

Chapitre 1 : Introduction à l'Intelligence Artificielle

Introduction

Il n'est pas facile de cerner cette activité en constante évolution et même de définir exactement l'Intelligence artificielle (IA). L'objectif des premiers chercheurs était réellement de concevoir des *machines intelligentes*, capables d'imiter l'homme dans ses tâches intellectuelles les plus complexes. Ayant compris très vite les limites de ces ambitions leurs successeurs, ont poursuivi les travaux en s'orientant vers la recherche de nouvelles techniques informatiques (soft ou hard), les langages objets ou les machines LISP dédiées à la programmation symbolique.

1 Définitions de l'Intelligence Artificielle

L'Intelligence Artificielle est une branche de l'informatique dont le but est de réaliser des systèmes intégrant un grand nombre de connaissances et de traitements dits systèmes intelligents. Par conséquent, l'Intelligence Artificielle conduit à cet ensemble d'interprétation où :

- c'est l'étude des techniques de résolution des problèmes exponentiellement difficiles dans un temps polynomial en exploitant la connaissance du domaine de la problématique en question.
- on doit avoir l'impression que la machine se comporte comme un partenaire (*cas d'un bras manipulateur*), et même parfois, de façon complètement autonome (*cas d'un robot*).
- la programmation des ordinateurs pour faire des tâches qui sont mieux présentées ou faites par des humains. (Minsky, 1968).
- l'utilisation des machines pour faire des choses qui seraient considérées intelligentes si elles étaient faites par des humains (Boden 1977). *c'est le comportement par une machine qui serait considéré intelligent, comme s'il était fait par un humain.*
- L'automatisation d'activités qui nous associons à la pensée humaine, comme la prise de décision, la résolution de problème ou l'apprentissage. (BELLMAN 1978).
- L'étude des facultés mentales à travers l'utilisation de modèles informatiques. (CHARMIK & MCDERMOTT 1985).
- L'étude de comment programmer les ordinateurs pour qu'ils réalisent des tâches pour lesquelles les êtres humains sont actuellement meilleurs. (RICH & KNIGHT 1991). *Il s'agit, de simuler le raisonnement humain pour faire résoudre des problèmes complexes par un ordinateur.*

- L'IA est la partie de l'informatique consacrée à l'automatisation de comportements intelligents. (LUGGER & STUBBLEELD 1993).

*Se dit d'une action qui relève d'un **artifice** ; ce qui est artificiel n'est pas inné, mais fabriqué de toutes pièces, généralement dans un but précis.*

L'adjectif « Artificiel » est construit sur la racine « art ». Ce qui est artificiel est une production conforme à la bonne méthode. On peut rapprocher *Artificiel* d'*artefact*, l'objet fabriqué par la technique humaine et non par la nature.

Pour ce qui est de l'IA en management pour le progrès économique, il s'agit de l'utilisation de ressources artificielles pour produire des biens et des services réduisant considérablement les coûts de fabrication et en limitant les coûts de la main d'œuvre.

L'entreprise qui investit dans l'IA, exploite des agents non-humains (*souvent appelés robots*), efficaces, infatigables et dociles ; elle trouve à terme une meilleure rentabilité

2 Historique de l'intelligence artificielle

L'Intelligence Artificielle, branche de l'Informatique fondamentale s'est développée avec pour objectif la simulation des comportements du cerveau humain. Les premières tentatives de modélisation du cerveau sont anciennes et précèdent même l'ère informatique.

2.1. Canard de Vaucanson 1738

Le Canard Digérateur est un automate créé par Jacques de Vaucanson en 1738. Ce canard artificiel de cuivre doré boit, mange, cancanne, barbote et digère comme un vrai canard, dont les ailes étaient représentées, os par os, d'un mécanisme identique à ceux des vrais oiseaux.

