

# L'odyssée de l'intelligence artificielle

## Pour une nouvelle IA bio-inspirée

### ÉPISODE 9

Pendant tout l'été, l'Opinion décrypte les dessous de la révolution que nous sommes à la veille de vivre. Nous sommes entrés dans une nouvelle ère. Accrochez vos ceintures.

VOUS ÊTES UNE ABEILLE. Tout autour de vous, la ruche vrombit en ce début de printemps, surpeuplée par la vague de naissances depuis le dernier solstice. Trop, c'est trop : la reine décide de créer une autre ruche, d'essaimer. Elle quitte la sienne et va s'installer sur une branche d'arbre proche. Dix mille ouvrières la suivent et l'entourent pour la protéger.

Mais où s'installer ? Aucune abeille isolée n'a les capacités cognitives d'évaluer la « qualité » d'une cavité, encore moins de comparer deux cavités entre elles, ou de négocier avec les autres sur les vertus respectives des trous que chacune aura trouvés. Pourtant, les abeilles font systématiquement le meilleur choix possible dans un rayon de 7 kilomètres.

Et pourtant, l'hiver suivant, la plupart des nouveaux essaims périront. Le meilleur emplacement s'avère insuffisant dans 75% des cas. Quelle forme d'intelligence les abeilles déploient-elles pour survivre à une pression sélective si contraignante ? Et peut-on s'inspirer de leur succès ?

Les IA actuelles, que nous appellerons IA-DL, bien que révolutionnaires, présentent de profondes limites. Construites sur le deep learning, elles présentent le triple défaut de s'avérer égoïstes, dépendantes aux « Big Data », et vulnérables aux biais de sélection.

Il importe de comprendre que ces limitations sont inscrites dans la structure des IA-DL. Prenons un cas bien connu, celui des voitures autonomes, aujourd'hui pilotées par des IA-DL dont le principe est l'apprentissage par l'exemple. Pour les entraîner, on donne à ces systèmes de grandes quantités de spécimens d'un problème à analyser (l'identification de panneaux de signalisation), avec indication de ce qu'il faut reconnaître dedans. Les algorithmes en déduisent un crible qui permet à l'IA de retrouver l'annotation quand on lui présente à nouveau ces données, voire, si le nombre de spécimens donnés est assez grand, de trouver l'annotation qui correspond le mieux à une donnée nouvelle.

On a alors affaire à des IA capables d'analyser un sujet. Les IA-DL font leur preuve quand elles opèrent sur des systèmes fermés, à nombre de cas possibles déterminés. Elles s'avèrent plus

### L'intelligence cognitive est comparable au comportement des insectes sociaux comme les abeilles ou les termites

performantes par exemple que les meilleurs radiologues pour détecter les risques de cancers sur des radiographies de poumons. Mais pour un système ouvert, comme une voiture autonome, il n'est pas possible de faire la liste exhaustive des situations dans lesquelles elle se trouvera au cours de sa vie. On compense par une multiplication d'IA analysant chacune une des situations, d'où démultiplication de puissance de calcul égoïste, et d'immenses bases de données.

**Annotations.** Une fois la liste des annotations connue, il faut alimenter l'entraînement du réseau neuronal (RN) avec de grandes quantités d'exemples pour chaque annotation recherchée. Dans la majorité des cas concrets, les données sont trop rares pour que l'entraînement puisse être fait avec succès. Ainsi, les industriels qui souhaitent analyser les défauts de produits en fin de ligne se heurtent à l'impossibilité de rassembler assez d'exemplaires défectueux pour entraîner leurs IA.

Et quand les bases de données sont abondantes, il devient difficile d'en vérifier la qualité, soit une couverture homogène et judicieuse des cas envisagés. C'est le cas des systèmes de dialogues qui doivent aller ingurgiter des pans entiers de ce qu'on trouve sur le Net, et intègrent donc tous les biais qui leur sont propres.

Limitées par leur inertie, ces IA-DL s'avèrent incapables de s'adapter à leur environnement. Les peurs qui entourent leur avènement sont irrationnelles, mais leurs processus cognitifs sont défectueux.



Cette illustration a été réalisée avec l'intelligence artificielle générative Adobe Firefly.

Prenons maintenant le cas du cerveau humain. Il consomme 20 Watts en permanence, donc plus de 100 000 fois moins que la phase ponctuelle de création d'un réseau de neurones, et pas plus que l'utilisation d'un RN limité à la simple reconnaissance des panneaux de signalisation, ou des animaux sur la route... De quoi trouver de l'inspiration.

Des millions d'articles passionnants de neurosciences décrivent les phénomènes qui interviennent aux différents niveaux d'organisation du cerveau, mais la science recherche toujours le cadre qui permettra d'intégrer ce foisonnement de découvertes à une structure bien ordonnée. Parmi les pistes disponibles, celle des « colonnes

qu'on pouvait obtenir un développement cognitif parfaitement normal.

