

QUANTIFIÉ LA BEAUTÉ

—
ENTRETIEN AVEC **MICHAEL BENZAQUEN**,
DIRECTEUR DE LA CHAIRE ÉCONOPHYSIQUE & SYSTÈMES COMPLEXES,
LADHYX, ÉCOLE POLYTECHNIQUE – CNRS

Michael Benzaquen, quel a été votre parcours ?

Après une thèse de physique à l'ESPCI et un passage dans l'industrie financière, je suis arrivé à l'X en 2017, en tant que chercheur CNRS au Laboratoire d'hydrodynamique, et plus tard professeur au département d'économie. Il y a deux ans j'ai fondé la chaire Éconophysique & systèmes complexes (www.econophysiX.com), soutenue par le mécénat de Capital Fund Management (CFM), une société de gestion alternative fondée par Jean-Philippe Bouchaud, un spécialiste de la physique statistique aujourd'hui membre de l'Académie des sciences. Nous avons à présent une équipe interdisciplinaire, composée d'une vingtaine d'étudiants d'horizons très divers : la physique théorique, les mathématiques, l'informatique, l'économie ou encore la sociologie. Le sujet semble attirer les talents, et nous en sommes ravis.

Qu'est-ce que l'éconophysique ?

L'éconophysique est sans doute à ce jour moins connue que d'autres approches relatives à l'économie. On connaît bien l'apport des mathématiques à l'économie. Ici, il s'agit de voir ce que la physique, et en particulier la méthode du physicien, peut apporter, par exemple, à l'étude des marchés financiers. Ces derniers peuvent en quelque sorte être vus comme le laboratoire de l'économie, où la qualité des données permet aujourd'hui de tester des modèles à des degrés de précision comparables à ce que l'on peut avoir en sciences physiques. Cela a été le cœur de notre activité au départ. De là, nous sommes passés à des approches plus macroscopiques, où les données de qualité se font plus rares mais où les questions sont tout aussi fascinantes. De grandes institutions économiques comme l'OCDE sont très intéressées par ces approches

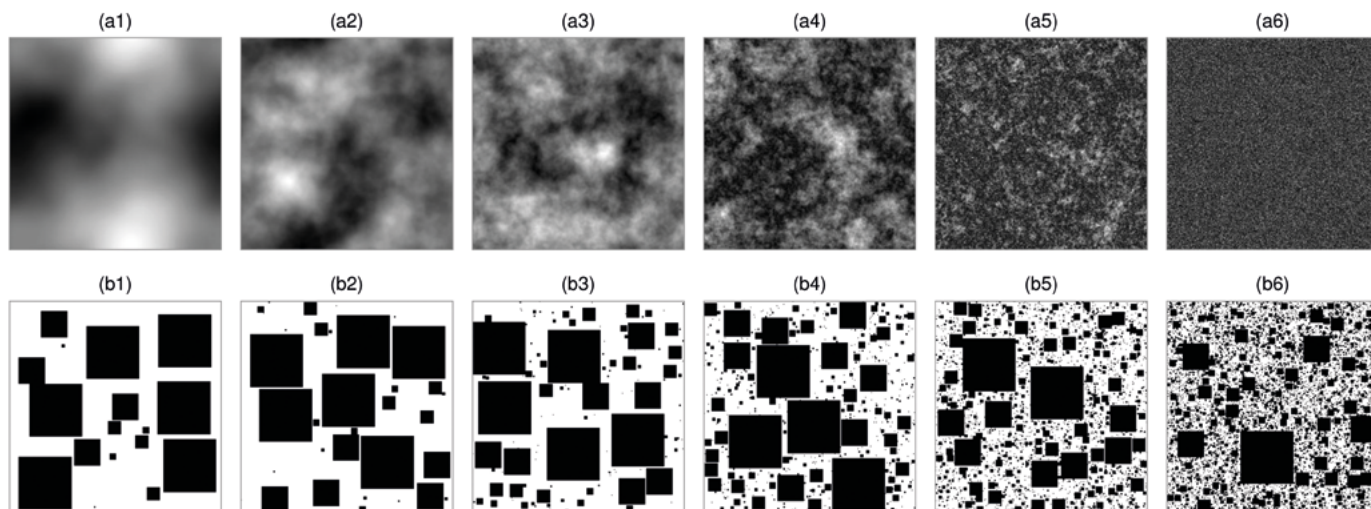
alternatives, en vue de leur applicabilité pour la politique monétaire, ou encore l'étude de la fragilité des chaînes de valeur par exemple.

Et pourquoi s'intéresser à la beauté ?

