

L'ART AU TEMPS DES FRACTALES

Vincent BONTEMS

RÉSUMÉ : Le concept mathématique de fractal pénètre non seulement de nombreux champs scientifiques, mais inspire aussi la création artistique, notamment les arts plastiques. L'exposition « Le Temps fractal » est l'occasion d'interroger les revendications de « fractalisme ». Les transformations du concept, à mesure qu'il s'éloigne de son champ d'origine, nous renseignent alors sur les rapports entre sa constitution théorique initiale et la signification esthétique qu'il acquiert. Nous proposons de distinguer, à partir de ce critère d'éloignement théorique et non d'un jugement esthétique, trois formes de dérivation du « fractalisme » : la dérivation technique, la valorisation esthétique et la valorisation idéologique.

MOTS-CLÉS : analogie, art, dérivation, fractalisme, infographie, Mandelbrot.

ABSTRACT : Fractals, as a mathematical concept, made their way into many scientific fields, but have also inspired artistic creations, in particular the plastic arts. The art exhibition « Fractal Time » gives us the opportunity to analyze the link between « art under fractalism » and mathematics. Metamorphoses of the concept, as it goes further its original field, provide us information on the relation between its initial theoretical ground and its additional esthetical meaning. We propose to distinguish, according to a criterion of theoretical but non esthetical distance, three ways of derivation for «fractalism » : technical derivation, esthetical actualization and ideological actualization.

KEYWORDS : analogy, art, derivation, fractalism, infography, Mandelbrot.

ZUSAMMENFASSUNG : Der mathematische Begriff « Fraktal » erscheint nicht nur auf zahlreichen wissenschaftlichen Gebieten, sondern setzt sich auch beim künstlerischen Schaffen, zum Beispiel in den bildenden Künsten, durch. Die Verwandlung des Begriffs, je nach der Entfernung von seinem ursprünglichen Anwendungsgebiet, unterrichtet uns über die Verbindungen zwischen seiner anfänglichen theoretischen Begründung und seiner erworbenen ästhetischen Bedeutung. Wir nehmen uns vor, eher von diesem Kriterium der theoretischen Entfernung als von einem ästhetischen Urteil auszugehen, um drei verschiedene Formen des « Fraktalismus » zu unterscheiden : Fraktalismus in der Technik, Fraktalismus in der Ästhetik und Fraktalismus als Ideologie.

STICHWÖRTER : Analogie, Kunst, Fraktalismus, Infografie, Mandelbrot.

RIASSUNTO : Il concetto matematico di frattale non è solo presente in svariati campi scientifici, bensì anche nella creazione artistica, più particolarmente nelle arti plastiche. L'esposizione « il tempo frattale » è l'occasione d'interrogare le rivendicazioni del « frattalismo ». Le trasformazioni del concetto mano a mano che ci si allontana dal suo terreno d'origine ci informano sui rapporti tra costituzione teorica iniziale e il significato estetico che acquisisce. Noi proponiamo di distinguere, partendo da questo criterio di allontanamento teorico e non da un giudizio estetico, tre forme di deviazione del « frattalismo » : la deviazione tecnica, la valorizzazione estetica e la valorizzazione ideologica.

PAROLE CHIAVE : analogia, arte, deviazione, frattalismo, infografia, Mandelbrot.

Vincent Karim BONTEMS, né à Alger en 1974, est élève-professeur de l'École normale supérieure de lettres et sciences humaines de Lyon et agrégé de philosophie. Après avoir travaillé sur la spatialité géopolitique (mémoire de maîtrise sur « L'Amérique de Marx »), il prépare, à l'École des hautes études en sciences sociales, une thèse sur la relativité d'échelle de Laurent Nottale et sa mise en relation avec la philosophie de la nature de Gilbert Simondon. Il dirige, par ailleurs, l'association d'artistes peintres et poètes ORPHEE.

Adresse : 35, rue de Madrid, F-91190 Gif-sur-Yvette.

Courrier électronique : v.bontems@laposte.net

« Comme toutes les métaphores non-créatrices — qu'il est bien tentant d'appeler les *métaphores de deuxième lit* —, le Chaos, le Fractal, la Catastrophe se contentent d'"illustrer" et de "donner vie à" un modèle importé, *clefs en main*, de théories mathématiques et faisant donc l'économie, sans expérience de pensée propre légitimant le choix des variables, des paramètres qui articulent les mathématiques pures aux causalités réelles. »

Gilles CHÂTELET, *Vivre et penser comme des porcs*.

À l'occasion de l'exposition « Le Temps fractal¹ », plusieurs articles de presse ont fait état d'analogies entre les œuvres d'artistes contemporains et le concept mathématique de fractal, élaboré par Benoît Mandelbrot, sans préciser toutefois la nature exacte de cette analogie. Le rapport de dérivation directe ou indirecte entre nombre de créations contemporaines et la représentation des objets virtuels que sont les fractales mérite pourtant un examen attentif, et cela afin d'éclairer les enjeux des différentes transpositions possibles d'un concept en dehors de son domaine d'origine. Nous proposons quelques aperçus de cette fortune des fractales dans le champ artistique².

FRACTALES ET REPRÉSENTATION

La représentation de l'ensemble de Mandelbrot³ fait partie d'une classe nouvelle de figures géométriques : les fractales. Une fractale (de *fractus*,

1. « Le Temps fractal » (17 juin - 29 juillet 2000) : exposition à la galerie Xippas, 108, rue Vieille-du-Temple, 75003 Paris, avec la participation de E. Berriet, M. Chevalier, P. Dombis, N. Lorenz, J.-C. Meynard, N. Nahas, Y. Rebyj et P. Zarcate. Un catalogue est en préparation.

2. Dans le cadre de cet article, nous n'envisagerons que l'influence exercée par les fractales sur les arts plastiques. Il convient néanmoins de signaler que de nombreux compositeurs, dont le plus connu est Lukas Ligetti, ont composé des œuvres dont la structure s'inspire des algorithmes fractals ou en dérive directement. Voir, à ce sujet, JOHNSON, 1996. De l'avis même de Benoît Mandelbrot, les musiciens « fractalistes », parce qu'ils disposent souvent d'une solide culture mathématique, entretiennent des rapports beaucoup plus étroits avec les fondements théoriques de la fractalité que les artistes plasticiens.

3. L'objet mathématique que l'on appelle l'ensemble de Mandelbrot est obtenu à partir de la cascade de Myrberg (appelée aussi cascade de Feigenbaum) : $z_{n+1} = z_n^2 + c$ (où z_n est une suite de nombres complexes). Si l'on fixe à 0 la valeur de z_0 , le point de départ des itérations, on peut constituer un ensemble formé par tous les nombres complexes c pour lesquels $z_{n+1} = z_n^2 + c$ reste borné, c'est-à-dire ne tend pas à l'infini, et ce quel que soit le nombre des itérations. C'est l'ensemble de Mandelbrot. Si, au contraire, on fixe la valeur de c et que l'on cherche l'ensemble des z_0 pour lesquels la suite z reste bornée, on trouve l'ensemble de Julia associé à la constante c . Les ensembles de Julia furent baptisés par Mandelbrot en hommage

irrégulier ou brisé en latin) est un objet mathématique qui, à la différence des objets de la géométrie euclidienne, possède une dimension fractionnaire. Cette dimension non-entière, ou dimension fractale, quantifie le degré d'irrégularité et de fragmentation d'un ensemble géométrique. Comme le remarque Mandelbrot, l'adjectif fractal en vient alors naturellement à qualifier les objets dont la « forme est, soit extrêmement irrégulière, soit extrêmement interrompue ou fragmentée, quelle que soit l'échelle d'examen⁴ ». Ces formes biscornues sont connues pour leurs propriétés paradoxales: quel que soit l'agrandissement (le « zoom ») auquel on les soumet, il demeure impossible d'en tracer exactement les contours, si bien que, dans le plan, un objet fractal possède une circonférence infinie alors que sa superficie est finie. On a de même observé avec un certain émerveillement la possibilité de revenir à la même forme au terme de zooms successifs sur certaines courbes fractales : c'est ce que l'on nomme l'auto-similarité, la partie ressemblant au tout et ayant la même complexité.

Il est probable qu'en dépit de l'importance que revêt la découverte des fractales, notamment quant à la généralisation du concept de dimension, elle n'aurait pas connu un retentissement aussi considérable en dehors du champ de la recherche mathématique, ni une telle popularité auprès du grand public, si la représentation graphique de ces nouveaux objets n'avait pas été rendue possible par les progrès de l'informatique. C'est en 1979 et 1980 que fut mis au point par Benoît Mandelbrot et ses collaborateurs, Sigmund Handelman et Richard F. Voss, l'algorithme permettant la représentation infographique des fractales. Ces pures abstractions mathématiques qu'étaient les fractales sont alors devenues les icônes de la modernité alors même que leurs applications scientifiques étaient encore inconnues du grand public. Lorsque l'on soumet les nombres du plan complexe à une certaine opération indéfiniment répétée, ceux qui sont à l'extérieur de l'ensemble s'enfuient à l'infini, tandis que ceux qui sont intérieurs se contentent de légers sautilllements autour de leur valeur initiale. Le résultat, visualisé sur un écran d'ordinateur, est une irisation par vagues successives qui souligne l'intrication et la complexité d'une forme mystérieusement évocatrice. Les zones les plus intéressantes sont évidemment les frontières : « Là les détails de la figure s'enchevêtrent à l'infini en une structure étonnante de complexité, de variété et de beauté⁵. » Bien qu'aucune intention artistique n'ait présidé au développement de l'infographie fractale⁶, il était

au mathématicien français éponyme ayant travaillé sur la théorie des itérations des fonctions rationnelles.

