

Les premiers résultats de *Juno* penchent pour une origine des jets zonaux plus profonde qu'attendue

permet de négliger la composante verticale du mouvement du fluide. Le calcul se fait uniquement le long de la surface sphérique de la planète. Mais si ce modèle est peu coûteux en temps de calcul, il n'est pas pleinement satisfaisant lorsqu'on le confronte aux observations. En effet, les bandes de Jupiter obtenues par ce type de simulations reproduisent bien les bandes observées aux hautes latitudes, mais les mouvements dans la direction est-ouest à l'équateur deviennent presque systématiquement ouest-est, ce qui met en doute la fiabilité du modèle.

UNE SPHÈRE DE MIEL

Le modèle profond, lui, doit prendre en compte la totalité du volume fluide non conducteur. La question de la résolution devient alors critique, notamment dans la région de la «couche limite». Cette dernière correspond à une zone très étroite du fluide où l'écoulement passe d'une vitesse maximale, c'est-à-dire la vitesse des jets, à une vitesse faible voire nulle au fond de la couche planétaire. Ce saut de vitesse forcé, ou couche limite, est d'autant plus fin que la vitesse de rotation de la planète est élevée et que la viscosité du fluide est faible. Dès lors, des résultats réalistes ne seront obtenus que si une très haute résolution est adoptée dans cette région de l'écoulement.

Ainsi, si l'on impose une vitesse de rotation réaliste à la simulation, tout en gardant un temps de calcul raisonnable, il est nécessaire d'augmenter la viscosité du fluide (typiquement la viscosité du miel, bien supérieure à celle d'un océan d'hydrogène). Seulement, cette hyperviscosité a tendance à supprimer les jets zonaux dans les régions polaires des simulations les plus récentes du modèle profond. Ce modèle a néanmoins l'avantage sur son concurrent de bien reproduire les observations équatoriales de cette géante gazeuse.

Les études en laboratoire reproduisent la physique des écoulements naturels sans faire d'hypothèses simplificatrices comme les simulations numériques. Cependant, on est limité à des géométries moins réalistes. En effet, une géométrie sphérique avec la gravité dirigée vers le centre de la sphère impliquerait de s'affranchir de la gravité terrestre qui prévaut dans le laboratoire. Ainsi, il est plus courant de modéliser une enveloppe planétaire en laboratoire par un volume d'eau cylindrique soumis à une forte rotation. Dans cette configuration, la verticale et la gravité sont alignées convenablement (voir l'encadré page ci-contre). Sous l'effet de la rotation, la surface libre du volume d'eau prend la forme d'une parabole (la hauteur d'eau est faible au centre et maximale au bord); cette forme reproduit la courbure à grande échelle de la surface du fluide de la planète. Ce modèle a fait l'objet de nombreuses tentatives en laboratoire, mais en raison de faibles profondeurs d'eau et de vitesses de rotation trop lentes, l'écoulement zonal et multibande espéré n'était jamais apparu de façon convaincante.

Récemment, notre équipe a conçu le premier dispositif capable de reproduire la dynamique d'une couche planétaire profonde. Nous avons entraîné un «jacuzzi» de 400 litres d'eau à 75 tours par minute. Dans ce régime extrême, la rotation rigidifie les mouvements dans la direction de l'axe de rotation, ce qui force le phénomène de cascade inverse, décrit par le modèle profond. Des jets zonaux très énergétiques émergent spontanément, formant six bandes bien distinctes. Contrairement aux simulations numériques, les bandes proches du pôle de notre «planète» de laboratoire ont des propriétés proches de celles observées sur Jupiter. Cette expérience contredit les critiques faites jusqu'alors au modèle profond, et offre le premier modèle de laboratoire capable de reproduire convenablement les propriétés des vents observés à la surface des géantes gazeuses.

Si ces résultats sont favorables au modèle profond, la réponse n'est pas définitive. Les physiciens doivent encore affiner leurs modèles pour prendre en compte de nombreux phénomènes souvent négligés qui pourraient aussi jouer sur la dynamique atmosphérique, tel le rôle possible du champ magnétique jovien sur la dissipation de l'énergie turbulente.