Il était possible de programmer les mouvements de cet automate, grâce à des pignons placés sur un cylindre gravé, qui contrôlaient des baguettes traversant les pattes du canard. Le mécanisme, placé dans l'imposant piédestal, visible par tous, dans le but de montrer la complexité du travail accompli.

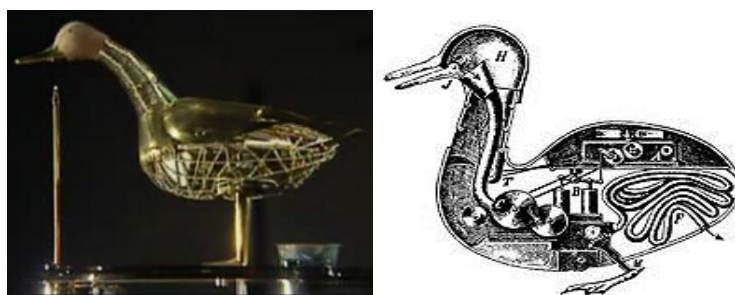


Figure 1. Le Canard Digérateur 1738

Toutefois, il fallait attendre les années 30 (1930) pour que certains mathématiciens fassent progresser la logique; analyse des fondements mêmes des raisonnements mathématiques et les

années 50 (1950) pour que les calculateurs rentrent dans le domaine civil. Ces deux outils rassemblés ont provoqué la naissance de l'IA, terme introduit en 1954 par John McCarthy.

2.2 Exemple de l'Initiative: Le test de TURING (article 1950)

Cette initiative décrite par le mathématicien Anglais **Alan Turing** en 1950 dans sa publication *Computing Machinery and Intelligence*. Ce **test** consiste à mettre un humain en confrontation verbale à l'aveugle avec un ordinateur et un autre humain. Il considérait la question : Les machines peuvent-elles penser ?

Le test de Turing, précurseur de l'IA, avait proposé une idée qui était fondée sur:

- La supposition qu'un individu et une machine peuvent indifféremment répondre à des questions posées par une deuxième personne située à une certaine distance et qui n'a aucun moyen matériel de savoir qui, de la machine ou de l'homme, lui répond,
- si cette personne ne devine pas que son interlocuteur est un ordinateur, on pourra dire que celui-ci est doté d'intelligence.

Évidemment, toutes les réalisations actuelles sont bien loin de pouvoir passer ce test.

Solution: La réponse proposée par TURING dans son article est :

Oui, je crois qu'il sera possible, dans une cinquantaine d'années, de programmer des ordinateurs pour les faire jouer au jeu de l'imitation. L'ordinateur aura plus de 70% de chance de procéder à l'identification exacte après 5 minutes d'interrogation.

Est-ce que à l'heure d'aujourd'hui, le test de TURING est loin d'être satisfait ?

C'est à cette époque que naissent parallèlement le calcul scientifique (manipulation de nombres) et le calcul formel (manipulation de symboles).

A ses débuts, l'IA s'est caractérisée par la description exhaustive de problèmes simples et généraux. On compte sur les capacités de mémoire des ordinateurs et leur capacité de calcul pour engendrer beaucoup de solutions, les comparer et choisir la meilleure. Cela a conduit rapidement à l'explosion combinatoire, même si la puissance des machines a été démultipliée en très peu de temps.

2.3 Les années 1970

Les années 1970 voient naître le concept de système expert. C'est un système dédié à la résolution d'un problème très particulier, grâce à la représentation des connaissances spécialisées du domaine. (§ Chapitre 2)

L'intelligence devient alors, synonyme de prise de décision dans un contexte difficile, en gérant des incertitudes ou des informations incomplètes, voire contradictoires ; ce que l'on

résume par expertise, par opposition aux connaissances simples et rigoureuses que l'on traitait dans les premières applications.