4. MANDELBROT, 1997, p. 154.

5. DEWDNEY, 1985.

6. Ce point nous a été confirmé par Mandelbrot lui-même dans le cadre du séminaire du « Laboratoire disciplinaire » (ENS-EHESS) (séance du 25 octobre 2000) : la toute première

clair, dès le stade de l'illustration scientifique, que les fractales possédaient un potentiel esthétique incomparable ; et, de fait, elles furent immédiatement détournées et investies d'une charge émotionnelle inhabituelle pour une représentation mathématique. En un sens, les fractales ont donc d'abord connu un triomphe d'ordre esthétique.

BEAUTÉS INFOGRAPHIQUES

La première forme d'intégration des fractales dans le champ artistique repose sur un procédé technique, à savoir : l'utilisation de programmes relativement simples, qui transforment l'ordinateur en une sorte de microscope permettant d'agrandir à volonté n'importe quelle partie d'une figure fractale (ce que l'on appelle parfois un « Mandelzoom »). Dans le cas de l'ensemble de Mandelbrot, la silhouette de la figure apparaît d'abord comme une sorte de ∞ aux boucles disproportionnées et boursouflées (figures 1 et 1 bis). Un regard averti et plus attentif détecte immédiatement que la petite boucle n'est autre qu'une boursouflure majeure tandis que chaque petite excroissance reproduit la structure de l'ensemble

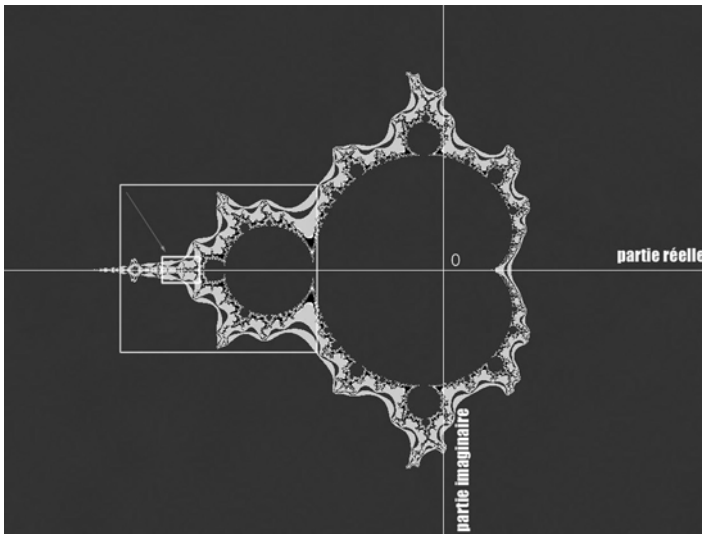


FIG. 1 : Ensemble de Mandelbrot avec repères.

représentation graphique de l'ensemble de Mandelbrot a été obtenue au moyen d'une imprimante « bricolée » à l'époque où il travaillait pour IBM.

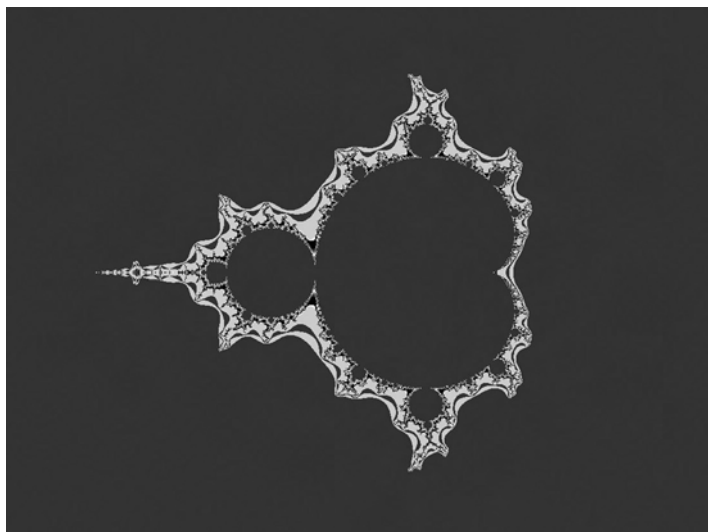


FIG. 1 bis : Ensemble de Mandelbrot.

(figures 2 et 3, les zones d'agrandissement sont indiquées sur la figure 1). Avant agrandissement, la figure évoque aussi bien la silhouette d'un bouddha assis ou l'esthétique musulmane avec ses ogives et ses entrelacements. Mais dès qu'on opère un zoom sur l'un de ses appendices, la figure se métamorphose en des motifs inédits s'apparentant davantage à un art nouveau délirant : on tombe dans un déferlement de vrilles et de tentacules formant les volutes d'une végétation luxuriante. Comme le souligne Jean-Claude Chirollet, une image fractale possède ainsi virtuellement une infinité de formes :

« Une image fractale numérique est, par le jeu de sa définition algorithmique, un ensemble théoriquement infini de détails gigognes et hiérarchiquement entrelacés *ad infinitum*, qui contient virtuellement un ensemble infini d'autres détails, lesquels à leur tour ne représentent qu'une "coupe", une transition vers d'autres agrandissements révélateurs de détails imprévus. Les images fractales sont en restructuration morphographique continue (propriété dynamique appelée "diamorphose")⁷. »

Toutefois, le choix de la localisation et de l'importance de l'agrandissement conditionne la variété des figures obtenues ; en calant correctement le zoom, il est possible d'obtenir une version réduite de l'ensemble, vérifiant donc la propriété d'autosimilarité (figure 3). Les amateurs de fractales se plaisent à établir une sorte de cartographie infinie de l'ensemble de Man-

7. Jean-Claude Chirollet, « De la complexité des formes à la complexité du regard », *in* Collectif, 1999, p. 85. Voir aussi CHIROLLET, 2000.

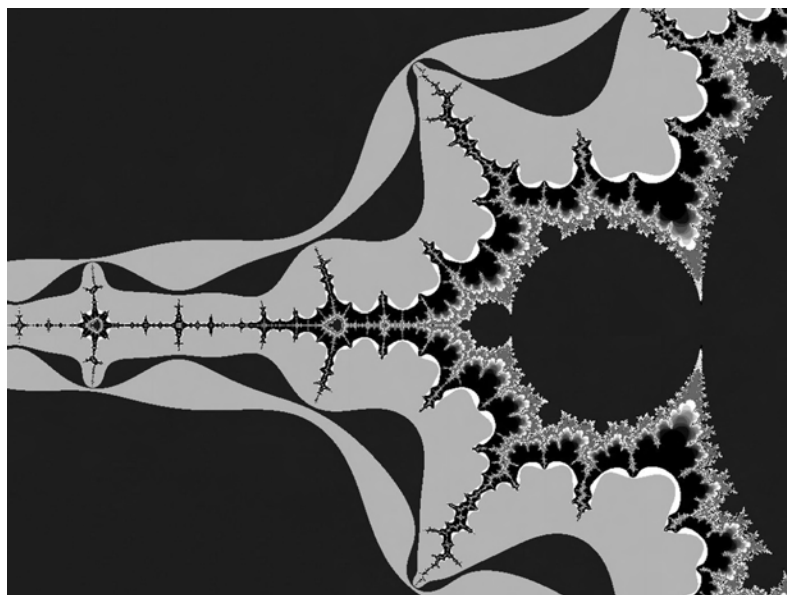


FIG. 2 : Agrandissement du « bulbe ».

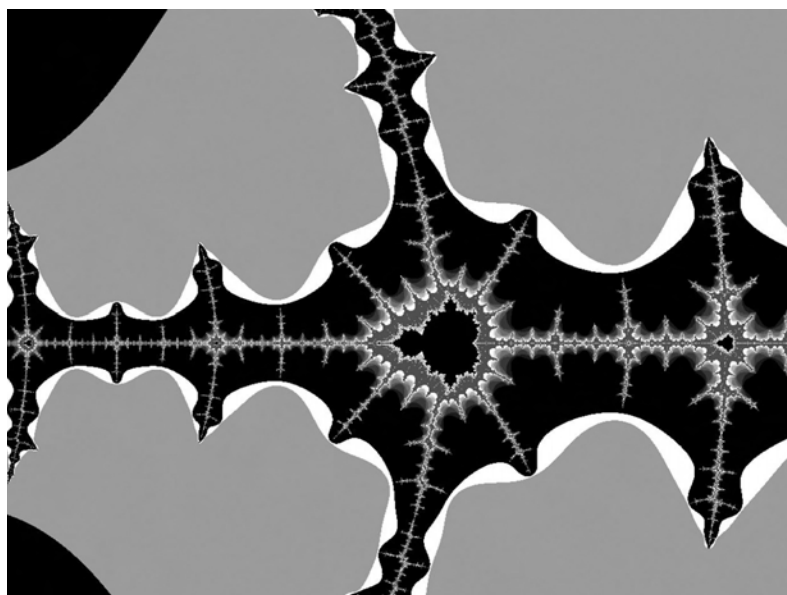


FIG. 3 : Second agrandissement de la dentrite principale et mise en évidence de l'autosimilarité.

