

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE** EN TOUTE LIBERTÉ

NOUVELLE
FORMULE



FORMULE
PASSION
-28%



FORMULE
DÉCOUVERTE
-25%

FORMULE
INTÉGRALE
-42%



8,20€*



6,50€*



4,90€*

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ OUI, JE M'ABONNE À **POUR LA SCIENCE** EN PRÉLÈVEMENT AUTOMATIQUE, JE CHOISIS MA FORMULE ET JE COMPLÈTE L'AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT CI-DESSOUS.

☐ FORMULE **INTÉGRALE**
12 n° de Pour la Science + 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 1996

8,20€
Par mois
-42%
IPV8E20

☐ FORMULE **PASSION**
12 n° de Pour la Science
+ 4 Hors-Séries

6,50€
Par mois
-28%
PPV6E50

☐ FORMULE **DÉCOUVERTE**
12 n° de Pour la Science

4,90€
Par mois
-25%
DPV4E90

MES COORDONNÉES

Nom : _____
Prénom : _____
Adresse : _____

Code postal _____

Ville : _____

Tél. Pour le suivi client (facultatif) : _____

E-mail obligatoire : _____@_____

J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON
et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

MANDAT DE PRÉLÈVEMENT SEPA

PAS478P

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte

Nom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Désignation du compte à débiter

BIC (Identification internationale de la banque) _____

IBAN _____

(Numéro d'identification international du compte bancaire)

Établissement teneur du compte

Nom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Date et signature

Organisme Créancier : Pour la Science
170 bis, bd. du Montparnasse - 75014 Paris
N° ICS FR92ZZ426900
N° de référence unique de mandat (RUM)

Merci de joindre impérativement un RIB

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire

* Par mois et par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/2017 en France métropolitaine. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science. Votre abonnement en prélèvement est reconduit automatiquement et peut être interrompu par simple lettre. Photos non contractuelles.

Quand les machines apprendront comme des enfants

SI L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE A CONNU RÉCEMMENT UN GRAND ESSOR, C'EST GRÂCE À DES APPROCHES AYANT DES POINTS COMMUNS AVEC L'APPRENTISSAGE DES JEUNES ENFANTS – LESQUELS SURPASSENT ENCORE DE LOIN LES MACHINES!



L'ESSENTIEL

> Comment les jeunes enfants apprennent-ils ? Cette question préoccupe depuis longtemps philosophes et psychologues – et désormais les informaticiens.

> Les spécialistes de l'intelligence artificielle étudient les capacités de raisonnement des très jeunes enfants pour conférer

aux machines des capacités d'apprentissage automatique.

> Il existe deux stratégies concurrentes d'apprentissage automatique qui tentent, souvent avec difficulté, de reproduire ce que les enfants font naturellement. Elles ont commencé à transformer le domaine de l'intelligence artificielle.

L'AUTEURE



ALISON GOPNIK
professeure de psychologie
et professeure affiliée
de philosophie à l'université
de Californie à Berkeley,
aux États-Unis



Si vous passez beaucoup de temps avec de jeunes enfants, vous êtes sans doute émerveillé par leur capacité à apprendre et par la rapidité de cet apprentissage, et vous vous demandez comment cela est possible. Les philosophes, à commencer par Platon, se sont également posé la question, sans trouver de réponse satisfaisante. Mon petit-fils de 5 ans, Augie, a acquis des connaissances sur les plantes, les animaux et les horloges, sans parler des dinosaures et des vaisseaux spatiaux. Il est également capable de deviner ce que d'autres personnes veulent, ce qu'elles pensent et ce qu'elles ressentent. Il peut utiliser ces connaissances pour classer ce qu'il voit et entend, et faire de nouvelles prédictions.

Par exemple, Augie a dernièrement proclamé que l'espèce de titanosaure récemment découverte et exposée au Muséum américain d'histoire naturelle à New York est un herbivore, et que cet animal n'est donc pas si effrayant que cela.

Et pourtant, pour l'essentiel, Augie ne reçoit de son environnement que des photons venant frapper la rétine de ses yeux et des vibrations de l'air atteignant le tympan de ses oreilles. À partir de ces informations, son cerveau parvient d'une façon ou d'une autre à faire des prédictions sur les titanosaures herbivores.

Des ordinateurs électroniques pourraient-ils en faire autant? Depuis une quinzaine d'années, des informaticiens et des psychologues essaient de trouver une réponse. Comprendre comment fonctionne le cerveau des enfants pour ensuite en créer une version logicielle qui fonctionne aussi bien reste un défi pour les informaticiens. Mais entre-temps, ils commencent à développer des intelligences artificielles qui incorporent une partie de ce qu'on sait des mécanismes d'apprentissage chez les humains.

Passé l'enthousiasme des années 1950 et 1960, le domaine de l'intelligence artificielle a longtemps stagné. Mais il a connu ces dernières années des progrès remarquables, en particulier dans le domaine de l'apprentissage automatique. De nombreuses prédictions utopistes ou apocalyptiques ont émergé concernant la signification de ces avancées. Selon les points de vue, optimistes ou pessimistes, on imagine que ces développements annoncent, par exemple, l'immortalité ou la fin du monde...

Si ces progrès de l'intelligence artificielle suscitent des sentiments aussi intenses, c'est peut-être à cause de la crainte profonde que nous inspire le «presque humain». L'idée que des créatures pourraient faire se rejoindre l'humain et l'artificiel a toujours profondément troublé, du golem médiéval au monstre de Frankenstein et à Ava, la très sexy androïde fatale du film *Ex machina*.

Mais l'apprentissage des ordinateurs se rapproche-t-il vraiment de celui des humains? Les

détails de la façon dont un ordinateur apprend à reconnaître, par exemple, un chat, un mot parlé ou un caractère japonais peuvent être difficiles à suivre. Cependant, à y regarder de plus près, les idées de base derrière l'apprentissage automatique ne sont pas aussi déroutantes qu'il y paraît.

UNE APPROCHE ASCENDANTE

L'une des approches pour un tel apprentissage consiste à s'appuyer sur le flux de photons et de vibrations de l'air qu'Augie, comme nous tous, reçoit, et qui atteint l'ordinateur sous forme de pixels d'une image numérisée ou d'échantillons d'un enregistrement sonore. L'ordinateur essaie alors de repérer dans les données numériques une série de motifs permettant d'identifier des objets du monde qui nous entoure. Cette approche est dite ascendante (*bottom-up*, «du bas en haut»).

Dans les années 1980, les scientifiques ont trouvé d'ingénieuses méthodes ascendantes permettant à des ordinateurs de repérer des motifs porteurs de sens dans les données. Les systèmes «connexionnistes» ou «réseaux neuronaux» s'inspirent de la façon dont les neurones convertissent les motifs lumineux, formés au niveau de la rétine, en représentations du monde extérieur. Un réseau neuronal utilise des éléments de traitement interconnectés, analogues à des cellules biologiques, pour transformer les pixels fournis à une couche du

Créer un système logiciel qui apprend aussi bien qu'un enfant reste un défi pour l'informatique

réseau en représentations de plus en plus abstraites (un nez ou un visage entier, par exemple) à mesure que les données sont traitées dans des couches de niveau supérieur.

Les idées des réseaux neuronaux ont récemment connu un fort renouveau avec un ensemble de nouvelles techniques qualifiées d'«apprentissage profond». Cette renaissance a notamment été favorisée par la puissance croissante des ordinateurs et la disponibilité de très grandes masses de données. Avec de meilleures capacités de traitement et davantage de