L'intelligence cognitive est comparable au comportement des insectes sociaux comme les abeilles ou les termites, qui réalisent des tâches demandant un haut degré de cognition, sans qu'aucun des individus ne dispose des capacités nécessaires, et sans chef de projet ou guide pour les orienter. Le résultat n'est pas la démultiplication des possibilités d'un agent, ni la multiplication des essais, mais l'émergence d'un phénomène de niveau d'abstraction supérieur, d'une autre nature que ce dont les agents isolés sont capables. En somme, l'intelligence peut être vue comme le résultat émergent d'un système multi-agents de colonnes corticales. Que font ces colonnes corticales ?

Quand un conducteur humain effectue un freinage d'urgence lors d'un trajet en ville, son cerveau met moins d'un dixième de seconde pour analyser la situation et envoyer aux muscles des jambes l'ordre de freiner. Il s'agit du temps d'analyse typique du cerveau pour des situations simples. Or, les neurones sont des cellules biochimiques, par nature assez lentes : dans un dixième de seconde, il n'y a pas eu plus de 100 neurones de suite impliqués. En informatique, un programme en cent étapes dans un langage de bas niveau n'arrive pour ainsi dire à rien !

Certes, le cortex est un système massivement parallèle, et la situation est analysée en parallèle par un très grand nombre de chaînes de 100 neurones... Mais aucune n'a rien le temps de faire. Le cerveau n'a pas le temps de calculer pour comprendre et réagir, juste d'aller voir dans sa mémoire s'il n'a pas déjà vécu et engrammé une situation du même type, et de retrouver la réponse appropriée.

La clé du modèle est donc de considérer que le cortex est essentiellement une mémoire, et la

fonction des colonnes de gérer les successions d'événements, c'est-à-dire de rechercher si la succession d'événements en cours correspond à un type de succession déjà rencontré pour anticiper ce qu'il va se passer et réagir correctement, sinon apprendre la nouvelle séquence.

Des intelligences réelles, consommant très peu d'énergie et donc embarquables sur des chips, qui ne nécessiteraient pas de « Big Data »...

Des IA d'une intelligence capable de « survivre », comme les insectes ou les mammifères, dans des environnements auxquels elles auront été exposées, et de faire face à des situations jamais vues...

Il reste du travail, mais compléter ce modèle des neurosciences et le transformer en algorithmes permettrait de donner naissance à des IA autrement plus puissantes, qui pourraient percevoir des configurations dans la situation analysée et agir de la manière la plus appropriée en fonction de l'objectif donné.

Ces IA biomimétiques, la Darpa (agence gouvernementale américaine de défense dont la vocation est de s'assurer que les armées américaines aient vingt ans d'avances sur les autres) les appelle IA de troisième génération.

Avec moins de moyens financiers et du retard sur les Gafam, et un ADN d'ingénieurs disruptifs, la France pourrait les développer à moindre coût dès à présent, histoire de se retrouver en tête de l'IA à la prochaine génération...

**Bruno Maisonnier**

Ancien fondateur d'Aldebaran Robotics, Bruno Maisonnier est aujourd'hui CEO d'AnotherBrain, entreprise française qui crée une nouvelle génération d'intelligence artificielle bio-inspirée proche du fonctionnement du cortex cérébral et capable d'apprendre sans supervision, d'expliquer ses décisions, de fonctionner sans Big Data et en temps réel. Embarquée dans un chip, elle adresse des applications dans la Défense, l'Industrie, l'Automobile ou l'IoT.

**Prochain épisode**  
L'intelligence artificielle peut-elle être morale ?

corticales » est l'une des plus prometteuses.

Cette approche prend racine dans les travaux de Vernon Benjamin Mountcastle, qui a décrit l'organisation du cortex en colonnes en 1957, et se prolonge à la suite du prix Nobel de médecine de 1981 attribué à Hubel et Wiesel, pour leur contribution à l'explication du rôle de ces colonnes corticales.

**Cortex.** Le cortex humain, siège des fonctions cognitives, ressemble à une toile cirée de 65 centimètres de diamètre et de 2 millimètres d'épaisseur, froissée pour tenir dans la boîte crânienne en entourant les parties plus primitives du cerveau. Ce cortex est constitué de 200 millions de paquets de neurones en forme de colonnettes de 2 millimètres de long, serrées les unes contre les autres, toutes à peu près identiques.

Le cerveau cognitif peut être vu comme un « système multi-agents », où un grand nombre d'agents tous identiques, les colonnes corticales, collaborent et développent ensemble un phénomène que l'on appelle l'intelligence. Ces agents sont polyvalents. Ainsi, en faisant arriver un nerf optique sur une zone du cortex

auditif ou réciproquement, des expériences menées sur les furets ont montré