2.4 Les années 1980 et 1990

Ce sont les années de la pénétration industrielle et de l'engouement général. Ainsi les Japonais lancent leur projet national d'ordinateurs de la 5^{ème} génération. Le langage PROLOG, implémentant directement des inférences logiques, se développe et se répand rapidement. Ce phénomène de mode se stabilise dans les années 1990, où on assiste à l'émergence de vastes secteurs d'application ; DENDRAL: analyse de produits chimiques, Shortliffe : Incorporation de connaissances d'un expert dans un programme, MYCIN: diagnostic de maladies sanguines, etc.

3 Approches de l'IA

En premier lieu, l'IA est vue comme la seule façon de déterminer comment l'être humain fonctionne en se rapportant à la science cognitive.

Cependant, pour faire des actions intelligentes, peu importe comment l'être humain fonctionne. L'IA utilise des ordinateurs comme une métaphore du cerveau, l'approche dominante des 60 dernières années.

Ainsi, l'IA est dite forte quand il s'agit de machines avec de l'intelligence d'un humain ou bien faible avec des machines ayant un comportement intelligent mais inférieur au comportement humain.

4 Importance de l'IA

L'IA a eu sa naissance vue les problèmes rencontrés dans les différents domaines. Ces problèmes résident dans:

- la connaissance algorithmique qui peut être impossible à mettre en œuvre: *problème d'explosion combinatoire*.

Exemple des Jeux d'échecs: nous avons en moyenne 20 coups par étapes et 50 échanges dans une partie => 20^{50} situations à explorer !

- le Traitement de la langue: Il n'existe pas de solution algorithmique connue.
- les Heuristiques : Les spécialistes d'un domaine font appel à des connaissances implicites basées sur leur savoir-faire.

L'intelligence artificielle a prouvé son importance, en essayant de résoudre les problèmes déjà cités, et aide à prendre les décisions, car elle est concernée par :

- l'acquisition et l'utilisation des connaissances,
- la communication de l'information,
- la collaboration.

Les questions posées et auxquelles il fallait trouver des solutions sont les suivantes :

- comment résoudre des problèmes ?
- comment développer des langages, etc. ?
- comment construire des **machines intelligentes** ?

5 Pourquoi des machines intelligentes ?

Une machine est dite intelligente, si elle *reproduit le comportement humain* dans n'importe quel domaine, et si elle *modélise le fonctionnement d'un être humain*.

Donc, on construit des machines intelligentes, parce qu'elles offrent de nouvelles possibilités et donnent de meilleures solutions aux problèmes, en exploitant des logiciels relativement bon marché à développer et facilement modifiables.

6 L'intelligence humaine

6.2.1 C'est quoi l'intelligence ?

On peut la voir selon ces points de vue :

- 1- Penser comme un humain,
- 2- Agir comme un humain,
- 3- Penser raisonnablement,
- 4- Agir raisonnablement

Remarque : *L'intelligence est le propre de l'homme, elle lui permet de réagir à diverses situations même s'il les rencontre pour la première fois, d'innover et de créer. Alors, agir raisonnablement c'est faire la bonne chose*

6.2.2 Qu'est-ce qu'un humain fait mieux ?

Un être humain peut en général :

- Résoudre des casse-têtes, raisonner (*Common sense*).
- Avoir un Raisonnement expert.
- Comprendre le langage.
- Faire de l'Apprentissage.

6.2.3 Le quotient intellectuel

Le quotient intellectuel est le résultat d'un test psychométrique qui entend fournir une indication quantitative standardisée de l'intelligence humaine. Cette dernière, se calcul par un Chiffrement du QI, où le quotient intellectuel moyen a été fixé à 100. On classe ensuite les résultats par tranches de 15:

- moins que 70 : Problèmes mentaux
- 70-85 : Intelligence faible
- 85-100 : Moyenne basse
- 100-115 : Moyenne haute
- 115-130 : Grande intelligence
- 130-145 : Intelligence supérieure
- 145-160 : Surdoué

