

Corin Braga

Littérature et théorie du chaos

LITERATURE AND CHAOS THEORY

Abstract: While poststructuralist attacks against structured forms freed literature from the dominance of Aristotle's canon, twentieth-century evolutions in physics and cosmology brought about a new world vision which also deeply influenced modern authors. If the universe was no longer Newtonian, linear and predictable, and if literature was to "imitate" this new reality, world-texts were also supposed to explore anarchical and complex landscapes. To be able to investigate these anti-structure texts, literary and art critics adapted analytical tools from mathematical and physical theories – modern literature was associated mainly with the theory of quanta, and postmodern literature with chaos theory. In this paper, I engage with some of the main mathematical and physical concepts used as instruments in literary analysis, such as non-Euclidian geometries, the field concept, relativity, entropy, uncertainty principles, fractals, chaos, strange attractors, etc.

Keywords: Anti-canon; Anarchic Literature; Quantic Literature; Chaos Theory; Fractals; Strange Attractors; Katherine Hayles.

CORIN BRAGA

Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania
corinbraga@yahoo.com

DOI: 10.24193/cechinox.2023.45.22

Au vingtième siècle, le grand changement de paradigme scientifique s'est aussi reflété dans la conception et la pratique de la littérature. Le remplacement du modèle cosmologique newtonien par la théorie de la relativité et par celle des quantas a modifié profondément la vision de l'univers des écrivains et des artistes. Aux structures fermées, logiques, prédictibles, centrées de l'esthétique classique, la littérature et les arts modernes et post-modernes ont opposé des configurations libres, anarchiques, complexes, décentrées, qui s'opposent ouvertement au canon aristotélique. Pour mieux comprendre cette évolution de la conception poétique, les critiques littéraires et d'art ont emprunté à la physique, aux mathématiques, aux sciences informatiques plusieurs instruments pour définir ces configurations ouvertes. Entropie, relativité, indétermination quantique, fractales, réseaux, théorie du chaos, etc., sont des concepts qui, adaptés, mettent en relation la nouvelle *Weltanschauung*, non-euclidienne et non-newtonienne, avec les anti-structures de la littérature. Par exemple, dans son livre *Readings from the New Book on Nature: Physics and Metaphysics in the Modern Novel* (1981), Robert Nadeau explore l'impact de la théorie de la

relativité sur la conception philosophique et métaphysique de plusieurs auteurs (post) modernes comme John Updike, Kurt Vonnegut, John Fowles, Thomas Pynchon, John Barth, Tom Robbins et Don DeLillo¹.

Le théoricien peut-être le plus important qui a étudié ces correspondances est N. Katherine Hayles. Dans un premier livre, publié en 1984, elle donne un aperçu de la « révolution de la vision du monde »² qui a profondément marqué le vingtième siècle. Les systèmes qui ont bouleversé la physique newtonienne ont été évidemment la théorie de la relativité et la théorie des quanta, de concert, en mathématiques, avec la théorie de George Cantor sur les ensembles transfinis, les géométries non-euclidiennes et l'échec de l'axiomatique de Hilbert. Le changement de paradigme a été, selon Hayles, un phénomène cognitif affectant simultanément les sciences, la philosophie, la littérature et les arts. Cette correspondance ne suppose pas une influence directe de la nouvelle cosmologie sur les écrivains et les artistes, mais plutôt une épigénèse due au climat commun d'opinions (« *climate of opinion* »)³, aux idées partagées flottant dans l'esprit de l'époque.

Hayles met au centre de cette *Weltanschauung* le concept de champ (« *field concept* »). Elle considère que la tournure la plus radicale a été le remplacement de la perspective atomistique de Descartes et Newton par celle des champs d'énergie d'Einstein, Bohr, Planck, Heisenberg et autres scientifiques⁴. Les particules isolées, indépendantes, évoluant dans un cadre spatial et temporel préexistant, sont remplacées par des champs de quantas, dans lesquels les particules ne sont que des manifestations locales de l'énergie, le temps

et l'espace forment un ensemble dépendant des masses de matière, les événements sont enchevêtrés dans un réseau causal cosmique (« *the cosmic web* »)⁵, la causalité linéaire déterminée fait place à des mouvements aléatoires, statistiques, non-déterministes. Pour définir ce concept de réalité :

Characteristic metaphors are a “cosmic dance,” a “network of events,” and an “energy field.” A dance, a network, a field – the phrases imply a reality that has no detachable parts, indeed no enduring, unchanging parts at all. Composed not of particles but of “events,” it is in constant motion, rendered dynamic by interactions that are simultaneously affecting each other. As the “dance” metaphor implies, its harmonious, rhythmic patterns of motion include the observer as an integral participant. Its distinguishing characteristics, then, are its fluid, dynamic nature, the inclusion of the observer, the absence of detachable parts, and the mutuality of component interactions.⁶

En littérature, l'imposition de la vision holiste et quantique de l'univers a attiré des bouleversements importants. L'effondrement de la géométrie et de la physique classiques a eu pour correspondant l'affaïssement des catégories de la poétique aristotélique. La prose, par exemple, devient un système autonome, non-référentiel, solipsiste, sans liaison nécessaire avec une réalité extérieure. C'est dire que les critères de mimesis et de vraisemblance sont mis entre parenthèses, que ce type de littérature est non-mimétique, et même antiréaliste⁷. En accord avec les idées de relativité

et d'interdépendance de l'observateur et de l'objet observé, la littérature assume une auto-référentialité qui implique tous les paradoxes de l'inclusion du sujet dans l'univers de l'œuvre⁸. Aussi bien, les concepts d'indétermination et d'évènements aléatoires mettent en suspens les critères d'unité du sujet, de clôture de l'intrigue et de sens unificateur (*dianoia, logos*).

Dans les cinq chapitres suivants de son livre, Hayles prend comme cas de figure cinq auteurs et textes qui mettent en place de telles « stratégies littéraires ». Dans le roman *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance* de Robert M. Pirsig, elle identifie les stratégies rhétoriques par lesquelles le monde fictionnel, vu depuis trois perspectives narratives relatives, devient un réseau cosmique, appelé Qualité (ou Tao de la tradition Zen)⁹. D. H. Lawrence, bien que moins versé en mathématiques, propose d'esquisser une « science subjective », dans laquelle la conscience et la raison sont remplacées par des centres corporels de l'inconscient, des « polarités » appréhendées, dans le cadre d'un champ interhumain, par les intuitions des autres¹⁰. Nabokov, un auteur bien au courant de la science de son temps, utilise dans *Ada* la théorie quantique des champs pour spéculer sur la rupture des symétries (charge, parité et vecteur temporel) et la réversibilité du temps¹¹. Borges, fasciné par des paradoxes mathématiques tel l'ensemble de tous les ensembles de G. Cantor, spéculer sur les possibilités de permutations et de combinaisons infinies des nombres transfinis (les alephs), pour construire l'image d'un monde total, complet, autonome, auto-suffisant, comme Tlön, Uqbar ou Orbis Tertius. Finalement, le plus difficile de tous, Thomas Pynchon a créé dans *Gravity's Rainbow* une image

quantique de l'univers en incitant le lecteur « to search for, and recognize, the extensive patterns of interlocking images to which the text owes its remarkable coherence and density, while at the same time frustrating this attempt by a variety of techniques that tend to obliterate or contradict the emerging patterns »¹². C'est justement ce défi des règles de la construction épique (« *text's unruliness* ») que nous mettons sous le nom d'an-arché-type¹³.