Après les premiers résultats de la mission *Juno*, nous espérons beaucoup de la suite. Initialement, la sonde devait survoler 32 fois la planète géante. Cependant les risques d'une panne détectée sur un moteur ont poussé la Nasa à revoir son plan de vol. *Juno* ne survolera Jupiter que 12 fois d'ici à la fin de sa mission, en juin 2018. Les données récoltées seront moins nombreuses que prévu, mais elles devraient malgré tout aider à résoudre l'énigme des bandes zonales de la planète. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. Cabanes et al., **A laboratory model for deep-seated jets on the gas giants**, *Nature Physics*, vol. 13, pp. 387-390, 2017.

S. J. Bolton et al., **Jupiter's interior and deep atmosphere : The initial pole-to-pole passes with the Juno spacecraft**, *Science*, vol. 356, pp. 821-825, 2017.

M. Heimpel et al., **Simulation of equatorial and high-latitude jets on Jupiter in a deep convection model**, *Nature*, vol. 438, pp. 193-196, 2005.

J. Y.-K. Cho et L. M. Polvani, **The morphogenesis of bands and zonal winds in the atmospheres on the giant outer planets**, *Science*, vol. 273, pp. 335-337, 1996.

L'ESSENTIEL

> D'après les auteurs, le statut scientifique de la sociologie n'est actuellement pas assuré.

> Ils pointent plusieurs des obstacles que la communauté des sociologues doit surmonter pour que leur discipline mérite pleinement le titre de science.

> Notamment, les théories sociologiques devraient

se conformer au principe de réfutabilité de Karl Popper.

> Les sociologues devraient aussi veiller à bien distinguer les jugements de fait des jugements de valeur, éviter d'invoquer des entités collectives, davantage recourir à l'expérimentation, tirer profit des résultats obtenus dans d'autres disciplines...

LES AUTEURS



GÉRALD BRONNER
professeur
de sociologie
à l'université
Paris-Diderot



ÉTIENNE GÉHIN
ancien maître
de conférences
en sociologie à
l'université Nancy 2

La sociologie, une science en danger

LA SOCIOLOGIE EST-ELLE UNE SCIENCE? ON POURRAIT EN DOUTER AU VU DES DÉRIVES INTELLECTUELLES DE CERTAINS SPÉCIALISTES DE CETTE DISCIPLINE, DÉNONCENT GÉRALD BRONNER ET ÉTIENNE GÉHIN DANS LEUR DERNIER LIVRE *LE DANGER SOCIOLOGIQUE*. POURTANT, UNE SOCIOLOGIE SCIENTIFIQUE EST POSSIBLE. DÉMONSTRATION.



Les problèmes liés aux « quartiers sensibles » sont-ils uniquement d'origine économique ? Pour avoir invoqué aussi des facteurs culturels, ce qui allait à l'encontre des opinions de beaucoup de ses confrères, le sociologue Hugues Lagrange a reçu de vives critiques, malgré le sérieux de son travail de terrain.

La sociologie a plus de cent cinquante ans d'existence. C'est fort peu pour une science, mais c'est bien assez pour faire ses preuves si l'on pense à l'exemple de la théorie darwinienne de l'évolution, née à la même époque.

Or malgré ses découvertes réelles, notamment dans les domaines des inégalités des chances sociales et de leur reproduction, de la théorie des réseaux ou encore de la socioéconomie, la sociologie ne paraît pas avoir produit un savoir cumulatif équivalent à celui des autres disciplines, et elle est confrontée un peu partout à des formes de défiance.

Ainsi, le 8 juin 2015, le ministre japonais de l'Éducation, de la Culture, des Sports, des Sciences et de la Technologie, Hakubun Shimomura, a adressé aux présidents des 86 universités de son pays une lettre les enjoignant d'interrompre l'enseignement des sciences sociales. Que ce soit en Suisse, aux États-Unis ou même en France, le scepticisme qu'inspirent certaines interprétations « sociologiques » s'est beaucoup exprimé. D'aucuns veulent y voir la preuve que le savoir sociologique est difficile à accepter, parce qu'il dévoile des réalités que le commun n'aime pas voir. S'il est vrai que les réalités scientifiques sont parfois contre-intuitives ou déplaisantes, ce serait exonérer un peu vite la sociologie de ses responsabilités dans cette situation.