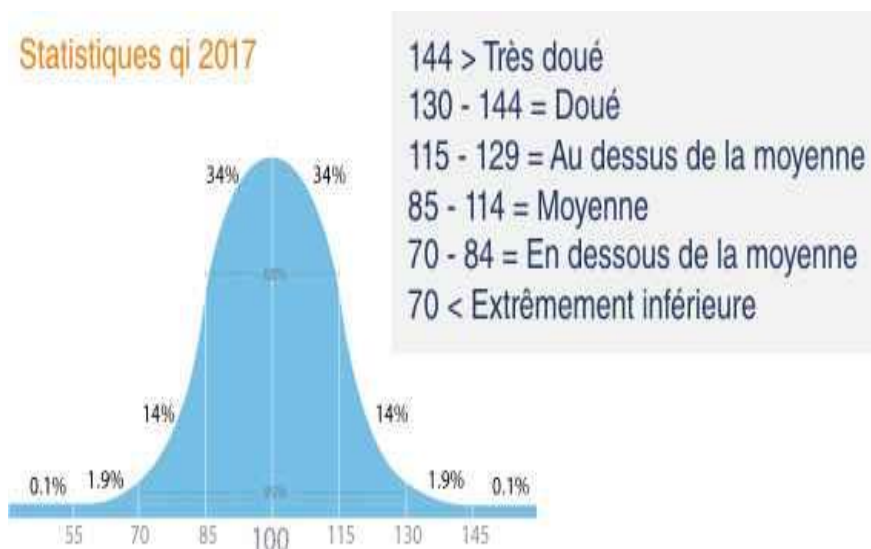


Figure. 2. Présentation des classes de QI

Certaines personnes célèbres ont eu un QI exceptionnel ou relativement élevé au cours du temps. Nous citons quelques cas :

- Albert Einstein : 160
- Bill Gates : 160
- Mozart : 165 (non confirmé)
- Isaac Newton : 190 (non confirmé)
- Blaise Pascal : 195 (non confirmé)
- Goethe : 210 (non confirmé)
- Léonard de Vinci : 220 (non confirmé)

Les deux derniers ont tout de même été indiqués ici car ce sont les deux personnes qui auraient le QI attesté le plus élevé au monde.

Pour les personnes où il est écrit "non confirmé", c'est parce que leur QI a été approximativement évalué après leur mort, ce qui est bien entendu moins précis que s'ils avaient été soumis aux tests de leur vivant.

7 Le raisonnement dans l'IA

On rencontre quelques catégories de raisonnement génériques, adaptées à des applications dans n'importe quel domaine :

- Le raisonnement déductif : *rendre explicites des connaissances implicites,*
- Le raisonnement abductif : *rechercher des causes plausibles à des manifestations,*
- Le raisonnement inductif : *construire des lois, des concepts à partir d'exemples,*
- Le raisonnement analogique : *rapprochement entre situations particulières,*
- Le raisonnement hypothétique ou par défaut : *pallier le manque d'information par des hypothèses explicites ou implicites.*

Il y a d'autres catégories de raisonnement spécifiques, adaptées à des applications bien particulières :

- Le raisonnement temporel : *gérer le temps pour la planification ou la simulation d'événements datés, conduite d'ateliers de production, par exemple,*
- Le raisonnement spatial et géométrique : *pour la robotique, par exemple,*
- Le raisonnement causal : *propager des causes pour en trouver les effets ou encore remonter de l'observation d'un effet à sa cause possible,*
- Le raisonnement qualitatif : *décrire le comportement de systèmes physiques à l'aide d'ordres de grandeurs symboliques.*

8 Les techniques de l'IA

Il existe un débat scientifique et philosophique quant à l'intelligence, tels que :

- Comment le cerveau humain fonctionne-t-il ?
- Est-ce qu'on peut extraire l'intelligence humaine vers des machines ?
- Des machines peuvent-elles vraiment être intelligentes ?