Dans un deuxième livre, publié en 1990, Katherine Hayles reprend son analyse du paradigme moderne portant son attention sur les évolutions qui ont marqué la deuxième moitié du vingtième siècle. Si les disciplines de la première moitié du siècle se proposaient de produire des théories unitaires et totalisatrices, les principes d'incertitude de Heisenberg en physique et la théorie d'incomplétude de Gödel en mathématiques ont ruiné ces projets et ont ouvert la voie de la fragmentation, de la stochastique, du chaos¹⁴. Les recherches se sont réorientées dans la direction des systèmes complexes comme la dynamique non-linéaire, la mécanique des fluides, l'électrodynamique quantique, la géométrie fractale, en biologie et génétique, météorologie, épidémiologie, sciences de la communication, intelligence artificielle, etc.¹⁵

Toutes ces approches se retrouvent dans le domaine plus large appelé la théorie du chaos. Loin de ce que ce terme puisse suggérer dans son utilisation commune, sa signification scientifique ne suppose pas un abandon en face de la chance pure (« *randomness* ») ; tout au contraire, le concept offre des possibilités de formaliser et d'ordonner l'aléatoire. Plus précisément, montre Hayles, la théorie du chaos explore deux directions. Dans la première, le chaos

est un précurseur et une condition de l'ordre : « The focus here is on the spontaneous emergence of self-organization from chaos ; or, in the parlance of the field, on the dissipative structures that arise in systems far from equilibrium, where entropy production is high »¹⁶. Dans la seconde, une partie des systèmes chaotiques sont supposés contenir un ordre caché, des patterns appelés « attracteurs étranges ». Ce sont des fractales qui ne se révèlent qu'à partir d'un nombre très grands d'itérations¹⁷.

En syntonie avec les sciences, la philosophie, la théorie littéraire et les autres disciplines humanistes ont vécu à leur tour un renversement de paradigme, à savoir le remplacement du structuralisme et du formalisme par le poststructuralisme et la déconstruction. Hayles identifie cette nouvelle *Weltanschauung* avec le postmodernisme. En littérature, les auteurs symptomatiques en seraient William Gaddis, Don DeLillo, Robert Coover et William Burroughs¹⁸. Plus spécifiquement, pour illustrer les deux directions dans la théorie du chaos, Hayles fait des analyses de cas sur les œuvres de Henry Adams et de Stanislas Lem d'un côté, et de Doris Lessing de l'autre. Toutes ces pratiques d'écriture postmoderne exposent des caractéristiques paradigmatiques :

The (old) New Critics had taken for granted that a literary work was a verbal object, bounded and finite, however ambiguous it might be within. But the (new) New Critics saw textual boundaries as arbitrary constructions whose configurations depended on who was reading, and why. As books became texts, they were transformed from ordered sets of words

to permeable membranes through which flowed the currents of history, language, and culture. Always already lacking a ground for their systems of signification, texts were not deterministic or predictable. Instead they were capable of becoming unstable whenever the slightest perturbation was introduced. The well-wrought urn, it seemed, was actually a reservoir of chaos.¹⁹

Finalement, dans un troisième volume, qu'elle édite, *Chaos and Order. Complex Dynamics in Literature and Science*, Katherine Hayles convoque plusieurs critiques à donner des aperçus conjugués sur l'infiltration de la nouvelle vision du monde dans la littérature et la théorie littéraire, ainsi que sur l'efficacité des notions tirées de la physique et des mathématiques dans la compréhension des œuvres²⁰. Dans le volume, William Paulson explique la nécessité d'introduire le concept de systèmes complexes pour surprendre les qualités émergentes, imprévisibles, non-linéaires des textes ; David Porush applique la théorie de Prigogine sur les structures dissipatives à la fiction postmoderne ; Peter Stoicheff et Kenneth J. Knoespel retrouvent le chaos dynamique dans la métafiction, l'instabilité du sujet et la destruction de l'ordre narratif dans la prose contemporaine. Plus appliquées, Sheila Emerson identifie des éléments de la science du chaos chez Ruskin ; Linda K. Hughes et Lichaël Lund constatent le déclin de la pratique et la mode victorienne du feuilleton et de l'intrigue sérielle dans le roman du vingtième siècle ; Adalaide Morris discerne les idées de la relativité, de la mécanique quantique et de la science du chaos dans

« l'esprit mythopoïétique » de l'écrivaine américaine H. D. (Hilda Doolittle). Dans des démarches encore plus minutieuses, Thomas P. Weisert poursuit les bifurcations spécifiques aux systèmes chaotiques dans les récits de Borges ; Istvan Csicsery-Ronay Jr., le « carrousel du raisonnement » dans la « chaosphère » de Stanislaw Lem ; Eric Charles White et Maria L. Assad, la néguentropie, le « bruit » du chaos, ainsi que la recherche d'une topographie dans la pensée de Michel Serres.

Le paradigme quantique a inspiré non seulement de manière indirecte, par « osmose », des auteurs dans les œuvres desquels les commentateurs retrouvent des caractéristiques de la *Weltanschauung* moderne, mais aussi, de manière directe, des créateurs qui l'ont assumé en tant que fondation d'une esthétique et une poétique « quantique ». C'est le cas du groupe espagnol du Salón de Independientes et de leur *Manifiesto de Granada* (1994)²¹. Dans la *Declaración del Salón de Independientes* (1995), les artistes dissidents se récusent du réalisme terre-à-terre dominant et plaident pour un concept de réalité élargie, qui « no consiste en meras cosas, sino que representa un orden de inconcebible sutileza y multiplicidad de niveles »²². Les points forts de cette « vision quantique » sont l'individualité et la diversité, l'imagination et l'extraordinaire, l'hétérodoxie, la découverte et la révélation, l'universalisme et la liberté, le refus de tout fondamentalisme, donc un rejet massif de la tradition et des normes dominantes.