Les sociologues, en effet, ne tiennent pas tous, ni toujours, bien compte des obligations, méthodologiques par exemple, qu'ils devraient respecter pour que leur discipline mérite pleinement le titre de science. Plusieurs d'entre eux, qui ne sont ni les moins renommés ni les moins présents sur la scène médiatique, se laissent aller à des errements intellectuels qui ont été connus et combattus comme tels dans toutes les communautés scientifiques, sauf dans celles qui s'occupent des sciences humaines et sociales, et en particulier dans celle des sociologues. Nous avons donc souhaité faire dans cet article un bilan provisoire et non exhaustif des obstacles que la sociologie ne doit qu'à elle-même et qui l'empêchent parfois d'être à la hauteur de ses ambitions scientifiques.

En 1996, le physicien américain Alan Sokal, de l'université de New York, a pu faire publier aux États-Unis, dans la revue universitaire *Social Text*, un article qu'il avait délibérément constellé de sottises. Il voulait en effet démontrer que les sciences humaines se payent parfois de mots, en particulier lorsqu'elles importent, sans les comprendre, des concepts des sciences de la nature. Les réactions que susciterent cet article absurde et le livre écrit dans la foulée par Alan Sokal et le physicien belge Jean Bricmont, de l'université catholique de Louvain, furent violentes. Il est vrai qu'on

« FERMETURE ET STÉRILITÉ DE LA SOCIOLOGIE CRITIQUE »



NATHALIE HEINICH
directrice de recherche
au CNRS (EHESS, Paris)

Propos recueillis par Maurice Mashaal

Sociologue et ancienne élève de Pierre Bourdieu, Nathalie Heinich a notamment travaillé sur l'art, sur l'identité féminine, sur l'épistémologie des sciences sociales, sur la question des valeurs. Son récent ouvrage *Des valeurs – Une approche sociologique* (Gallimard, 2017) a reçu le prix Pétrarque.

En 2009, vous avez publié *Le Bétisier du sociologue*. De quoi s'agissait-il ?

Je pointais dans ce livre des fautes de raisonnement commises de façon assez récurrente par les sociologues, des défauts de connaissances techniques, des formes d'idéologie non assumée qui viennent interférer avec le raisonnement scientifique. Je ciblais pour une grande part la « sociologie critique », héritière de Bourdieu.

Quels sont selon vous les problèmes méthodologiques les plus criants en sociologie ?

L'un des problèmes est l'inculture de beaucoup envers la « sociologie compréhensive », qui cherche non seulement à expliquer par des causes extérieures (origine sociale, facteurs socioéconomiques, etc.) ce que disent et font les acteurs sociaux, mais aussi à analyser les motivations et les raisons invoquées par les individus. Est ainsi problématique la non-prise en compte des représentations mentales des acteurs sociaux (leurs valeurs notamment), souvent ignorées ou considérées comme des « illusions ». C'est une grande cause de fermeture et de stérilité de la sociologie critique.

Celle-ci tend par ailleurs à subordonner le travail scientifique aux impératifs normatifs et idéologiques (dénoncations d'inégalités, justifications de luttes, etc.), ce qui est suicidaire pour la sociologie en tant que science.

Ces problèmes touchent-ils particulièrement la France ?

Il me semble que oui, parce que ce pays a une tradition sociologique très développée, et parce que l'emprise de Bourdieu (du moins son approche des dix dernières années de sa vie) y est forte.

Vous plaidez pour une distinction nette entre les travaux scientifiques publiés dans les revues académiques et les prises de position publiques sur des questions politiques ou sociétales. Est-ce toujours possible ?