Dans tous les secteurs d'activité, les techniques de l'IA tendent à élargir le champ d'action des machines, en leur donnant la possibilité de voir, d'entendre, de raisonner, de parler, d'agir, etc. c'est-à-dire des systèmes qui possèdent des caractéristiques associées avec l'intelligence dans le comportement humain ; le langage de compréhension, l'apprentissage, le raisonnement, les solutions des problèmes, etc.

On essaie seulement d'obtenir un comportement intelligent avec des ordinateurs, par le biais des techniques : systèmes experts, logique floue, algorithme génétique, réseau de neurones, etc.

En général, deux principes se présentent :

- 1- Étude des procédés de la pensée humaine.
- 2- La représentation de ces procédés par des machines : Ordinateurs, Robots.

De ce fait, les différentes techniques d'IA nous permettent d'imiter le raisonnement humain et partagent un point commun qui est: l'aide à la décision.

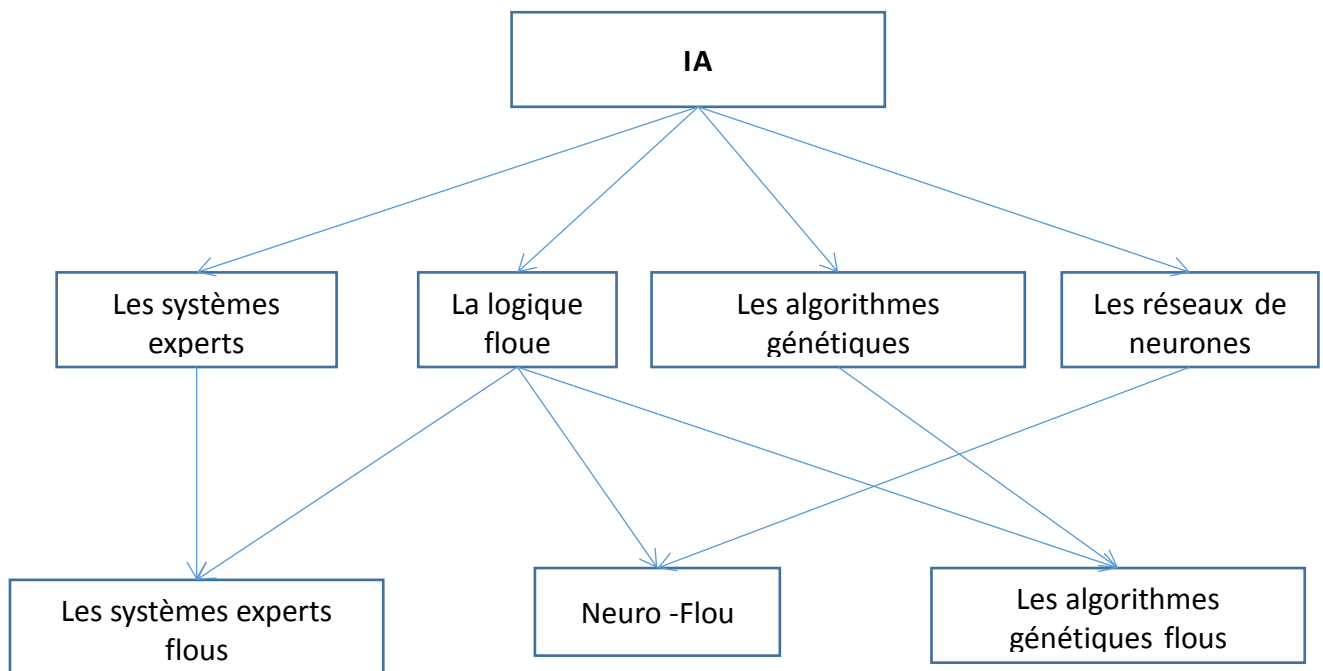


Figure. 3. Les différentes techniques de l'IA

9 Domaines d'applications de l'Intelligence Artificielle

Comme l'Intelligence Artificielle, s'est développée en parallèle avec le calcul numérique et non en concurrence avec celui-ci. Elle s'attaque donc, à des secteurs d'application réputés difficiles ou impossibles à résoudre par le calcul numérique. Nous pouvons citer entre autres :