La contribution la plus marquante pour l'autodéfinition du groupe est fournie par Antonio Morales dans son livre *El cadáver de Balzac*. Comme l'annonce déjà le titre, le renouvellement de la littérature

et des arts promu par les « indépendants » implique d'« assassiner Balzac », ou plutôt toute une tradition d'épigones qui ont séquestré et manipulé l'auteur de la *Comédie humaine* et ont transformé le réalisme dans une poétique asphyxiante, répétitive, superficielle, sans horizon, cloîtrée dans une vision réductrice du monde²³. Morales caractérise le paradigme réaliste dominant par trois systèmes : la cosmologie newtonienne du monde dans les sciences, le réalisme socialiste, et la mode des « mythes populaires du XX^e siècle » (il s'agit du « réalisme magique ») en littérature. À cette *Weltanschauung*, il oppose une nouvelle vision s'appuyant sur la physique quantique, la psychologie de C.G. Jung, la « pensée complexe » définie par Edgar Morin et la « pensée floue » (« *fuzzy thinking* », « *fuzzy logic* ») d'Albert Kosko²⁴.

Dans son livre *El cadáver de Balzac*, et plus tard dans le chapitre introductif d'un volume en anglais regroupant plusieurs études sur l'« esthétique quantique », *The World of Quantum Culture*, Morales apprécie que le positivisme naïf de la modernité a été débordé par toute une série de découvertes et principes « hérétiques » face à la logique et la physique classiques : les principes de complémentarité et d'incertitude, l'interdépendance entre l'objet et l'observateur, la réalité psychoïde, le principe anthropique, la non-séparabilité, l'a-causalité, la complexité, l'ubiquité, la coexistence du A et du non-A (à savoir, la logique du tiers inclus), les champs morphogénétiques et les archétypes, l'univers comme hologramme, l'ordre manifeste et l'ordre implicite, l'indistinction entre matière et énergie (corps et âme), la simultanéité et la multi-dimensionnalité, la synchronicité, la beauté en tant que critère de validation des

équations mathématiques et physiques²⁵. À la pensée limitée, linéaire et atomiste classique, la « culture quantique » substituerait un paradigme total, qui fait place aux contradictions et complémentarités.

La conception holiste de Morales renvoie à ce que Katherine Hayles définit comme le paradigme « moderne » de la physique quantique, en opposition avec le paradigme « postmoderne » de la théorie du chaos. En raison de la dualité entre matière et énergie, qu'il voit comme une complémentarité entre corps et âme, et en évoquant la collaboration entre Pauli et Jung, Morales met en rapport d'équivalence la physique quantique avec la psychologie abyssale²⁶. Les champs d'énergie correspondraient à l'inconscient collectif, les quanta de la nature aux fragments de personnalité, les structures morphogénétiques aux archétypes collectifs, etc. La littérature quantique devrait donc explorer les processus de la psyché, le roman quantique suivre l'histoire jungienne de l'individuation, la poésie quantique exploiter les symboles de la transformation²⁷. Dans cette vision totalisatrice, l'appel à la psychologie des profondeurs permet au théoricien de contrôler l'éclatement des formes traditionnelles, de réintégrer les débris dans une structure supérieure, de donner un ordre au chaos.

À part la poésie et la prose quantique, un autre auteur, Antonio César Morón Espinosa, a défini également une dramaturgie quantique. Quoique ne se revendiquant pas du Salon de Independientes et de leurs manifestes, mais plutôt des recherches de l'Université de Toulouse, il partage les mêmes concepts pour définir le paradigme scientifique contemporain : discontinuité, incertitude, inséparabilité, chaos, hasard, dualité, holographie, le

monde sous-atomique et les radiations, et même la psychologie de Jung. Ces caractéristiques de la vision du monde se refléteraient aussi bien dans le théâtre actuel, dans la fonction instable des personnages, le traitement kaléidoscopique de la fable, le désordre spatio-temporel, l'a-causalité des événements, le manque de logique de l'histoire, l'abandon de la notion de sujet et d'individu traditionnelle ou le rôle actif du spectateur, en tant que transformateur de la réalité théâtrale à laquelle il participe²⁸.

Par ces principes, Morón Espinosa s'attaque à la poétique même d'Aristote. Le point fixe d'Archimède par lequel il se propose de renverser la tradition est l'idée que « le théâtre est à la vie quotidienne ce qu'est la quantique à la physique traditionnelle ; de ce fait, dans le théâtre, le temps et l'espace ne sont pas comparables à ceux de la vie quotidienne, mais fonctionnent de manière autonome »²⁹. Plus spécifiquement, il se penche sur trois catégories dramatiques, la motivation des personnages, la nature des incidents et la causalité des événements. En opposition avec la motivation linéaire des personnages classiques, qui suppose une raison et un but, les personnages quantiques sont mus par des décisions multiples, qui n'ont ni une cause ni une finalité apparentes. Les incidents qui, dans la conception classique, sont supposés modifier le cours de l'intrigue de manière brutale, ne font dans le théâtre quantique, en survenant de manière aléatoire, que « faire visible l'apparence du mouvement » ; ils n'influencent pas la dynamique psychologique des personnages, mais sont partie constituante du cours même de l'histoire. Finalement, les épisodes, par contraste avec la *taxis* (l'ordre et l'unité d'action) et la *dianoia* (l'enchaînement du discours)

d'Aristote, ne se soumettent pas au principe de causalité, mais à celui d'incertitude, de sorte que la fable n'est plus prévisible, mais sujette à des probabilités statistiques³⁰. Toutefois, de même que Antonio Morales, Morón Espinosa n'abandonne pas le « mouvement » de l'œuvre dramatique au hasard pur, car il le soumet au trajet psychologique abyssal des personnages, au processus d'individuation de Jung³¹.

L'esthétique quantique a donné des instruments pour l'analyse des auteurs modernistes comme Yeats, Pound et Eliot³². L'ampleur transdisciplinaire du concept se reflète dans le recueil international de contributions théoriques édité par Manuel J. Caro et John W. Murphy, *The World of Quantum Culture* (2002). À partir d'un chapitre synthétique de Gregorio Morales qui récapitule l'histoire du concept, le volume passe en revue son application dans la théorie du langage (Mihaela Dvorac) ; dans la littérature – prose et poésie, à travers les travaux de Manuel García Viñó, Gregoria Morales, Miguel Ángel Diéquez, Rafael Guillén, Julia Uceda, Manuel Mantero, José Hierro, Ana María Fagundo, Francisco Plata – (Francisco Javier Peñas-Bermejo) ; dans l'esthétique en tant que « création et transformation de la conscience du monde » (Algis Mickunas) ; dans l'histoire des arts – surtout l'impressionnisme et le cubisme, le modernisme et le pop art – (Jennifer Wilson), mais aussi le groupe de peintres espagnols de « mystique quantique » (María Caro et Andrés Monteagudo) ; dans la sociologie – l'individuation dans les groupes sociaux – (Juan Antonio Díaz de Rada) ; dans l'anthropologie des cultures soi-disant « primitives » (Graciela Elizabeth Bergallo), dans la politologie – pour un concept de « politique nomade », opposée à la politique

hiérarchique et essentialiste (John W. Murphy et Manuel J. Caro). La conclusion des éditeurs est que, à la lumière de l'esthétique quantique, les études culturelles n'ont pas d'autre alternative que de devenir autoréflexives, d'admettre la présence de l'individu et de la psyché humaine dans chaque domaine aussi bien que vision du monde.³³

*

En revenant à la démonstration de Katherine Hayles, le critique observe que, pendant la deuxième partie du vingtième siècle, la physique quantique a abandonné le paradigme holiste, intéressé surtout par l'intégration offerte par la théorie des champs, et s'est tournée vers la théorie du chaos, qui remplace l'unité individuelle par les systèmes complexes et explore les correspondances et les symétries à même de régir les phénomènes à des niveaux grandissants.

