



Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

Où l'on comprend ce que sont un ordinateur, un algorithme, un programme et en particulier un programme d'Intelligence Artificielle.

Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ? Avant de débattre du risque que les machines transforment les hommes en esclaves élevés dans des fermes à bétail, peut-être faut-il se demander en quoi consiste l'IA. Soyons clairs : l'Intelligence Artificielle ne cherche pas à rendre les ordinateurs intelligents. Les ordinateurs restent des machines. Elles effectuent bêtement ce qu'on leur demande de faire, rien de plus.

Informatique et ordinateurs

Pour bien comprendre de quoi est capable ou non un ordinateur, il faut d'abord comprendre en quoi consiste l'informatique. Commençons par cela.

L'informatique est la science du traitement de l'information. Il s'agit de concevoir des machines qui traitent, de manière automatique, toute sorte d'information : des nombres, du texte, des images, *etc.*

Cela a commencé avec la machine à calculer. L'information consiste alors en des nombres et des opérations à effectuer. Par exemple :

$$346 + 78 = ?$$

Puis comme ce fut le cas pour les outils de la Préhistoire, de progrès en progrès, l'information traitée est devenue de plus en plus complexe. Elle est passée du nombre au mot, à l'image, au son. Aujourd'hui, nous savons construire des machines qui écoutent ce qu'on leur dit (c'est « l'information ») et qui s'en servent pour effectuer ce qu'on leur a demandé. Par exemple, lorsque vous demandez à votre i-Phone : « Siri, dis-moi à quelle heure est mon rendez-vous chez le médecin ». L'ordinateur est la machine qui traite cette information.

Ordinateurs et algorithmes

Pour traiter l'information, l'ordinateur applique une méthode appelée *algorithme*. Essayons de comprendre ce dont il s'agit.

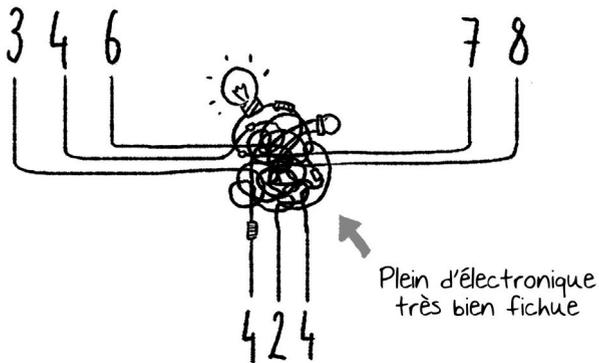
Lorsque vous êtes allé à l'école, vous avez appris à faire une addition : il faut poser les nombres en colonnes, les chiffres bien alignés ; ensuite, vous calculez la somme des unités. S'il y a une retenue, vous la notez puis vous ajoutez les dizaines. Et ainsi de suite.

$$\begin{array}{r} \overset{1}{3} \overset{1}{4} 6 \\ + \quad 78 \\ \hline = 424 \end{array}$$

Cette méthode est un « algorithme ».

Les algorithmes sont les recettes de cuisine des mathématiques : cassez les œufs dans le bol, mélangez, versez dans la poêle... C'est la même chose. Comme la recette de l'omelette dans un livre de cuisine, vous pouvez écrire un algorithme pour décrire n'importe quel traitement de l'information. Par exemple, pour calculer une addition. Nous pouvons alors apprendre ces algorithmes et les appliquer.

Dans une calculatrice, l'algorithme est transformé en un ensemble de câblages électroniques. Nous obtenons alors une machine capable, lorsqu'on lui fournit deux nombres, de calculer et d'afficher le résultat de leur addition. Ces trois notions (la recette de cuisine, l'algorithme et la machine électronique qui effectue l'algorithme) sont plus ou moins complexes, mais elles sont bien maîtrisées : un cuisinier sait écrire et réaliser une recette ; un informaticien sait écrire un algorithme ; un ingénieur en électronique sait construire une calculatrice.

