de la figuration peuvent bien convenir - sans donner un sens trop moderne et trop restrictif à ces termes. Quels sont donc les projets, les difficultés et les solutions techniques pour les sculpteurs, entre le XVIe et le XXe siècle ?

4.1 L'ART ABSTRAIT / ABSTRACT ART



Jacopo de' Barbari, portrait
de Luca Pacioli et du Duc
d'Urbino, 1495

Les intellectuels de la Renaissance ont éprouvé le plus vif intérêt pour la géométrie, à commencer par les volumes de base et les solides platoniciens (sphère, tore, cylindre, cône, cube, pyramide, dodécaèdre...). Certains artistes, passionnés par la perspective, ont même travaillé la question jusqu'à l'excès. VASARI reproche au grand Paolo UCCELLO d'être <<tombé dans l'isolement, l'extravagance, la

mélancolie et la pauvreté (...) [à cause de] ces études abstraites [qui] le rendaient excentrique et demeurait des semaines et enfermé dans sa maison, personne. Certes, il aurait dessiné, s'il eût donné à l'importance de son art tout dans des travaux qui le obscur.>>

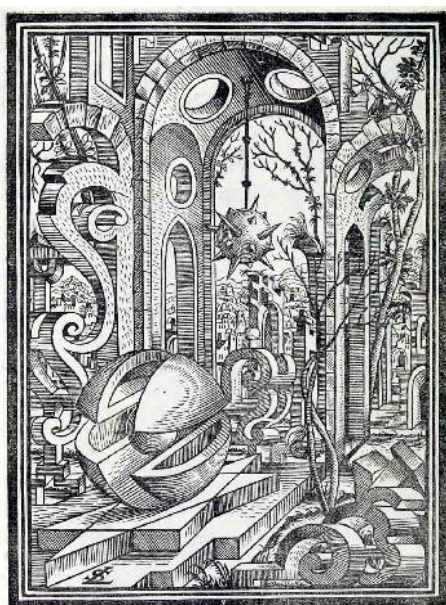
Bref, pour la critique d'art d'abstraction ça va, mais il abuser car le plus glorieux, le plus rentable,



Paolo UCELLO, dodécacèdre étoilé, mosaïque pour la basilique San Marco, Venise, circa 1425

fantasque. Il des mois entiers sans se laisser voir à excellé dans le cette partie si le temps qu'il perdit laissèrent pauvre et

de l'époque, un peu ne faut pas en important, le plus c'est l'art figuratif !

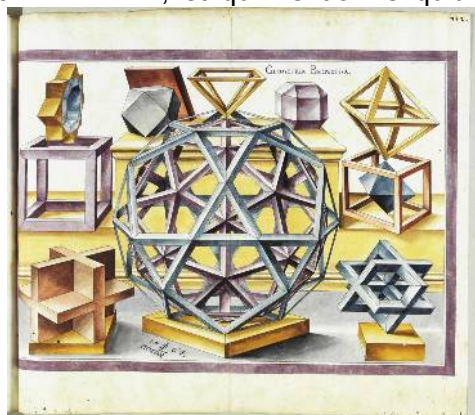


Lorenz STOER, *Geometrica et Perspectiva*, 1567 (livre N&B, manuscrit couleur)

mince aperçu de l'étonnant manuscrit de STOER, aux planches vivement colorées, conservé à Munich, et récemment publié par Harald Fischer Verlag.

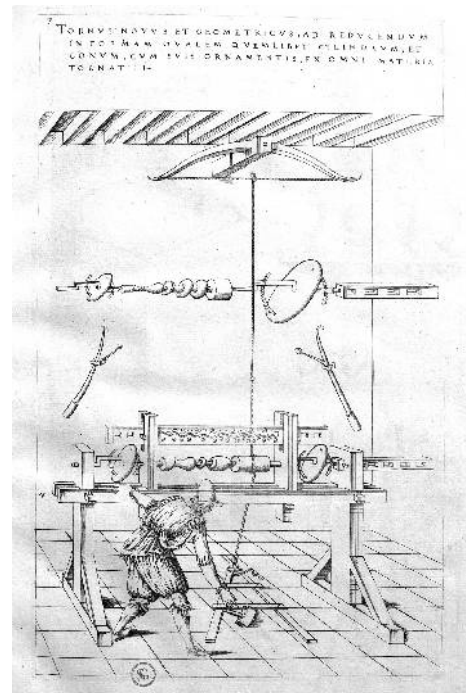
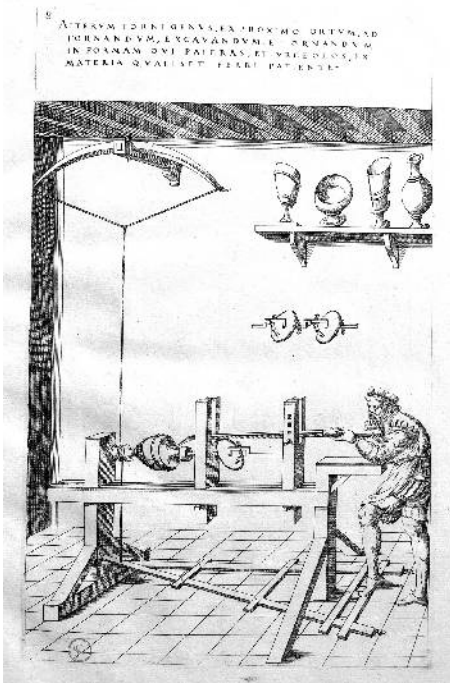
Pour ce qui est des objets réels, le tournage allait jouer un rôle essentiel dans leur fabrication. Au début du du XVIe siècle, en 12

Tout le monde n'était pas de cet avis, mais force est de constater que l'abstraction a dû renoncer à devenir "un grand art", et s'est réfugié dans les arts dits mineurs : la gravure, la marqueterie, l'orfèvrerie, l'art des jardins, et les arts décoratifs en général. Les traités de perspective furent aussi l'occasion de créer des illustrations géométriques complexes, dont certaines sont clairement mises en scène comme des sculptures monumentales. Par exemple dans le livre *Geometrica et Perspectiva* publié en 1567 par Lorenz STOER, ouvrage moins connu aujourd'hui que celui de JAMNITZER, et qui ne donne qu'un

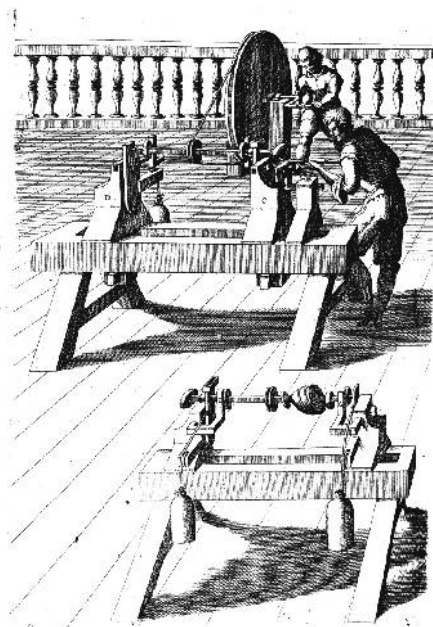


Allemagne, des tourneurs se sont avisés qu'un simple mouvement rotatif ne permettait que de tailler des formes d'une symétrie élémentaire qui finissait par être ennuyeuse, comme l'a bien formulé 200 ans plus tard Charles Marie de La CONDAMINE, dans son mémoire "*Recherches Sur Le Tour*", de 1734, destiné à l'Académie des Sciences : "*Le tour semble n'avoir été imaginé que pour donner une parfaite rondeur aux ouvrages auxquels cette forme pourroit convenir.(...) Mais ce qui a passé d'abord pour le chef-d'œuvre de l'Art est devenu bientôt une pratique ordinaire et commune. Toute l'adresse et l'industrie des artistes ne s'est presque employée depuis qu'à s'éloigner de plus en plus, dans les ouvrage du tour, de la forme circulaire qui avoit été le but de l'inventeur de la première découverte.*"

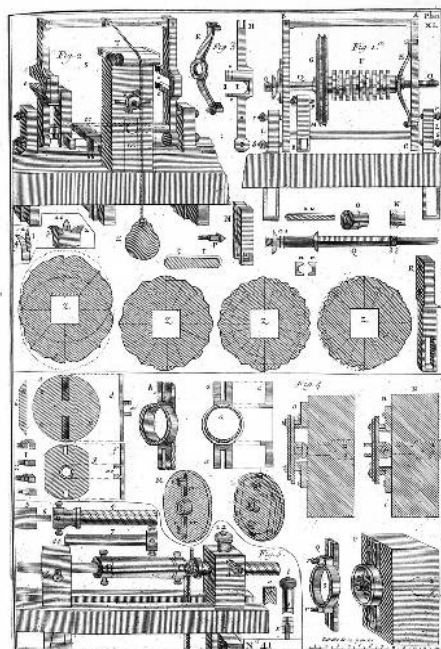
Outre la question de cette monotonie aux antipodes de la création artistique, il s'agissait aussi, selon certains experts, de trouver le moyen de rivaliser avec les travaux des orfèvres, mais dans le bois ou l'ivoire. C'est ainsi qu'apparurent et se diffusèrent en Europe le *Tour à Ovales* et le *Tour à Figures*, dont Jacques BESSON (*Théâtre des Instruments Mathématiques et Mécaniques* - 1578), puis Salomon de CAUS (*Les Raisons des Forces Mouvantes* - 1615), puis le célèbre Père PLUMIER (*L'Art de Tourner en Perfection* - 1701), nous donnent les premières descriptions illustrées connues.



Jacques BESSON, *Theatrum Instrumentorum et Machinarum*, 1578.
Tour à ovales. Tour à ovales avec gabarit (guidage de l'outil).



Salomon de CAUS, *Les Raisons des Forces Mouvantes* (1615) - *Machine fort subtile pour tourner en ovale quelque chose que ce soit.*



Père Charles PLUMIER, *L'Art de Tourner en Perfection* (1701) - *description d'un tour à figures avec ses rosettes*

Comme son nom l'indique, le tour à ovales permet de tourner des objets avec une section elliptique, l'axe du tour étant lié à une came circulaire plus ou moins inclinée. Une autre disposition de cette came permet le tournage rampant, c'est à dire la déformation longitudinale de la pièce.



Détail du tour de Mercklein, créé pour Louis XVI vers 1780 - Musée des Arts et Métiers, Paris.

Le tour à figures permet d'obtenir des formes bien plus compliquées, par le jeu d'une série de cames dont la circonférence est sinueuse, cames appelées "rosettes". Les dessins de ces rosettes déterminent donc la figure qui sera taillée dans le bloc de matière. Il ne s'agit ni plus ni moins que du procédé qui est à l'origine de la sculpture numérique, c'est à dire **la sculpture programmée**.

Les objets qui furent ainsi obtenus connurent un immense succès dans les milieux aristocratiques jusqu'au début du XIXe siècle, et pas seulement en Europe : les Jésuites apportèrent les idées et les machines dans l'Empire du Milieu dès le début de la dynastie Qing (XVIe-XIXe siècle). C'est ainsi que les récentes recherches de la Pr. Ching-Fei SHIH tendent à prouver



Skokloster Slot (château) - Suède
Atelier du Comte Carl Gustaf WRANGEL

que les fameuses "boules de canton", ces sphères d'ivoire creuses imbriquées librement les unes dans les autres, ont une origine européenne.

Les princes et les monarques se prirent d'une telle passion pour le tournage, qu'il se firent construire des ateliers, et attirèrent à eux les plus renommés et les plus

habiles des tourneurs. Il est absolument sidérant que des œuvres produites pendant plus de trois siècles aient totalement disparu des manuels d'histoire de l'art. Tout au plus certains auteurs les citent-elles à propos des Cabinets de Curiosité - qui reviennent actuellement à la mode.

Quelles sont ces œuvres ? Nous en donnons ci-dessous un aperçu, où l'on notera que des parties figuratives peuvent s'ajouter aux formes purement géométriques.



Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Grünes Gewölbe,
Allemagne.

Ivoires tournés du XVIe et XVIIe siècles.



Museo Degli Argenti,
Florence, Italie.

Ivoires tournés,
dits de Coburg



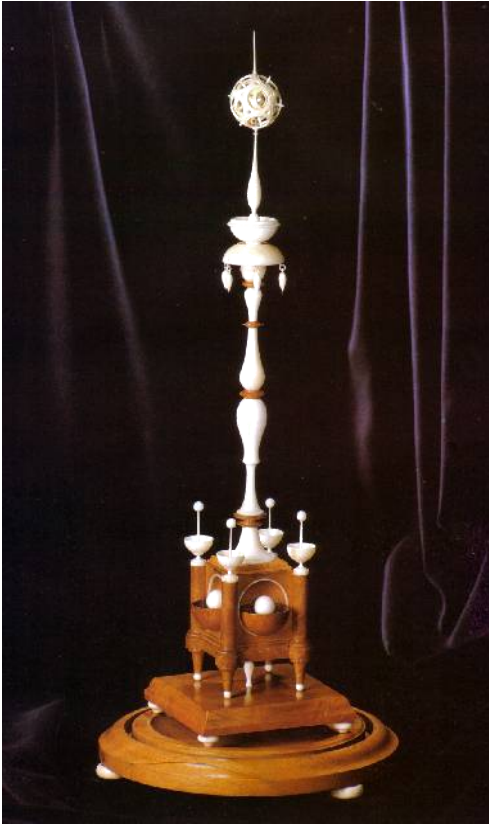


Rosenborg Castle, Danemark.
Ivoires tournés, XVIIe et XVIIIe siècles.



Et terminons ce trop bref panorama des sculptures créées (majoritairement) avec divers tours, par les chefs-d'œuvre de François BARREAU, datant de la fin du XVIIIe et du début du XIXe siècle, et qui se trouvent dans les collections du Musée des Arts et Métiers à Paris.

Il est à noter que depuis quelques années le tournage figuré, le tournage ornemental, ont retrouvé des adeptes passionnés qui produisent des pièces aussi étonnantes que celles de leurs illustres prédécesseurs.



4.2 L'ART FIGURATIF / FIGURATIVE ART

Les problèmes techniques posés au sculpteur figuratif (qui cherche à représenter des êtres vivants ou des entités mythologiques) sont toujours les mêmes depuis des lustres et même davantage (certaines de ces questions s'appliquent aussi à la sculpture abstraite). En voici la liste principale :

- Faut-il faire un dessin ou une maquette préalables, ou bien s'attaquer directement à la matière ?
- L'œuvre doit-elle être vue uniquement sous un certain angle, ou bien faut-il la concevoir pour que le spectateur la trouve intéressante de tous côtés ?
- Quelle est l'influence de la lumière sur l'aspect de l'œuvre ?
- Si l'on doit représenter un personnage existant, faut-il que son portrait soit ressemblant ? Et si oui, comment ?
- Dans le cas d'une œuvre qui doit être copiée, comment obtenir une copie fidèle ?
- S'il faut produire une sculpture avec un changement d'échelle, soit par rapport à un modèle, soit par rapport à la réalité de départ, quelle est la bonne méthode ?
- Peut-on mécaniser tout ou partie de la réalisation de l'œuvre ?

Le livre remarquable de Rudolf WITTKOWER, "Qu'est-ce que la sculpture", publié en 1977 dans sa version anglaise, et traduit en Français en 1995, répond brillamment à certaines de ces questions, par des exemples éloquentes. Depuis la Renaissance, les querelles sur la multiplicité des points de vues possibles d'une ronde bosse n'ont jamais cessé, alors que les partisans de la taille directe ont quasiment perdu la partie entre Michel-Ange et la fin du XIXe siècle.

