



La boîte noire de D-Wave fait des vagues

La polémique ne cesse d'enfler. L'ordinateur conçu par la firme canadienne D-Wave est-il une machine quantique ? Animé par un processeur quantique baptisé « Rainier », doté selon la firme de 128 qubits – soit 32 fois plus que les meilleurs prototypes universitaires –, cet ordinateur aurait résolu, en janvier, un problème mathématique réputé difficile, le calcul d'un nombre de Ramsey.

Ce résultat a été déposé sur le site ArXiv.org ; il n'est pas encore validé par une revue scientifique de renom et laisse bien des scientifiques perplexes, à l'image de Daniel Estève, du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). « *Il s'agit d'un travail sur un problème mathématique de dénombrement non trivial, qui explique comment le processeur quantique adiabatique réalisé par D-Wave a été programmé pour le résoudre et donne les résultats obtenus. Mais ce travail ne prouve pas que la machine bénéficie vraiment de l'accélération offerte par le calcul quantique. Dans le cas traité, le processeur pourrait en effet fonctionner tout aussi bien comme un simulateur classique. Tout ce qu'on sait des supraconducteurs utilisés par D-Wave suggère en effet qu'une évolution purement quantique n'est pas réaliste.* »

Sur le papier, la puce Rainier n'est pas un processeur à tout faire comme ceux des ordinateurs. Elle est consacrée à la résolution d'une famille de problèmes mathématiques complexes qu'on appelle optimisation : par exemple déterminer l'emplacement optimal des composants d'une carte électronique pour en maximiser les performances, ou résoudre le problème du voyageur de commerce.

A l'université de Californie du Sud, Daniel Lidar héberge, depuis octobre 2011, la machine Rainier de D-Wave acquise par l'industriel Lockheed-Martin en 2011. « *C'est un système de calcul quantique adiabatique* », explique le chercheur. Comprendre : une machine qui tente d'appliquer à l'univers quantique la méthode de « recuit simulé » imaginée, en 1983, par des chercheurs d'IBM. Elle consiste, par exemple, à faire une analogie entre les villes que doit parcourir un voyageur de commerce et



les molécules d'un liquide, et à simuler le comportement de ce dernier. L'énergie interne du liquide représentant, ici, la distance totale à parcourir.

En « refroidissant » ses molécules suffisamment lentement pendant la simulation, le liquide finit par se solidifier dans un état d'énergie minimal qui correspond au trajet le plus court, solution du problème de départ. « *Le recuit simulé est une technique très efficace pour de nombreux problèmes d'optimisation*, confirme Daniel Estève, du CEA. *Que la machine de D-Wave soit un simulateur performant, pourquoi pas. Mais rien ne prouve qu'il est bien quantique, et qu'il profite de l'accélération qu'offre la physique quantique. Si c'est le cas, c'est très impressionnant.* »

« Annonces spectaculaires »

Pour John Martinis, de l'université de Californie à Santa Barbara, « *un recuit simulé au sens classique produirait aussi bien cette optimisation. Le test sera de voir s'ils sont capables de gagner en puissance au fur et à mesure que leur système grandira* ». Un test qui n'existe pas encore, ce qui expliquerait pourquoi D-Wave peine à prouver ses dires, selon Franck Wilhelm-Mauch, de l'université de la Sarre. Il s'est rendu chez D-Wave il y a dix-huit mois pour en savoir plus sur la machine. « *Je ne pense pas qu'ils trichent. Mais il sera difficile de démontrer le caractère quantique de leur puce. Il faudrait par exemple trouver un problème très difficile à résoudre quelle que soit sa taille, puis étudier la manière dont le temps de calcul évolue quand on accroît sa complexité. On constaterait ou pas l'accélération qui caractérise un vrai calculateur quantique.* »

C'est l'un des objectifs que s'est fixés Daniel Lidar pour les prochains mois. « *Nous sommes intéressés par les questions de physique fondamentale que pose la machine, en particulier pour comprendre jusqu'à quel point elle est classique ou quantique.* » En attendant, les responsables de D-Wave n'hésitent pas à clamer de nouveaux progrès. Ils annoncent qu'une puce de 512 qubits sera disponible dès cette année. « *Ils travaillent de manière étrange, ils font des annonces spectaculaires mais sans donner le moindre détail sur le fonctionnement de leur processeur* », regrette Serge Haroche, professeur au Collège de France.

Pour Daniel Lidar, on fait un mauvais procès à l'entreprise. « *Sa technologie pourra révolutionner l'informatique. Je connais D-Wave depuis 2000, un an à peu près après la création de l'entreprise. J'ai lu leurs travaux, je me suis rendu plusieurs fois à Vancouver pour rencontrer les ingénieurs, et je ne doute pas une seconde de leur intégrité. Cette entreprise développe une technologie maison, il est parfaitement compréhensible qu'elle ne puisse pas offrir une totale transparence.* » Pour lui, l'avance de l'entreprise est liée à une chose : alors que les universités tentent d'élaborer un ordinateur universel, « *D-Wave a dédié sa puce à une famille d'applications bien précise, notamment pour le traitement d'images ou l'étude de la géométrie des protéines* ». Une stratégie qui lui permet de clamer son avance pour lever des capitaux. D-Wave aurait ainsi reçu près de 100 millions de dollars d'investisseurs pas forcément très au fait des subtilités de la physique quantique. ■

D. DQ



INFOGRAPHIE LE MONDE
SOURCES : SCIENTIFIC AMERICAN, D-Wave