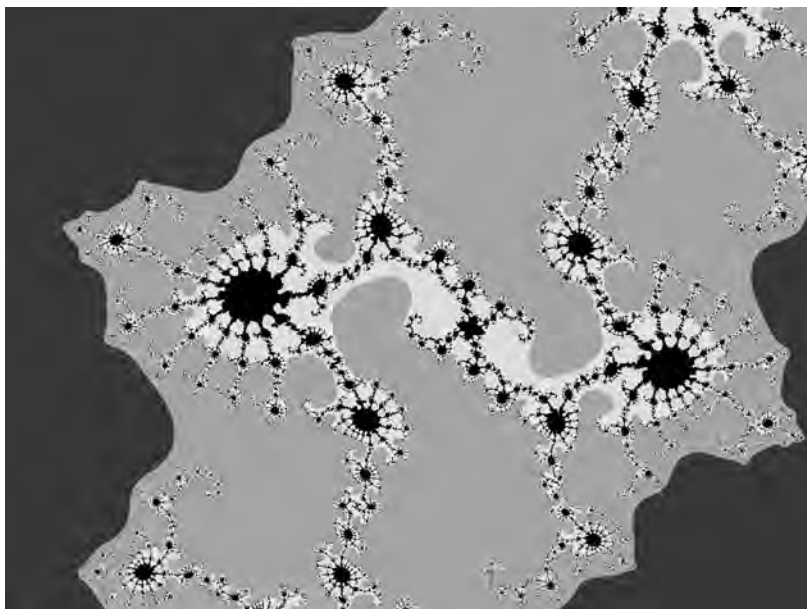


FIG. 4 : La « houlette du berger » et ses archipels psychédélics.

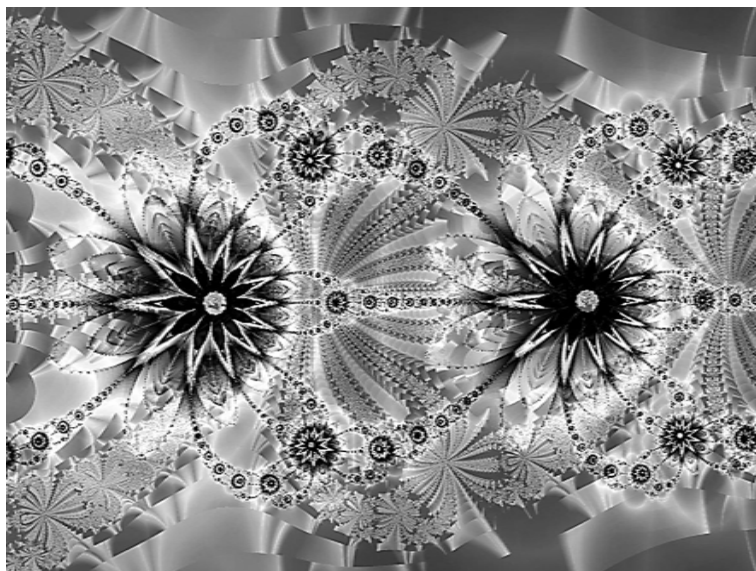


FIG. 5 : Création anonyme pour « Contest 99 » obtenue par superposition de courbes fractales et diverses retouches sous photoshop.

delbrot. Une partie de la figure de départ est plus particulièrement renommée, il s'agit de la « houlette du berger », qui procure l'impression d'une cascade de nébuleuses aux allures psychédéliques (figure 4).

Le premier champ d'application des fractales dans le domaine de l'art fut donc tout naturellement l'infographie ludique et artistique. De nombreux sites fractalistes se sont connectés entre eux sur Internet pour former un « *fractalring* » et chaque année un concours récompense le créateur d'une image de synthèse élaborée à partir d'algorithmes fractals (la figure 5 reproduit une fractale modifiée qui a participé au concours Contest 1999). Les fractales se retrouvent encore dans l'imagerie psychédélique associée à la musique techno : les vidéojockeys usent fréquemment de ces procédés simples et spectaculaires qui consistent à projeter une figure fractale en modifiant rythmiquement soit la palette de couleur, soit la vitesse ou le sens de défilement, soit le zoom. La pulsation ainsi obtenue est idéale pour divertir et fasciner les *ravers* en quête d'une évasion dans l'imaginaire ou d'une évocation des plis et replis de la conscience. La fascination qu'exercent les images fractales a cependant entraîné la dilution du concept : fractal en est venu à désigner dans le grand public n'importe quelle image de synthèse kaléidoscopique. C'est seulement pour l'infographiste et les connaisseurs que l'appellation fractale demeure liée à l'usage d'un générateur mandelbrotien ou analogue (par exemple, figure 6,

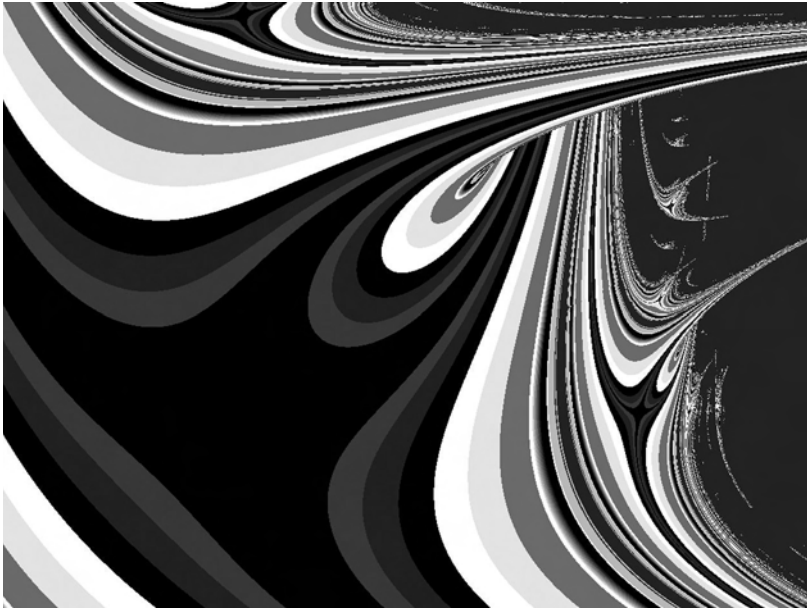


FIG. 6 : Fractale de Lyapunov (détail).

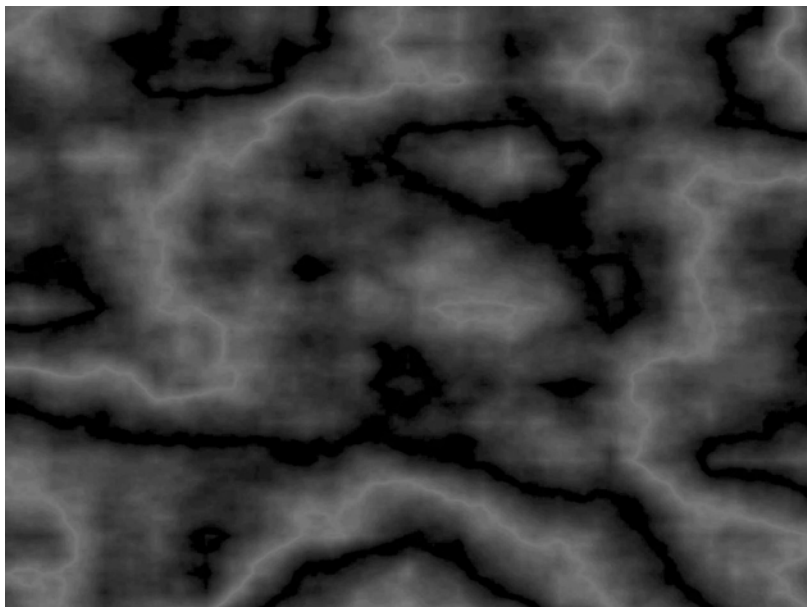
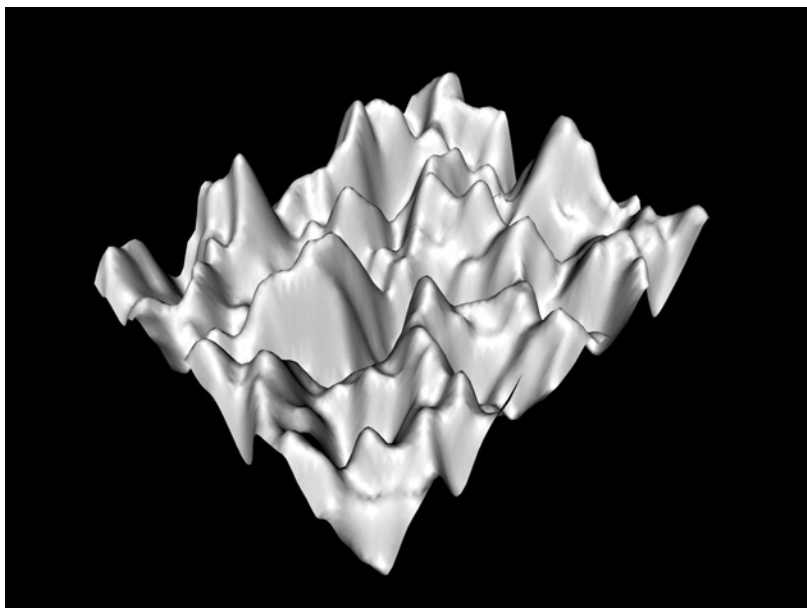


Fig. 7 et 8 : *Bruit de fond fractal et élévation d'une surface.*



le générateur de Lyapunov). Les infographistes préfèrent d'ailleurs le terme « d'art algorithmique » à celui d'art fractaliste pour désigner leurs créations. Il est à noter en outre que l'impression esthétique et quasihypnotique des images fractales est davantage liée aux franges de couleurs associées aux points qui s'envolent à l'infini qu'à l'ensemble lui-même dont les points ne forment que le cœur obscur et déchiqueté de l'image (le « lac »). Paradoxalement, ce qui est le plus apprécié dans la représentation d'une courbe fractale, ce sont les points qui lui échappent.