The fundamental assumption of chaos theory, by contrast, is that the individual unit does not matter. What does matter are recursive symmetries between different levels of the system. Chaos theory looks for scaling factors and follows the behavior of the system as iterative formulae change incrementally. The regularities of the system emerge not from knowing about individual units but from understanding correspondences across scales of different lengths. It is a systemic approach, emphasizing overall symmetries and the complex interactions between microscale and macroscale levels. From this perspective, a proper explanation is one that is able

to model largescale changes through the incremental evolution of a few iterative equations.³⁴

Si en physique les nouveaux domaines qui se revendiquent de ce changement de vision sont par exemple la dynamique non-linéaire, la mécanique des fluides et l'électrodynamique quantique, les mathématiques ont mis en œuvre un instrument fort pour l'analyse du chaos : la géométrie fractale. Créé par Benoit Mandelbrot, le concept de fractal pourrait être défini de la manière la plus simple par la caractéristique de l'autosimilarité. Dans la définition de Paul Addison, il est « an object which appears self-similar under varying degrees of magnification. In effect, possessing symmetry across scale, with each small part of the object replicating the structure of the whole »³⁵. Le nom même vient du fait que les structures fractales se manifestent dans des dimensions différentes autant de la géométrie euclidienne que de la topologie, dimensions qui ne sont plus intégrales, unitaires, mais non-intégrales, fractionnelles.

Bénéficiant de l'apparition des ordinateurs et de la possibilité de faire des calculs récursifs à grande échelle, le concept de fractal a été appliqué afin d'examiner le comportement des oscillateurs dynamiques. À la différence des oscillateurs linéaires, qui peuvent être décrits par la mécanique newtonienne, les oscillateurs non-linéaires ont un mouvement chaotique, imprévisible, qui change en fonction de la moindre interférence avec le milieu. L'analyse d'un fractal distingue entre l'initiateur (la forme de départ, l'équation initiale du mouvement), le générateur (le mécanisme d'itération, l'équation qui régit la répétition), le pré-fractal (la forme

résultante après un nombre fini de répétitions), et le fractal (qui suppose la prise en considération d'une itération infinie)³⁶.

Dans le déploiement de ce schéma apparaissent plusieurs notions mathématiques, que nous allons énumérer brièvement parce qu'elles ont été reprises dans différentes études littéraires traitant des textes « chaotiques ». Le « bassin d'attraction » désigne la série de conditions initiales (positions, vitesses, forces, etc.) de l'objet initiateur³⁷, et pourrait être l'équivalent de la *Weltanschauung* dans laquelle est écrit le texte, dans ce cas le paradigme postmoderne. Les variables indépendantes nécessaires pour décrire l'état de l'objet à un certain moment constituent les « degrés de liberté » du système, ses possibilités de manifestation³⁸. À la limite, on pourrait voir dans ces degrés de liberté l'horizon d'attente de l'auteur et de son public.

La génération des formes fractales utilise quatre types de symétrie : translation, rotation, réflexion et magnification, qui se combinent dans des ISF (Systèmes fonctionnels itératifs) : « Each rule can be described as a combination of four types of operations: scaling, reflection, rotation, and translation »³⁹. Ces opérations de symétrie récursive pourraient être comptées parmi les procédures de génération de mondes secondaires, ou d'univers fictionnels, comme celles définies par Nelson Goodman⁴⁰. Un des facteurs les plus importants qui poussent les systèmes complexes sur la « route du chaos » est la bifurcation (« splitting into two parts of the previous fixed points when they become unstable »⁴¹). Il y a plusieurs formes de bifurcation : symmetry-breaking bifurcation, (cascade of) period-doubling bifurcation, global homoclinic or heteroclinic bifurcation, etc.⁴²

Le parcours : forme initiale – itération – orbite transitoire – itérations infinies – orbite post-transitoire constitue la « carte logistique » du fractal. Il y a plusieurs variantes de cartes logistiques, parmi lesquelles les mathématiciens comptent les cartes contenant du bruit (*noise*, c'est-à-dire du hasard pur), des cartes à mémoire, cartes à retard (« *maps with delay* »), systèmes avec cartes doubles (« *coupled map systems* »), cartes avec une composante linéaire, etc. On pourrait comparer ces cartes logistiques des fractals avec les synopsis définies par Rudolf Arnheim (voir le chapitre précédent), et, en général, avec les schémas et les cartes qui structurent autant la dimension temporelle que la configuration spatiale des œuvres littéraires⁴³.

Les fractals qui résultent par les itérations suivies peuvent avoir soit une autosimilarité exacte, et ce sont alors des fractals réguliers, soit une autosimilarité statistique (c'est-à-dire que chaque partie du fractal a les mêmes caractéristiques statistiques que le tout), et ce sont alors des fractals aléatoires⁴⁴. Les premiers correspondent à des systèmes oscillatoires linéaires, les seconds à des systèmes complexes, non-linéaires, qui ont un mouvement chaotique. Toutefois, en mathématiques, le chaos ne se réduit pas à l'absence totale d'ordre ou de loi, au « bruit » stochastique, car à mesure que le fractal évolue (évolution qu'on peut aujourd'hui suivre grâce aux ordinateurs capables de produire des itérations dans des grands nombres), une forme commence à se dessiner dans la carte logistique du système. Cette forme émergente est appelée « attracteur » :

When iterating the logistic map, the iterated solutions eventually settle down

to a final behaviour type. The sequence of iterated solutions produced by the initial iterations is known as the transient orbit of the system. The final sequence of iterated values that the iterations tend to is known as the post-transient orbit. The orbit of the logistic map is then attracted, through repeated iteration, towards the post-transient orbit, whether it is periodic or chaotic. The *attractor* is the set of points approached by the orbit as the number of iterations increases to infinity.⁴⁵

Si la forme finale est une orbite périodique, le fractal a un attracteur périodique ; si elle est une orbite apériodique chaotique, l'attracteur de ce type de fractal est un « attracteur étrange ». La géométrie étrange de ce dernier type d'attracteurs fait que la motion du système soit chaotique, dépendante des conditions initiales et des moindres changements et imprédictible à long terme⁴⁶. Toutefois, comme on peut le voir, les attracteurs, même étranges, projettent un sens d'ordre au cœur même du chaos. C'est pourquoi les fractals et leur structure cachée ont pu être vus soit comme des générateurs de chaos dans des systèmes qui sont au premier abord linéaires, prédictibles, mais à un certain moment apparaissent vers l'anarchie, soit comme des formes ordonnatrices qui commencent à s'entrevoir dans des ensembles chaotiques à première vue. D'où leur importance dans l'analyse d'une réalité environnante qui s'avère de moins en moins newtonienne et de plus en plus statistique (de la météorologie aux marchés économiques, des tourbillons d'eau au réseau sanguin).

