

Un robot scientifique utilise les mêmes alternatives que les hommes pour raisonner. L'une d'elles est la déduction logique (ou l'inférence déductive), qui représente le fondement des mathématiques et de l'informatique. La déduction logique est « fiable ». En d'autres termes, si vous avez pour point de départ une proposition vraie, vous ne pouvez déduire que de nouvelles vérités. Mais en l'absence d'une « théorie du tout », la déduction est insuffisante en science, parce qu'elle ne fournit que les conséquences de ce qui est déjà connu.

La deuxième alternative, l'abduction, n'est pas fiable,

comme le montre l'exemple du cygne ci-dessous : de nombreuses choses sont blanches sans être des cygnes. Cependant, l'abduction permet de produire des hypothèses qui ont une chance d'être vraies. En science, la vérité ne se décide pas par pure déduction à partir de suppositions, mais par l'expérimentation sur le monde réel. Si Adam émet l'hypothèse que Daisy est un cygne, le seul moyen pour Adam de vérifier si cette proposition est vraie consiste à attraper Daisy et à déterminer si c'est un cygne, un canard ou autre chose.

L'induction, comme l'abduction, permet d'avancer des

hypothèses nouvelles. Si tous les cygnes que nous voyons sont blancs, il est naturel d'en déduire, comme l'a fait Aristote, que tous les cygnes sont blancs. Mais l'induction n'est pas fiable, et l'induction de Aristote a été réfutée par la découverte de cygnes noirs en Australie. Nous utilisons tous les jours l'induction. Elle nous rassure sur le fait que le Soleil se lèvera demain et que notre petit déjeuner ne nous empoisonnera pas. Mais le rôle de l'induction en science est controversé, parce que la principale justification de l'induction est qu'en général elle fonctionne, ce qui est, en soi, une induction.

Déduction



Tous les cygnes sont blancs.



Daisy est un cygne.

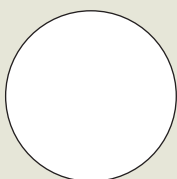


Par conséquent, Daisy est blanche.

Abduction



Tous les cygnes sont blancs.



Daisy est blanche.



Par conséquent, Daisy est un cygne.

Induction



Daisy est un cygne, et blanche.



Danny est un cygne, et blanc.



Dante est un cygne, et blanc (et ainsi de suite...)



Par conséquent, tous les cygnes sont blancs.

Comme les êtres humains, les robots peuvent utiliser diverses méthodes de raisonnement. Ces méthodes peuvent être fiables ou non, mais elles permettent de formuler des hypothèses et de suggérer des expériences, qui peuvent être réalisées pour tester ces hypothèses.

l'analyse statistique d'Adam étaient nécessaires pour résoudre ce problème.

Certaines personnes contestent l'utilisation du terme *robot scientifique* en faisant remarquer, ce qui se défend, qu'Adam ressemble davantage à un assistant qu'à un scientifique. Est-il alors légitime de prétendre qu'Adam a découvert de façon autonome des connaissances scientifiques nouvelles ?

Le robot est-il un scientifique ?

Commençons par le terme *autonome*. Nous ne nous contentons pas seulement d'installer et de régler Adam, puis de revenir quelques semaines plus tard pour voir ses conclusions. Adam est un prototype : son matériel et ses logiciels ont souvent des défaillances, ce qui nécessite l'intervention d'un technicien. Nous devons aussi améliorer ses logiciels. Cependant, le processus permettant à Adam d'émettre des hypothèses et de confirmer expérimentalement les connaissances nouvelles ne nécessite pas d'intervention humaine.

Le terme *a découvert* soulève une discussion datant du milieu du XIX^e siècle, avec lady Ada Lovelace. Fille du poète anglais lord Byron, elle était la collaboratrice de Charles Babbage, la première personne à concevoir une véritable machine à calculer. Certains la considèrent comme la première programmeuse. L'argument de lady Lovelace était le suivant : « La machine analytique n'a nullement la prétention de créer quelque chose par elle-même. Elle peut faire tout ce que nous saurons lui ordonner d'exécuter. » Cent ans plus tard, l'informaticien Alan Turing a proposé un contre-argument sous forme d'analogie avec les enfants. De même que les professeurs ne se voient pas attribuer (tout) le mérite des découvertes de leurs élèves, il serait injuste que les hommes revendiquent tout le mérite des idées de leurs machines. Ces arguments ont une importance commerciale croissante ; par exemple, aux États-Unis, la loi des brevets stipule que seule une « personne » peut « inventer » quelque chose.