D'autres représentations fractales sont susceptibles de frapper l'imagination et ont vocation à être employées en infographie, c'est notamment le cas des simulations de relief terrestre par élévation d'un « bruit fractal » : les différences d'intensité au sein du champ sont converties en courbes de niveau (figures 7 et 8). Tandis que les courbes fractales (objets dont la dimension est comprise entre 1 et 2) semblent nous livrer à la fantaisie exubérante du psychédéisme, les surfaces fractales (objets dont la dimension est comprise entre 2 et 3) sont au contraire particulièrement bien adaptées à une représentation « naturaliste » de reliefs montagneux. Une fois encore l'infographie non-scientifique ne fut pas longue à s'emparer de ce modèle puisque Kenton Musgrave⁸, qui fut l'élève de Mandelbrot à Yale, devint par la suite le créateur de fabuleux paysages synthétiques. La plupart des cordillères qui apparaissent dans les images de synthèse sont des surfaces fractales, ce qui signifie qu'elles ont en réalité une superficie infinie, mais que leur superficie projective est positive et finie. À la différence des courbes, les surfaces doivent donc être observées à une certaine échelle pour produire l'impression esthétique recherchée : en zoomant, on s'aperçoit que les pentes du relief sont lisses, ce qui produit l'illusion de la montagne type avec ces vallons et ces alpages lissés par l'érosion. Mais à partir d'un même bruit de fond, on peut obtenir des reliefs plus ou moins accidentés selon l'indice d'élévation (figures 9, 10 et 11) : ce qui est fractal c'est la répartition des formes et non les formes elles-mêmes. Dans ce second usage des fractales en infographie, on observe un double renversement : l'impression esthétique est bien liée cette fois à la figure fractale en elle-même et elle vaut par sa référence à la réalité et non à l'imaginaire. Il est à noter que certaines courbes fractales pouvaient cependant déjà prétendre au statut de représentation fidèle de la nature ; ainsi les courbes qui servent à modéliser les côtes océaniques cumulent les caractéristiques naturalistes des surfaces fractales avec la possibilité de zoomer et de voyager entre les échelles : un fjord renferme des golfes et ceux-ci des petites

8. Kenton Musgrave a fondé *FractalWorld*, l'entreprise d'infographie qui a assuré, entre autres, les effets spéciaux du film « Titanic ». En raison de sa double compétence, scientifique et artistique, Mandelbrot l'a appelé « *the first true fractal-based artist* ».

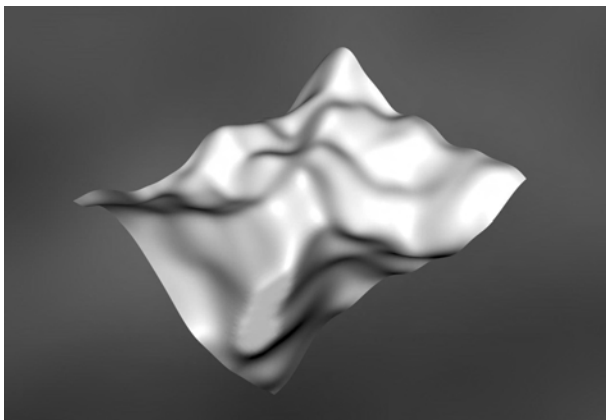
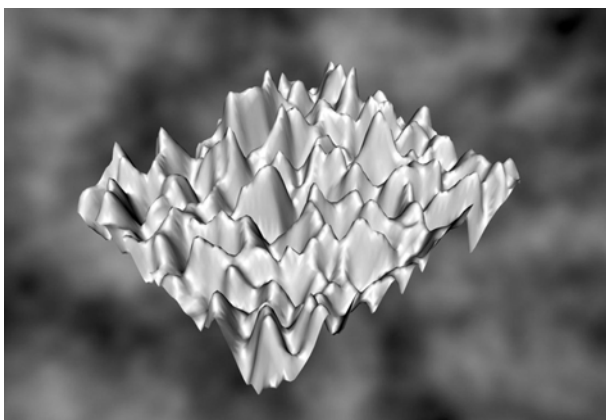
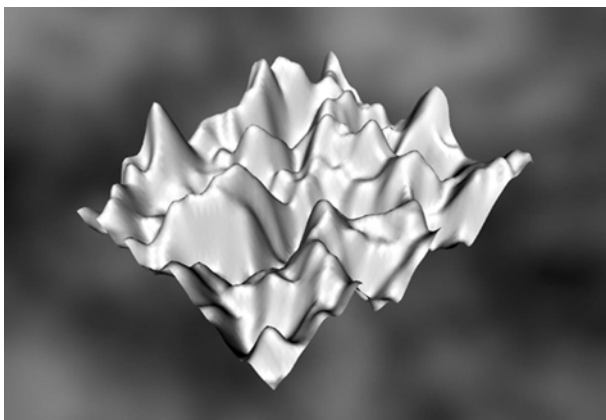


FIG. 9, 10 et 11 :
Trois exemples
d'élévation à partir
du même bruit de
fond dont les
indices sont
respectivement 100,
30 et 15. Le bruit de
fond est
partiellement
représenté en fond
d'image.



criques (si l'on s'en tient à des fractales autosimilaires, car on pourrait imaginer qu'une description fractale descende jusque dans les anfractuosités de la découpe des rochers puis dans les interstices de la matière, ce qu'aucun algorithme ne réalise encore). Il existe en outre des algorithmes, mis au point par Allan Norton, permettant la représentation de « masses fractales », c'est-à-dire opérant une itération sur des quaternions⁹. Ainsi l'outil Frax.4D du *plug-in* Kpt produit des volumes fractals dont les qualités esthétiques sont peu évidentes : tout ce qui est fractal n'est pas forcément beau et poétique... (figure 12).

De tous ceux qui font usage des fractales à des fins esthétiques, les infographistes sont certainement les plus familiarisés avec leurs caractéristiques proprement mathématiques (autosimilarité, dépendance d'échelle, non-dérivabilité, contraintes de résolution, etc.). Il n'y a rien d'étonnant à cela dans la mesure où ils sont les plus dépendants des contraintes techniques liées aux fractales pour construire des images de synthèse. La valeur attribuée à ces procédés dépasse cependant le cadre d'une évaluation purement technique : l'infographiste qui utilise une surface fractale pour créer une montagne n'hésitera pas à se justifier en arguant que, dans la réalité, les montagnes sont justement des fractales. Certains infographistes

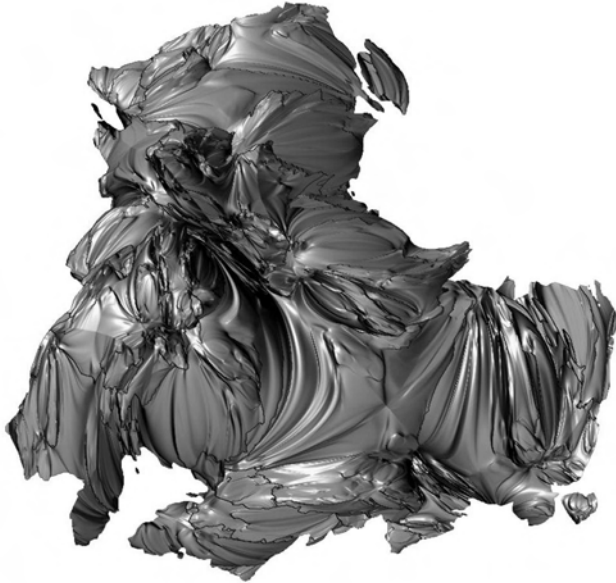


FIG. 12 : Un « tas de boue » fractal.

9. Une explication du procédé et une illustration se trouvent in MANDELBROT, 1999, p. 464 et 467.

défendent même l'idée que la réalité dans son ensemble est de nature fractale et que la simulation du réel est vouée à développer et à sélectionner les fractales. Certes on utilise encore peu les algorithmes permettant le calcul de volumes fractals pour simuler des objets tridimensionnels, mais la valeur esthétique des fractales ne s'en trouve guère diminuée puisque les simulacres sont principalement des pliages de surfaces : les images de synthèse sont creuses et leur complexité dépend du nombre de faces calculées. Ce qui limite véritablement alors la valeur esthétique des fractales, ce n'est pas tant leur artificialité que leur reproductibilité parfaite : les créations infographiques n'ont d'originalité que leurs couleurs et ne produisent un effet d'aura que durant l'événement que constitue leur association à la musique. Il ne suffit pas d'affirmer à propos des fractales, comme Heins-Otto Peigen et Peter H. Richter¹⁰, les deux promoteurs de l'imagerie fractale les plus connus, qu'elles expriment une beauté, déjà présente dans la nature (les arborescences, les cristallisations, etc.), et qu'elles représentent une véritable nouveauté pour en conclure qu'elle constitue automatiquement une forme d'art ; au contraire, il semble que la qualité artistique de l'infographie dépende des modifications qui procurent à chaque image son originalité.

