

UN ROBOT QUI FAIT DE LA BIOLOGIE

Adam est un robot scientifique créé à l'Université d'Aberystwyth, au pays de Galles. Il étudie les gènes et leurs fonctions. Récemment, son système d'intelligence artificielle a formulé 20 nouvelles hypothèses portant sur les gènes de la levure susceptibles de coder des enzymes indispensables à sa multiplication. Puis Adam a réalisé des milliers d'expériences pour déterminer quelles hypothèses étaient justes ou fausses. Voici comment il a procédé.

1 Préparation des échantillons

Les bras du robot récupèrent des souches de levure congelées et les placent dans différents puits de plaques de culture qui contiennent un liquide nécessaire à leur développement – un milieu de culture (voir le cartouche en haut).

2 Croissance des levures

L'incubateur chauffe les plaques pendant 24 heures. Toutes les 40 minutes, un bras du robot installe chaque plaque de culture dans un lecteur optique qui contrôle la multiplication des levures (voir le cartouche en bas).

3 Séparation des cellules

Une centrifugeuse fait tourner chaque plaque pour séparer la levure de son milieu de culture.

Congélateur

Incubateur

Lecteur optique

Élimination des déchets

4 Élimination du milieu

Des lavages successifs éliminent la totalité du milieu de culture et les levures sont mises en suspension dans une solution saline.

5 Traitement des levures

Pour tester différentes hypothèses, le robot ajoute aux levures diverses combinaisons de milieux de culture et de molécules qui pourraient modifier leur métabolisme.

6 Lecture des résultats

Les plaques restent dans l'incubateur plusieurs jours. Toutes les 20 minutes, un bras robotisé place les plaques dans le lecteur optique qui envoie les données de croissance des levures à un ordinateur.

7 Analyse des données

Les logiciels d'Adam analysent les résultats, ce qui peut prendre plusieurs heures.

Une pipette robotique place les souches de levure au fond des 96 puits des plaques et ajoute un milieu de culture.

Le rayon lumineux du lecteur optique illumine chaque puits de culture. L'intensité lumineuse qui traverse le puits mesure de combien les levures se sont multipliées.

David Johnson

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.

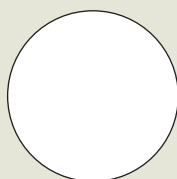


Par conséquent, Daisy est blanche.

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