



Attraction fractale

RICHARD TAYLOR

Les secrets des œuvres de Jackson Pollock, un maître de l'art abstrait, révélés par l'analyse informatique : elles sont fractales !

Au début des années 1940, le peintre américain Jackson Pollock (1912-1956) quitte Manhattan pour s'installer dans une maison à Long Island, dans l'État de New York. Là, une vieille grange lui sert d'atelier, un immense atelier où, selon les critiques, l'art moderne a été bouleversé. En effet, les petites toiles installées verticalement sur un chevalet deviennent trop étroites pour l'artiste. Il leur préfère d'autres en grand format, de plusieurs mètres carrés de surface, posées à même le sol. Le pinceau est alors relégué au placard au profit d'un

long bâton d'où s'écoule une peinture fluide qui laisse sur la toile la trace des mouvements de l'outil. Au final, l'œuvre est un entrelacs inextricable de trajectoires colorées (voir *Blue Poles* : numéro 11, sur la page ci-contre).

À l'opposé du peintre néerlandais Piet Mondrian (1872-1944), chantre de l'abstraction artificielle et géométrique, Pollock prône une peinture « naturelle et organique. » En quoi les œuvres de Pollock reflètent-elles la nature ?

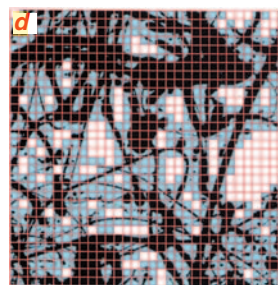
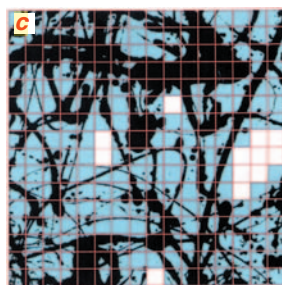
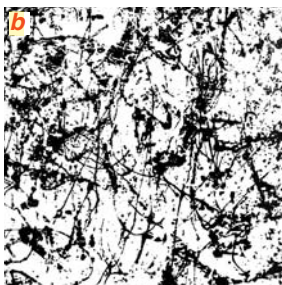
À l'époque de Pollock, la nature semblait désordonnée et régie par le hasard. Pourtant, pendant les années 1960,

l'étude de la dynamique des systèmes naturels a donné naissance à la théorie du chaos. Puis, dix ans plus tard, Benoît Mandelbrot a jeté les bases de la géométrie fractale. On comprenait enfin la forme des nuages, des montagnes, des côtes maritimes... Aujourd'hui, l'analyse informatique des œuvres de Pollock révèle que les fractales sont aussi au cœur de l'art abstrait.

Les objets de la géométrie classique ont pour dimensions des nombres entiers, par exemple, le plan est de dimension deux. Toutefois, en géométrie fractale, certains éléments, tel le triangle de Sierpinski (voir la figure à côté du titre), ont pour dimension des nombres non entiers. Comment détermine-t-on la dimension fractale d'un objet ? Par exemple, un carré C peut être divisé en $N = 4$ petits carrés identiques au premier selon un rapport d'homothétie de facteur $f = 2$, ou bien, 16 petits carrés identiques au premier selon un rapport d'homothétie de facteur quatre. Les mathématiciens définissent la dimension d du carré C par $\text{Log } N / \text{Log } f$, ici, $d = \text{Log } 4 / \text{Log } 2 = \text{Log } 16 / \text{Log } 4 = 2$. Pour le triangle de Sierpinski, $d = 1,58$.

L'une des propriétés des objets fractals est l'autosimilarité : une partie agrandie est identique à l'objet entier. Toutefois, on distingue l'autosimilarité exacte, telle celle du triangle de Sierpinski, et l'autosimilarité statistique, quand un détail n'est pas rigoureusement identique à l'ensemble, mais que les propriétés statistiques sont conservées. La plupart des motifs naturels fractals ne sont qu'autosimilaires statistiquement. Est-ce le cas des tableaux de Pollock ? Si oui, quelle est leur dimension fractale ?