L'ESTHÉTIQUE FRACTALISTE

Limitées en tant qu'œuvre d'art par leur dépendance envers une technique, les créations infographiques n'en induisent pas moins un bouleversement de l'ordre esthétique. Elles invitent à une « vision du monde pluri-scopique » pour reprendre l'expression de Jean-Claude Chirollet :

« Comparée au clacissisme de l'ordre rationnel cohésif et de la symétrie ordonnatrice totalitaire, l'esthétique fractaliste apparaît comme son antithèse. D'une part, en effet, elle revendique l'abandon artistique de l'idéal de symétrie qui lui apparaît comme un leurre à la lumière des théories physico-mathématiques de la non-linéarité des processus chaotiques, pour lesquels le hasard et les bifurcations de trajectoires imprévisibles jouent un rôle primordial au sein de la science des phénomènes dynamiques. D'autre part, elle fait l'éloge du fragment et du détail, car les lois de la complexité fractale ne sont pas des lois cohésives, mais au contraire elles sont des lois de la dispersion et de la décomposition hyper-individuée, de la fragmentation *ad infinitum* et de la recomposition structurelle parcellaire à toute échelle d'observation¹¹. »

Il faut donc relever d'emblée une double dérivation de la valeur esthétique des fractales : technique et sémantique. En premier lieu, la construc-

10. PEITGEN et RICHTER, 1986.

11. Chirollet, *in* Collectif, 1999, p. 83.

FIG. 13 :

Le pseudo-cube de Menger avec seulement deux itérations.

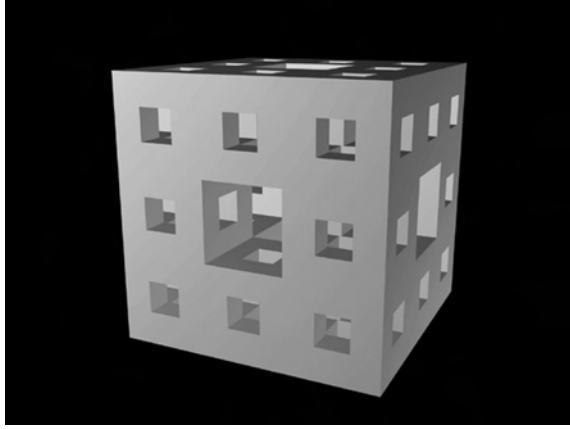


FIG. 14 :

Un cube fractal de Sarlat est un simulacre de pseudo-cube de Menger.

(Les miroirs donnent l'illusion d'itérations infinies).



tion fractale suggère la possibilité de systématiser et de privilégier « une géométrie du grêlé, du criblé, du disloqué, du tordu, de l'enchevêtré, de l'entrelacé¹² ». Mais la fractalisation désigne aussi plus généralement la dispersion de l'unité de l'objet et du regard au profit d'une multiplicité de profils et d'une profusion de détails. En quittant le domaine de l'infographie, on abandonne le déploiement de la figure dans l'infini virtuel et l'on retrouve la véritable tridimensionnalité. Qu'on s'inspire des courbes et des surfaces fractales pour construire un objet matériel, ou qu'on tente de construire un objet fractal tridimensionnel, la résistance physique des matériaux impose alors une limite à la fractalité des objets (même l'infographiste éprouve des difficultés à représenter ce type d'objets parce qu'il n'existe pas d'algorithmes et qu'il doit construire « à la main »). L'exemple le plus connu est « l'éponge de Sierpinski-Menger » : un cube (figure 13) dont la dimension est comprise entre 2 et 3, c'est-à-dire est inférieure à la dimension topologique d'un volume ordinaire. Ce modèle a fortement inspiré les « cubes fractals » (figure 14) et les « cubes virtuels » de l'architecte Serge Sarlat :

« La décomposition du cube en une cascade de sous cubes emboîtés reproduisant sans fin les mêmes alternances ternaires de vide et de plein est une variation sur les objets fractals connus en mathématique sous le nom d'ensembles triadiques de Cantor, de tamis de Sierpinski et d'éponges de Sierpinski-Menger¹³. »

Le résultat est une série de dispositifs intégrant architecture fractale, miroirs et écrans de vidéo. Si les composantes matérielles ne peuvent pas être réellement fractales à l'infini, la mise en abyme provoquée par les jeux de miroirs et les projections sur écran vidéo démultiplient la décomposition de l'ensemble et provoque cet effet de vertige propre à la fractalité. Sarlat fut ainsi l'un des premiers à proposer un « voyage dans la 2,72^e dimension » (Centre Georges-Pompidou en 1992). Mais il a aussi analysé et souligné la présence latente de constructions fractales dans le domaine pictural : par exemple, les vagues représentées dans *La Marée du printemps* de Li Ti, rouleau qui date de la dynastie Song et que l'on peut admirer au musée national de Taipei, présentent une analogie frappante avec l'ensemble de Mandelbrot ou sa variante appelée Julia (figures 15 et 16). Cette anticipation est d'autant plus convaincante que les vagues ont réellement une structure fractale. Mandelbrot avait lui-même signalé, dans « *the-book-within-the-book*¹⁴ » contenu dans *The Fractal Geometry of Nature*, la profonde analogie entre *La Grande Vague* de Katsuchika Hokusai (1760-

12. Gleick, 1991, p. 127, cité par Christine Buci-Glucksmann, in « Enjeux du fractal en art », in Collectif, 1999, p. 12.

13. SARLAT, 1997, p. 18.

14. MANDELBROT, 1999.

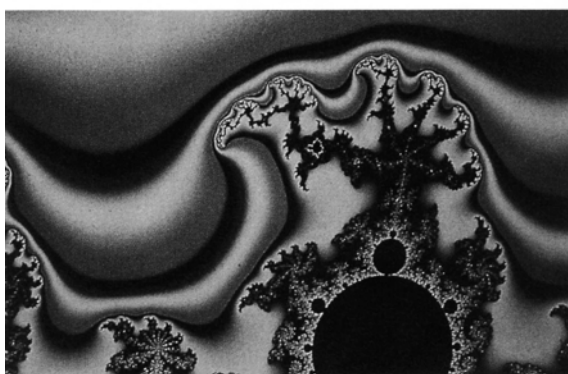
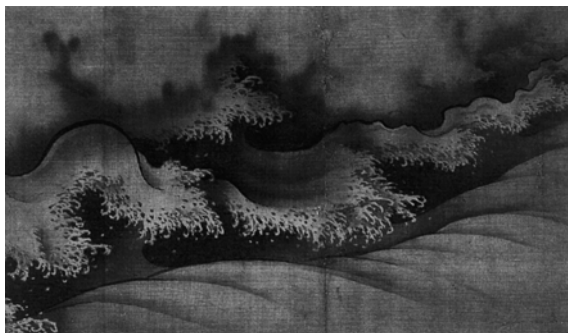


FIG. 15 : *Analogie découverte par Sarlat entre Li Ti et Mandelbrot.*

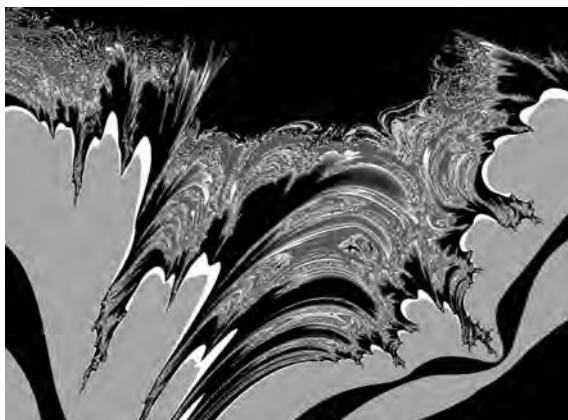


FIG. 16 : *La fractale de Julia (modifiée) évoque le flux et le reflux des vagues.*

FIG. 17 : *Tract du manifeste fractaliste.*

N@rt présente

LE MANIFESTE FRACTALISTE
ART ET COMPLEXITÉ

- 1- C'est en fonction de propositions communes que nous nous regroupons. Ce collectif affirme avec ses œuvres, le paradigme de la complexité chaotique-fractale.
- 2- La problématique, d' "Art et Complexité", est d'abord et avant tout une organisation visuelle, le potentiel à une construction sans limite dans un processus sans fin.
- 3- Notre activité fractaliste se manifeste au travers d'univers où abondent les formes aléatoires et proliférantes.
- 4- Nous abandonnons la rationalité euclidienne au profit de processus imprévus et non programmés.
- 5- La vision labyrinthe et son parcours aléatoire se proposent de reconstruire l'imaginaire et d'ouvrir une perspective nouvelle.
- 6- Dans la spirale ordres - désordres, l'œuvre est l'émergence éphémère d'une hybridation : un passage.
- 7- L'activité fractaliste, de la peinture aux nouvelles technologies, cristallise un champ où se matérialisent : réseaux - jeux d'échelles - prolifération auto-similarité - hybridation - récursivité structures dissipatrices - effet papillon attracteurs étranges - infinitisation.
- 8- Toutes nos œuvres sont maximalistes, c'est par l'excès d'informations que l'on accède au vertige fractal.
- 9- Le paradigme de la complexité chaotique-fractale constitue la dynamique privilégiée de la recherche contemporaine des pratiques et du savoir.
- 10- Aujourd'hui, nous nous engageons dans un renouveau radical du modèle de création.

**EDWARD BERKO - MIGUEL CHEVALIER -
PASCAL DOMBIS - CARLOS GINZBURG -
CESAR HENAO - JIM LONG - STEVEN MARC -
JEAN CLAUDE MEYNARD - JOSEPH NECHVATAL -
YVAN REBYJ - PIERRE ZARCATÉ**

avec
Henri François Debailleux-journaliste, Christine Buci
Glucksman-philosophe, Susan Condé-écrivain

Galerie N@rt
L'Art sur Internet
<http://www.nart.fr>

Galerie Mabel Semmler
"Espace Furstenberg"
9 place de Furstenberg
75006 PARIS

La vente aux enchères d'œuvres fractalistes, dirigée par Maître Binoche, aura lieu le Dimanche 23 Novembre 1997 à 14h30, à Richelieu-Drouot

1849) et les fractales, ainsi que l'anticipation de Léonard de Vinci dont *Le Déluge* représente des turbulences. On peut avec ces deux exemples (les cubes fractals et la vague) constater que la valeur esthétique des fractales peut se manifester indépendamment des procédés techniques infographiques et des virtualités mathématiques.