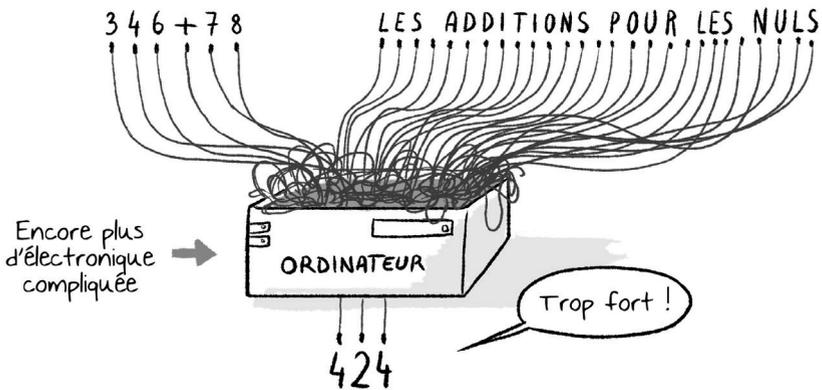


Algorithme et informatique

L'idée de l'informatique est de considérer que l'algorithme est lui-même de l'information.

Imaginons qu'il soit possible de décrire notre recette de l'addition sous la forme de nombres ou d'autres symboles interprétables par une machine. Et imaginons qu'au lieu d'une calculatrice, nous construisions cette machine, un peu plus sophistiquée, à laquelle nous pouvons fournir deux nombres et notre algorithme de l'addition. Cette machine serait capable de « décoder » l'algorithme pour effectuer les opérations qu'il décrit. Que va-t-il se passer ?

Vous allez me dire : « bah oui, cela va faire une addition, et alors ? ». Et alors, de la même manière que la calculatrice peut être utilisée avec n'importe quel nombre pour faire des additions, cette même machine à décoder les algorithmes pourrait être utilisée avec n'importe quel autre algorithme, par exemple celui de la multiplication ! Et là, magie, on peut utiliser la même machine pour faire à la fois des additions et des multiplications !



Bon, je sens que l'excitation est à son comble... Faire des additions et des multiplications, cela ne vous paraît pas extraordinaire. Pourtant, cette idée géniale, que l'on doit à Charles Babbage (1791-1871), est à l'origine des ordinateurs ! Un ordinateur est une machine qui traite les données fournies sur un support physique (par exemple une carte perforée, une bande

magnétique, un disque numérique) en suivant un ensemble d'instructions elles-mêmes écrites sur un support physique (le même support que les données, en général) : c'est une machine qui exécute des algorithmes !

La machine à tout faire

En 1936, Alan Turing propose un modèle mathématique des ordinateurs : les célèbres *machines de Turing*.

Une machine de Turing est constituée d'un ruban sur lequel on peut écrire des symboles. Pour mieux vous représenter la chose, imaginez une bobine de 35 mm au cinéma constituée de petites cases dans lesquelles vous pouvez mettre une photo. Dans une machine de Turing, nous n'utilisons pas des photos mais un *alphabet*, c'est-à-dire une liste de symboles (par exemple, 0 et 1 qui sont les symboles favoris des informaticiens). Dans chaque case, nous pouvons écrire un seul symbole.

Pour que la machine de Turing fonctionne, vous devez définir un ensemble de consignes numérotées comme ci-dessous :

Consigne numéro 1267 :

Symbole 0 → Avancer d'une case vers la droite,
Passer à la consigne 3146

Symbole 1 → Écrire 0,
Avancer d'une case vers la gauche,
Recommencer consigne 1267

La machine de Turing analyse le symbole contenu dans la case courante et applique la consigne.

Ce principe ressemble un peu aux livres dont vous êtes le héros : *notez que vous avez ramassé une épée et allez à la page 37*. La comparaison s'arrête ici. Contrairement au lecteur du livre dont vous êtes le héros, la machine ne choisit pas d'ouvrir le coffre ou de rentrer dans l'ancre du dragon : elle fait uniquement ce que l'auteur du livre a inscrit sur la page et elle ne prend aucune décision.

Elle suit exactement ce qui est écrit dans l'algorithme.

Alan Turing a démontré que ses « machines » permettaient de reproduire n'importe quel algorithme, aussi compliqué soit-il. Or, justement, un ordinateur fonctionne exactement comme une machine de Turing : il dispose d'une mémoire (équivalent du « ruban » de la machine de Turing), il lit des symboles contenus dans ces cases mémoires et il applique les consignes définies à l'aide des câblages électroniques. Un ordinateur est donc une machine capable, en théorie, d'exécuter n'importe quel algorithme.