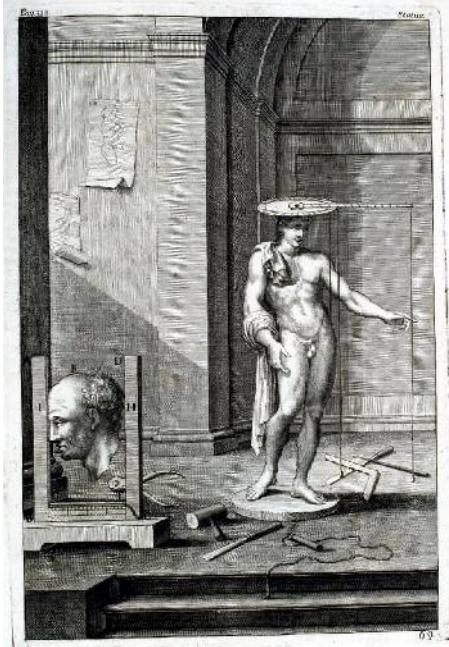
Déjà, Leonardo Da VINCI, dans son *Traité de la Peinture*, donne le ton en affirmant que si la peinture est supérieure à la sculpture, c'est parce que <<le sculpteur fait ses œuvres avec plus d'effort physique que le peintre (...) et son travail exige un exercice tout mécanique, s'accompagnant de beaucoup de sueur qui se mêle à la poussière et devient une croûte de boue. (...) Son logis est sale et plein d'éclats et de poussière de pierre.>> Bref, pour Léonard, le véritable travail de l'artiste est intellectuel, l'exécution d'une œuvre sculptée doit être déléguée. Comme le souligne WITTKOWER, cela suppose donc la création d'un modèle préparatoire par le maître (dénommé *bozzetto* en italien), qui sera ensuite réalisé par des assistants (depuis le XIXe siècle on dit *praticiens*) dans la dimension et les matériaux voulus. C'est exactement comme cela que travaillait RODIN, artiste et modeleur de génie, mais piètre tailleur de marbre. C'est d'ailleurs

au tournant des XIXe et XXe siècle que des artistes reprennent l'idée de la taille directe par leurs soins, le plus célèbre d'entre eux étant BRANCUSI. Les deux méthodes ont toujours leurs partisans, mais *de facto*, pour ce qui concerne le procédé par enlèvement de matière et la nécessité d'un modèle préparatoire, on peut donner raison à Léonard et à Auguste, pour les motifs suivants :

- Certaines oeuvres sont trop complexes ou d'une dimension trop inhabituelle pour être directement taillées dans la matière ;
- L'artiste doit pouvoir juger de l'esthétique de son œuvre avant d'engager un long et coûteux travail ;
- Tout ou partie de la sculpture demande un labeur sans grand intérêt, qui relève effectivement d'un "exercice tout mécanique" ;
- S'il faut exécuter plus d'un exemplaire, un modèle de base est nécessaire ;
- S'il y a un commanditaire, il demande généralement à voir ce qu'il peut espérer de l'œuvre achevée !

Logique avec lui-même, VINCI imagine une "caisse à baguettes" pour mesurer et reproduire les modèles. Il en donne la description dans son *Traité de Peinture*, en 1490 :

<<Pratique pour ébaucher une statue. Si vous voulez faire une figure de marbre, dressez-en premièrement un modèle de terre; après qu'il sera achevé et sec, il le faudra mettre dans une caisse assez grande pour contenir (après que le modèle de terre en sera ôté) le bloc de marbre sur lequel vous voulez tailler une figure semblable à celle qui est de terre; puis ayant posé dans cette caisse votre modèle, ayez des baguettes, lesquelles puissent entrer justement et précisément par des trous que vous ferez à la caisse; poussez dans chaque trou quelqu'une de ces baguettes, qui doivent être blanches; en sorte qu'elles aillent toucher et rencontrer la figure en divers endroits ; le reste de ces baguettes qui demeurera hors de la caisse, vous le marquerez de noir avec une marque particulière à chaque baguette et à son trou, afin que vous les puissiez reconnaître et remettre à la même place quand vous le voudrez ; puis vous tirerez hors de la caisse votre modèle de terre, pour y mettre dans sa place le bloc de marbre, que vous dégrossirez et ébaucherez, jusqu'à ce que toutes vos baguettes entrent et soient cachées jusqu'à leur marque en chaque trou, et pour pouvoir mettre plus commodément votre dessin en exécution , faites en sorte que le corps de la caisse se puisse lever en haut (le fond de la caisse demeurant toujours en bas sous le bloc de marbre) car ainsi avec vos outils de fer, vous en pourrez tailler ce qu'il faudra avec une grande facilité.>>



En fait, 60 ans avant Léonard, ALBERTI avait déjà proposé, dans son livre *De Statua*, un système qu'il appelait *definitor*, utilisant règles, équerres et fils à plomb, pour prendre les dimensions du modèle et pouvoir les reporter.

Du XVe siècle à nos jours, toutes sortes de dispositifs ont été imaginés pour améliorer les méthodes de *mise aux points*, c'est à dire la prise successive des coordonnées d'une série de points de la surface du volume à mesurer et reproduire (ou, aujourd'hui, à archiver numériquement). Il y a une filiation évidente entre les fils à plombs d'ALBERTI ou les baguettes de

VINCI, et les rayons lasers ou les systèmes de cibles de repérage des scanners 3D



Modelo preparatoire
aux "Trois Grâces" de CANOVA



Scanner Creaform
avec pastilles de positionnement

Mais, si nous nous plaçons au XVIII^e siècle, dans un atelier de sculpture, et que l'on cherche à automatiser davantage le fastidieux - et quelquefois hasardeux - travail de report des points, comment faire ?

A la Renaissance, il n'y avait évidemment pas que les sculpteurs pour vouloir mesurer et reproduire, le plus fidèlement possible, soit les œuvres de la nature soit les œuvres de l'imagination. Les peintres, les dessinateurs, les architectes, se sont passionnés pour les théories et les techniques de la perspective, complétées par celles de l'optique, qui leur donnaient le moyen de saisir le réel avec plus de précision et d'objectivité. On pourrait croire qu'il ne s'agissait, en l'occurrence, pour utiliser un vocabulaire moderne, que de vouloir projeter un espace en 3 dimensions sur le morceau de plan à 2 dimensions que constitue la feuille, la planche, le mur ou la toile. Mais il ne faudrait pas oublier que le problème inverse s'est tout de suite posé : comment reconstruire un volume à partir des dessins qui le décrivent ? Leonardo Da VINCI estimait que 2 croquis

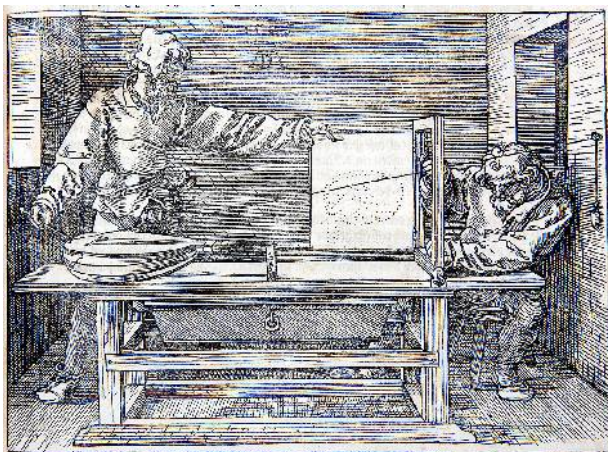


suffisaient pour se lancer dans la réalisation d'une sculpture. Ce qui paraît assez douteux lorsque l'œuvre est complexe, et même pour un simple portrait - comme nous l'indique cette peinture de Van DYCK représentant Charles 1^{er} d'Angleterre vu sous trois angles, et qui fut envoyée en 1636 à Rome, au BERNIN pour qu'il en fasse un buste. Nous verrons plus loin que cette idée d'un aller-retour entre la 3D et la 2D

aura des suites originales, et parfois fécondes.

Examinons rapidement, par l'image, quelques uns des dispositifs imaginés pour projeter aussi exactement que possible un monde tridimensionnel sur un plan.

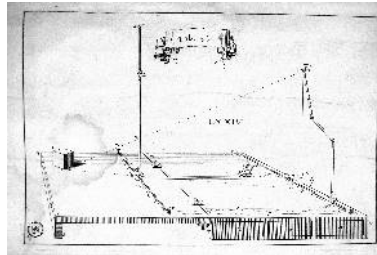
On appelle ces machines à perspective des *perspectographes*. À côté desquels on trouve les camera obscura et les camera lucida.



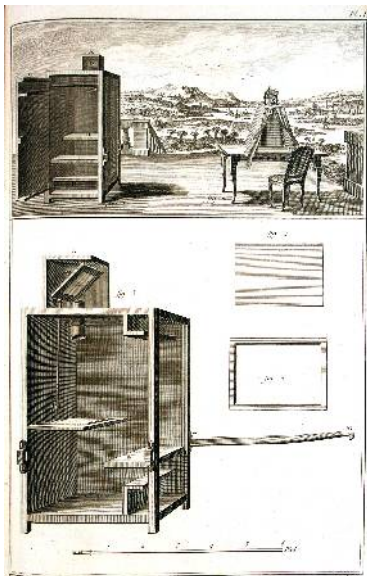
Perspectographe de DURER. XVI^e siècle.



Père Jean-François NICERON
 auteur de "La Perspective
 Curieuse", XVIIe siècle

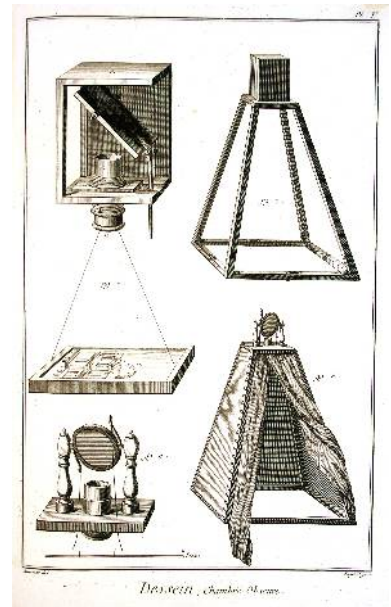


Ci-dessus :
 perspectographe
 de DURER.
 Ci-contre :
 perspectographe
 de NICERON.

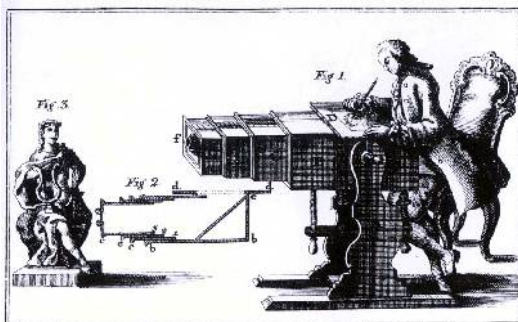


DIDEROT, Camera Obscura.

Camera
 Obscura.
 Planches de
 l'Encyclopédie
 Diderot et
 D'Alembert.
 Bibliothèque
 de Verdun
 (Meuse)



DIDEROT, Camera Obscura.



Camera obscura - on remplace le dessinateur
 par une plaque sensible
 ...et on obtient un appareil photo!



Camera Lucida

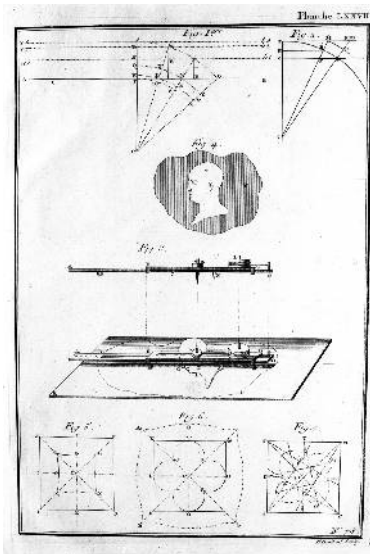
Tous ces dispositifs imaginés pour saisir ou décrire le monde réel vont conduire à l'idée que le dessinateur, *une fois le sujet choisi*, n'est plus qu'un tâcheron, exactement comme pour le praticien réalisant dans la pierre le modèle du maître. De ce constat à l'invention de la photographie, il n'y a qu'un pas, c'est à dire une trentaine d'années, si l'on considère que l'invention de Gilles-Louis CHRÉTIEN (musicien, graveur et portraitiste), le



Physionotrace, datant de 1785, est l'ancêtre direct de la prise de vue "objective" mise au point par Nicéphore NIEPCE. Lequel physionotrace est un appareil à faire des portraits sur le vif, au crayon et de profil, utilisant un pantographe pourvu d'un œilleton de visée.

En introduisant les mots de pantographe et de photographie, nous ne nous éloignons pas de notre sujet : bien au contraire, nous arrivons aux "machines à sculpter".

4.2 DE L'ESPRIT DE SUITE DANS LES IDÉES ET DE LA CONVERGENCE DES TECHNIQUES : MACHINES A SCULPTER & FABRICATION ADDITIVE / THE SPIRIT OF CONTINUED IN IDEAS, AND THE CONVERGENCE OF TECHNIQUES : SCULPTING MACHINES & ADDITIVE MANUFACTURING



Dans un second mémoire destiné à l'Académie des Sciences, et publié en 1736, Monsieur de LA CONDAMINE, après avoir inventé un dispositif qui augmente le nombre de formes géométriques réalisables avec un tour à figures, décrit la manière de créer des rosettes (comes) pour dessiner le profil d'un individu. Cette découverte sera reprise dans la troisième édition du livre de Charles PLUMIER, en 1741 (L'Art de Tourner en Perfection).

A notre connaissance, ce bricolage ingénieux, aux bases tout à fait mathématiques, n'eut guère de succès, mais l'idée avait germé que l'on pouvait se servir du tour en vue de réaliser autre chose que des figures abstraites

simples ou complexes. La suite de l'histoire est écrite par les graveurs de médailles en relief, qui avaient besoin de recopier leurs modèles à l'identique ou à une échelle différente.

Un tourneur de guillochis bavarois, du nom de Jean-Martin TEUBERS, montre dans son livre de 1740 le premier *tour à portrait* connu : l'arbre du tour porte à l'une de ses extrémité la médaille originale, et à l'autre extrémité un disque vierge à graver. Avec un système de palpeur touchant la médaille et qui est relié à une pointe touchant le disque vierge, par une série de passes successives en cercle ou en spirale on finit par obtenir une copie du petit relief. Mais c'est un autre système, amélioré, qui devait

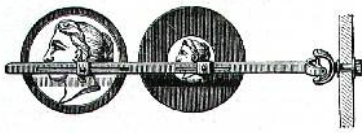


Fig. 42.

l'emporter. Il fut, paraît-il, inventé par le mécanicien et tourneur HULOT fils, français émigré vers 1766 en Angleterre. Cette fois, la médaille et le disque vierge sont placés côte à côte, dans le même plan, ce qui permet d'obtenir une copie

d'une taille différente de l'original.

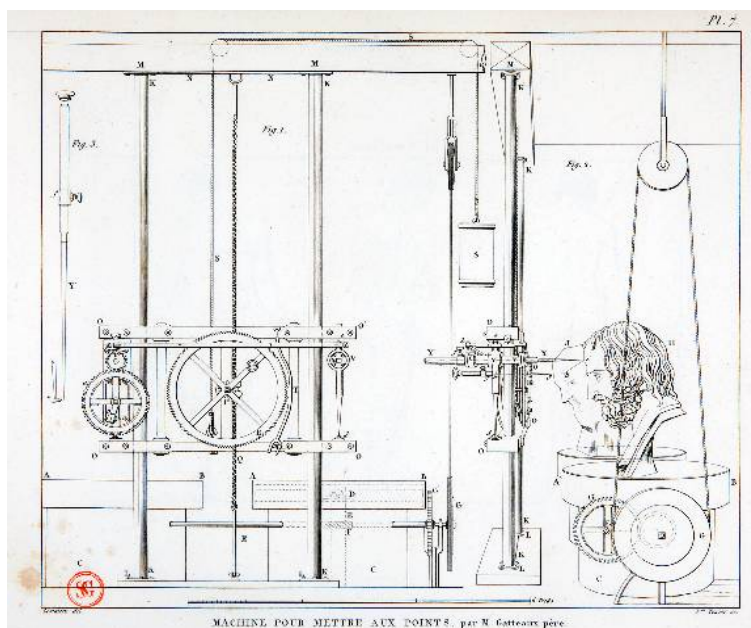
Nous l'avons dit et redit, deux des problèmes majeurs de la sculpture sont d'une part la production de l'œuvre finale voulue, dans la bonne taille et la bonne matière ; et d'autre part la reproduction éventuelle de cette œuvre, en une ou plusieurs copies - qui n'ont d'ailleurs pas forcément les mêmes dimension.

L'idée d'une méthode mécanique de report des reliefs étant dans l'air à la fin du XVIIIe siècle et au début du XIXe siècle, les inventions n'allaient plus discontinuer. Il faut citer en premier lieu le grand James WATT lui-même, qui, à la fin de sa vie, dans les années 1800 et 1810, se passionna pour la question. Les photographies de son atelier, demeuré intact après sa mort, et aujourd'hui reconstitué au Science Museum de Londres, en donnent une bonne idée.