Ainsi le processus d'intégration de la valeur esthétique véhiculée par les fractales ne concerne pas seulement l'infographie et se détache progressivement du procédé technique de construction fractale pour privilégier l'aspect sémantique. À ce titre, le travail de Miguel Chevalier représente une transition entre infographie et art plastique, respect de la technique et inspiration esthétique. Ses montages interactifs plongent le spectateur dans une dynamique fractale : tantôt ce sont des ondes qui se répètent et oscillent en fonction des déplacements du visiteur (*Périphérie*) tantôt un paysage montagneux qui défile sous ses yeux (*Paysage artificiel*). Ces dispositifs tirent ainsi partie des procédés de construction fractale en les dépouillant de leur caractère purement illustratif pour les intégrer dans un processus de création plus sophistiqué, plus énigmatique, et destiné à questionner le regard du spectateur. C'est pourquoi le « Manifeste fractaliste » (figure 17), élaboré en 1997 par Chevalier et d'autres artistes (peintres, graphistes et plasticiens), proclame que le fractalisme est lié aux fractales indépendamment de l'infographie. Le collectif des fractalistes (figure 18) ne se fonde pas sur une technique, mais sur la valeur paradigmatique de la complexité chaotique et fractale qui « constitue la dynamique privilégiée de la recherche contemporaine des pratiques et du savoir ». Une rénovation radicale du processus de création est envisagée sur cette base et le manifeste préconise à cette fin l'intégration d'un certain nombre de schèmes et

Edward Berko.	Jim Long.
Miguel Chevalier.	Nancy Lorenz.
Pascal Dombis.	Jean-Claude Meynard.
Carlos Ginzburg.	Yvan Rébyj.
Cesar Henao.	Pierre Zarcate.

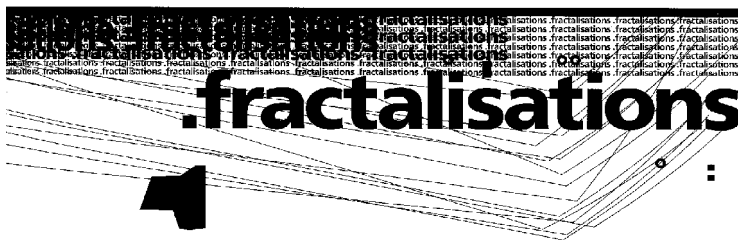


FIG. 18 : Page de garde du catalogue *Fractalisations*.

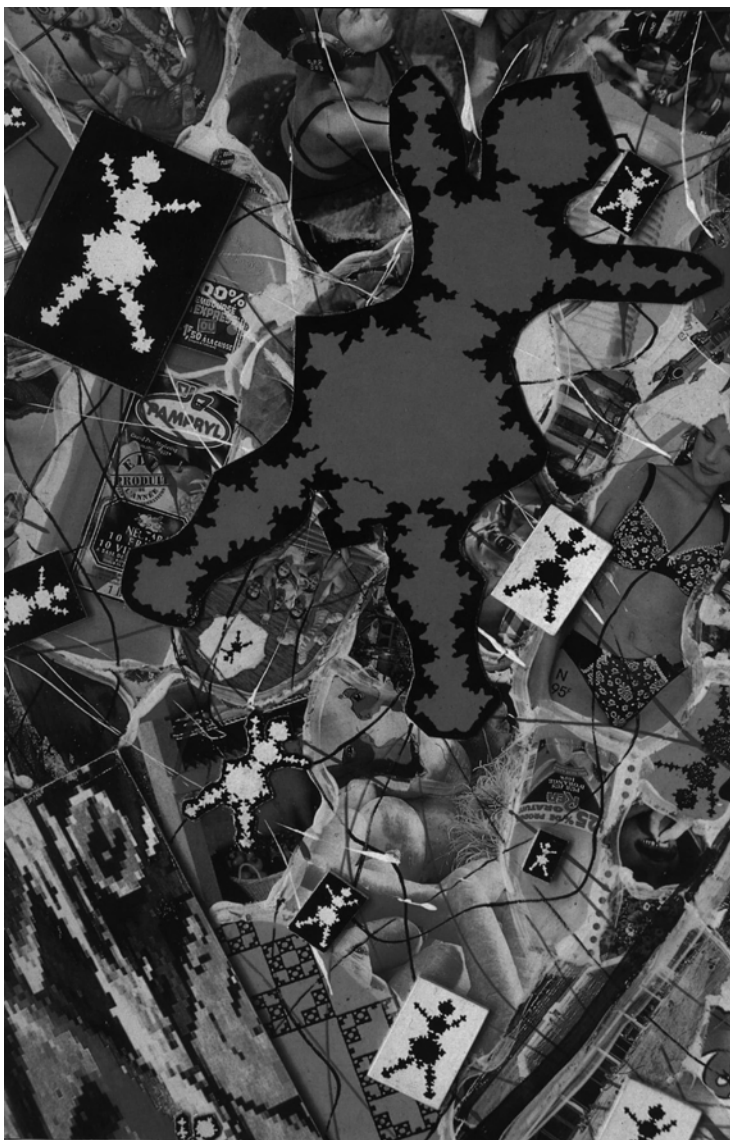


FIG. 19 : Homo fractalus de Carlos Ginzburg (détail).

de concepts liés aux fractales ou aux nouvelles technologies : les réseaux, les jeux d'échelles, la prolifération par autosimilarité, la récursivité des structures dissipatrices, les attracteurs étranges, l'effet papillon et l'infinittisation sont invoqués pour caractériser l'activité fractaliste.

Avec Carlos Ginzburg et son *Homo fractalus*, l'analogie est flagrante : le leitmotiv de ses compositions foisonnantes est un pictogramme évoquant à la fois l'ensemble de Mandelbrot et une silhouette humaine stylisée (figure 19). Cette icône est reproduite à différentes échelles sur un fond kaléidoscopique de collages, dont la prolifération complexe rappelle autant un système vasculaire qu'un tissu urbain. Structure rhizomique, enchevêtrement chaotique, invariance entre les différentes échelles de représentation de l'*Homo Fractalus*, autant de traits constitutifs de l'œuvre de Carlos Ginzburg qui renvoient inévitablement au concept de fractal et à ses dérivés. Yvan Rebyj propose, quant à lui, dans ses *Univers*, une descente dans l'infiniment petit : ses compositions évoquent la représentation microphysique de la matière avec ses micro-organismes, ses particules ou ses décharges énergétiques. On hésite à se croire plongé dans la structure interne d'un végétal ou d'un corps inorganique. La répartition des éléments et leur enchevêtrement évoque la structuration fractale de la matière. *La Table périodique des éléments* ou les *Anneaux d'argent* (figure 20) de Nancy Lorenz procurent aussi cette fascinante impression d'accéder au monde des petites échelles. La première de ces créations semble reproduire une structure alvéolaire de la matière, tandis que le relief des feuilles d'argent sur panneaux de la seconde, avec ses multiples foyers de cercles concentriques et leurs interférences, évoque une pluie microscopique et s'inspire visiblement du générateur fractal « Circle » (figures 21 et 22). Dans les œuvres de ces deux artistes, l'art de la composition s'inspire des répartitions fractales de matières en amas non-homogène, et la représentation tire son étrangeté familière de ce que le sujet paraît renvoyer à l'exhibition à notre échelle de structures microscopiques insoupçonnées.

L'art fractaliste ne se définit donc pas tant en fonction d'une technique de construction de ses objets, ni même par une incorporation de formes authentiquement fractales au sein de l'œuvre, qu'en référence à la valeur esthétique et signifiante des fractales. On peut même observer une double dérivation du fractalisme à partir de cette valeur des fractales, d'une part en raison de leur beauté intrinsèque et, d'autre part, en raison de leur capacité présumée à révéler la réalité profonde en dévoilant son visage à d'autres échelles. À ce stade de la dérivation, il n'y a plus forcément de relation directe entre les œuvres et le modèle mathématique, comme le reconnaît fort justement Susan Condé :

« Il n'existe aucun rapport artistique entre les œuvres d'art présentées ici et les images du fractal synthétique qui sont faites par des scientifiques utilisant les