Des programmes pour faire des programmes

Résumons. Un ordinateur est une machine munie d'une *mémoire* dans laquelle on inscrit deux choses : des données (ou plus généralement de l'information, d'où le nom *informatique*) et un algorithme, codé dans un langage particulier, qui définit un traitement sur ces données. L'algorithme écrit dans ce langage interprétable par la machine s'appelle un *programme informatique* et, lorsque la machine effectue ce qui est décrit dans l'algorithme, on dit que l'ordinateur *exécute le programme*.

Écrire un programme, nous le voyons bien avec les machines de Turing, est un peu plus complexe que dire simplement « mets les nombres en colonnes et fais la somme ». Cela ressemble plutôt à quelque chose comme :

```
Prendre le dernier chiffre du premier nombre
Prendre le dernier chiffre du deuxième nombre
Calculer la somme
    Noter le dernier chiffre dans la case « somme »
    Noter les chiffres précédents dans la « retenue »
Recommencer à la colonne précédente
```

Il faut décrire très précisément, étape par étape, ce que doit faire la machine, en utilisant uniquement les opérations autorisées par

les petits câblages électroniques. Écrire des algorithmes de cette façon est très contraignant...

Les informaticiens ont donc inventé des langages et des programmes pour interpréter ces langages. Par exemple, nous demandons à la machine de transformer le symbole + en la suite d'opérations décrites ci-dessus.

Cela permet d'écrire les programmes plus facilement, en réutilisant des programmes déjà écrits pour en faire d'autres plus complexes. Comme avec les outils de la Préhistoire ! Une fois que vous avez la roue, vous pouvez faire des brouettes et vous pouvez même, avec un peu de temps et d'énergie, faire une machine qui fabrique des roues.

Et l'intelligence artificielle dans tout ça ?

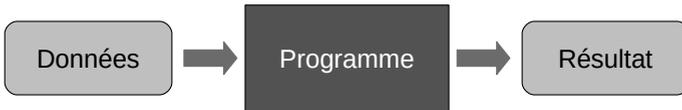
L'intelligence artificielle consiste à écrire des programmes particuliers.

Selon Marvin Minsky, l'un des fondateurs de la discipline dans les années 50, l'IA est *« la discipline de l'informatique qui s'intéresse à la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique »*.

Il s'agit donc d'écrire des programmes pour effectuer des tâches de traitement de l'information pour lesquelles les humains sont, *a priori*, les plus compétents. On devrait donc dire « un programme d'IA » et non « une IA ».

Les exemples sont nombreux de programmes d'IA qui savent maintenant résoudre de telles tâches de traitement de l'information : bien jouer aux échecs, prédire le temps qu'il fera demain, trouver la réponse à la question « qui est le cinquième

président des États-Unis? », etc. Toutes ces choses qui peuvent être accomplies par des machines reposent sur des méthodes et des algorithmes issus de l'Intelligence Artificielle. Il n'y a donc rien de magique ni d'intelligent dans ce que fait une IA : la machine applique l'algorithme, lequel algorithme a été écrit par un humain. Si intelligence il y a, c'est celle du programmeur qui fournit les bonnes instructions à la machine.



Une machine qui apprend ?

Évidemment, écrire un programme d'IA n'est pas chose aisée : il faut écrire les instructions permettant d'obtenir une réponse qui a l'air « intelligente » quelles que soient les données qui sont fournies. Les informaticiens font donc souvent appel à des programmes sophistiqués qui calculent automatiquement les « bonnes » réponses à partir de données, plutôt que d'écrire le détail des instructions à la main. Comme pour l'addition, nous essayons d'utiliser la machine pour simplifier l'écriture de programmes. Ce principe est au cœur d'une technique d'IA appelée *l'apprentissage automatique*.

Ce nom a été à l'origine d'un immense malentendu entre les chercheurs en informatique et les utilisateurs de l'IA. Il ne s'agit évidemment pas de lâcher des programmes dans la nature en leur demandant de se débrouiller tout seuls ! Nous avons simplement utilisé une propriété de l'informatique : le traitement des données (par exemple, comment faire une addition) est décrit dans un programme qui est lui-même une donnée fournie à la machine. Cette donnée peut donc elle-même être modifiée ou construite par un autre programme.