Et si on voulait étendre la comparaison à la culture, à la création littéraire et

artistique, on pourrait trouver comme des homologues pour les attracteurs fractales des concepts comme ceux déjà analysés dans le chapitre précédent, à savoir le *logos*, le *ratio*, la *dianoia* d'une œuvre, ou, en faisant appel à la psychologie des profondeurs, au complexe nucléaire ou au « mythe personnel » d'un créateur. Les attracteurs simples des systèmes linéaires (qui peuvent se réduire à un point ou à une trajectoire simple) correspondraient une créativité raisonnée, constructive, hiérarchique, celle décrite justement par les esthétiques et les poétiques de type aristotélique ; les attracteurs périodiques et surtout les attracteurs étranges auraient pour correspondant des œuvres non-linéaires, micellaires, chaotiques, celles que nous appelons anarchétypiques.

La théorie du chaos et la géométrie fractale ont offert un instrument d'analyse pour les systèmes complexes, avec des mouvements aléatoires et imprévisibles. Elles ont permis la clarification de plusieurs concepts antérieurs, formulés par la physique classique ou quantique, à savoir le mouvement brownien, le mouvement chaotique et le mouvement aléatoire ou stochastique. Ainsi, on a pu démontrer que le mouvement brownien est régi par des fractals aléatoires avec une autosimilarité statistique. Quand les itérations ne dépendent pas des itérations précédentes, le mouvement brownien est considéré comme régulier ; quand chaque itération dépend de l'histoire des itérations antérieures, le mouvement brownien est défini comme fractionnaire⁴⁷.

Le mouvement chaotique peut à son tour être départagé entre trois types ou degrés de « chaos » : périodique, quand le système revient, après un certain nombre

de répétitions, à la forme initiale ; chaotique, apparemment aléatoire et imprédictible, mais toutefois quantifiable par des fractals ; et purement aléatoire, c'est-à-dire totalement imprédictible, avec des fluctuations hasardeuses qui constituent un « bruit »⁴⁸. Pour décrire ce dernier type de mouvement physique, avec une probabilité aléatoire pure, un troisième concept théorique est celui de stochastique. Les processus stochastiques dépendent du hasard et ne sauraient être décrits de manière linéaire, mais seulement de manière statistique. Les exemples les plus célèbres de son application aux divers arts sont la musique indéterminée ou aléatoire de John Cage (voir son composition *Music of Changes*) et la musique stochastique de Iannis Xenakis (dans des compositions comme *Les Atrées*, *Pithoprakta* ou *Diamorphoses*).

La théorie du chaos a vite infusé les études culturelles, surtout grâce au livre de James Gleick, *Chaos: Making a New Science* (1987), qui rend les nouveaux concepts mathématiques et physiques accessibles aux humanistes⁴⁹. Plusieurs commentateurs ont commencé à interpréter la littérature utilisant les mathématiques non-déterministes et la géométrie fractale, dont on peut citer à volonté : William R. Paulson, *The Noise of Culture: Literary Texts in a World of Information* (1988)⁵⁰ ; Susan Strehle, *Fiction in the Quantum Universe* (1992)⁵¹ ; Harriet Hawkins, *Strange Attractors. Literature, culture and chaos theory* (1995)⁵² ; Ira Livingston, *The Arrow of Chaos: Romanticism and Postmodernism* (1997)⁵³ ; Thomas Jackson Rice, *Joyce, Chaos, and Complexity* (1997)⁵⁴ ; Gordon E. Slethaug, *Beautiful Chaos: Chaos Theory and Metachaotics in Recent American Fiction* (2000)⁵⁵ ; Merja Polvinen, *Reading the Texture of Reality*.

Chaos Theory, Literature and the Humanist Perspective (2008)⁵⁶, etc.

On se rappelle que Katherine Hayles avait mis la théorie du chaos en relation avec la critique littéraire postmoderne, surtout avec le poststructuralisme et le déconstructivisme. Toutefois, certains commentateurs n'ont pas hésité à revenir en arrière et à identifier des structures « chaotiques » dans des œuvres appartenant à d'autres époques et courants littéraires. Se penchant sur la Renaissance, Harriett Hawkins fait la démonstration que les grandes œuvres qui ont bouleversé les habitudes et le canon de leur temps semblent se soumettre, plutôt qu'à des règles déterministes, à une logique non-linéaire, plus proche de la physique du chaos qui régit le monde naturel. En reprenant l'analyse des œuvres de Milton et Shakespeare, elle les aborde en utilisant les concepts de l'« effet papillon » (les conséquences globales de la consommation du fruit interdit par Ève dans *Le Paradis perdu*, et d'autant plus dans la *Genèse*), les itérations de l'intrigue à tous les niveaux (autosimilarités dans *La Tempête*, *Roméo et Juliette*, *Hamlet*, etc.) ou les attracteurs étranges, personnages qui fascinent et font dérailler les intrigues (à l'instar de Cléopâtre, Falstaff, la Dame Noire des *Sonnets*, etc.).

Le Paradis perdu, par exemple, aurait une complexité non-déterministe, utilisant « des répliques non-linéaires, itérations, autosimilarités – c'est-à-dire, des irrégularités régulières, correspondances structurales (symétries) et contrastes (asymétries) – entre caractères et actions »⁵⁷. Hawkins se penche autant sur le « contenu », la thématique de l'épopée miltonienne, à savoir les personnifications et les figures du chaos mythologique dans le monde fictionnel, que sur la « forme » de l'œuvre, sa structure

éclatée, avec des « échelles temporelles interactives, englobant simultanément un jour en Éden, l'histoire du monde et l'histoire du cosmos. Les retours en arrière (« *flash-backs* »), les rembobinages (« *rewinds* ») et les avancées rapides (« *fast-forwards* ») à travers les millénaires, du commencement jusqu'à la fin des temps, fonctionnent de la même manière qu'un esprit qui va et vient entre son passé et son avenir et dont la vie apparaît rétrospectivement comme un seul jour ; exactement comme il se passe dans la théorie du chaos »⁵⁸.