C'est une question centrale. Dans le contexte scientifique, le chercheur doit mettre de côté ses convictions personnelles, comme Max Weber l'a souligné avec son principe de neutralité axiologique. En revanche, prendre position est légitime quand on s'exprime dans d'autres supports (presse, revues d'opinion...) ou dans un contexte d'expertise. Les sociologues qui refusent de différencier ces postures nuisent beaucoup à la crédibilité des productions scientifiques. Et cet amalgame entre science et politique fait croire au grand public que la science peut résoudre des problèmes moraux ou politiques, ce qui n'est rien d'autre que du scientisme.

y moquait quelques figures célèbres et respectées de la philosophie et de la sociologie.

Ce canular et d'autres du même genre ont à tout le moins montré que les critères de sélection des productions sociologiques ne sont pas toujours les mêmes que dans la plupart des autres disciplines académiques, et qu'ils s'éloignent assez notablement de ceux appliqués d'ordinaire par les revues scientifiques. D'ailleurs, victime récente d'un de ces canulars, Michel Maffesoli, sociologue français bien connu, n'a-t-il pas, pour se défendre, déclaré publiquement que «la sociologie n'est pas une science»?

UNE EXTRATERRITORIALITÉ PAR RAPPORT À LA SCIENCE PARFOIS REVENDIQUÉE

Sans aller aussi loin, d'autres sociologues cherchent cependant à conférer à leur discipline un statut d'extraterritorialité épistémologique qui la dispense de se plier aux contraintes usuelles de la méthode scientifique. Ils défendent par exemple l'idée que la sociologie se constitue dans un espace «non poppérien», c'est-à-dire qu'elle n'a pas à se conformer au critère de réfutabilité – devenu classique depuis que le philosophe viennois Karl Popper, il y a quelques décennies, en a fait un point essentiel pour démarquer la science de la non-science.

En vertu du critère de réfutabilité, une théorie peut être qualifiée de scientifique si



L'horreur qui avait régné dans les camps nazis a longtemps constitué un barrage à leur étude sociologique. Des chercheurs ont cependant pu mettre de côté leurs réactions émotionnelles et éthiques, et ainsi consacrer des travaux scientifiques à cet univers épouvantable.

ses affirmations sont réfutables, c'est-à-dire que des observations ou des expériences pourraient, selon leurs résultats, les contredire et ainsi invalider la théorie. Par exemple, l'énoncé «Au sein d'une société humaine, les conflits sont tous dus aux inégalités de richesse» est réfutable, car il suffirait de trouver un exemple de société égalitaire en proie à des conflits internes pour infirmer cet énoncé. En revanche, l'affirmation: «Faire la guerre est dans la nature humaine» n'est pas réfutable, car on ne voit pas comment on pourrait mettre à l'épreuve cette idée.

La notion de réfutabilité a été beaucoup débattue par les philosophes des sciences, mais rares sont les disciplines (sauf sans doute la psychanalyse) à revendiquer un espace intellectuel qui échappe aux contraintes de la réfutation. La question si brûlante de la radicalisation islamiste, par exemple, a donné lieu à toutes sortes de déclarations «sociologiques» qui prétendaient expliquer le phénomène par le ressentiment postcolonial ou encore par sa dimension économique, sans aucun regard pour les données statistiques existantes sur la question (par exemple celles recueillies en 2016-2017 par les sociologues Anne Muxel et Olivier Galland auprès de 7 000 lycéens en France, voir *l'entretien avec Olivier Galland* page 60). Ces idées sont pourtant facilement réfutables... et réfutées par le fait que plus de 60 nationalités sont impliquées dans le combat djihadiste et que l'idéologie religieuse y joue un rôle causal identifiable et important.

Le mécanisme de sélection des théories paraît donc plus lâche en sociologie que dans les autres disciplines scientifiques. Cela explique que l'on y observe plus rarement qu'ailleurs un processus d'accumulation des connaissances. Les sociologues donnent ainsi l'impression de débattre indéfiniment de >



Les sociologues se permettent parfois de s'exonérer du critère poppérien de réfutabilité