Le tableau *Autumn rhythm* (voir la figure), peint en 1950, est composé de quatre couleurs : noir, marron, blanc et gris. À l'aide d'un ordinateur, on sépare les différentes couches du tableau numérisé. D'abord, on s'intéresse à la couche noire, dite d'ancrage, qui constitue le



L'analyse du caractère fractal du tableau *Autumn rhythm* (a) requiert sa numérisation, puis la séparation des couches de différentes couleurs. Sur la couche noire, par exemple (b, ici un détail), on superpose une grille de carrés égaux (c), puis l'on compte les carrés (en bleu) traversés par le motif peint (les carrés vides sont en blanc). On répète l'opération avec des grilles de carrés plus petits (d). Au final, on observe que le logarithme du nombre de carrés bleus « traversés » est proportionnel au logarithme de la taille des carrés élémentaires : le motif noir est fractal, et le quotient en est la dimension. Il en est de même pour toutes les couches colorées ainsi que pour l'ensemble du tableau.

Metropolitan Museum of Art, New York. ©2002 Pollock-Krasner Foundation/ Artists Rights Society (ARS), New York

Courtesy Richard P. Taylor

National Gallery of Australia, Canberra. ©2002 Pollock-Krasner Foundation/ Artists Rights Society (ARS), New York

fond de l'œuvre monumentale (plus de 14 mètres carrés !) et que Pollock abandonnait entre deux jours et six mois avant d'ajouter les peintures colorées. On superpose une grille de carrés et l'on compte ceux traversés par le motif peint, puis on répète la même opération avec des grilles où la taille des carrés varie, ici de quelques décimètres (de l'ordre de grandeur du tableau) à quelques millimètres (la taille du plus petit détail). La diminution de la taille des carrés est équivalente à l'étude d'un agrandissement du tableau.

L'analyse mathématique révèle que le logarithme du nombre $N(L)$ de carrés occupés par le motif est proportionnel à celui de la taille L du carré élémentaire de la grille. On retrouve la loi décrite précédemment : la dimension est égale à ce rapport de proportionnalité (à un signe près), soit environ 1,66.

La couche de peinture noire, majoritaire (elle occupe 35 pour cent de la toile, alors que les trois autres couches occupent ensemble 13 pour cent), donne la structure générale de l'œuvre. Les couches supplémentaires, dont l'analyse révèle qu'elles sont aussi fractales, affinent l'en-

semble et modifient peu l'autosimilarité de l'œuvre. Ainsi, la dimension fractale de *Autumn rhythm* entier est de 1,67.

La nature fractale des tableaux de Pollock est confirmée par leur élaboration. Des films montrent qu'il procédait selon une méthode systématique : il peignait d'abord quelques îlots, c'est-à-dire que les jets de peinture sont regroupés en quelques endroits. Puis, dans une seconde phase, il reliait ces îlots par de grandes coulures de peinture, plus amples, qui peu à peu les submergeaient dans un dense réseau fractal. De la même façon, de nombreux objets naturels fractals, tels les flocons de neige, naissent de centres de nucléation simples qui s'étendent ensuite.

L'étude de l'ensemble des œuvres de Pollock répondant à cette facture met en évidence un accroissement régulier de la dimension fractale de ses œuvres au fil des années. Pour les premières, d est peu supérieure à 1,1, tandis que pour les dernières, elle atteint 1,7. Parallèlement, les tableaux sont de plus en plus chargés et obligent les spectateurs à plus de concentration pour pénétrer le réseau d'intrications. Curieusement, l'artiste a détruit une œuvre, analysée grâce à des

enregistrements vidéo, où d est égal à 1,9. Peut-être la trouvait-il trop dense.

La fractalité n'est pas une conséquence de la technique de Pollock. La plupart des motifs obtenus par des jets de peinture sur un support ne sont pas autosimilaires. Aussi, les experts peuvent-ils compter sur l'analyse du caractère fractal des œuvres pour identifier un Pollock. Qui plus est, ils peuvent même en estimer la date d'exécution.

Enfin, pendant les 50 dernières années, les œuvres de Pollock ont été au centre d'une polémique : dessinait-il des éléments figuratifs, tel un visage humain, sur sa toile avant d'en estomper jusqu'à la disparition les traits avec plusieurs couches de peinture apparemment désordonnées ? La découverte du caractère fractal infirme cette hypothèse, car des motifs fractals ne peuvent contenir de tels éléments. Aussi, Pollock avait raison quand il affirmait que « les rythmes de la nature sont ma seule préoccupation ».

Richard TAYLOR est professeur de physique à l'Université de l'Oregon.