WATT ne fit pas breveter ses machines dans ce domaine (il leur cherchait un nom : les mots *pantograph* et *double parallel-lathe* sont évoqués), pas plus que ne le fit, sensiblement à la même époque, le Français Nicolas-

Marie GATTEAUX, célèbre sculpteur de médailles (et accessoirement de billets de loterie et d'assignats), qui inventa une remarquable *machine à mettre aux points*.



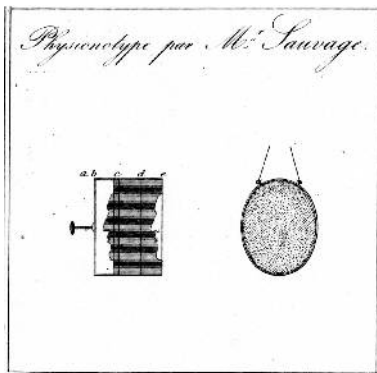
En 1819, GATTEAUX, qui avait proposé sa machine à l'École des Beaux-Arts de Paris, voit enfin arriver la commande, après un rapport favorable de l'illustre QUATREMÈRE DE QUINCY, secrétaire perpétuel de l'Académie des Beaux-Arts. Mais nos recherches aux Archives Nationales tendent à prouver que la machine resta chez son inventeur, faute de place à l'École et surtout faute d'une volonté suffisante de sa direction. Cette histoire en rappelle d'autres !



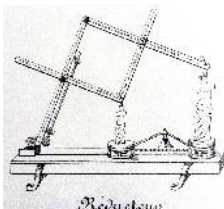
Cheverton Reducing Machine

Tandis qu'outre-Manche le sculpteur Francis CHEVERTON perfectionnait le dispositif de James WATT (*Cheverton Reducing Machine* de 1836, brevetée en 1844, montrée à l'exposition universelle de Londres en 1851), du côté français deux autres inventeurs eurent beaucoup plus de chance que Nicolas-Marie GATTEAUX, eux n'ayant pas perdu leur temps avec l'École des Beaux Arts : il s'agit de l'ingénieur Frédéric SAUVAGE et du mécanicien et graveur Achille COLAS.

Le premier, qui est né à Boulogne-sur-Mer, est surtout connu pour être l'un des pionniers de la propulsion à hélice appliquée aux bateaux (démonstration à Honfleur en 1832). Bien qu'il perde beaucoup d'argent dans ce qui fera sa gloire post-mortem (une autre histoire récurrente - à noter que ses créancier l'enverront en prison !), son esprit imaginatif et prolifique l'entraîne vers d'autres inventions. En 1834 il dépose le brevet du *Physionotype*, système destiné à prendre l'empreinte d'un visage pour en faire une sculpture. 2 physionotypes sont conservés au musée de sa ville natale. Un quadrillage dense de fines tiges en métal, disposée parallèlement les unes à côté des autres, émerge d'une boîte. Quand on appuie un visage ou un objet sur ces tiges, elles s'enfoncent d'autant dans la boîte. On y comble avec du suif les espace vide entre les tige, puis on coule du plâtre sur cette empreinte.

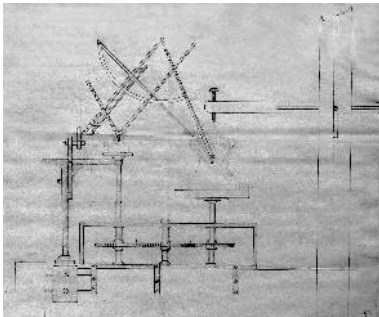


L'idée aura quelque postérité, mais l'appareil ne sera guère utilisé. Par contre, en 1836, Frédéric SAUVAGE dépose un nouveau brevet, "pour une machine à réduire et à augmenter les dimensions de la sculpture, ronde bosse et bas-reliefs". Les réserves du musée de Boulogne-sur-Mer en conservent un exemplaire, dépourvu du système de fraisage qui était assujéti à la pointe de touche.



La mode étant aux statues antiques, c'est la réduction de la Vénus de Milo par le procédé SAUVAGE qui attira l'attention du public, et celui de la Maison SUSSE Frères, qui s'attacha le procédé pour la réalisation de multiples copies de sculptures anciennes ou modernes, en bronze ou en divers matériaux plastiques.

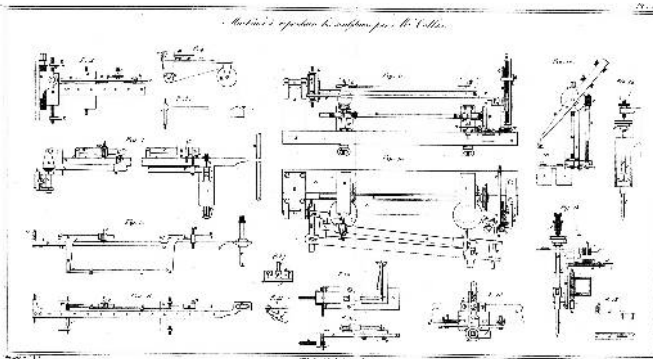
Dans le même temps, le graveur et mécanicien Achille COLLAS s'attaquait au même problème, en prenant d'ailleurs le même sujet, très en vogue, puisque la célèbre Vénus avait été découverte quelques années auparavant, dans l'île de Milo, en 1820. COLLAS avait commencé ses recherches d'un procédé mécanique pour la reproduction des sculptures en 1829, et en 1837 il déposait son brevet. Tout d'abord, COLLAS s'était basé sur le fonctionnement du tour à portraits, utilisé pour les médailles, et il devait faire ce que d'autres ont appelé beaucoup plus tard, sans l'avoir inventé, de la "stratoconception", c'est à dire copier la statue tranche par tranche, puis assembler le tout. C'est ainsi qu'il présenta une réduction de la Vénus de Milo à l'exposition universelle de 1839, qui lui attribua une médaille d'argent. Il perfectionna ensuite son procédé, et réussit à construire une machine à copier d'un seul bloc : nouvelle médaille d'argent à l'exposition universelle, en 1844. Son concurrent Frédéric SAUVAGE obtint, lui, une médaille de bronze. La Maison BARBEDIENNE, concurrente de SUSSE Frères, passa un contrat avec COLLAS pour l'usage de sa machine. Au XIXe siècle, les bronzes et les copies d'œuvres "antiques ou modernes" ont eu un succès phénoménal.



Vénus de Milo,
réduction par
procédé COLLAS

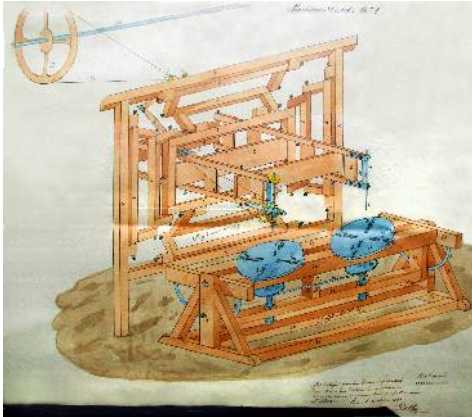


Le profil d'A. COLLAS se
trouve sur les bronzes
réalisés avec son procédé.



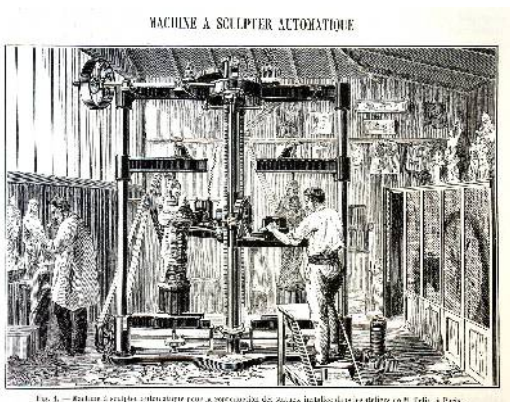
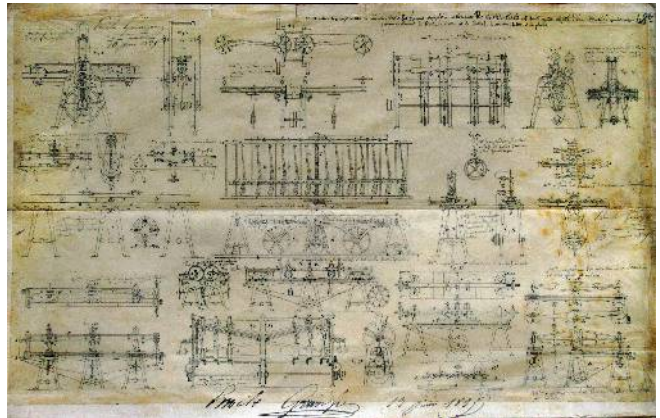
Nymphe de Diane, par
AIZELIN, Maison
BARBEDIENNE procédé
COLLAS

En se plongeant dans les archives des brevets des pays industrialisés, on découvre à partir des années 1830 un nombre étonnant d'inventions propres à faciliter le travail du sculpteur. Avec le Pr. Mary VISSER nous examinerons plus avant ce sujet dans notre livre, mais nous donnons ici à titre d'exemple quatre images de machines. Bien entendu, après que le fraisage ait été actionné à la main, on est passé à la vapeur puis à l'électricité.



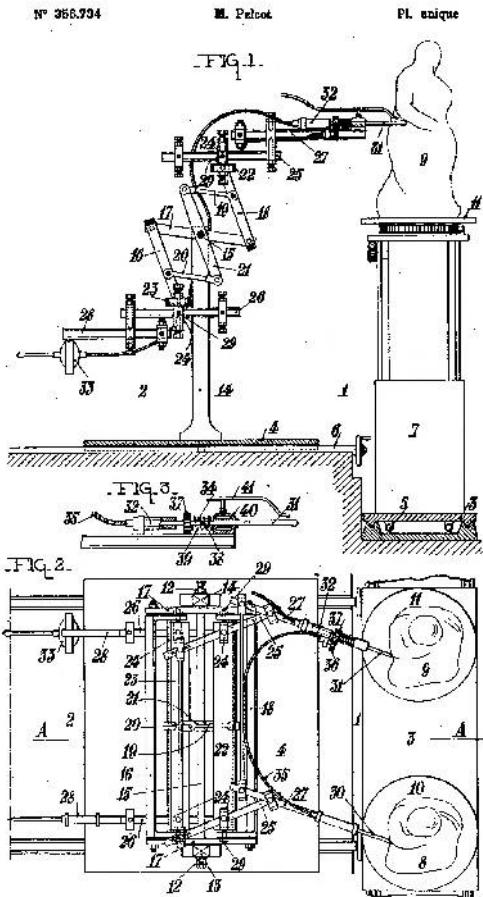
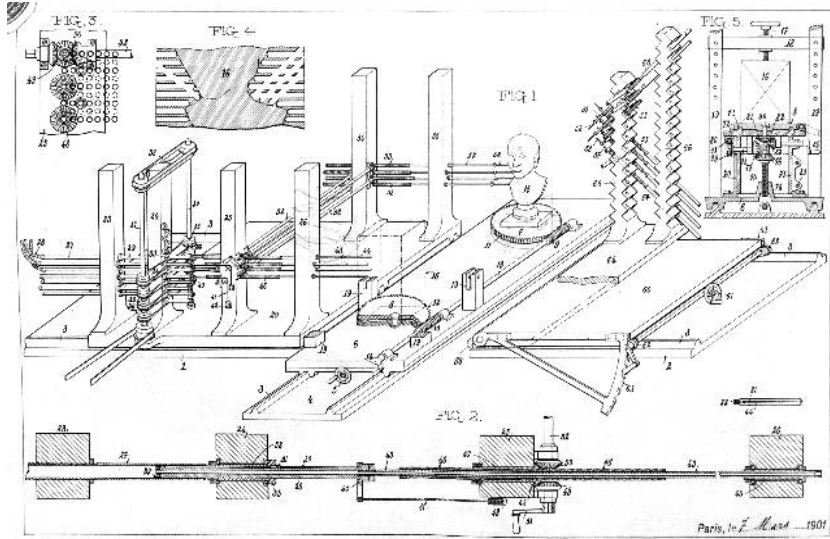
Machine d'Antoine DUTEL,
brevet de 1836.

Machine
d'Émile GRIMPÉ,
brevet de 1838.
Une extrême
complication !



Machine à sculpter
fonctionnant à l'électricité,
Paris 1893.

Fig. 4. — Machine à sculpter automatique pour le reproduction des statues, installée dans le salon n° 7, Palais de Paris.



Henri PELCOT.
Brevet de 1901
(ci-dessus),
et brevet de 1905
(ci-contre).

Pour notre sujet,
le plus intéressant est
de signaler qu'Auguste
RODIN s'est servi
de la machine de
PELCOT, et s'en est
déclaré tellement
satisfait qu'il n'a pas
retouché le marbre
final.

Mais bien entendu, toutes ces machines ne pouvaient copier, réduire ou agrandir qu'une sculpture déjà existante, au moins à l'état de modèle. Comment faire pour les personnes bien vivantes, en chair et en os, qui auraient assez mal supporté la pointe de touche palpeuse !?

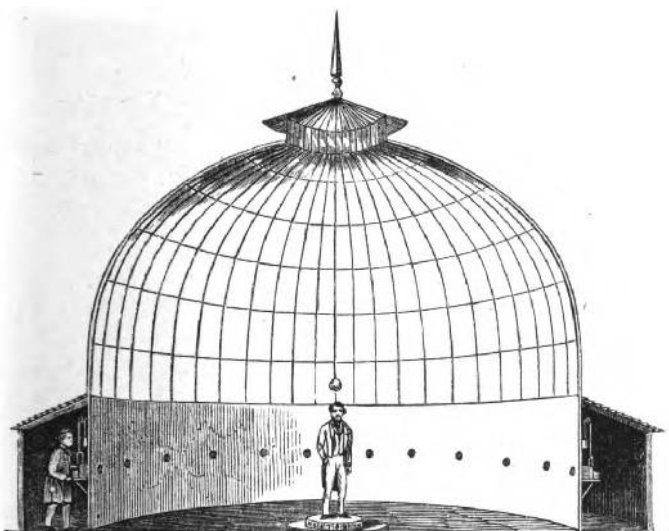
Le Physionotype ouvrait une voie, mais n'était pas franchement satisfaisant. Un sculpteur américain, du nom de Joel Tanner HART, eu l'idée de pousser à son paroxysme le concept de la "caisse à baguettes" de Leonardo Da VINCI. Il déposa un brevet en 1852 (?) aux USA, et en 1857 en France. Son dispositif a été conservé. Les images ci-dessous en montrent la simplicité d'utilisation !



La bonne solution allait venir du côté de l'optique et de la photographie. En 1860 François WILLÈME, sculpteur, né à Sedan en 1830 et spécialisé dans l'exécution de modèles de sujets pour les fabricants de bronzes, brevète et lance le procédé de la *Photosculpture*. Il essaye plusieurs variantes du même principe, mais finit par choisir le procédé suivant : dans les murs d'une rotonde bien éclairée sont dissimulés 24 appareils photographiques, soit un appareil tous les 15 degrés, qui vise le centre de la rotonde où est disposée une estrade sur laquelle se place la personne à photosculpter. Pour être bien sûr que cette personne se trouve exactement au centre, un fil à plomb descend du plafond et doit être vu au dessus et dans l'axe de son crâne. WILLÈME obtient ainsi 24 profils, qui sont agrandis, puis reportés au moyen d'un pantographe dans un bloc d'argile disposé sur une tournette dont la circonférence est marquée tous les 15 degrés. Les praticiens lissent ensuite la figure, dont l'extrême ressemblance a frappé les contemporains. L'écrivain Théophile GAUTIER publie un long article sur cette invention qu'il qualifie de "sculpture par la lumière". Il exprime ainsi son point de vue : « Nous avons entendu exprimer la crainte que la photosculpture ne nuisît à la statuaire et ne rabassât insensiblement le niveau de ce bel art, en substituant la machine

à l'homme et le procédé à l'intelligence. La photographie a été l'objet de doléances toutes semblables, qui ne sont guère plus justes. A son origine, la lithographie elle-même a été accusée de tuer la gravure. Cette opinion n'est pas la nôtre ; l'art ne doit voir dans la photosculture et la photographie que de dociles esclaves qui prennent des notes pour son compte, lui préparent le travail, font les besognes ennuyeuses et lui désencombrent de tout obstacle matériel le domaine de l'idéal.>>

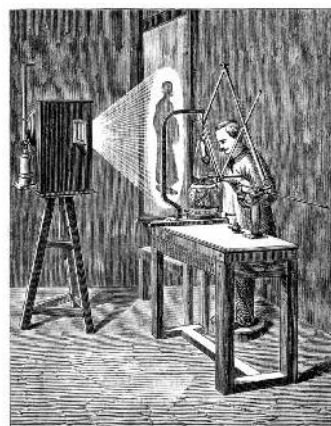
Après un engouement extraordinaire, qui la conduisit jusqu'à New-York, la photosculture, moins de 10 ans après son apparition, tombe en hibernation. En fait le procédé s'avérait trop cher, pas assez rentable, et François WILLEME dû fermer son studio et son entreprise. Il retourne alors dans ses Ardennes natales et finit paisiblement sa vie (sauf au moment de la guerre de 70!) comme photographe, sculpteur, et professeur de dessin.