Enfin, dans quelle mesure peut-on dire qu'Adam découvre des connaissances scientifiques nouvelles ? Certaines des correspondances entre gènes et fonctions enzymatiques de *S. cerevisiae*, dont Adam a fait l'hypothèse et qu'il a expérimentalement vérifiées, sont nouvelles. Bien que ces connaissances soient modestes, elles ne sont

pas triviales. Dans le cas de l'enzyme 2-aminoacide transaminase, Adam a trouvé trois gènes distincts qui pourraient résoudre une énigme vieille de 50 ans. Une partie des conclusions d'Adam pourrait être fautive, toute connaissance scientifique étant provisoire. Cependant, il est peu probable que toutes ses conclusions soient fausses. Cela fait maintenant deux ans que les résultats d'Adam sont dans le domaine public, et personne n'a signalé d'erreur. À ma connaissance, les scientifiques d'autres groupes n'ont pas encore essayé de reproduire les résultats d'Adam.

Adam, puis Ève

Une autre façon d'évaluer si Adam est un scientifique est de voir si l'approche d'Adam pour produire des hypothèses nouvelles est généralisable. Une fois les expériences d'Adam lancées, nous avons développé un deuxième robot. Ève applique les mêmes cycles automatisés de recherche au criblage et à la conception de nouvelles molécules biologiquement actives, une activité médicale et commerciale importante. Les leçons que nous avons tirées de la conception

d'Adam font d'Ève un système plus élégant. Les recherches d'Ève concernent le paludisme, la schistosomiase (la deuxième maladie parasitaire après le paludisme dans le monde), la maladie du sommeil et la maladie de Chagas. Nous n'avons pas terminé la mise au point des logiciels d'Ève, mais le robot a déjà trouvé des composés intéressants pour la lutte contre le paludisme.

D'autres scientifiques développent des robots semblables. Hod Lipson, de l'Université Cornell aux États-Unis, tente d'améliorer la conception de la robotique mobile et de comprendre les systèmes dynamiques. Et certains chercheurs essaient de créer des robots scientifiques dans les domaines de la chimie, de la biologie et de l'ingénierie.

En outre, plusieurs équipes, dont la mienne, veulent automatiser la recherche en physique quantique, en particulier le contrôle des processus quantiques. Par exemple, Herschel Rabitz, de l'Université de Princeton, cherche à utiliser des lasers femtoseconde (10^{-15} seconde) pour créer ou briser des liaisons chimiques.

Si nous acceptons que les robots puissent être des scientifiques, nous aimerions

L'AUTEUR



Ross KING est professeur d'informatique à l'Université d'Aberystwyth, au pays de Galles, au Royaume-Uni.

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur www.jardindesplantes.net, dans "l'agenda du jardin"

CONFÉRENCES

Lundi 31 octobre - 18h Cycle « La chimie au Muséum »
La chimie de la mer (M.-L. Bourguet-Kondracki)

FILMS

Reprise du palmarès du Festival International du Film documentaire Océanien 2011
Lundi 3 octobre - 18h
Contact (Grand Prix 2011)
 Réal. : B. Dean et M. Butler, Australie, 2009, docu., 78', VOSTFR
Samedi 22 octobre - 15h30
Lucien Kimitete, un homme de la terre des hommes
 (Prix du public 2011) Réal. : D. Agniel, Polynésie française, 2010, docu., 52'

MÉTIER DU MUSÉUM

Dimanche 30 octobre - 15h **Chimiste** - D. Buisson et Ch. Bailly

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution
 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire, Paris 5^e
 Métro : Gare d'Austerlitz - Jussieu

BAR DES SCIENCES

Dimanche 16 octobre - 15h30
La Nature, source de médicaments
 En lien avec l'Année internationale de la chimie et la Fête de la Science. Intervenants : Sabrina Krief, primatologue, Christian Milet, biologiste, Jian-Sheng Sun, PDG de DNA Therapeutics SA. Animé par Marie-Odile Monchicourt.

Café-restaurant la Baleine
 47 rue Cuvier - Paris 5^e - Métro : Jussieu