- le calcul formel,
- la vision : *analyse de texte, d'images,*
- la robotique : *génération de plans,*
- les machines autonomes : *perception, interprétation, décision, action,*
- le langage naturel : *traduction, compréhension, synthèse,*
- la démonstration de théorèmes,
- les jeux,
- la représentation des connaissances dans diverses disciplines (*droit, médecine, automatique, etc.*).

Exemple : En robotique, on continue à utiliser les algorithmes de l'automatique classique pour la commande de bas niveau des mécanismes. L'Intelligence Artificielle intervient si le robot doit interpréter un environnement changeant, plutôt que répéter à l'infini les mêmes gestes et, éventuellement, se redonner à lui-même d'autres objectifs (*replanification de sa trajectoire, par exemple, en cas d'obstacle*).

10 Résumé

L'Intelligence Artificielle signifie la simulation des comportements humains. Dans son contexte informatique, c'est réagir comme l'homme alors que la solution algorithmique n'est pas connue et n'existe pas.

Aussi, le but de l'I.A. est de faire en sorte que l'ordinateur, résidant par exemple dans un robot, se comporte comme l'homme c'est à dire :

- capte des informations, avec l'équivalent de tout ou partie de nos cinq sens,
- soit capable de raisonner et de s'adapter à une situation nouvelle,
- soit capable d'agir ou de communiquer en conséquence.

Le robot d'aujourd'hui utilise l'informatique classique, le plus souvent un automate programmable. Il est programmé de manière séquentielle pour accomplir un travail et une série d'actions répétitives.

Le robot du futur devrait, grâce aux techniques de l'IA, pouvoir faire face à des situations imprévues, c'est-à-dire, avoir une capacité de jugement au moins égale à celle d'un ouvrier spécialisé.