Admiral FARRAGUT (USA - Eastman House Museum)

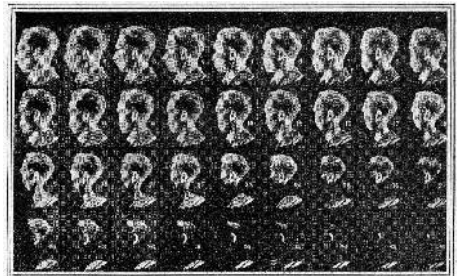


François WILLEME (Col. Arts & Métiers)



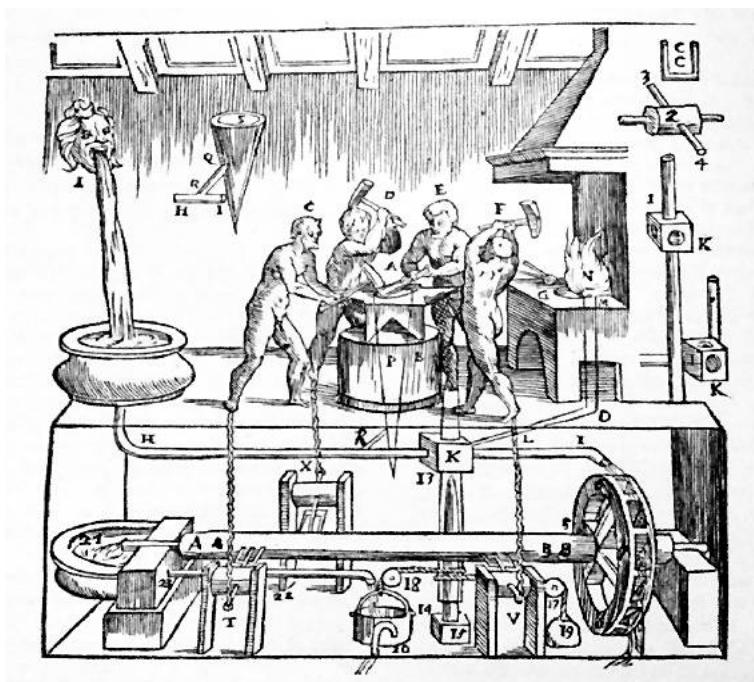
Pourtant, l'aventure de WILLÈME de devait pas rester sans suite. L'expression de photosculpture sera employée par de nombreux inventeurs qui chercheront à produire des objets à partir de prises de vues. Et la recherche continue aujourd'hui, pour fabriquer des fichiers 3D à partir d'une série de photos.

Mentionnons, pour clore ce chapitre, l'étrange machine réalisée par Claudius GIVAUDANT vers 1925. Une caméra filme la tête du personnage dont on veut faire un buste ou un bas-relief, tête sur laquelle un dispositif envoie de fines raies lumineuses. Le visage est ainsi découpé en courbes de niveaux, qui serviront à produire l'objet, par empilement des couches. Cette idée d'envoyer des lignes de lumières pour connaître la géométrie d'un objet doit rappeler quelque chose à certains fabricants actuels de scanners 3D !



4.4 DE L'ESPRIT A LA MATIÈRE : CAO et FAO / FROM THE SPIRIT TO THE MATTER: CAD and CAM

Pour résumer ce qui précède (longue histoire que nous développerons ailleurs), nous venons de voir que la civilisation technicienne a cherché depuis des millénaires à réaliser pour son compte le vieux mythe du "verbe créateur", autrefois apanage des dieux. Tel Héphaïstos fabriquant d'automates merveilleux prêts à le servir. Ce n'est donc pas un hasard si, par exemple, on trouve cette gravure dans le livre d'ALEOTTI sur Héron d'Alexandrie, publié en 1647 :



on notera que les forgerons (Héphaïstos était le dieu-forgeron) y sont des automates qui *fabriquent quelque chose* sous la conduite d'un mécanisme auquel l'impulsion motrice est donnée par l'eau qui sort de la bouche d'un visage, figure qui peut être considérée comme une allégorie de la parole.

Nous avons suivi deux pistes principales : celle des individus qui ont une idée en tête, un concept abstrait à matérialiser (exemple fondamental : la sphère) ; et celle des individus qui veulent reproduire les sujets ou les objets existants, qu'ils viennent de la nature (exemple : un visage) ou de l'industrie humaine (exemple : une maquette).

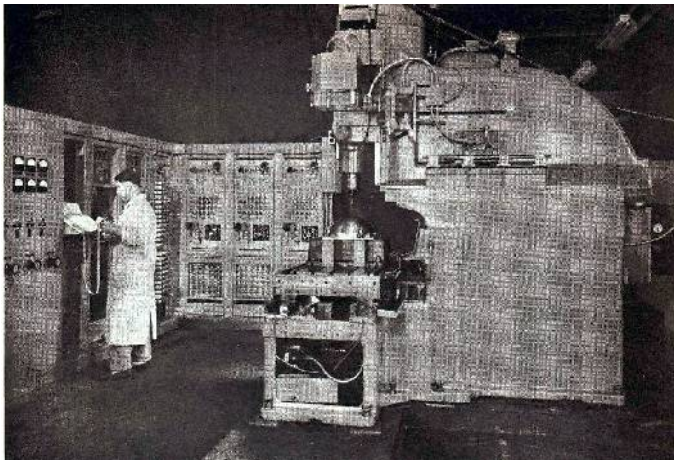
Si l'on met à part la question des outils (plus ou moins raffinés ou précis) et de l'énergie (animale, hydraulique, vapeur ou électricité), ces deux pistes nous ont conduit vers quatre inventions majeures : le tour, le pantographe, les automates, la saisie optique des images.

Les artistes ne sont pas pour rien dans la création ou l'amélioration de ces dispositifs qui sont à la base de la société industrielle. Un peintre américain a aussi contribué au développement des télécommunications : Samuel MORSE.

Mais, pour revenir à la sculpture, après les créations spectaculaires dues au tour, les mises aux points et les copies dues aux diverses méthodes que nous venons de voir, il va falloir attendre le milieu des années 1960 pour qu'une idée nouvelle émerge : concevoir, visualiser et réaliser un projet de création tridimensionnelle avec des machines - la seule étant capable de piloter cette opération complète étant bien sûr l'ordinateur.

Nous n'allons pas raconter ici l'évolution du tour, des fraiseuses et des machines à copier pendant le XIXe siècle et la première moitié du XXe siècle. La plupart de ces machines, quand elles étaient automatisées, fonctionnaient à l'aide de cames, de gabarits, de maîtres-modèles. Mais le métier à tisser Jacquard et ses cartes perforées allaient susciter d'autres idées.

On attribue à l'ingénieur américain John T. PARSONS l'idée d'une machine à commande numérique, dans les années 40, initialement pour le fraisage des surfaces gauches que forment les pales des rotors d'hélicoptères. Pour résoudre certaines difficultés, PARSONS se tourna vers le MIT. Au début des années 50 une machine améliorée était prête. A la fin des années 50 débutait le programme intitulé "Computer-Aided Design Project".



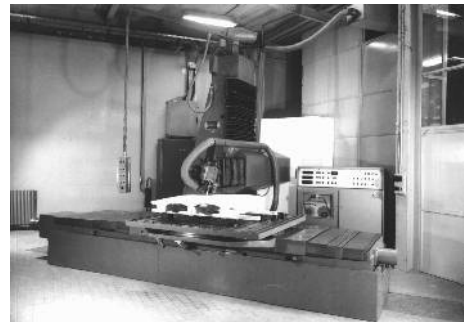
Fraiseuse à Commande Numérique du MIT, années 50.



Article de Popular Science, 1955.

Parallèlement, en France, l'ingénieur Pierre BÉZIER se posait les mêmes questions à la Régie Renault, pour la conception des automobiles. Petit à petit, et au départ sans grand soutien de sa direction, il mis au point le système UNISURF, et les fameuses "courbes de Bézier", qui sont présentes aujourd'hui sur tous les ordinateurs, pour dessiner à peu près n'importe quelle forme continue. L'atelier de Pierre BÉZIER comprenait

un ordinateur, une grande table traçante, et une fraiseuse numérique. L'ensemble UNISURF fut opérationnel en 1968. Les premiers équipements destinés à la vente furent mis sur le marché au milieu des années 70. Il est fort intéressant de noter que dès les premiers essais Pierre BÉZIER et son équipe ont réalisé des pièces esthétiques. Nous y reviendrons.



Comme nos lecteurs des AEPR 2012 le savent, et voilà pourquoi nous n'y insisterons pas, l'étape suivante fut la mise au point des procédés de prototypage rapide, à commencer par la *stéréolithographie*, ainsi dénommée en 1986 par son inventeur américain Charles (Chuck) W. HULL. Mais ce fut aussi une découverte française, brevetée en 1984 par le Pr. Jean-Claude ANDRÉ.

Quant aux scanners 3D, ils se développèrent à partir des principes anciens que nous avons vus plus haut: les lasers remplacent les baguettes de la caisse de Léonard, et la lumière structurée est renvoyée sur un capteur électronique pour subir un traitement informatique.

Bref, répétons-le, que l'histoire ne soit pas linéaire, écrite d'avance, ne l'empêche pas de montrer une certaine cohérence. A moins d'une catastrophe ou d'une amnésie générale, une idée en entraîne une autre, et il convient de le reconnaître. Malheureusement cette forme d'élégance se perd, et de plus en plus d'arrivistes crient à l'"idée révolutionnaire"...en oubliant soigneusement le travail de leurs prédécesseurs.

5. LES PIONNIERS DE LA SCULPTURE PAR ORDINATEUR / PIONEERS OF THE COMPUTER SCULPTURE

Pour conclure cette partie dédiée à l'histoire, et avant de laisser la place à l'actualité de la sculpture numérique, analysée par la Pr. Mary VISSER (Southwestern University, Texas), disons quelques mots des tout premiers pionniers de la sculpture par ordinateur. Nous en retiendrons 5, plus 1 collectif.

D'après nos recherches, c'est aux États-Unis, dans les années 60, que de rares sculpteurs, au premier rang desquels on trouve Alfred DUCA, Robert MALLARY et Peter CSURI, ont eu l'idée et surtout la possibilité d'utiliser des ordinateurs comme aide à la conception de leurs œuvres, et des machines à commande numérique pour la réalisation des pièces (il n'était pas encore question de Prototypage ou de Fabrication Additive). Nous y ajoutons un artiste espagnol, José-Luis ALEXANCO, qui a pu développer un programme pour la préparation de ses œuvres, sans toutefois avoir accès à une machine pour la fabrication, un artiste allemand, Georg NEES, qui fit une des premières thèses sur l'art numérique, et enfin Pierre BÉZIER et ses collègues ingénieurs devenus artistes : Pierre LAGRANGE et Daniel VERNET.

Ce n'est évidemment pas un hasard si les trois sculpteurs américains, et leurs confrères allemand, espagnol, et français, ont pu mener à bien leurs recherches et leurs projets : ils ont bénéficié de soutiens universitaires ou industriels. Les artistes qui n'étaient pas liés à une institution ne pouvaient ni se former à la création numérique ni approcher des machines confinées dans des laboratoires ou des entreprises. Il y aura donc une rupture de plus de 10 années entre ces premiers sculpteurs utilisant l'informatique et la génération suivante. L'arrivée de la micro-informatique au début des années 80 a permis à quelques nouveaux plasticiens de s'essayer au numérique. La plupart d'entre eux se sont tournés vers l'imagerie. En 1993, lorsque notre association ARS MATHEMATICA a organisé la *Première Exposition Mondiale de Sculpture Numérique*, à l'École Polytechnique de Paris, Alexandre VITKINE et Christian LAVIGNE ont recensé moins de 15 cybersculpteurs à travers le monde. Une majorité d'entre eux (nous y compris!) ignorait les travaux restés confidentiels des pionniers des années 60. D'ailleurs il faut rappeler qu'avant 1995 Internet était ou bien inexistant ou bien hors de portée. C'est cette année que l'exposition mondiale de sculpture numérique fut appelée INTERSCULPT, et fut organisée conjointement avec le Computer and Sculpture Forum aux USA. Une extraordinaire liaison par satellite, sponsorisée par la société américaine de télécommunications Sprint, reliait alors, pendant toute l'exposition, la Galerie Graphes à Paris, et la Silicon Gallery à Philadelphie.

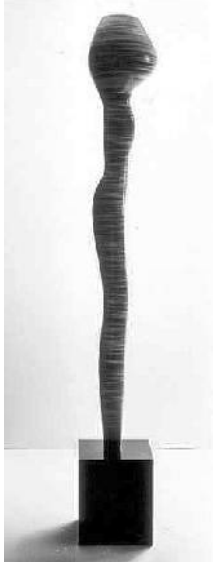
Alfred M. DUCA (1920 - 1997), est un artiste né dans le Massachusetts, qui est connu des historiens pour avoir inventé un nouveau procédé de *tempera*, c'est à dire de liant pour les pigments de peinture, avec un polymère. On sait moins qu'il fut le premier artiste intégré dès 1959 au MIT, avec une bourse de la Fondation Rockefeller, pour expérimenter des nouvelles techniques de sculpture. La Fondation Ford pris le relais, et en 1965 il créait la première sculpture par ordinateur, découpé dans des plaques de métal avec une machine à commande numérique : "ComputerSphere", que l'on peut toujours voir à Boston.



La sculpture numérique d'A. DUCA présenté dans Time Life en 1970.

Robert MALLARY (1917 - 1997) est lui aussi mieux connu comme "junk artist" (utilisant des débris urbains dans ses œuvres) et comme néo-dadaïste, que comme pionnier de la sculpture par ordinateur. Pourtant il fut important dans cette discipline, et a écrit un fort précieux article intitulé "Computer Sculpture : Six Levels of Cybernetics", paru au mois de mai 1969 dans la revue Artforum. A la fin des années 60, avec ses étudiants du Pratt Institute (Brooklyn) il conçut un programme informatique dénommé TRAN2, et qui permettait de dessiner les courbes de niveaux successives de la sculpture paramétrée et ensuite calculée par ordinateur. La découpe des tranches de la sculpture s'effectuait ensuite manuellement, mais l'artiste explique dans son article de 1969 qu'une machine à commande numérique aurait pu être utilisée (il n'en n'avait probablement pas à sa disposition). Il est amusant (et tout à fait normal) de constater que l'on retrouve le principe mis en œuvre par Achille COLLAS dans les années 1830 pour réaliser la première version de sa Vénus de Milo, et que l'on peut même remonter jusqu'à la technique préhistorique du colombin.

Des travaux de Robert MALLARY résultèrent la série des sculptures QUAD.