La configuration fractale caractérise non seulement de telles œuvres, mais aussi bien les corpus de textes épigones auxquels elles ont donné naissance. Hawkins observe subtilement que la majorité des réécritures, adaptations et imitations du *Paradis perdu* se sont proposé de simplifier l'original, de l'ordonner, de réduire sa « monstruosité » thématique, générique, structurelle, aux canons linéaires des époques respectives ; mais c'est justement la nature rebelle et indomptable de l'original qui lui donne son éclat inspirateur et stimulateur, tandis que ses rejetons finissent assez vite par passer de mode ensemble avec le courant et la poétique qu'ils incarnent. Encore plus instructive est la descendance inter-médiale de *La Tempête*, dont Hawkins suit les mutations dans le théâtre, roman, prose courte, poésie, cinéma, opéra rock, jazz, théâtre de marionnettes, produits qui appartiennent autant aux genres cultes qu'aux genres populaires comme la science-fiction⁵⁹. Ces appropriations, recyclages, mises-à-jour sont tous des « contrefaits fractales » (« *fractal forgeries* ») qui utilisent, avec plus ou moins de succès, l'itération et l'autosimilarité soit pour introduire de l'ordre dans le « chaos » de la forme initiale, soit pour pousser les

noyaux liminaires d'organisation de l'œuvre sur la « voie du chaos ».

Une approche similaire, qui porte cette fois sur la poétique du Romantisme, est celle de Ira Livingston, *The Arrow of Chaos: Romanticism and Postmodernism* (1997). Pour analyser le comportement des « idéologèmes romantiques », elle invoque les concepts d'« organismes mécaniques » et de protocoles « boîte-noire » de Bruno Latour. Ces « logiciels » constituent le fondement de toute une série de termes comme *patterns*, engins épistémiques, programmes, gènes, dynamos, mantras, paradigmes, métaphores, métonymies, symboles, stratégies, technologies, *topoi*, mouvements, artefacts, instruments, théorèmes, orbites, trajectoires, fétiches, vérités, scénarios, histoires, codes, relais. etc.⁶⁰ Cependant, bien que connotant l'ordre, toutes ces structures se retrouvent assez vite, chez des auteurs comme Keats, Wordsworth, Blake, Thomas Paine, Mary Shelley, Coleridge, De Quincey, sous l'attaque du désordre, sous la « flèche du chaos » : multiplication des cycles, dimensions fractales, « roue sans roue », engrenages, logique fractale, décomposition binaire (ou bifurcation), dysrythmies romantiques, « bruit » vs. harmonie, etc. Finalement, l'analyse du film *Rabid* de David Cronenberg offre à Livingston l'occasion d'envisager une « sémiotique du parasitisme », à savoir une *semiosis* qui se propage de manière virale ou parasitaire.

On peut se demander si l'extension de l'herméneutique stochastique à des époques prémodernes ne risque pas d'imposer un anachronisme méthodologique. En fin de compte, les auteurs de l'Antiquité, de la Renaissance ou du Romantisme avaient pour explication de l'univers la physique et la géométrie d'Euclide, de Descartes,

de Newton, le modèle géocentrique, héliocentrique ou celui de l'univers infini de Bruno, etc. Une telle vision linéaire, déterministe et mécaniste du monde attirait comme complément esthétique « naturel » une poétique classique, aristotélique. Il faut donc supposer que les artistes avaient des intuitions plus profondes, plus sensibles, sur la vraie nature du cosmos (et du coup du chaos), qui n'ont été assimilées, élaborées et formalisées qu'au vingtième siècle, avec la physique relativiste et quantique, avec la théorie du chaos, de la complexité, et la géométrie fractale. En tout cas, ces artistes allaient à l'encontre du modèle dominant d'une manière plutôt spontanée, menés moins par la conscience d'un modèle cosmologique alternatif plus correct, que par un besoin de liberté, de refus de l'ordre reçu, d'anarchie.

Il s'ensuit qu'un art en correspondance biunivoque avec la vision actuelle du monde ne saurait se développer qu'au vingtième siècle, en syntonie avec les grandes révolutions en physique. Si la conception de la nature change et va d'une vision déterministe à une vision stochastique, il s'ensuit que la *mimesis* d'Aristote devrait à son tour changer d'objet et d'instruments. Ce seront les écrivains et les artistes du modernisme et du postmodernisme qui, contemporains des nouvelles théories, assumeront de manière pleinement consciente et délibérée une poétique relativiste, non-déterministe, fractale. Thomas Jackson Rice, par exemple, a pu suivre, dans son livre *Joyce, Chaos, and Complexity* (1997)⁶¹, l'effet déstructurant que le paradigme physique a exercé sur la prose de Joyce, qui, à partir des *Gens de Dublin* et *Portrait de l'artiste en jeune homme*, jusqu'à *Ulysse* et *La veillée des Finnegans*, a subi l'influence de la « flèche

du chaos ». Dans la formulation de Gordon E. Slethaug :

“Aristotle’s suggestion in *The Poetics* that the function of art is to imitate reality assumes that reality and its mimetic counterparts are easily recognized over time, whether in a script, a picture, or a dramatic production. This principle of mimetic representation was challenged by Modernists who saw themselves as being true to a very different notion of what constitutes ‘the real’.”⁶²

Dans le postmodernisme, avec l'évolution, voire la mode de la métathéorie, beaucoup d'auteurs contemporains se font un titre de gloire à se revendiquer explicitement d'une esthétique du chaos et de thématiser dans leurs textes le nouveau paradigme. Gordon E. Slethaug en parle dans son *Beautiful Chaos: Chaos Theory and Metachaotics in Recent American Fiction* (2000). Le théoricien utilise presque toute la panoplie des concepts de la stochastique pour explorer la « fiction dynamique » de John Barth (entropie, événements aléatoires et accidents, *feedback* négatif, croissance cyclique, structures chaotiques, séquences non-linéaires, attracteurs), Thomas Pynchon (mise en abyme, systèmes informatiques concurrents, interactions étranges, dynamique du fluide, trafic imprédictible, ordre résultant du chaos, fractals), Cormac McCarthy (limites et transgressions, désordre et turbulence, *far-from-equilibrium states*, intermittences, métachaos, attracteurs étranges), Don DeLillo (transgression entre systèmes, « bruit blanc », inertie, blocage, perturbation, bifurcation, turbulence, catastrophe,

pattern du chaos, boucles de *feed-back*), Norman Maclean (événements stochastiques, flux, ordre et désordre, systèmes complexes, « effet papillon », « beauté du chaos »), Toni Morrison, Michael Dorris, Robert Stone (symétrie de juxtaposition, itération, récursivité structurelle, échelles fractales, singularités). Slethaug aboutit à cette conclusion synthétique :

In exploring the writings of Barth, DeLillo, Dorris, Maclean, McCarthy, Morrison, Pynchon, and Stone, I have suggested that they use chaos theory in various and complex ways as fact, concept, literary structure, and metaphor. They do so in small part through their metaphors of chaos and order; in greater part, through structural principles drawn from new physics; and, in greatest part, through their conscious articulation of facts and ideas drawn from chaos theory. [...] With structures based upon models of chaotic activity, dynamic fiction grounds itself specifically in scientific theory, creating a more interesting and complex treatment of chaotic patterns. When dynamic fiction metachaotically incorporates allusions to chaos theory, then the writing most self-consciously and complexly links the fictional subject matter and scientific possibilities.⁶³