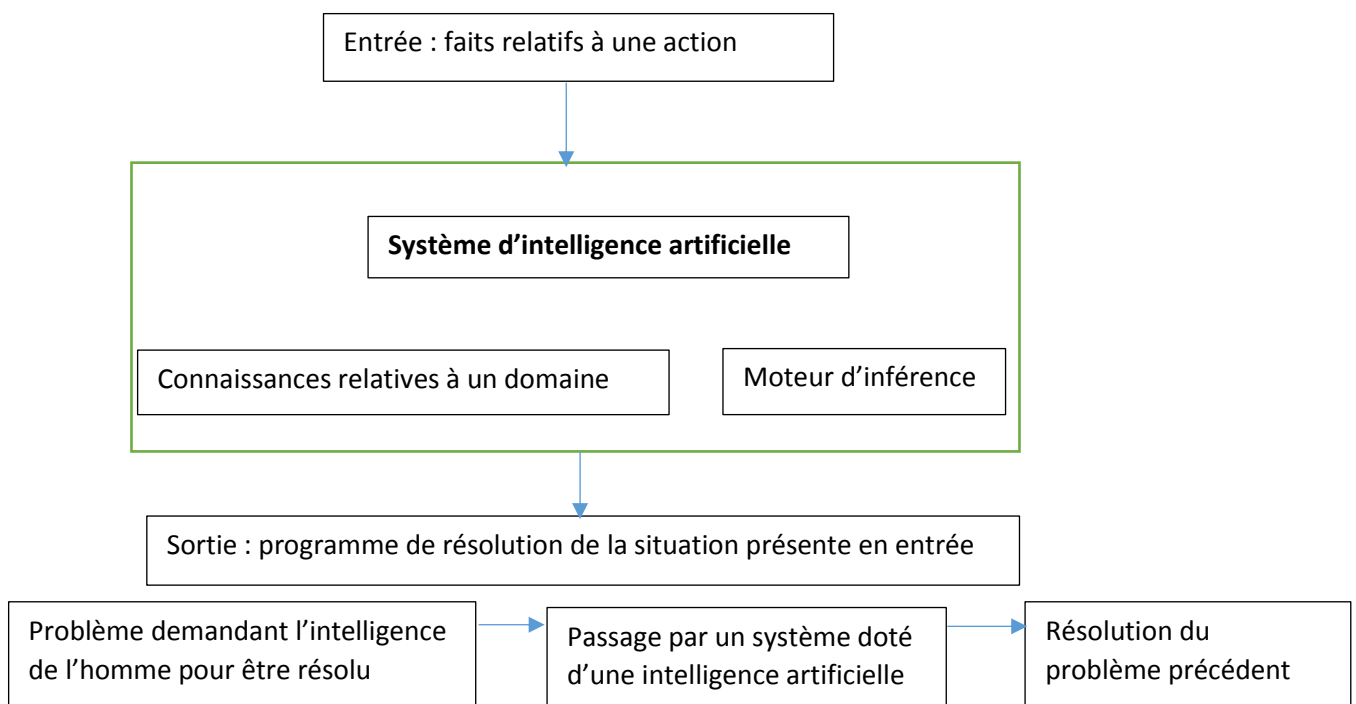


Figure 4. Présentation d'un système d'intelligence artificielle

Le principe de fonctionnement général de l'intelligence artificielle

Quelques exemples d'application de l'intelligence artificielle voir : <https://lte.ma/quelques-exemples-dapplication-de-lintelligence-artificielle>

1. *Les véhicules autonomes* : A mon avis, l'exemple le plus pratique à considérer est celui des véhicules autonomes. Leur technologie repose sur le machine learning (ou apprentissage automatique). Il s'agit d'algorithmes informatiques capables d'apprendre tous seuls et de réaliser ainsi des tâches jusqu'ici impossibles à accomplir. Ces engins font peu à peu leur apparition dans la circulation réelle. Uber a d'ailleurs débuté ses tests en 2016 avec de vrais clients. Et, au dernier Salon de Francfort de septembre 2017, chaque groupe de constructeurs automobile a présenté au moins un prototype de véhicule autonome. Certains ont proposé l'option « Conduite Autonome ».
2. Dans ce type de véhicule, l'ordinateur à bord serait capable de conduire et prendre «toutes les décisions» à la place du conducteur: Il permet à la fois d'analyser des textes (panneaux de signalisation), des images (environnement de la voiture, type de panneaux), de prendre des décisions en fonction de l'environnement et du code de la route et de conduire comme le ferait un être humain. On passe ainsi d'une aide limitée au pilotage à l'automatisation totale; à savoir le remplacement de la conduite humaine par une intelligence artificielle embarquée.
3. Ce tournant industriel s'avère important et soulève des questions d'éthiques liées à l'intelligence artificielle: Comment une voiture autonome réagirait-elle face au risque d'accident? Ou encore, dans un accident, qui, une voiture autonome choisira-t-elle d'épargner ? Les vies humaines des passagers ou des piétons? Sauver un chat sur le trottoir ou épargner la vie de l'enfant qui traverse la route au dernier moment ? Quels choix, va effectuer l'algorithme d'une voiture autonome?
4. Ainsi, le déploiement de ces engins sur les routes nécessite un encadrement juridique approprié. Début 2016, les autorités fédérales américaines, saisies par Google, étaient prêtes à considérer les logiciels d'intelligence artificielle comme des conducteurs à part entière. En septembre 2017, toujours aux Etats-Unis, l'annonce pour l'allègement de la réglementation pour la mise en circulation des voitures autonomes a été faite. Ce possible changement de réglementation permettrait aux voitures autonomes de rouler sur l'ensemble du territoire américain.