PREDICTION SCIENTIFIQUE
ET PREDICTION SEMIOTIQUE

Manar Hammad : Aujourd'hui, la sémiotique s'occupe peu de prédiction. Or, une discipline n'est dite scientifique que dans la mesure où elle met en place des lois qui ont une valeur prédictive. La "vocation scientifique" du discours sémiotique nous invite à nous interroger sur la prédiction en général, et sur la prédiction scientifique en particulier. Comment peut-on caractériser cette dernière ?

Jean Petitot : Scientifiquement parlant, la question de la prédictibilité est celle du déterminisme. Les phénomènes d'évolution temporelle sont représentés mathématiquement par des équations différentielles : soit des équations différentielles ordinaires qui représentent l'évolution de systèmes dont l'état instantané est descriptible par un nombre fini de paramètres, soit des équations différentielles aux dérivées partielles, représentant des systèmes dont l'état instantané est une "forme", une fonction (ex. : les surfaces vibrantes). Les principes fondamentaux de la physique, comme les principes de conservation, ainsi que les grandes lois, s'expriment par des équations différentielles. Et le principe de déterminisme énonce : les conditions initiales (c'est-à-dire l'état dynamique instantané du système à un moment donné), ou bien les conditions aux limites, déterminent univoquement toute l'évolution du système. D'où la boutade de Laplace à Napoléon : si je connais l'état instantané de l'univers à un certain moment, je connais toute son histoire passée et toute son histoire future. Mais il s'agit ici du déterminisme mathématique, qui est un déterminisme idéal, distinct du déterminisme physique. Pour que ce déterminisme mathématique idéal soit également physique, concret, réel, il faut une condition supplémentaire, une condition de stabilité.

Pour définir celle-ci, on peut considérer le cas des équations différentielles ordinaires, c'est-à-dire relatives à des systèmes dont l'état instantané dépend de n paramètres, donc d'un point dans un espace X de dimension n. Un tel point est une condition initiale C. Le principe de déterminisme me dit que si je me donne C, je connais la trajectoire qui en est issue, c'est-à-dire l'histoire complète du système. Mais, physiquement parlant, C n'est connue qu'à une certaine précision.

Ce n'est donc pas un point de l'espace X mais un petit domaine U, d'autant plus petit que la précision est plus grande. Pour que le déterminisme mathématique soit un déterminisme physique, il faut que le petit tube de trajectoires issu de U reste un tube très près de la trajectoire issue de C. Si les trajectoires divergent dans tous les sens, il n'y aura plus aucun déterminisme physique. La condition de stabilité est donc la suivante : à des conditions initiales infiniment voisines correspondent des trajectoires qui restent infiniment voisines. Ou encore : si on épaissit un peu une condition initiale, la conséquence est tout simplement un petit épaississement de la trajectoire.

Un système est donc physiquement déterministe, c'est-à-dire prédictible, si (a) il est mathématiquement déterministe, et (b) ses trajectoires sont stables.

M. H. : Ton analyse suppose que nous connaissions les lois et leur expression par des équations différentielles. Or n'y a-t-il pas un problème dans la construction des lois, c'est-à-dire dans la détermination de la forme des équations différentielles ?

J. P. : La recherche des équations différentielles est un gros problème, mais il est différent de la question du déterminisme, sur laquelle j'aimerais poursuivre. Faisons une constatation : l'immense majorité des systèmes différentiels non linéaires sont mathématiquement déterministes sans être pour autant physiquement déterministes. La non-stabilité des trajectoires est en quelque sorte la règle. Ce fait crucial a été découvert autour des années 60. On s'est mis depuis lors, grâce aux puissants outils de calcul numérique et de simulation sur ordinateur, à étudier de plus en plus de systèmes qui sont mathématiquement déterministes et physiquement chaotiques (ce qu'on appelle le chaos déterministe des systèmes "sensitifs aux conditions initiales"). On a étudié en particulier les systèmes turbulents, comme l'atmosphère. Cependant, dans des systèmes complexes, des évolutions divergentes peuvent à un niveau grossier et global avoir néanmoins beaucoup de traits en commun.

M. H. : Si je comprends bien, les équations différentielles étaient relatives aux phénomènes localisés ; il s'agit de la trajectoire d'un point à la fois. Or, s'il y a des régularités globales qui ne dépendent pas de ces équations, comment peut-on les caractériser ?