QUAD II - 1968

En même temps, il fait la théorie de 6 étapes dans la pratique de la sculpture numérique :

At stage four the computer, seemingly proceeding almost entirely on its own, begins to make decisions and generate productions that even the sculptor cannot anticipate. At this level all the contingencies generated by the ongoing program have not been defined in advance — in fact, the program itself manufactures contingencies and instabilities and then of itself proceeds to resolve them in a way analogous to the workings of stress and homeostasis in living organisms. It generates unpredictable productions, not only out of the

random interventions which dislocate and violate, as it were, the structured features of the program, but out of the total character of the system itself, given its extreme complexity and nearly life-like virtuosity. At this level the computer is programmed to modify and elaborate its own program, doing this on the basis of its immediate, give-and-take interactions with the sculptor as well as on the basis of past encounters and sessions which it “remembers.” At the same time the computer is likely to be much involved in mediating and structuring transductive intermedia signals and responding to

environmental interventions as well. Also at this stage there is a continuing redefinition of the role of the sculptor in respect to the computer, which is alternately his slave, collaborator or a virtual surrogate for himself. He operates the machine, monitors it, or leaves it to its own resources. In respect to the machine he is active and passive, creator and consumer, participant and spectator, artist and critic. Stage four is the optimum creative situation, taking into consideration both human and technological imperatives and the need, both from the individual and social point of view, of achieving a healthy balance between the two. At this stage the man and the machine together, in achieving a level of performance and productivity beyond that of either alone, will have fully realized the synergistic potential.



QUAD III - 1969

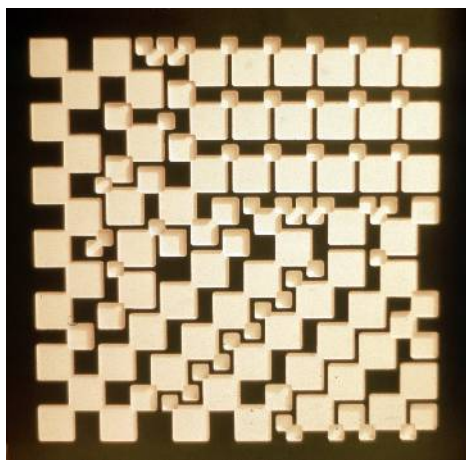
Charles CSURI (né en 1922) a commencé sa carrière artistique comme peintre, puis, au milieu des années 60 il s'est tourné vers les technologies de l'informatique. En 1964 il réalise ses premières images de synthèse, suivies en 1965 de son premier film d'animation numérique. Il reçoit en



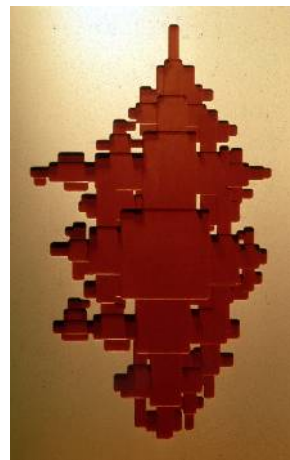
1967, à Bruxelles, le prix du Festival International du Film Expérimental. Et il participe à la fameuse exposition "Cybernetic Serendipity" de 1968 à Londres. C'est un des grands pionniers des arts numériques. Enseignant à l'Ohio State University, il y a fondé le *Computer Graphics Research Group*, et avec l'aide du mathématicien Leslie MILLER, a réalisé l'une des premières sculptures numériques. Malheureusement, il n'a pas pu poursuivre dans cette voie, par manque

de moyens. A noter que beaucoup de ses étudiants sont devenus des experts des effets spéciaux pour le cinéma.

Georg NEES (né en 1926) est aussi un des grands pionniers de l'art informatique. Il commence par des activités d'ingénieur à la fin des années 50 en Allemagne. Alors qu'il travaillait chez Siemens, il développe en 1965 une série de programmes pour commander des tables traçantes, et créer des dessins artistiques. Il s'est beaucoup intéressé aux formes aléatoires, considérant que le rôle de l'artiste peut être de choisir parmi les figures générées par l'ordinateur. En 1968 il crée sa première sculpture numérique, tout simplement intitulée "Plastik 1". La même année il obtenait son doctorat, pour la première thèse écrite au sujet de l'art informatique, sous la direction de Max BENSE à l'université de Stuttgart.

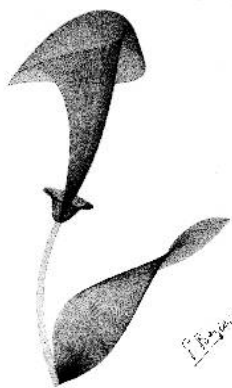


Plastik 1 - 1968

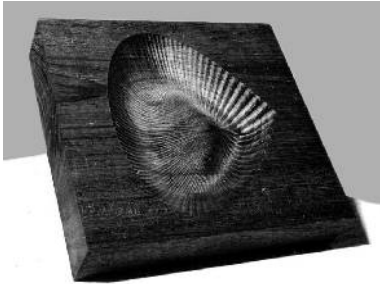


Plastik 2 (?) - 1968 (?)

Pierre BÉZIER (1910 - 1999), ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur Supélec, et docteur en mathématiques, est aujourd'hui"hui mondialement connu pour les courbes et surfaces qui portent son nom, et qui ont largement contribué à l'essor de la CFAO. C'était un esprit curieux et vif, doté d'un grand sens de l'humour - que nous avons eu la chance d'apprécier car à la fin de sa vie il fut membre d'ARS MATHEMATICA. BÉZIER a fait quasiment toute sa carrière chez Renault, fabricant français bien connu de voitures automobiles. Il conçut pour l'entreprise nombre d'innovations, parmi lesquelles une série de *machines-transfert* pour l'automatisation de la production. Au milieu des années 50 il s'intéresse à la commande numérique, met au point des machines transistorisée, puis s'attaque au problème du lien entre conception et fabrication. Bien



que membre de la direction générale de l'entreprise, il ne semble pas spécialement aidé dans ses recherches, qui dérangent certaines petites habitudes de fonctionnement. Au milieu des années 60, il réussit à constituer une petite équipe et lance la mise au point d'UNISURF - dont nous avons parlé plus haut. Pierre BÉZIER s'intéressait personnellement à l'art (et à la poésie), et certains de ses collaborateurs aussi. On lui doit plusieurs dessins de motifs floraux créés avec son programme et la table traçante de l'atelier. Il n'est pas certain qu'il ait lui-même directement produit de sculpture, mais nous en sommes sûrs pour ses collègues Henri



sculpture de Daniel VERNET

LAGRANGE (aujourd'hui décédé) et Daniel VERNET (aujourd'hui bien vivant). Ils créèrent, entre 1968 et 1970, les toutes premières sculptures numériques réalisées en France. Curieusement, cette innovation artistique fut sans suite immédiate. Nous disons "curieusement", non pas tant pour cause de confidentialité du procédé, inconnu des artistes du moment, que parce qu'à la même époque un autre directeur de chez Renault, Claude-Louis RENARD, fréquentait les milieux artistiques et avait convaincu la direction de l'entreprise de faire du mécénat technologique. Des artistes bien connus, tels BURY, CÉSAR, DUBUFFET, SCHÖFFER, TINGUELY, VASARELY et RAUSCHENBERG ont donc été aidés par Renault. Or, visiblement, personne ne les a conduit chez Pierre BÉZIER ! Il nous a été impossible d'obtenir la moindre explication à ce sujet.

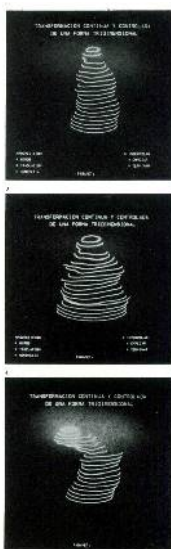
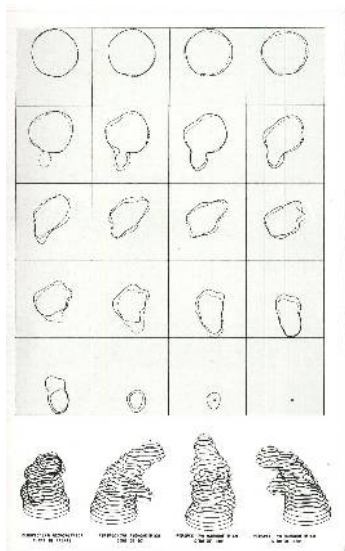


*sculpture d'Henri LAGRANGE
"Souche Bifide"*



*sculpture d'Henri LAGRANGE
appelée "Notre-Dame de la
Commande Numérique"
par Pierre BEZIER*

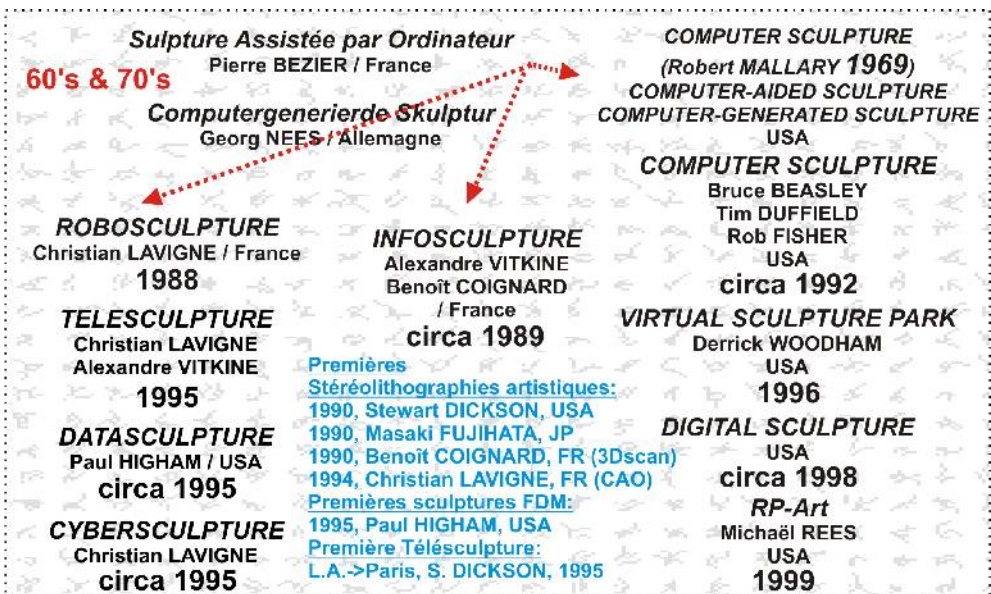
José Luis ALEXANCO (né en 1942) est un des grands pionnier des arts numérique en Espagne, co-fondateur, à la fin des années 60, du groupe *Generación Automática de Formas Plásticas*, qui fut accueilli au sein du *Centro de Calculos de la Universidad de Madrid*. L'artiste s'est plongé dans la programmation des ordinateurs, et a écrit, entre 1969 et 1973, le logiciel MOUVNT en langage Fortran IV. Ce logiciel 3D tournait sur une machine IBM, et permettait de définir les courbes de niveaux de figures anthropomorphes à l'allure très dynamique. Les sculptures finales étaient réalisées "manuellement", par découpe des couches successives dont l'empilement donnait le résultat escompté, dans divers matériaux. Récemment, le programme MOUVNT a été réécrit pour les ordinateurs actuels. José Luis ALEXANCO a aussi écrit nombre d'articles sur les arts numériques.



Il nous faudrait encore citer l'Allemand Eberhardt FIEBIG, et l'Autrichien Otto BECMANN, qui utilisèrent très tôt des machines à commande numérique, mais nous verrons cela dans notre livre sur l'histoire de la cybersculpture.

Au tout début des années 1990 apparaissaient les premières machines de *Prototypage Rapide*, qui allaient devenir, en utilisant de bonnes matières, des machines de *Fabrication Rapide*, le tout étant englobé aujourd'hui sous le terme de *Fabrication Additive*...qui vient directement du vocabulaire de la sculpture tel que l'on définit explicitement les artistes de la Renaissance (De Statua, ALBERTI, 1430). Les représentations 3D, les images elles-mêmes que nous produisons avec des ordinateurs sont aussi basées sur les recherches en perspective de cette époque. Je me souviens d'avoir montré le dessin du calice de Paolo UCCELLO à des étudiants en informatique...qui étaient persuadés de voir une image de synthèse en fil de fer !

Nous n'aborderons pas ici l'histoire de la nouvelle génération des artistes qui utilisent la *Fabrication Additive*. La Pr. Mary VISSER nous fera, dans les pages qui suivent, un bel exposé des créations récentes en la matière. Pour terminer, nous proposons simplement un tableau récapitulatif du vocabulaire de la sculpture numérique. Comme nous le disons depuis plus de 20 ans, nous espérons qu'artistes, chercheurs et ingénieurs, malgré les difficultés, continueront de construire ensemble *une Nouvelle Renaissance*.



6. ACTUALITÉ DE LA SCULPTURE NUMÉRIQUE: DIGITAL SCULPTURE TODAY

6.1 The pioneers from the International Touring Rapid Prototyping exhibition of 2003 to Full Circle Exhibition of 2012.

Artists and sculptors have been using and experimenting with 3D digital modelling since its inception. In the article “Fluid Borders” noted critic and art historian Christiane Paul defines the 1990’s as the decade when digital/virtual computer generated sculpture comes into its own. It is in this decade that Paul makes note of the expanding dialog and the international recognition of INTERSCULPT, a biennial digital sculpture exhibition and symposium conceived by Christian Lavigne and Alexandre Vitkine in Paris, France. On the other side of the ocean you find the artists Tim Duffield, Bruce Beasley, Rob Fisher and David Smalley coming together to organize the Computers and Sculpture Forum (CSF) in the US. A year later they are joined by the sculptors Robert Michael Smith from the New York Institute of Technology and Mary Hale Visser, Professor of Art from Southwestern University in Texas. These two artists organized the 2003 International Touring Rapid Prototyping Sculpture exhibition that resulted in the seminal opening event at Southwestern University in Texas to international acclaim. However, this event was ten years after the first Ars Mathematica INTERSCULPT exhibition and symposium held in France in 1993.





On opening night, President Schrum and Dean Gaffney welcome 3D Systems Inc. the company that built the artwork from the artist's files submitted over the internet from the UK, France, Australia, New Zealand and the US.

Curators Robert Michael Smith and Mary Visser welcome Professor Keith Brown from FasT-UK to this seminal event.



The opening ceremony of the IRP Sculpture Exhibition at Southwestern University attracted the attention of visitors from around the world. On opening night over 1000 people from as far away as Japan and the UK attended this event in Texas.

The 2003 IRP sculpture exhibition was reviewed in the *Sculpture International* journal and toured for four years appearing in museums and university galleries across the US. The works in this exhibition presented the diversity of viewpoints held by the pioneers in the field of Cybersculpture in the 1990s. Artwork from this exhibition has been exhibited in Australia, China, England, France, New Zealand, Turkey, Russia and across the U.S. A decade later in 2011, SU revisits these artists and their work in the exhibition "FULLCIRCLE: A decade of Rapid Prototyping in Sculpture, a New Expression". This new exhibition of digital sculpture after opening in the US was shown in the UK at Manchester University and then returned to the U.S. for the Sparks3d digital sculpture exhibition in Minneapolis, Minnesota at Gallery 13.



6.2 Collaboration and Change.

At the time of this growth and change there were no schools or academies offering programs in digital sculpting. This new field was created out of the passion and efforts of these pioneering sculptors. Through the organizations they formed these artists saw the potential for expanding the sculptural discourse. And the Internet became the salon and exhibition hall for these artists. Cyberspace gave them a place where at any time they could communicate their ideas visually and directly to each other. The Internet also offered the potential for a worldwide audience beyond the local control of the gallery and museum exhibition system. In 1993 Ars Mathematica was the flash point for these artists as Mr. Lavigne and Mr. Vitkine organized and promoted a world wide biennial symposium under the banner of INTERSCULPT. Instead of isolated events held at different times around the world by various organizations Lavigne and Vitkine persuaded these groups to hold them simultaneously and over the Internet, thus creating a more diverse worldwide dialog. Each symposium and exhibition presented new works and methods for the artists and the public in person and over the Internet. Pioneers like Keith Brown of Manchester University who created the organization FasT-UK otherwise known as Fine Art Sculptors and Technology in the UK; Dan Collins at Arizona State University in the US, who started PRISM (Partnership for

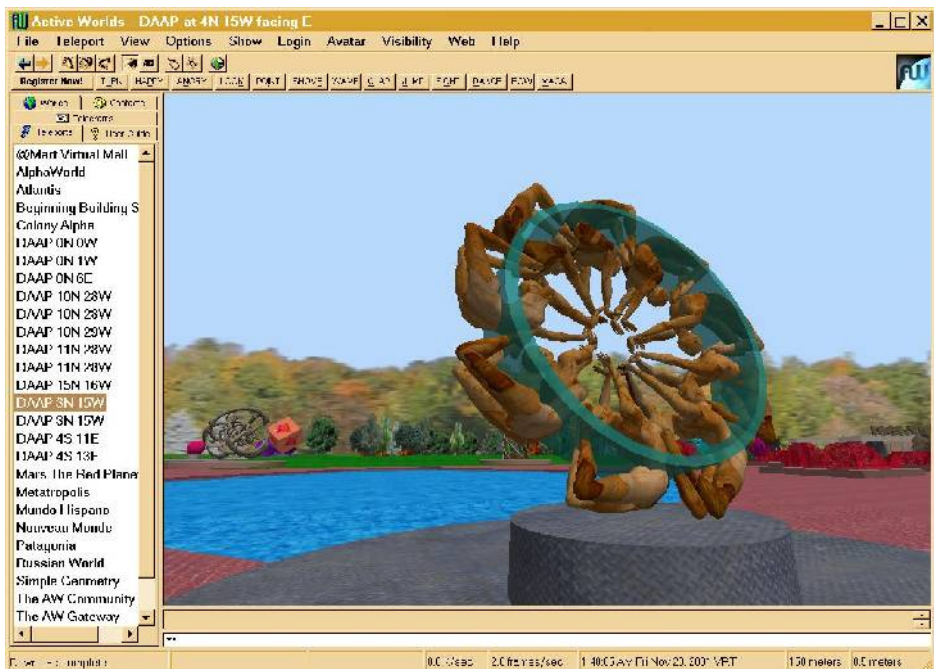
Research In Stereo Modeling) Lab dedicated to promoting interdisciplinary research in the areas of 3D data acquisition; the U.S. artists Rob Fisher, Tim Duffield and others who created the Computers and Sculptors Forum Inc. for the purpose of offering workshops in 3D modeling to artists; and individual sculptors like Robert Michael Smith and Mary Hale Visser working to bring digital sculpture to the public arena through touring exhibitions have all participated in and benefitted from the Ars Mathematica INTERSCULPT events.