En guise de conclusion, il faut noter que la révolution du paradigme physique et cosmologique du vingtième siècle a offert les bases théoriques pour un changement d'attitude envers l'esthétique classique. Aux époques prémodernes, s'opposer à la poétique d'Aristote signifiait entrer en collision

avec la vision dominante du monde, théologique, métaphysique ou scientifique. Les théories de la relativité, des quanta et du chaos ont astreint de certaine façon les écrivains et les artistes d'assumer la nouvelle *Weltanschauung*, alors que les philosophes et les théoriciens ont pu se libérer du complexe d'hétérodoxie et de culpabilité et élaborer, parfois avec un orgueil anarchique, des concepts paradoxaux, à l'encontre de l'ordre et de la tradition : hétérologie, polyphonie, dialogisme infinalisable, culture du carnaval (Bakhtine), échec de l'analyse structurale, mythologie in-terminable, discours anthropologique anaclastique (Claude Lévi-Strauss), post-structuralisme,

déconstruction, a-centralité (Jacques Derrida), schizanalyse, rhizome, assemblage, plateaux, nomadologie (Gilles Deleuze et Félix Guattari), œuvre ouverte, forêt littéraire, labyrinthe (Umberto Eco), littérature et théâtre quantique (Gregorio Morales, Antonio César Morón Espinosa), entropie, chaos, fractals, attracteurs étranges (Katherine Hayles *et alia*).

This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Research, Innovation and Digitalization, UEFISCDI, project number PN-III-P4-PCE-2021-1234.

BIBLIOGRAPHIE

- Addison, Paul S., *Fractals and chaos. An illustrated course*, Bristol, Institute of Physics Publishing, Dirac House, Temple Back, 1997.
- Albright, Daniel, *Quantum Poetics: Yeats, Pound, Eliot, and the Science of Modernism*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.
- Braga, Corin, "Trois métatypologies: archétype, anarchétype, eschatype", in *Fortunes et infortunes des genres littéraires en Europe*, Deuxième Congrès du Réseau Européen d'études littéraires comparées (European Network of Comparative Literary Studies), Clermont-Ferrand, 2008.
- Braga, Corin, *Archétypologie postmoderne. D'Œdipe à Umberto Eco*, Paris, Honoré Champion, 2019.
- Braga, Corin, "ANARCHÉTYPE: Reading Aesthetic Form after "Structure", in Alexandru Matei, Christian Moraru & Andrei Terian (éds.), *Theory in the "Post" Era. A Vocabulary for the 21st- Century Conceptual Commons*, New York, London, Dublin, Bloomsbury Academic, 2021, p. 121-139.
- Caro, Manuel J. and John W. Murphy (éds.), *The World of Quantum Culture*, Westport (Connecticut) & London, Praeger, 2002.
- Frame, Michael and Amelia Urry, *Fractal Worlds. Grown, Built, and Imagined*, Foreword by Steven Strogatz, New Haven and London, Yale University Press, 2016.
- Gleick, James, *Chaos: Making a New Science*, New York, Penguin Books, 1987.
- Goodman, Nelson, *Ways of Worldmaking*, Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1985.
- Hawkins, Harriet, *Strange Attractors. Literature, culture and chaos theory*, New York, London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore, Prentice Hall – Harvester Wheatsheaf, 1995.
- Hayles, N. Katherine, *The Cosmic WEB. Scientific Field Models and Literary Strategies in the Twentieth Century*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1984.
- Hayles, N. Katherine, *Chaos Bound. Orderly Disorder in Contemporary Literature and Science*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1990.
- Hayles, N. Katherine (éd.), *Chaos and Order. Complex Dynamics in Literature and Science*, Chicago and London, The University of Chicago Press, 1991.
- Jackson Rice, Thomas, *Joyce, Chaos, and Complexity*, Urbana and Chicago, University of Illinois Press, 1997.

- Kosko, Albert, *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*. New York: Hyperion, 1993.
- Kumar, Manjit, *Le Grand Roman de la physique quantique. Einstein, Bohr... et le débat sur la nature de la réalité*, Traduit de l'anglais par Bernard Sigaud, Paris, JC Lattès, 2011.
- Livingston, Ira, *The Arrow of Chaos: Romanticism and Postmodernism*, Theory Out of Bounds 9, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1997.
- Morales, Gregorio, *El cadáver de Balzac. Una visión cuántica de la Literatura y el Arte*, Madrid, Ediciones Epígono, 1998.
- Morón Espinosa, Antonio César, *La dramaturgia cuántica (Teoría y práctica)*, Granada, Dauro, 2009.
- Nadeau, Robert, *Readings from the New Book on Nature: Physics and Metaphysics in the Modern Novel*, Amherst: The University of Massachusetts Press, 1981.
- Paulson, William R., *The Noise of Culture: Literary Texts in a World of Information*, Ithaca, New York: Cornell University Press, 1988.
- Polvinen, Merja, *Reading the Texture of Reality. Chaos Theory, Literature and the Humanist Perspective*, English Department Studies 6, University of Helsinki, 2008.
- Slethaug, Gordon E., *Beautiful Chaos: Chaos Theory and Metachaos in Recent American Fiction*, Albany, State University of New York Press, 2000.
- Strehle, Susan, *Fiction in the Quantum Universe*, Chapel Hill and London, The University of North Carolina Press, 1992.
- Szemplinska-Stupnicka, Wanda, *Chaos, Bifurcations and Fractals Around Us. A brief introduction*, in World Scientific Series on Nonlinear Science, no. 47, World Scientific Publishing, 2003.

NOTES

1. Robert Nadeau, *Readings from the New Book on Nature: Physics and Metaphysics in the Modern Novel*, Amherst: The University of Massachusetts Press, 1981.
2. N. Katherine Hayles, *The Cosmic WEB. Scientific Field Models and Literary Strategies in the Twentieth Century*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1984, p. 15.
3. *Ibidem*, p. 22.
4. Évidemment, la littérature sur la théorie des quanta est immense, il serait inutile d'essayer de donner une orientation bibliographique dans le domaine. Nous recommandons uniquement, en tant qu'introduction générale, Manjit Kumar, *Le Grand Roman de la physique quantique. Einstein, Bohr... et le débat sur la nature de la réalité*, Traduit de l'anglais par Bernard Sigaud, Paris, JC Lattès, 2011.
5. N. Katherine Hayles, *The Cosmic WEB*, p. 9-10.
6. *Ibidem*, p. 15.
7. *Ibidem*, p. 23.
8. *Ibidem*, p. 41.
9. *Ibidem*, p. 63.
10. *Ibidem*, p. 85.
11. *Ibidem*, p. 111-112.
12. *Ibidem*, p. 168.
13. Voir Corin Braga, "Trois métatypologies: archétype, anarchétype, eschatype", in *Fortunes et infortunes des genres littéraires en Europe*, Deuxième Congrès du Réseau Européen d'études littéraires comparées (European Network of Comparative Literary Studies), Clermont-Ferrand, 2008, p. 1-15 ; Corin Braga, "ANARCHETYPE: Reading Aesthetic Form after "Structure", in Alexandru Matei, Christian Moraru & Andrei Terian (éds.), *Theory in the "Post" Era. A Vocabulary for the 21st- Century Conceptual Commons*, New York, London, Dublin, Bloomsbury Academic, 2021, p. 121-139.
14. N. Katherine Hayles, *Chaos Bound. Orderly Disorder in Contemporary Literature and Science*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1990, p. XII.
15. *Ibidem*, p. XII-XIII.

