

“Il s’agit d’une théorie très puissante”

Jean Petitot

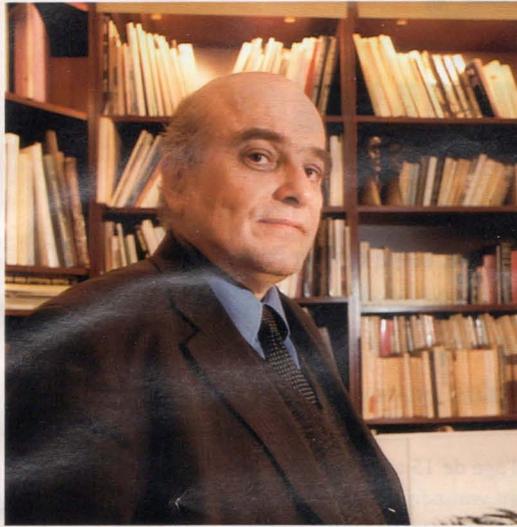
Cognitiviste, directeur du Centre de recherche en épistémologie appliquée de l’Ecole polytechnique.

Que pensez-vous du changement de point de vue radical que propose Jean-Louis Krivine ?

Je pense que, sur les points essentiels, Krivine a raison. Certains théorèmes mathématiques peuvent sans doute se concevoir comme un typage, une sorte de commentaire, de programmes compilés dans le cerveau par l’évolution : il s’agirait du commentaire écrit dans un langage de haut niveau de ce programme écrit, lui, en langage de bas niveau. Certaines mathématiques seraient ainsi une sorte de “décompilation” du code neuronal. Il s’agit là d’une idée puissante.

Pourquoi cette théorie est-elle si convaincante ?

C’est la meilleure réponse que je connaisse à un problème que posait Kant il y a bien longtemps : pourquoi des structures abstraites comme la géométrie et le calcul différentiel s’appliquent-elles *a priori* à l’expérience ? D’après Krivine, c’est que nous n’avons accès aux phénomènes qu’à travers des calculs implémentés neuralemment et qui, résultant de l’évolution, sont donc forcément adaptés à la réalité. Si la géométrie et le calcul différentiel reconstruisent certains de ces programmes, ceux-ci sont donc forcément adaptés à la réalité. Pas plus



P. LAFAY/EDITING POUR SCIENCE & VIE

que les autres animaux, nous n’avons conscience de ces calculs, mais nous avons les capacités réflexives permettant de trouver les structures mathématiques qui les typent. C’est un argument très fort pour expliquer la “miraculeuse” adéquation des mathématiques avec la réalité.

Pensez-vous que notre cerveau contienne de vrais programmes ?

C’est un problème délicat. De façon indépendante, en étudiant les relations entre le langage et la perception, je suis arrivé à des résultats assez analogues : l’énoncé d’un jugement perceptif, qui transforme une scène perçue en structure prédicative, peut être considéré comme le typage du calcul neuronal calculant cette scène. Imaginez un ballon rouge. Du côté de la perception, cette scène

correspond d’abord à un flux optique pixelisé sur la rétine. Flux qui est ensuite transformé, *via* un ensemble d’algorithmes neuronaux (traitements de la couleur, de la texture...), en un objet géométrique constitué d’un domaine spatial, délimité par des bords et remplis par des qualités sensibles, ici, sa couleur. Mais, du côté du jugement, nous trouvons l’énoncé «le ballon est rouge». Pour comprendre comment nous passons de la perception à son énoncé, nous devons comprendre le changement de format qui fait passer de la structure topologico-géométrique de la scène visuelle à une structure logico-syntaxique faisant intervenir un sujet, un verbe... Avec certains collègues, j’ai essayé de le faire en utilisant des outils qui relient géométrie et logique : la théorie des faisceaux et celle des to-

poi, dont les applications à l’informatique sont déjà nombreuses. Selon moi, ces théories permettent de comprendre comment la géométrie visuelle peut servir de matériel syntaxique pour une grammaire d’énoncés descriptifs. On retrouve l’idée de typage à la Krivine. Mais il faudrait sans doute généraliser sa théorie : ce seraient les concepts et les jugements en général, et pas seulement les théorèmes mathématiques, qui seraient des typages linguistiques de calculs cognitifs de bas niveau. Il s’agit là de l’une des premières thèses formelles sérieuses sur l’origine du langage.

Le lambda-calcul est-il alors «l’alphabet des pensées» dont ont parlé des philosophes ?

Un certain nombre de psychologues cognitivistes, comme Jerry Fodor, font depuis longtemps l’hypothèse qu’il existe un langage de la pensée assez proche des langages logiques de programmation. Est-ce le lambda-calcul ? C’est une question expérimentale qui est loin d’être évidente. Selon moi, le langage machine des calculs neuronaux n’est pas le lambda-calcul. Ce qui compte est ce que les neurobiologistes nomment l’architecture fonctionnelle des aires cérébrales, c’est-à-dire, en quelque sorte, le *hardware*

neuronal. Or, il est très différent d’une machine de Turing. Il n’y a pas de zones mémoires, d’adresses, de pointeurs, de piles, etc., qui permettraient d’implémenter un lambda-calcul. Mais, à ceci près, je crois que les thèses de Krivine à propos du passage du langage machine aux langages de haut niveau sont essentiellement justes.

Comment approfondir ces hypothèses ?

Le développement de ces recherches exige une interdisciplinarité réelle, j’aime à dire “intrinsèque”, car imposée par l’objet d’étude lui-même. Il nécessiterait donc des équipes constituées de spécialistes de la logique, de l’informatique, de la géométrie différentielle, des neurosciences intégratives et cognitives, de la linguistique... C’est un champ de recherche dont les enjeux scientifiques et technologiques sont extraordinaires. Mais l’expérience montre que le système français est mal adapté à la promotion de tels travaux. Les rigidités des disciplines établies les confinent trop dans les marges. Nous demeurons encore loin de ce qui s’est massivement développé dans les autres pays. Mais les enjeux de l’approche scientifique rigoureuse des processus mentaux sont tels que leur progrès est irrésistible.