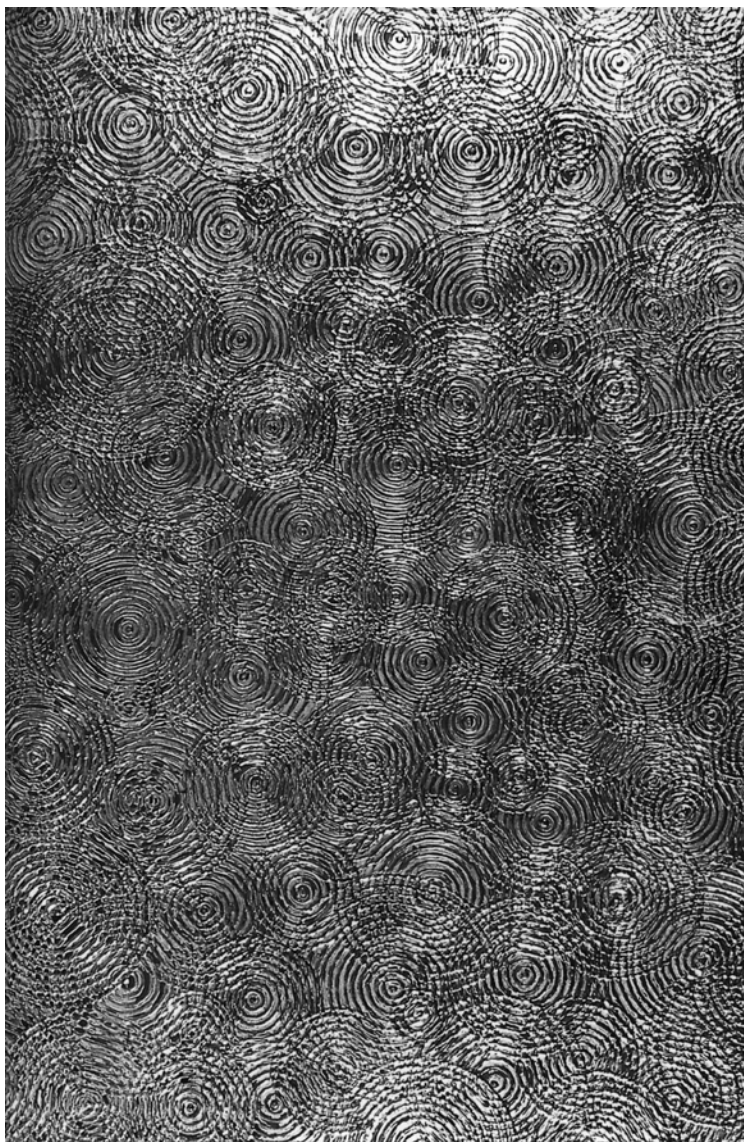


FIG. 20 : Silver rings *de Nancy Lorenz.*

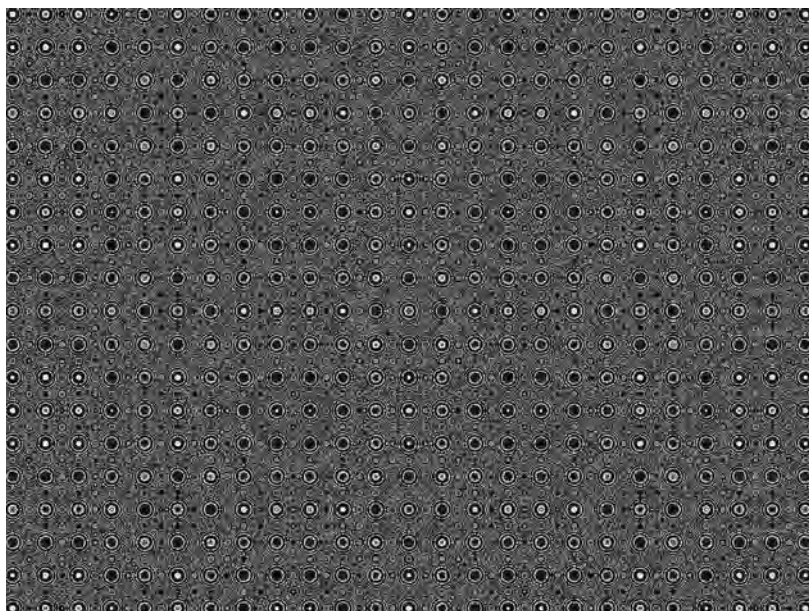
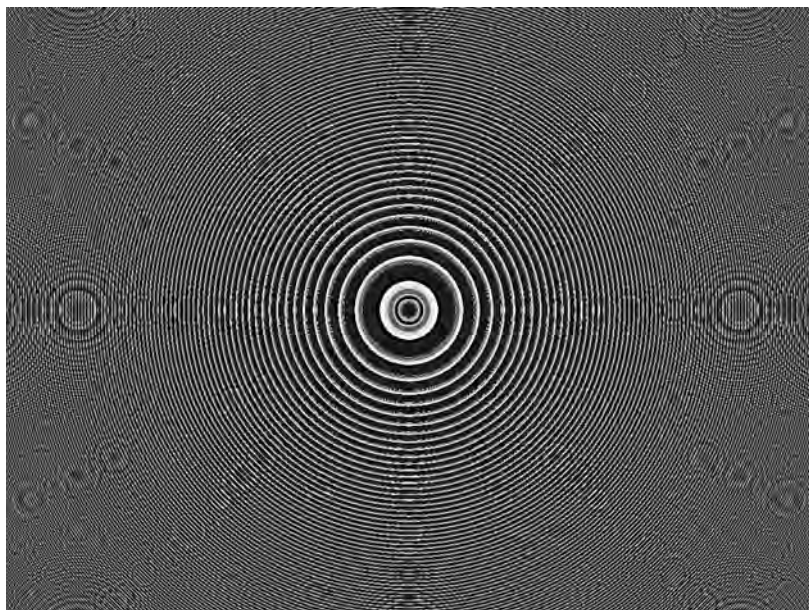


FIG. 21 et 22 : Application du générateur « Circle » dans Fractint 20.0 et agrandissement d'un détail.



algorithmes et l'informatique. Les artistes du mouvement fractaliste situent leur travail dans un schéma de métaphorisation et de poétisation de la fractalité¹⁵. »

Les splendides *Trames* et *Drames* de Pierre Zarcate nous font justement franchir ce cap supplémentaire dans la métaphorisation du concept de fractal et dans l'éloignement de sa technique de construction. La texture de la trame et la dynamique du drame ne renvoient plus directement aux fractales, quoiqu'elles participent de l'esthétique fractaliste : la composition, où dominant la non-symétrie, l'hétérogénéité, mais où reviennent aussi des motifs invariants, vise à instiller le vertige dans le regard du spectateur, qui ne sait plus à quelle échelle se situer pour embrasser l'œuvre et son sens.

Les *Craps* et *Nihilo* de Cesar Henao n'entretiennent plus aucun rapport avec la forme des figures fractales, mais jouent sur le principe d'invariance d'échelle : les mêmes éléments structurants se trouvent reproduits obsessionnellement et rétrécis à mesure que l'on s'approche du centre. L'effet produit, parfois renforcé par une séparation des plans en profondeur, est celui d'une mise en abyme. Pascal Dombis, lui, tire partie dans ses *Rizong* de la notion de réseau, mais les couleurs et les matières (plexiglass) employées le rattacheraient davantage au Pop art. Le minimalisme de Jim Long suggère des analogies avec des visions de groupements cellulaires. Le lien de dérivation entre la technique de construction fractale et les œuvres des fractalistes n'existe plus alors, même si l'on retrouve toujours dans ces dernières une évocation de la valeur esthétique de la géométrie fractale, au moins dans le détachement qu'elle implique vis-à-vis du classicisme euclidien : « [...] comment appréhender et créer une "forme" non-euclidienne et non-formaliste ? [...] dans tous les cas, on a une géométrie sans objet géométrique¹⁶. » L'opposition au classicisme n'équivaut cependant pas à une intégration du paradigme de la fractalité et ne suffit pas à la définir : il existe des géométries non-euclidiennes (comme la géométrie riemannienne) qui n'ont aucun rapport avec les fractales. Ce n'est pas tant comme ligne de partage que parce qu'ils sont deux pôles de la figuration géométrique, que l'on peut opposer le classicisme euclidien et la prolifération fractale. Enfin, Jean-Claude Meynard revendique son appartenance à la même mouvance, mais si ses toiles ont bien un « air de famille » avec le reste du collectif, on serait en peine de justifier l'appellation fractaliste de ses décompositions bicolores néocubistes. Il en est de même pour Edward Berko dont le travail renvoie davantage à Henri Michaux ou à Paul Jackson

15. Susan Condé, in « L'existence de l'art fractal », in Collectif, 1999, p. 73. Voir aussi CONDÉ, 1993.

16. Buci-Glucksmann, in Collectif, p. 11.

Pollock malgré la référence explicite au rôle du hasard et à la fractalité : en regardant sa *Fugue fractale. Des panaches de feu à la surface du soleil*, il faut faire preuve de beaucoup d'imagination pour y déceler une évocation de phénomènes astronomiques.

LE TEMPS DES FRACTALES

Pourquoi des artistes, venus d'horizons divers et aux styles si contrastés ont-ils formé un collectif fractaliste ? Au-delà de la nécessité stratégique pour les artistes de se regrouper afin d'accéder à la visibilité, c'est la spécificité de la référence aux fractales qui nous préoccupe. Deux facteurs principaux semblent ici intervenir : d'une part, la dérivation effective d'une esthétique fractaliste d'après la valeur esthétique des fractales, elle-même dérivée de la découverte de la géométrie fractale ; d'autre part, le sentiment d'une appartenance à une avant-garde constituée autour de la reconnaissance du rôle paradigmatique des fractales pour représenter les structures de l'univers. Dans le premier cas, il s'agit d'une répercussion technique : les figures fractales produites par l'infographie ont découvert un nouvel horizon esthétique que les autres formes d'art tentent d'investir. Dans le second, la référence à un temps fractal est de nature idéologique : effet de mode ou prise en compte de l'évolution des idées, les artistes tiennent à donner leur propre recherche pour un écho des développements scientifiques les plus récents. Cette forme de solidarité par appartenance à un même « temps » explique pour une part la dissemblance des productions des fractalistes (voire leur inégale pertinence). Henri-François Debailleux, l'instigateur de la plupart des expositions des fractalistes, considère qu'il y a analogie entre la convergence de ceux-ci et l'essor des fractales dans le champ scientifique :

« [...] l'utilisation du fractal comme outil de recherche touche aujourd'hui tous les domaines : économique, comme l'a récemment montré Benoît Mandelbrot (le père de la théorie) dans son dernier ouvrage, *Fractales, hasard et finance* ; physique avec Pierre-Gilles de Gennes ; astrophysique avec Laurent Nottale ; sociologique avec Michel Maffesoli et son analyse de la tribalisation de la société ; médical avec la découverte de nouveaux traitements ; et bien sûr celui de la communication avec l'Internet¹⁷. »