Alexander Vitkine at the exhibition for INTERSCULPT

The Internet facilitated the inclusion of artists and ideas from around the world, but the first on line exhibitions were limited to 2D renderings of the sculptor's computer models. Sculptors are not content to present 3D work as flat images. Derrick Woodham head of the College of Design, Architecture, Art and Planning of the University of Cincinnati created a landscape in in Activeworlds.com for his architecture students to study site terrains. Activeworlds.com offers a number of cyberspace worlds for use by the public. These cyberspace landscapes would become the perfect solution to view online exhibitions of digital sculptures. The DAAP sculpture parks were born and digital artists now had a fully developed landscape on the Internet in which visitors could walk around the works through the eyes of their avatars. DAAP was the first cyber sculpture park on the Internet that supported full 3D modelling and 360 degree viewing. These sculpture parks

can be visited from anywhere in the world where there is a computer connected to the Internet.



Since 1997, the INTERSCULPT biennial exhibitions have been installed in
48

DAAP at activeworlds.com in collaboration with Ars Mathematica by Derrick Woodham. The work is experienced by downloading the software and entering the portal to the exhibition viewing the work through the “eyes” of an avatar.

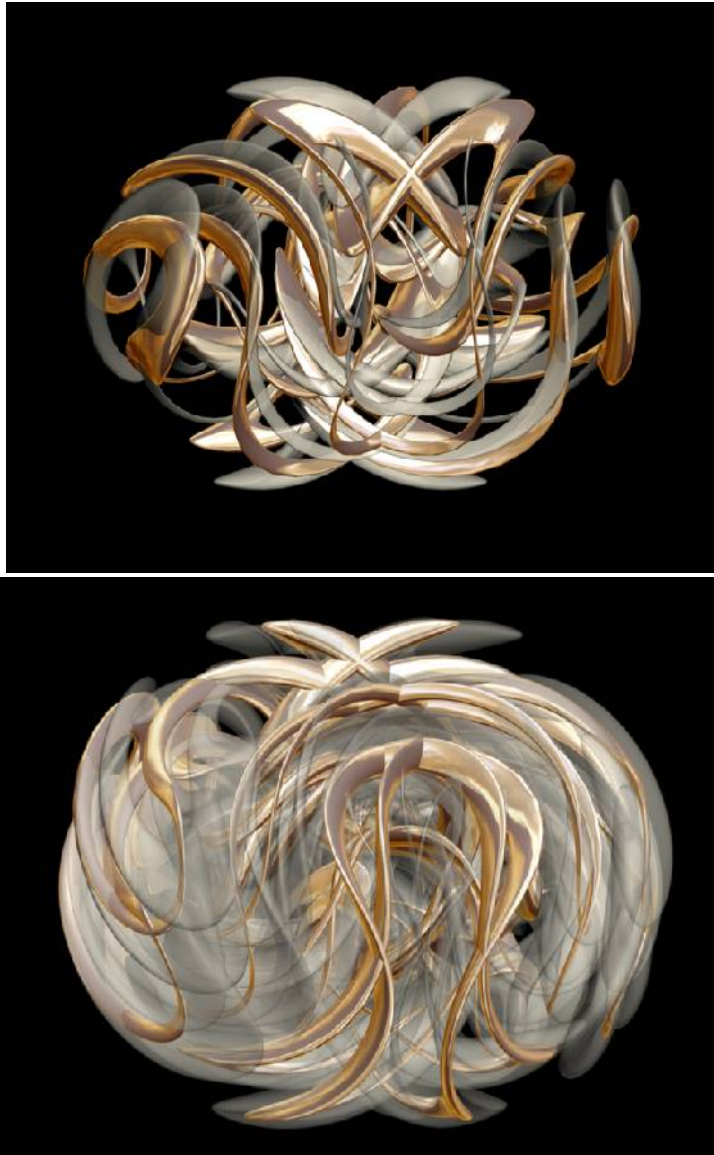
6.3 The Impact of digital technology on the creative process.

The artists in digital sculpture had been using computer technology for more than 20 years and a paradigm shift was occurring in the field. How had technology changed the work since the International Touring Rapid Prototyped Sculpture exhibition in 2003 and particularly what innovations had occurred since the first International exhibition in 1993? What are the possibilities for sculptural communication as we move beyond 2012 into the next decade? For the past 20 years these pioneers explored the many ways in which the computer and digital data enhanced or facilitated the creation of sculptural forms. In expanding the sculptural dialog these artists created a new field in art aptly named Cybersculpture by Christian Lavigne of Ars Mathematica. Professor Keith Brown states, it is “the transphysical aspect of the cyber environment that provides new possibilities for sculpture and radically changes traditional modes of experience that were previously defined by gravity, scale, and material limitations. Brown is one of the foremost digital sculptors currently working in the UK today. His work embraces a wide range of digital media, including, 2D, 3D, 4D, time-based installation and video animation. He is the head of Sculpture and Digital Technologies at Manchester Metropolitan University in the UK. In the 90’s Brown was working on solid modeling of geode structures and developing ways to imprint relief texture on the surface of his digital forms.

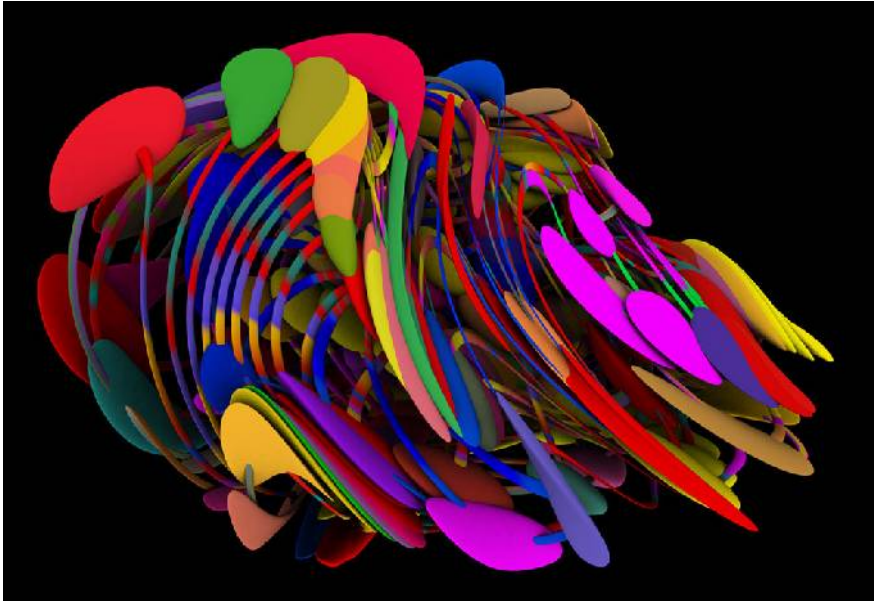


He discovered that by layering forms he could have intricately textured surfaces. By 2012 Brown’s three-dimensional modeling of Torus knots with

CAD (Computer Aided Design) software allowed him to open the sculpture's inner workings to inform its extremities. The Torus tube turns in from one side and out on the other in perpetual motion. It uses the inside, outside and infinity. In 3 dimensions Brown's sculptures move within and pass through each other in a way that his earlier solid work could not. The work shown below is a computer-generated section of a projected sculpture using lenticular optics. The work floats in space allowing the viewer to walk through it. Ten years later Brown would create his trans-physical form that actually moves and rotates in space revealing the interiors of these works.



Complicated delicate internal and external structures are difficult if not impossible to model in natural materials that were Brown's original medium. The process of carving natural hard materials does not allow for the fluidity of the form let alone the internal movement of one form into another. "Scramble" by Brown retains those qualities from the drawing to the physical form.



Delicate forms such as this by Keith Brown are only possible with rapid prototyping. The durabond material and the RP process support the complex modelling that cannot be accomplished in natural hard materials.

6.3.a. Sculptors are now free to build forms that defy natural laws.”

This technology is reshaping and changing our understanding of the world around us. While Keith Brown’s use of lenticular imaging to project sculptural forms into space with no physical body break the boundaries once imposed upon sculptors by their materials another sculptor Bruce Beasley uses the precision of the computer data to cut out and weld his bronze plate sculptural forms.



The precision of computer-controlled plasma cutting out precise shapes in flat sheets of metal was the draw for Beasley as it made his designs faster and easier to construct. The limitations of the metal were no longer an obstacle as Beasley found that complex curvilinear forms could be constructed in rapid prototyping in various materials. In his essay, Peter Frank notes, "Beasley hews to modernism's formalist position, the art-for-art's-sake strain that has constituted the bedrock of modernist practice for a century and a half. Being a good modernist, however, he has always been engaged in and influenced by innovation, not novelty, but true inventiveness. What makes Beasley the artist he is is the integrity of the art he makes."

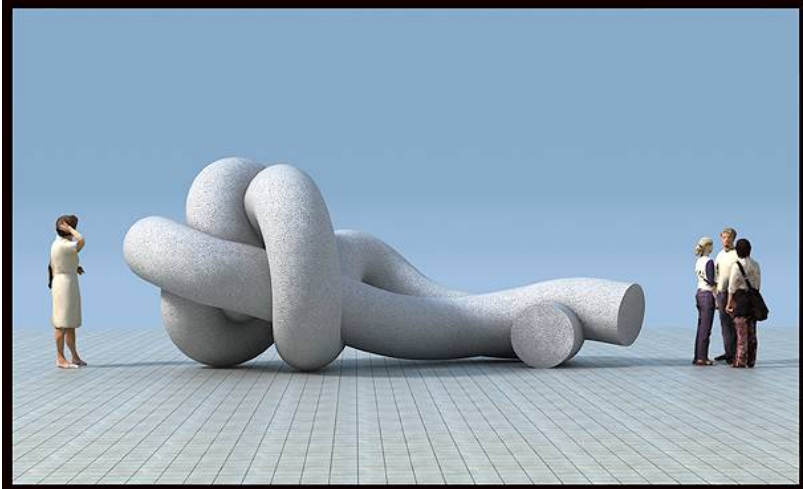
"Twister" by Bruce Beasley



This process and the technology allowed him to create very fluid curvilinear forms with relative ease. Bruce Beasley describes himself as an "unrepentant modernist," interested in the idea that sculpture could by using formal visual structures be observed from multiple views always changing and reflecting light. His work comes from the tradition of Constructivism as clearly laid out in the "Realist Manifesto" by Naum Gabo and Antoine Pevsner. His forms are engineered and constructed, but with ideas always drawn from the structures of the earth. His work is not so much about mass as it is about the space and light it occupies. There is never a sense of

unbearable weight, but a lightness of spirit as though these works were crystallized thoughts. Beasley is interested in the elemental structures of nature and how nature joins these forms together and refines them down to very simple strait forward structures. This matches with his sensibilities in using software to compose his works as the structure of the pixel and the mathematical precision of his forms is fully suited to digital modeling.

“Twister” by Bruce Beasley



The precision and ability to present his ideas in any scale makes the computer an ideal tool for Beasley. This work “Gathering of the Moons” was installed in Beijing for the 2008 Olympic games. Using the computer Beasley can give a sense of scale to his model as well as a precision build

“Gathering of the Moons” by Bruce Beasley

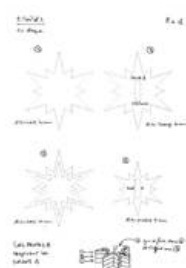


While Beasley's work and use of technology is very much rooted in the post-modernist past of constructivism, contemporary artists have used technology to promote a new vision for sculpture. They are not limited by materials, gravity, mass, weight or time. These contemporary digital sculptors like Keith Brown of the UK who uses light and complexity to create interactive forms, have expanded the dialog as to what is sculpture in the 21st century.

Poet and digital sculptor Christian Lavigne of Paris, France developed a body of work that comes from the very heart and meaning of words and symbols taken from their cultural context and redefined into an expanding language of visual forms that are precise, complex, and at the same time emotionally charged.



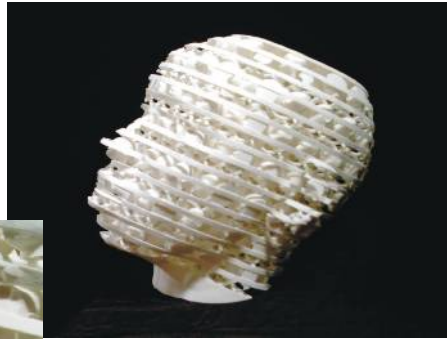
TROPHÉE CORSE
robosculpture
1998
altuglas découpé au laser



In his Robosculpture series he scans the drawings into the computer and then by the software numerically controls the precision of the cut of the

contemporary acrylic materials. In the 1990's Lavigne used technology to cut out cultural icons and present them in contemporary materials that are visually transparent. This translates an exotic cultural icon into new meaning for the western culture. Lavigne states, "It is a new means of expression, a new translation of imagination is coming of age, that it's indicating a rediscovery of "body", of sensual and sensible matter." Cybersally is an allegory on the numerous facets of the human being.

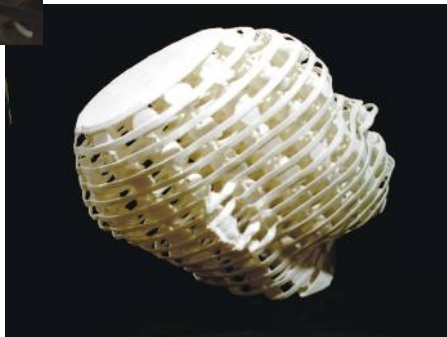
Christian LAVIGNE ☆ *cybersculptures*



CYBERSALY 3
Le secret de l'être
robosculpture
2000-2003
SLS polyamide
34X26X33cm.

Thanks to MATERIALISE.

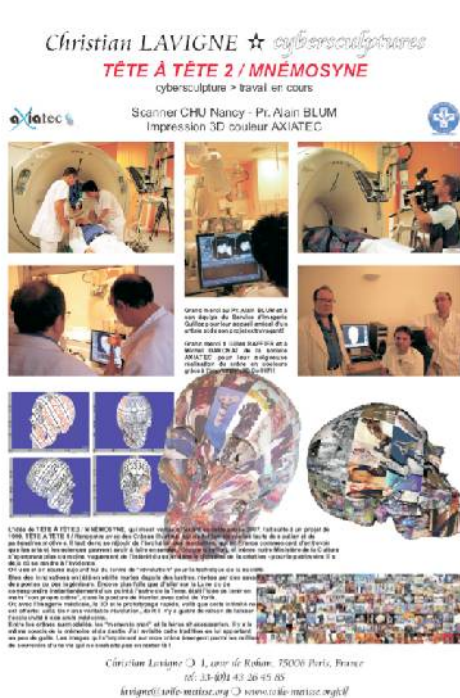
CYBERSALY 3
was created with
a 3D digitalization
of Saly's face
during SIGGRAPH 2000
in New Orleans.
(Saly is my wife.)
This is an allegory on
the numerous facets
of the human being.