J. P. : C'est un problème scientifique considérable : comment décrire des systèmes complexes, mi-déterministes mi-chaotiques, à une autre échelle ? La prédictibilité pour les sciences événementielles des systèmes complexes, comme la météo ou l'histoire, relève beaucoup plus d'un problème de récurrence d'invariants structuraux et qualitatifs que d'un vrai problème de déterminisme. En météo, on fait des prédictions soit en simulant à partir des données disponibles (qui sont d'ailleurs pauvres, locales et grossières) , et il est alors très difficile de faire de la prédiction déterministe ; soit en faisant de la météo comparée , et on suppose alors qu'à niveau très grossier il y a un certain type de déterminisme. Cela est légitime, car depuis que l'on dispose d'outils raffinés pour étudier les systèmes chaotiques (physiquement indéterministes), on a vu apparaître des régularités : ces systèmes ne sont pas chaotiques n'importe comment. Il y a là un nouveau type de déterminisme : un déterminisme structural qui est différent du déterminisme temporel.

M. H. : La prédictibilité sémiotique serait-elle comparable à ce déterminisme structural ?

J. P. : Il y a deux questions de prédictibilité en sémiotique : (a) il y a celle d'une sémiotique de la prédictibilité : étude de la promesse, du contrat fiduciaire, de l'anticipation et de l'expectative (versant subjectif : croyance à la prospective), je n'en parlerai pas ici ; (b) et puis, il y a celle de la force prédictive de la théorie sémiotique. Par exemple : quel peut être le type de prédictibilité du schéma narratif (en relation avec la formule universelle du mythe chez Lévi-Strauss) ? Si nous voulons faire un parallèle avec la physique, il faut revenir sur le rapport existant entre une équation différentielle et ses solutions. Les équations différentielles expriment des principes et des lois, donc des contraintes. Les solutions expriment quant à elles la diversité qui est possible à l'intérieur des contraintes. Il faut bien voir qu'un système d'équations différentielles peut contenir une extraordinaire complexité, laquelle est en général imprévisible. C'est pourquoi en physique on parle d'"équations intelligentes". C'est uniquement sur la base de cette dualité équation/solution qu'on peut parler de prédictibilité (1).

(1) Voir A. Chenciner, art. "Systèmes dynamiques", in Encyclopedia Universalis (nouvelle édition).

Lorsqu'on exprime (d'une façon ou d'une autre) des contraintes imposées à une diversité empirique, la possibilité d'en dériver un pouvoir de prédictibilité est conditionnée par la possibilité de reconstruire une diversité à partir des contraintes (c'est-à-dire l'équivalent des solutions d'une équation différentielle). Car il y a deux sortes de diversité : (a) la diversité empirique donnée ; (b) la diversité qui est construite mathématiquement à partir de principes théoriques et que l'on peut comparer à la diversité empirique. Ce point épistémologique est pour moi crucial. Il fait intervenir les mathématiques et leur générativité interne de façon essentielle : ce que j'appelle la schématisation des concepts.

Prenons la formule universelle du mythe chez Lévi-Strauss. Elle concerne deux oppositions, deux catégories sémantiques indépendantes qui interfèrent et se trouvent couplées. Comment peut-on savoir quel type de diversité satisfait à cette contrainte ? Les étapes de la réponse sont les suivantes : (a) donner un contenu mathématique précis au concept de catégorie sémantique. J'ai proposé une schématisation en termes de théorie des catastrophes (1) ; (b) dans le schématisme catastrophique, un axe sémantique correspond à une catastrophe de type cusp. Une fois seulement que l'on dispose de cette traduction, on peut alors dire que deux oppositions qui interagissent correspondent à deux cusps qui sont couplés ; (c) or deux cusps qui interagissent, on sait ce que c'est : c'est la catastrophe appelée double cusp. Et cette simple traduction produit un "miracle" ; (d) car le double cusp a une géométrie d'une grande complexité, encore mal connue malgré l'usage des ordinateurs. Le couplage de deux oppositions contient implicitement une extraordinaire diversité, construite, très difficile à maîtriser (comme dans le cas des équations différentielles) ; (e) c'est cette complexité du double cusp, avec ce qu'elle implique et ce qu'elle interdit, qu'il faut comparer à la diversité empirique. Tant que cette mise en rapport avec un objet mathématique (le double cusp) n'est pas faite, une formule telle que celle de Lévi-Strauss ne possède pas de véritable capacité de prédiction. Elle n'exprime qu'une loi d'organisation.

---

(1) "Sémiotique et théorie des catastrophes", Actes Sémiotiques - Documents, V, 47-48, 1983.

M. H. : Y a-t-il un lien entre tout ce que nous venons d'évoquer et la démarche présentant la prédictibilité comme une suite de choix établis entre des alternatives dont la fréquence (ou la probabilité) est mesurable ?

J. P. : Je ne crois pas. Cette démarche relève d'une attitude empiriste : tirer le maximum, pour le futur, d'une connaissance du passé. Ce diagnostic généralisé est une technique, puissante certes, mais ayant un contenu gnoséologique pratiquement nul.

Jean Petitot
Propos recueillis par
Manar Hammad