Aussi bien Jean-Philippe que moi venions à l'origine de la physique statistique. Familiers des approches probabilistes, c'est assez naturellement que nous avons voulu essayer d'explorer s'il pouvait y avoir du quantitatif dans l'appréciation esthétique. Entendons-nous bien : il ne s'agit pas de théoriser l'art ou l'esthétique, mais simplement de chercher si des approches statistiques pourraient permettre de trouver un peu de quantitatif dans le jugement esthétique. C'était probablement la première fois qu'on abordait la question sous cet angle. Depuis longtemps, il y a eu des tentatives de mieux comprendre les ressorts du jugement esthétique : les Grecs anciens s'appuyaient sur les mathématiques ; on a eu plus récemment de grandes avancées par les neurosciences, notamment pour ce qui concerne la réponse du cerveau à des stimuli.

Comment avez-vous procédé ?

Avec mon doctorant S. Lakhali et mes collègues A. Darmon (Art in Research) et Jean-Philippe Bouchaud, nous sommes partis de l'idée que cela devait être lié d'une certaine manière à la notion de complexité. On conçoit bien que l'appréciation de la beauté d'une image puisse dépendre d'un équilibre entre régularité et éléments de surprise : en quelque sorte intervient une notion d'entropie. Nous avons donc généré des séries d'images aléatoires, avec des degrés de complexité croissante (exemples en illustration). Nous avons soumis ces images d'abord à des « cobayes » dans notre environnement :



les collègues, étudiants, etc., puis nous sommes passés à une plus grande échelle en utilisant la plateforme de sondages Mechanical Turk d'Amazon, avec environ un millier de participants au test.

Et, là, nous avons eu une surprise : on pouvait s'attendre à n'obtenir qu'un résultat fait essentiellement de bruit avec très peu de signal, mais, en fait, on obtenait une réponse très nette et robuste, et ce pour différentes séries d'images. Ce résultat montrait que l'appréciation optimale est obtenue pour des images dont la complexité correspondait à peu près à la complexité des images naturelles.

D'un certain côté, c'était assez intuitif : le cerveau se montre satisfait quand il rencontre un degré de complexité auquel il est habitué. Mais notre étude permettait d'aller plus loin en cherchant à quantifier les éléments de complexité en jeu.

C'est là que se fait le lien entre « beauté » et complexité ?

Oui. Notre cerveau cherche probablement toujours à reconnaître des « formes » et effacer le bruit. Nous avons donc cherché à travailler sur la complexité structurelle des images, c'est-à-dire sur la richesse de répartition des formes aux différentes échelles. Une série d'images était générée en utilisant une transformée de Fourier inverse, en ajustant la répartition des coefficients ; une autre faisait appel à la théorie des objets fractals. La méthode consistait à travailler sur le *Coarse Graining* (modélisation à gros grains) de l'image, ce qui revient finalement à réduire la dimension de l'image en termes de pixels. En introduisant une nuance de gris, nous avons pu faire ressortir les formes au détriment du bruit et définir proprement la notion de complexité structurelle, qui montrait un excellent accord avec l'appréciation des gens.

“Notre
cerveau
cherche à
reconnaître
des « formes »
et effacer
le bruit.”

Quelles sont les applications de ces travaux plutôt théoriques ?

L'industrie est très demandeuse de ce genre de systèmes. Il en existe d'ailleurs certains fondés sur l'intelligence artificielle et l'apprentissage machine, mais qui sont toujours sensibles aux biais éventuellement présents dans les bases de données exploitées pour l'entraînement. Notre approche purement statistique est très simple à mettre en œuvre. Elle pourrait permettre d'échapper à ces biais, et ainsi d'assister ceux qui doivent classifier des millions d'images en fonction de critères d'appréciation esthétique.

On peut aussi imaginer de développer des approches analogues pour l'écrit, par exemple pour apprécier la beauté d'une poésie. C'est un problème difficile : autant on sait aujourd'hui très bien travailler sur la prose, avec des systèmes de génération automatique de textes très performants, autant le cas du vers est beaucoup plus compliqué à aborder.

Enfin, je vois que l'un de vos collaborateurs a pour affiliation Art in Research, de quoi s'agit-il ?

Art in Research ou AiR (www.artinresearch.com) est la première galerie d'art exclusivement dédiée à la photographie scientifique ; elle met en avant le regard que les chercheurs portent sur leur propre recherche à travers la photographie. Je suis ravi de cette question car elle est un point important dans la motivation du travail dont nous parlons. Les objets mis en scène chez AiR sont pour la plupart issus de la nature et concentrent ainsi cette complexité structurelle qui semble tant plaire aux gens. Je vous encourage vivement à jeter un œil !×

Propos recueillis par Robert Ranquet (72)