Christian Lavigne ○ SIRET 331923359 00029
lavigne@toile-metisse.org ○ *www.toile-metisse.org/cl*

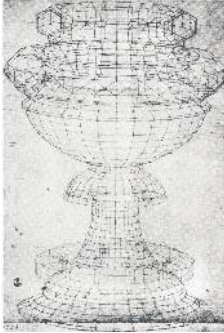
For these artists their ideas and forms cannot be made by using any other process or material. We see that quite clearly in the work "Tete A Tete 2

Mnemosyne” by Lavigne where he has his own skull scanned and images from his life have been imprinted on his skull.



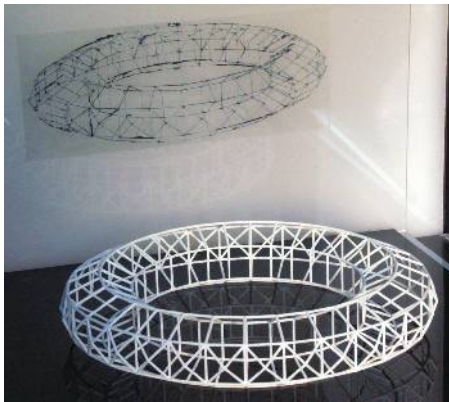
Lavigne has devoted his life to advancing the field of Cybersculpture and the use of the technology in the arts. He has explored all aspects of the digital world from the illusive data point of light to its evolution and revolution of the discipline of Cybersculpture. In this next work he takes the opportunity to delve into the mind of another great artist from the past by using Paolo's sketches of forms in 3D perspective to see if his theories hold to the technology of today. For Lavigne time is no longer a stopping point, and these theoretical drawings by Depaolo created in the 1400's have something to tell the artists of today.

Christian LAVIGNE ☆ cybersculptures



**The famous
Renaissance
painter
Paolo UCCELLO
(Florence, 1397-1475)**

was one of the greatest pioneers in the field of the perspective researches. He created several designs and drawings which seems directly coming from a 3D software ! I would like to pay homage to this precursor in re-materializing 2 of his wireframe studies: the Chalice and the Mazzachio (a kind of hat). The 2 physical pieces, recreated in 3D and Rapid Prototyped, are each one installed inside a transparent Plexiglas cube where the original drawing is printed on a face.



LA RENAISSANCE DE PAOLO cybersculptures 2008

SLS polyamide & atuglas
réalisation AGTX



Christian Lavigne ○ 1, cour de Rohan, 75006 Paris, France
tel + fax: 33-(0)1 43 26 45 85
lavigne@intersculpt.org ○ www.toile-metisse.org/cl/

In "Neither God Nor Master" he uses the symbols of various religions that wrap around the forms and speak to issues that are relevant commentaries upon the how injustices of power and corruption has

become a never ending game played out through the centuries. Using 2D data over a 3D form is one of many advantages of using technology to create a work.





Christian LAVIGNE ☆ *cybersculptures*



LA MUSIQUE DE LA VIE
2009 - 2010

Levitating sculpture
electromagnetic.

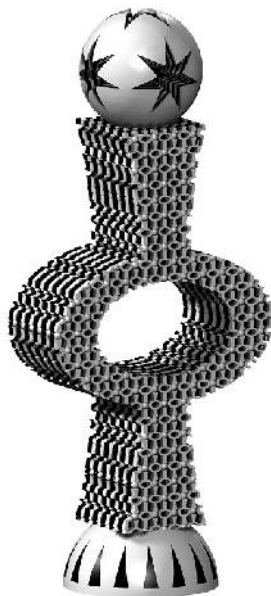
3D printing, electronics.



Christian LAVIGNE (France) ○ SIRET 331923359 00029
lavigne@intersculpt.org ○ *www.toile-metisse.org/el*

In La Musique De La Vie Lavigne explores the meaning behind gravity that human beings have come to depend upon by using the technology of electromagnets to suspend or float this work above its terrain. In the computer gravity only exists in terms of points of light and creating short films of such work is common for digital sculptors. But Lavigne takes this step further to force the viewer into the reality of the physical world and to enjoy the marvel of a levitating sculpture. Another marvel is the idea of transporting files over the Internet to a rapid prototyping house to be constructed in another country. One of his most recent works "LE-NOMBRE-DOR" was transferred over the Internet to be built in 3D for

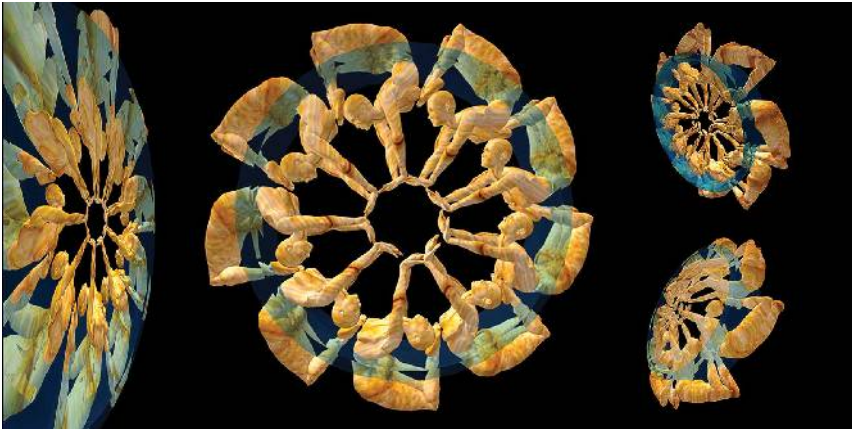
the Sparks 3D digital sculpture exhibition at Gallery 13 in Minneapolis, Minnesota in the USA.



“LE-NOMBRE-DOR” by Christian Lavigne



Texas artist Mary Hale Visser's work in digital sculpture deals with issues of gender and identity for women as a group and as individuals. In the Circle of Life 9 female forms come together in a ring of water creating with their hands an opening into space, thus, representing the birth of mankind through the bodies of all women since time began. It appears at once an



"Circle of Life" computer model by Mary Visser



instrument of observation with each figure equidistant from a given fixed point. At the center it implies a process that finishes at its starting point or creates a cycle. Thus, a series ending where it begins and repeating itself, never ceasing always continuing through the bodies of women. This ability to create precise forms is another advantage of RP.

In my research I have been experimenting with texture mapping to emphasize the gestures and body language of the human form. The emotion and constraints expressed in the work "Gender Trap" are universal to women. The frustration and distancing from each other that women experience is part of the biology of their gender and is intense. Each one experiences the same frustrations, yet all are trapped and unable to reach for help or to support the other. They are inexplicably joined and separated by the same biology and experiences.



"The Gender Trap" by Mary Visser

Digital modeling allows the artist to capture the nuanced gestures of body language from the actual being via imaging. The body contours in the work "Giving Birth to Oneself" are feminine from one view and masculine from another perspective as the software allows the morphing of one gender into another. The exaggerated muscular power seen from the front demonstrates the biological determination of each generation of women to support the next generation of human beings.



"Giving Birth to Oneself." By Mary Visser

The innocence of the younger female form is emphasized against the strength of the older and stronger woman who supports and pushes forward this representative of the next generation. It is clear that it takes great strength to give birth to oneself.

In the following work two young female figures are balanced on the arms of an older woman. The work is titled "The Juggler" indicating the dependence women have on the mothers and women who have gone before them. It appears essential in the work that for the younger generation to succeed they must balance upon the strength of the previous generation. The delicate touch of their hands upon the arms of the larger figure demonstrates the tenuousness of the relationship. Only the arc between the palm and thumb is in contact with the out stretched arms of the larger figure. This thin link supports the weight of each body.

This composition could not be constructed in the traditional materials of sculpture as the delicate touch would break under the weight of the bodies.



"The Juggler" by Mary Visser



"Hera's Women in Movement" by Mary Visser

Another work that demonstrates the advantages of using computer technology to create 3D forms is the work "Hera's Women in Movement" by Visser. It was designed to pay homage to women's parti-

icipation in the 2008 Olympic games. It is 25 inches tall and features 20 figures of female athletes on five circular levels. The four figures on each level balance a sphere with one leg while the other leg becomes part of the body of another figure on the level below. The work demonstrates the sense of strategy, support, physical endurance, strength, stamina, and agility that women athletes have shown in their pursuit of excellence. The work is made of polycarbonate/ABS resin-based glass powder and electro plated. Rapid prototyping can produce very intricate and finely detailed works that are difficult if not impossible to construct in traditional mediums using carving or modeling methods. Being able to fully realize ideas unlimited by the constraints of natural materials frees the artist of almost all restrictions allowing the imagination free rein.

In the work "Eve" by Visser computer generated forms move freely and fluidly suspended in space. To construct such forms was not previously possible but now the artist is able to use new technology to construct works that deny gravity in cyberspace and physical space using electromagnets.



"Eve" by Mary Visser

The ability to recompose, add and delete forms at will without loss of detail is an important change in the way artists now work. Visser collects data from body language and gestures from human interactions in various cultures searching for similarities and differences to use in her work. This data is used to define or visualize the form. Data collection and manipulation is another advantage of using technology. Since the computer software works with the most basic point in space the pixel all types of information even data streams or noise from within the earth or beyond the planet can be used as a basis for the forms.

In this work a scan of a living human brain was mapped out from the center point of the brain stem to create this work by Visser titled "Mandela". The color pattern follows the brain waves as recorded from the center of the stem being the most active to the outer perimeter being the least active. This was because the subject scanned was anesthetized.



In this work entitled "Closure" the data from a scan of a subject with a seizure reveals no data in the negative space from which to construct a form. The cylindrical tubes represent the force of the energy movement and comes from several overlapping scans.



“Closure” by Mary Hale Visser

Using data streams from various sources some artists create forms that reflect the movement or variations of the data into 3d models with color by assigning certain parameters to the data. Examples of data streams include computer network traffic, phone conversations, ATM transactions, noise from space, and sensor data. Data stream mining can be considered a subfield of [data mining](#), [machine learning](#), and [knowledge discovery](#).

The goal in many data stream mining applications is to predict the class or value of new instances in the data stream based upon some knowledge about the type or values of previous instances in the data stream. For the artist it is a search for unique forms that may express the content of the data stream. In this work titled “Thought” the artist is using electrical read outs from sensory input data to recreate the form as

though those impulses continued to expand beyond the source and back into the source again



“Thought”, 4 views by Mary Visser

Many digital artists use data streams as a basis for their work. Mary Neubauer and Dan Collins both of Arizona State University, as well as, Paul Higham in the US use all kinds of data streams to create sculptural works. Collins is interested in the gap between the virtual

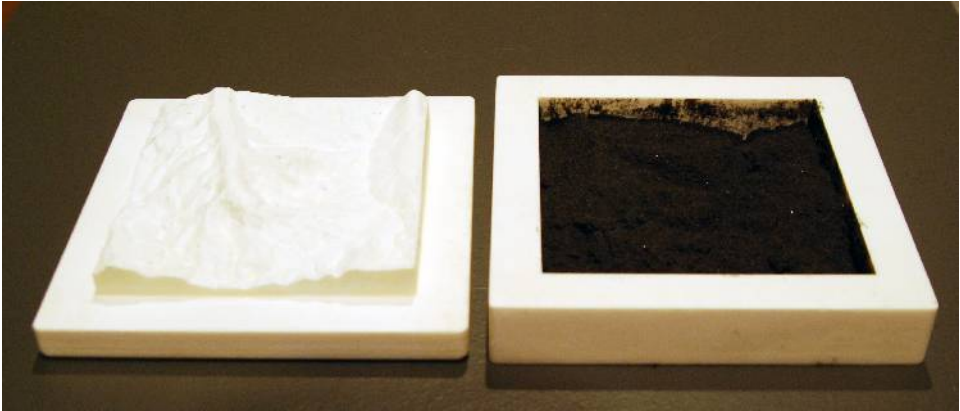
space of the computer and the tangible, body-felt reality of sculptural objects. In this earlier work he scans himself while moving so that the shape is a physical blur caused by moving the object faster than the scanner's sensor can record.



"Twister" By Dan Collins

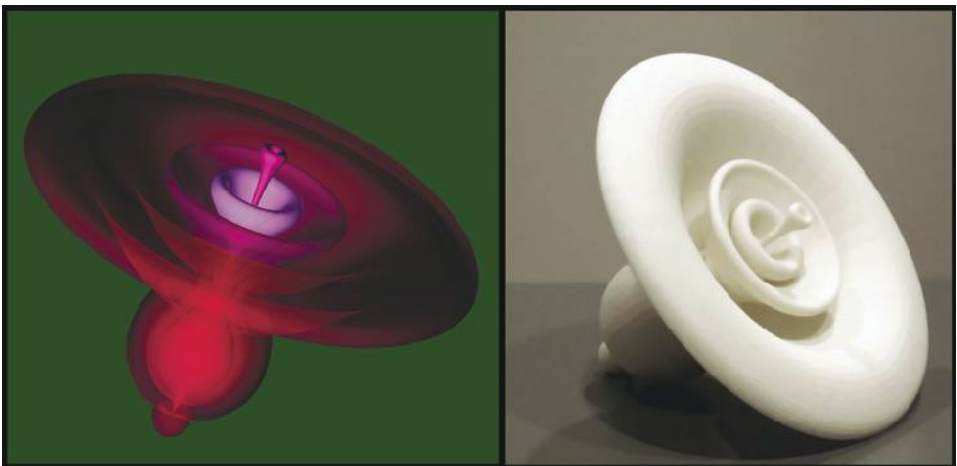
A later work by Collins the "Interactive Watershed" piece includes a series of physical and computer-based works flowing from a "mapping project" conducted by the artist in the San Miguel River basin in Southwestern Colorado. Using several interactive mapping tools (GIS based), graphic

elements, and sculptural objects the artist invited participation related to "placemaking" and watershed education. This work came from that data.



"Watershed" by Dan Collins

Mary Neubauer uses data from her local and global environment that recording instruments constantly collect. Neubauer creates a visual translation and three-dimensional display of this numerical data. The forms have embedded information as texture. These forms serve as a record of urban, global, and cosmic functions. This data is rapid prototyped and the resulting objects carry this information on their surfaces. The translated data is digitally produced as sculpture, 3D models, photographs, and animations.



"Whirl Flower, the Philadelphia series" by Mary Neubauer

Paul Higham is concerned with emergent "Sui generis" form that self-generates, evidences and evolves under its own complexity. Higham holds that a work of art can be autonomous, self-constructed and

continuously self-organizing. Such a work would be computationally dynamic and machine constructed. These works generate themselves from coding and mined data. This work makes a departure from the traditional retinal to hand to 3d modelling nexus.



"ADA 2003," By Paul Higham

Higham's data driven artworks deal with the commodification of information and dynamics of data itself. He collects grains of data from digital streams mined from the population revealing organicity, hysteresis & turbulence within our culture showing the flux of societal transformations such as the freeze and crash of the dollar. He uses real world data from sources such as the Statue of Liberty, The Texts of Malthus, Dow Jones Index, Gold Futures, as well as GPS, Weather & Satellite streams and synthesizes them with coding & genetic algorithms, then perturbs them with virus & noise in order to generate automata in a series thus

creating new vectoral forms, a process he call 'Autotecture' producing works he refers to as "Data Sculpture: As form follows function." He outputs works as objects using CNC or rapid prototyping or as flat maps such as the work below.



"Functional MRI Data 9" Flat mapping by Paul Higham

Brit Bunkley from New Zealand originally developed digital sculptures that he intended to blur the line between virtual and real scale. He began using computers as a design tool for public sculpture in 1992. His use of digital media soon evolved beyond creating designs for actual projects to creating virtual environments, sculptures, and installations that were made physical using large Lambda and ink jet prints, videos and rapid prototyped sculptural forms. It is his intention that the computer prints and videos function by capturing an invented image in a believable but slightly skewed setting, which is both convincing and oblique.



“Globe” by Brit Bunkley, New Zealand.