On peut se demander alors si la disparité des travaux fractalistes et le flou des concepts employés par le « Manifeste fractaliste » ne se retrouve

17. Henri-François Debailleux, in « Le papillon et le hérisson », in Collectif, 1999, p. 7.

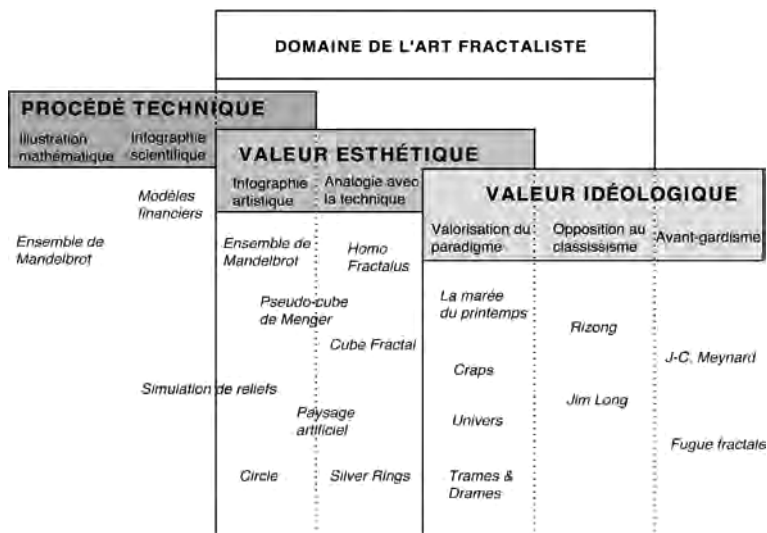


FIG. 23 : Schéma de dérivation du fractalisme.

pas dans cette assimilation de travaux scientifiques aussi différents que les arides recherches de de Gennes et les amphigouris mystifiants de Maffesoli. Contre cet amalgame entre d'authentiques processus de dérivation ou de métaphorisation du concept de fractal et l'habillage sans vergogne de pseudo-théories et de pseudo-créations, il est impératif de différencier les trois dérivation possibles du fractalisme : la dérivation technique, la dérivation esthétique et la dérivation idéologique (figure 23). La confusion ne profite en effet à personne : indiquer le degré de proximité d'un artiste avec le concept mathématique de fractal ne préjuge en rien de la qualité de son œuvre alors qu'entretenir la confusion accrédite l'idée que le fractalisme ne correspond qu'à une dérivation idéologique.

Cependant, il serait restrictif et illusoire de vouloir distinguer les artistes authentiquement fractalistes d'après les seuls critères techniques. La dérivation première d'une esthétique fractaliste dépend, certes, des propriétés de la géométrie fractale, mais cette dérivation est néanmoins un processus de métaphorisation au cours duquel l'art dégage progressivement le sens et la valeur du procédé technique. La valeur esthétique de la géométrie fractale n'est pas attachée indissolublement à sa consistance mathématique. De même que les fractales se voient réinvesties d'une nouvelle signification dans chacun de leurs domaines d'application scientifique, de même la fractalité dans chacune des productions artistiques. Sans doute, d'ailleurs, les deux processus d'exportation du concept et du schème ne sont-ils pas sans

rapport : « [...] la variation systématique des échelles de grandeur induit une philosophie scientifique fragmentiste qui sert de référence théorique à l'esthétique de la fragmentation indéfinie des objets de l'art fractaliste¹⁸. » Si bien que le sens de la valeur accordée aux fractales ne se trouve pas dans sa filiation technique, mais au contraire dans le devenir de la notion de fractale, dans l'affirmation que des « fractalisations » sont à l'œuvre dans tous les champs. Ce que partagent les fractalistes, au-delà d'un air de famille, c'est la conviction que le monde, celui que l'art donne à voir aujourd'hui, est un monde fractal : « *The world is a continuum of fractality, of order and order self generating in a recursive and infinite cycle, engendering the genesis of the world*¹⁹. »

Il n'est pas étonnant alors que les œuvres de certains de ces artistes entrent en résonance avec la théorie de Nottale qui affirme la fractalité de l'espace-temps : « Au premier regard on est en effet immédiatement pris dans les plis, des froissements, des "rugosités" pour reprendre le terme de Laurent Nottale qui va même jusqu'à parler, belle image, de "hérisson fractal"²⁰. » Ce que doivent chercher ces artistes dans la théorie de la relativité d'échelle, est davantage qu'une nouvelle métaphore, c'est la possibilité de donner sens à un monde, dont l'art entreprend de restaurer l'unité et la valeur, même si cela passe, paradoxalement, par la reconnaissance de son émiettement fractal entre les différentes échelles où il nous est accessible. La vision du monde que propose la Théorie de la Relativité d'Échelle ne peut être relayée par un processus de métaphorisation que si le sens de la fractalité n'est pas méconnu, ni dilué dans l'amalgame de « l'avant-gardisme ». Le sens de la fractalité, c'est d'ouvrir à la perception des échelles et non d'attirer le regard sur des formes curieuses :

« Il s'agit de comprendre que les "vues" à différentes échelles ne sont pas des projections sur des corporéités - écran d'un En soi inaccessible - [...] que la réalité est leur membrure commune, leur noyau, et non quelque chose derrière elles : derrière elles, il n'y a que d'autres "vues" conçues encore suivant le schéma en soi - projection²¹. »

Ainsi l'œuvre d'art ne tire-t-elle pas son sens de sa composition technique, ni de son insertion au sein d'un courant de pensée pseudo-religieux pour lequel la fractalité serait un expédient spirituel, mais de la possibilité presque magique de nous rendre un regard démultiplié sur le monde : « L'art fractal cherche à rendre visible un regard "fractal". Il encourage le spectateur à voir et à expérimenter la fractalité qui est autour de lui, qui se

18. Chirollet, in Collectif, 1999, p. 85.

19. Condé, in Collectif, 1999, p. 77.

20. Debailleux, in Collectif, 1999, p. 8.

21. MERLEAU-PONTY, 1993, p. 280.

retrouve dans la réalité de l'espace contemporain. Regardez : le fractal existe²². » La valeur et la cohérence de l'art fractaliste tiennent à cette recréation d'un monde à éprouver.

Vincent BONTEMS
(novembre 2000).

Remerciements et crédits graphiques

Nous remercions, en premier lieu, Benoît Mandelbrot pour la bienveillante attention qu'il a prêtée à nos recherches ainsi que pour les nombreuses informations qu'il a portées à notre connaissance.

Nous remercions la galerie Xippas (voir n. 1, *supra* p. 119) de nous avoir fourni le tract du « Manifeste fractaliste » (figure 17) ainsi que la Villa Tamaris (avenue de la Grande-Maison, 83500 La Seyne-sur-Mer) de nous avoir autorisé à reproduire la page de garde du catalogue *Fractalisations* (figure 18), et deux autres illustrations de ce même catalogue : *Silver rings* de Nancy Lorenz (figure 20) et le détail de l'*Homo fractalus* de Carlos Ginzburg (figure 19).

Nous remercions les éditions Hermann de nous avoir autorisé à reproduire les figures tirées de l'ouvrage de Serge Sarlat (figures 14 et 15).

Nous remercions l'infographiste Stephan Renault de nous avoir fourni la figure 12 de volume fractal, figure obtenue à partir du *plug-in* Kpt Frax4D. Nous remercions également le créateur anonyme de la figure 5 ayant participé au concours Contest 99.

Nous remercions encore et surtout l'infographiste et vidéojockey Olivier Cibois (BOOL) de nous avoir gracieusement fourni l'ensemble des autres illustrations infographiques, toutes obtenues grâce au logiciel *Fractint* 20.0 (*freeware*) à l'exception du pseudo-cube de Menger créé sous 3D-Studio (figure 13). BOOL appartient au label « Technovision » (<http://www.technovision.org>).

22. Condé, *in* Collectif, 1999, p. 80.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- CHÂTELET (Gilles), 1998, *Vivre et penser comme des porcs*, Paris, Exils, p. 39.
- CHIROLLET (Jean-Claude), 2000, *Art fractaliste. La complexité du regard*, Paris, Ed00h00.com.
- Collectif, 1999, *Fractalisations*, catalogue réalisé par la ville de La Seyne-sur-Mer à l'occasion de l'exposition à la Villa Tamaris du 27 mars au 30 mai 1999.
- CONDÉ (Susan), 1993, *Fractalis. La complexité fractale dans l'art*, Paris, La Différence.
- DEWDNEY (A.), 1985, « Récréations informatiques », *Pour la Science*, 96, oct., p. 87-91.
- GLEICK (James), 1991, *La Théorie du chaos. Vers une nouvelle science*, Paris, Flammarion.
- JOHNSON (Tom), 1996, *Self similar melodies*, Paris, Éditions 75.
- MANDELBROT (Benoît), 1995, *Les Objets fractals*, Paris, Flammarion.
- MANDELBROT (B.), 1997 *Fractales, hasard et finance (1959-1997)*, Paris, Flammarion.
- MANDELBROT (B.), 1999, *The Fractal Geometry of nature*, New York, Freeman.
- MERLEAU-PONTY (Maurice), 1993, *Le Visible et l'invisible*, Paris, Gallimard.
- PEITGEN (Heinz-Otto) et RICHTER (Peter H.), 1986, *The Beauty of fractals*, Berlin, Springer Verlag.
- SARLAT (Serge), 1997, *La Relève du réel. Les arts du chaos et du virtuel*, Paris, Hermann.