16. *Ibidem*, p. 9.
17. *Ibidem*, p. 9-10.
18. *Ibidem*, p. XIII.
19. *Ibidem*, p. 2.
20. N. Katherine Hayles (ed.), *Chaos and Order. Complex Dynamics in Literature and Science*, Chicago and London, The University of Chicago Press, 1991.
21. Parmi les membres signataires : Pedro J. de la Peña, Manuel García Viñó, Fernando de Villena, Antonio Rodríguez Jiménez, Miguel A. Diéguez, Villar Raso, Gregorie Morales, José Lupiañez, Antonio Enrique. D'autres artistes et théoriciens vont rejoindre le groupe ultérieurement : Xaverio, María Caro, Andrés Monteagudo, Agustín Ruiz de Amodóvar, Joan Nicolau, Sussana Majorck et Thomas Busse; José Gabriel Ceballos, Graciela Elizabeth Bergallo, Juan Antonio Díaz de Rada, Lawrence Axelrod, K. C. Tebutt, Antonio Arellanes, Luc Schokkelé, Jennifer Wilson, Mihaela Dvorac, Francisco Peñas-Bermejo, Coman Lupu, Andrea Vladescu, Manuel J. Caro, John W. Murphy. Cf.
22. "Epílogo. Declaración del Salón de Independientes", in Gregorio Morales, *El cadáver de Balzac. Una visión cuántica de la Literatura y el Arte*, Madrid, Ediciones Epígonos, 1998, p. 188-190.
23. *Ibidem*, p. 9.
24. Albert Kosko, *Fuzzy Thinking: The New Science of Fuzzy Logic*. New York: Hyperion, 1993.
25. *Ibidem*, p. 13-35; Idem, "Overcoming the Limit Syndrome", in Manuel J. Caro and John W. Murphy (éds.), *The World of Quantum Culture*, Westport (Connecticut) & London, Praeger, 2002, p. 1-34.
26. Gregorio Morales, *El cadáver de Balzac. Una visión cuántica de la Literatura y el Arte*, p. 103-109.
27. *Ibidem*, p. 26.
28. Antonio César Morón Espinosa, *La dramaturgia cuántica (Teoría y práctica)*, Granada, Dauro, 2009, p. 9-10.
29. *Ibidem*, p. 26.
30. *Ibidem*, p. 30-32.
31. *Ibidem*, p. 45-46.
32. Voir par exemple Daniel Albright, *Quantum Poetics: Yeats, Pound, Eliot, and the Science of Modernism*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.
33. Manuel J. Caro et John W. Murphy (éds.), *The World of Quantum Culture*, p. 186.
34. N. Katherine Hayles, *Chaos Bound. Orderly Disorder in Contemporary Literature and Science*, p. 169-170.
35. Paul S. Addison, *Fractals and chaos. An illustrated course*, Bristol, Institute of Physics Publishing, Dirac House, Temple Back, 1997, p. 2.
36. *Ibidem*, p. 9.
37. Wanda Szemplinska-Stupnicka, *Chaos, Bifurcations and Fractals Around Us. A brief introduction*, in World Scientific Series on Nonlinear Science, no. 47, World Scientific Publishing, 2003, p. 28.
38. Paul S. Addison, *op. cit.*, p. 135.
39. Michael Frame and Amelia Urry, *Fractal Worlds. Grown, Built, and Imagined*, Foreword by Steven Strogatz, New Haven and London, Yale University Press, 2016, p. 15.
40. Voir Nelson Goodman, *Ways of Worldmaking*, Indianapolis, Hackett Publishing Company, 1985. Le philosophe passe en revue des procédés comme la composition et la décomposition, l'importance relative accordée à chaque élément, l'ordination et la disposition, l'élimination et l'addition, la déformation, etc.
41. Paul S. Addison, *op. cit.*, p. 98.
42. Wanda Szemplinska-Stupnicka, *op. cit.*, p. 26-27, 61.
43. Voir Corin Braga, *Archétypologie postmoderne. D'Œdipe à Umberto Eco*, Paris, Honoré Champion, 2019, Chap. I.2. « Des archétypes aux universaux humains et aux schémas-images », p. 32-52.
44. Paul S. Addison, *op. cit.*, p. 27.
45. *Ibidem*, p. 93.
46. Wanda Szemplinska-Stupnicka, *op. cit.*, p. 44.

47. Paul S. Addison, *op. cit.*, p. 81-82.
48. *Ibidem*, p. 155, 177.
49. James Gleick, *Chaos: Making a New Science*, New York, Penguin Books, 1987.
50. William R. Paulson, *The Noise of Culture: Literary Texts in a World of Information*, Ithaca, New York: Cornell University Press, 1988.
51. Susan Strehle, *Fiction in the Quantum Universe*, Chapel Hill and London, The University of North Carolina Press, 1992.
52. Harriet Hawkins, *Strange Attractors. Literature, culture and chaos theory*, New York, London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore, Prentice Hall – Harvester Wheatsheaf, 1995.
53. Ira Livingston, *The Arrow of Chaos: Romanticism and Postmodernism*, Theory Out of Bounds 9, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1997.
54. Thomas Jackson Rice, *Joyce, Chaos, and Complexity*, Urbana and Chicago, University of Illinois Press, 1997.
55. Gordon E. Slethaug, *Beautiful Chaos: Chaos Theory and Metachaotics in Recent American Fiction*, Albany, State University of New York Press, 2000.
56. Merja Polvinen, *Reading the Texture of Reality. Chaos Theory, Literature and the Humanist Perspective*, English Department Studies 6, University of Helsinki, 2008.
57. Harriet Hawkins, *Strange Attractors. Literature, culture and chaos theory*, p. 61.
58. *Ibidem*, p. 59.
59. *Ibidem*, p. 89 sqq.
60. Ira Livingston, *The Arrow of Chaos: Romanticism and Postmodernism*, p. 1-4.
61. Thomas Jackson Rice, *Joyce, Chaos, and Complexity*, Urbana and Chicago, University of Illinois Press, 1997.
62. Gordon E. Slethaug, *Beautiful Chaos: Chaos Theory and Metachaotics in Recent American Fiction*, Albany, State University of New York Press, 2000, p.1.
63. *Ibidem*, p. 164.