His original work in 2003 was intended to be iconic and function not only as aids in visualising and designing large-scale sculptural installations, but also to depict objects that would not or could not be built - impossible images. Such images and forms have become ends in themselves. With an affinity to staged photography, these images attempt through ambiguity of scale, material, reflection and perspective to blur the line between images of virtual and actual objects. It was his intention that the computer prints and videos function by capturing an invented scene in a believable, but slightly skewed setting that is both convincing and unsettling.

In 2012, Bunkley's new work “China Cow” consists of images and videos and 3D models continues to follow his earlier ideas, but the content has moved more to the social political arena. The 3D models are mapped with satellite photographs of various parts of the Earth and lighted with global illumination to be seen as real photographs of supposedly real landscapes. The content of these new artworks are not only socio-political, but also formally constructed. Visual tension

is intended by juxtaposing the complex flat manipulated images against iconic 3d forms using an abrupt scale change.

In this work a 3D model of a cow on top of a flat 3D plane. Both are mapped with a Satellite Landsat image of the 3 Gorges area of China, a highly contentious area whose new dam impacted on the region with the mass relocation of towns and villages of the region.



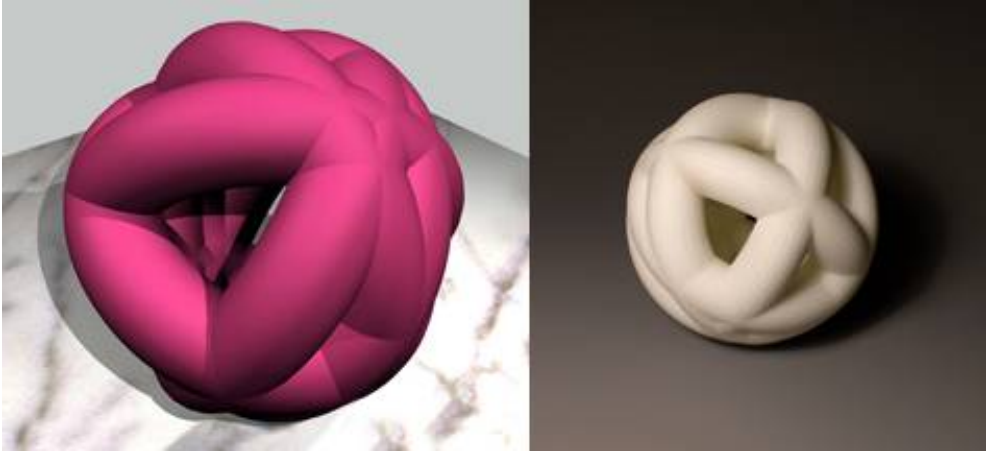
“China Cow” By Brit Bunkley

Bunkley’s work with its apocalyptic yet whimsical content has evolved to include the frequent use of displace map modifiers. The “displacement map modifier” creates a dense wire frame mesh with a bitmap/raster image. The light areas of a 2D image “push” the digital mesh while the dark areas “pull” the mesh, resulting in an embossed-like relief; the software pushes as if the vector mesh were a taut rubber sheet.

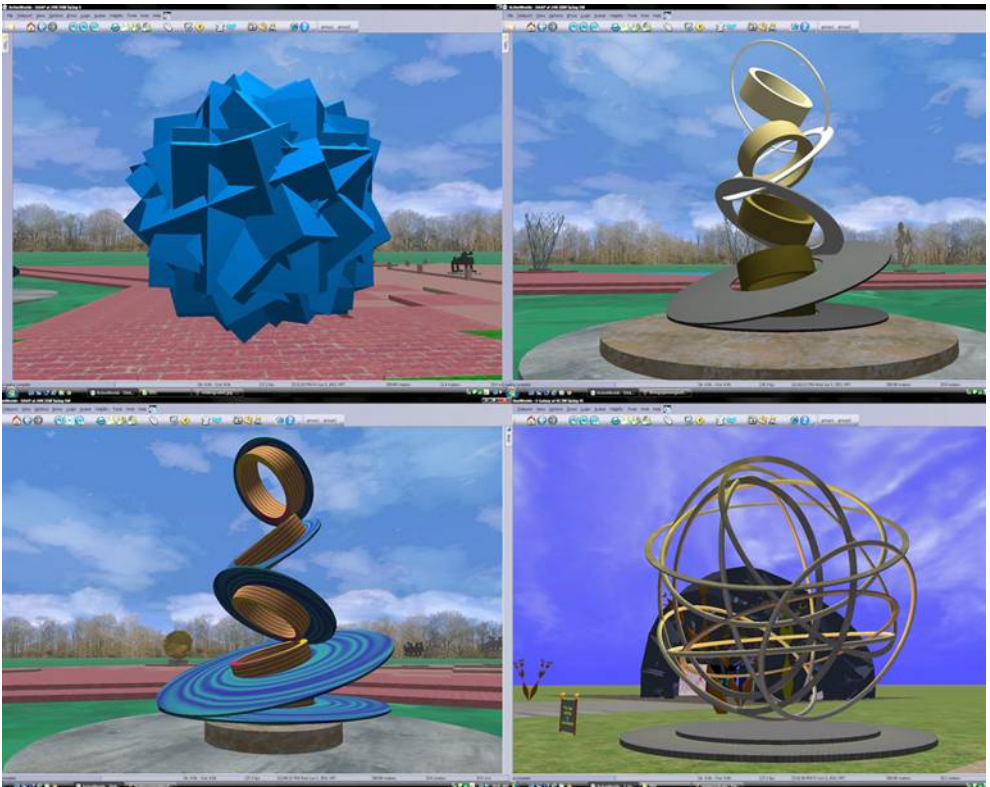


MapHead; 2010; 50x 40x 20 cm; wood, metal, FDM digital plastic print
Flora; 2010; 50x 40x 30 cm; wood, metal, FDM digital plastic print

Derrick Woodham's work since the first International Rapid Prototyping Sculpture Exhibition in 2003 has been entirely in DAAP, his Active Worlds on line mutual reality environment. Advances in the design of the software application has improved the quality of the displays and consequently the appearance and performance of the site has been improved with the addition of new functions. He has been experimenting with kinetic effects as a new direction for his work.



"Pulse" by Derrick Woodham



Four kinetic works by Derrick Woodham installed in the DAAP sculpture park

These works by Derrick Woodham are kinetic and can be viewed moving on line in the DAAP sculpture park at activeworlds.com. Woodham is using technology to move into the dimension of time and movement for a more interactive experience with the viewer. In 80

DAAP you can activate gravity or deactivate it and have the experience of weight or weightlessness in these sculptures.

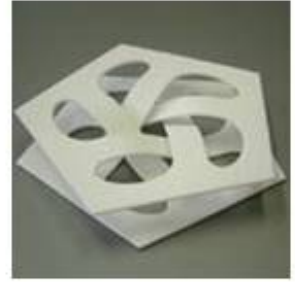
The digital sculptures of Robert Michael Smith including his rapid prototyped forms are intended to be used by skilled stone carvers in China to render these works in a larger scale in the traditional materials of granite and marble. These works are dependent upon the size and scale of the stone from which they are carved. Using rapid prototyped models allows the stone carvers the ability to scale up or down depending upon the size of the stones. "Art is alchemy. Alchemy is the magic, observation, process and ritual of life. The work is both virtual and actual, and he regards them as conversations on the structures of the archetypal forms that are basic forms of nature.



Rapid prototype models and final works in Granite by Robert Michael Smith

Another artist and pioneer of cybersculpture is Rinus Roelofs of the Netherlands who takes his work from the very mathematics that is the basis of all 3D modelling tools in technology. Like Smith, Roelofs is interested in mathematical repetition of singular structures.

However, Smith is concerned not with geometric structures, but with the organic cellular forms of nature. Roelofs work focuses on the interlinking of basic shapes to create complex volumetric forms. The math of structures and their infinite variation of form that tiling, polyhedrons, and space frames can create deeply interest this sculptor. For Roelofs mathematical transformations are very important. Not only the geometrical transformations like translation, rotation and mirror image, but also transformations as inversion, complement and duality are the core to the making of his work. These mathematical formulas used to transform or modify simple basic forms describe structures that seem impossible to form due to their complexity. For these sculptors math leads to better understanding of all structures in space. The many different kinds of transformations that mathematics offers is an infinite tool for developing structures. Geometry lies at the core of the design process and from the initial form-finding stages to the final construction these artists find its attraction powerful. Modern geometric computing provides a variety of tools for the precise construction and design of a 3D forms. On the one hand this opens up new horizons for digital sculpture, but on the other hand, the geometrical context also poses new problems in the actual construction of these complex forms, that only rapid prototyping can solve.



These sculptural forms by Roelofs demonstrate that the internal and external forms would be difficult if not impossible to construct in more traditional methods.



In Tetrahedra we see the math and the use of repeating forms to create a dynamic work. This is the basis for Roelofs's digital sculpture. Here is an inherent advantage to digital technology that uses the very soul of 3D modeling in software. The ability to be precise, to repeat forms, to change directions in the repetition of that basic shape to create dynamic structures is at the nexus of digital sculpting.



6.4 Conclusion

The artists presented here are by no means the complete list of digital sculptors working today. However, these artists and their works were selected because of their consistent and long term contributions to the field of Cybersculpture. These artists have made substantial contributions to the field and all were included in both exhibitions that examined the changes and impact that technology has had on the field of sculpture over past two decades. All believed this technology would lead to new a new definition of sculptural form, a paradigm shift, and the emergence of a new digital aesthetic. Just as the advent of industrial processes changed sculpture in the early part of the 20th century, so too did data acquisition use and rapid prototyping technology impact contemporary sculpture in the 21st century. As with all new discoveries the creative possibilities seem endless, however, it is not the machines or tools themselves, but

the quality of the activities that this technology enables. These pioneers developed work that is innovative and demanding of your attention not because of the process, but because of the ideas the process allows them to explore and express. Most important to this group of pioneers is Alexander Vitkine whose contributions are well known and his work will be presented by Mr. Lavigne.

7. CONCLUSION

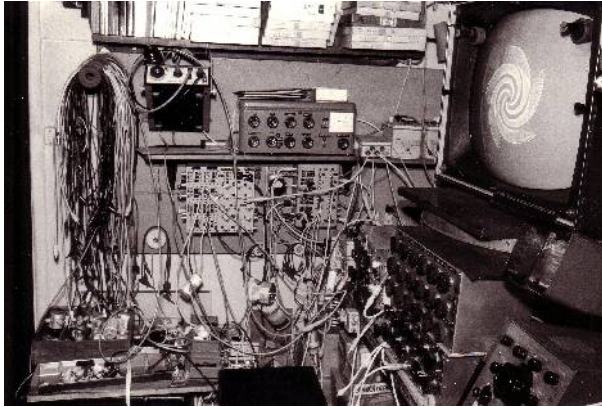
En guise de conclusion très provisoire, nous voudrions profiter de l'invitation des AEPR, qui fêtent en 2012 leur 20 ans, et de l'aimable attention des prestigieux intervenants et auditeurs internationaux que ces assises rassemblent, nous voudrions profiter de cette occasion pour célébrer un autre anniversaire, celui du co-fondateur d'ARS MATHEMATICA, Alexandre VITKINE. Sachant que notre ami Alexandre est né le 1er mars 1910, les bons en calcul en déduiront immédiatement qu'il vient de dépasser allègrement les 102 ans !

Dans les années 60, Alexandre était photographe, mais avait une formation d'ingénieur, métier qu'il avait d'ailleurs exercé dans les années 30, et pendant la guerre - au fin fond du Sahara. Il s'est toujours passionné pour les technologies de pointe, et a donc entrepris de bidouiller des circuits électroniques, des écrans de télévision et des oscilloscopes pour produire des images inédites, colorées avec des filtres. Il réalisa en 1967 un film d'animation sur ce principe, accompagné d'une composition musicale originale, et intitulé "*Chromophonie*". Il inventa aussi le "*Sonoscope*" qui transforme directement le son en image. Alexandre VITKINE est donc un des grands pionniers des arts électroniques en France.

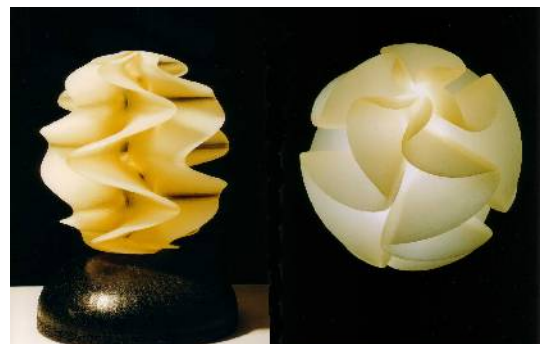
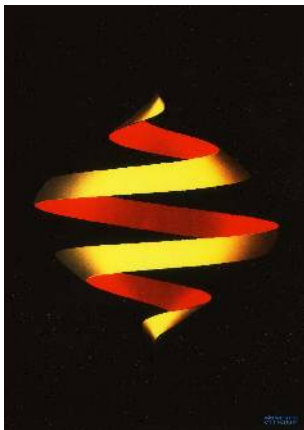
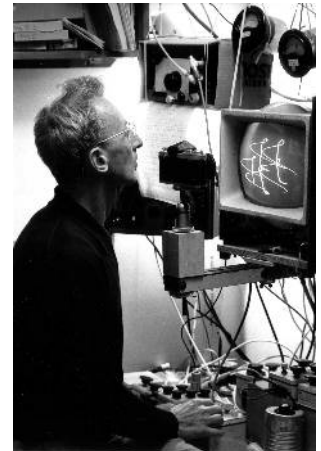
A la fin des années 80, il décidait de passer des images à la sculpture, et il conçut un programme d'INFOSCULPTURE qui permet de visualiser des formes mathématiques inspirées par les courbes de Lissajous, et de piloter une fraiseuse 3-axes pour matérialiser ces figures. Il donne ainsi la définition de l'Infosculpture: *<<C'est une technique de sculpture où la machine qui doit sculpter reçoit des INFORMATIONS sur la forme à réaliser à partir du dispositif qui a créé ces informations.>>*

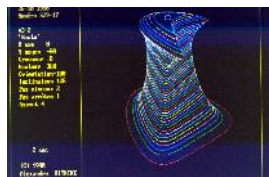
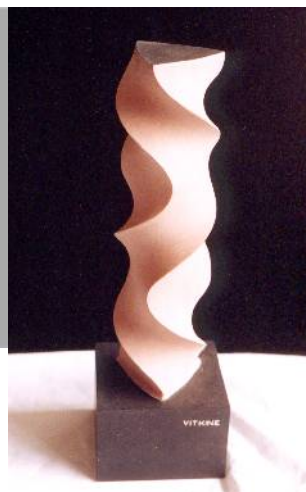
Alexandre VITKINE préférant maîtriser tout le processus, il a équipé son atelier d'une fraiseuse à commande numérique. Voilà pourquoi il

n'a que rarement utilisé la Fabrication Additive. On pourrait peut-être le convaincre de s'essayer aux nouvelles imprimantes 3D en kit à bas prix ! En attendant, voici quelques œuvres de notre ami Alexandre, désormais Président d'Honneur d'ARS MATHEMATICA.

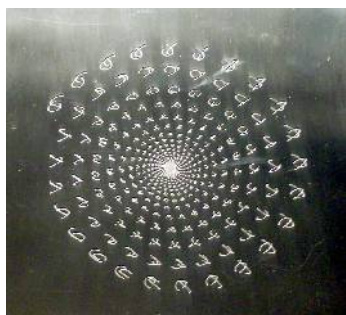


atelier d'Alexandre VITKINE - années 60 et 70





atelier d'Alexandre VITKINE - années 90 - photo P-E. CHARON



Alexandre en 2008 à notre événement sur le patrimoine culturel : fraisage numérique ...avec des pointes de silex !

REMERCIEMENTS

La bibliographie étant trop longue à mentionner ici, nous nous contenterons de remercier les personnes et les institutions suivantes:

- Southwestern University, Texas, USA
- Musée, Réserves et Archives des Arts et Métiers, Paris & Liancourt
- Institut National de la Propriété Industrielle, Paris
- Bibliothèque Sainte-Geneviève, Paris
- Bibliothèque d'Études de Verdun (Meuse)
- Institut Français d'Archéologie Orientale
- WIKIMEDIA, et divers musées américains et européens pour l'iconographie
- Famille et anciens collègues de Pierre BÉZIER
- Michel LORBLANCHET, préhistorien
- Nicole PELLERIN-GRÉGOIRE, voyageuse-photographe
- Et tous les artistes qui nous ont généreusement fournis leurs images...