



Convergence Technologique : L'intégration de l'IA dans la Robotique

CARPENTIER Lucas COURTOIS Thibault
SYSMER 2A

Responsable : M. Leandri

31 août 2024

Introduction

Il est évident que notre monde est entrain de vivre une révolution causée par l'intelligence artificielle (IA). Les progrès sont impressionnants et visible dans nos vies de tous les jours. Un des domaines ou l'IA est très utilisée est la robotique. Ce rapport explore le lien entre l'IA et la robotique, deux domaines dont l'intersection redéfinit les limites de la technologie moderne. De la simple automatisaion à des systèmes autonomes complexes, l'intégration de l'IA ouvre de nouvelles perspectives pour la conception, le fonctionnement et l'impact des robots dans notre société.

Au fil des décennies, la robotique a évolué au-delà de simples mécanismes programmés pour exécuter des tâches spécifiques. L'IA permet désormais une dimension cognitive, elle permet aux robots d'apprendre, d'adapter leurs comportements et de résoudre des problèmes de manière autonome. Cette convergence technologique offre des solutions révolutionnaires dans des secteurs allant de la santé à l'industrie.

Dans ce rapport qui se veut ludique, nous expliquerons alors les fondements de l'IA, comment ses principes s'entremêlent avec la robotique moderne. Nous analyserons également des applications concrètes avec des études de cas qui illustrent l'impact actuel et potentiel de cette union technologique. Nous aborderons également les limites de ces technologies et nous verrons quels en sont les enjeux pour notre société.

Ce rapport vise à offrir une première approche sur la présence de l'IA dans la robotique, mettant en évidence son rôle croissant dans la création de robots intelligents.

Table des matières

1	Évolution de la Robotique	3
1.1	Présentation historique de la robotique	3
1.2	Avancées clés menant à l'intégration de l'IA	5
2	L'Intelligence Artificielle	6
2.1	Apprentissage machine	7
2.1.1	L'apprentissage supervisé	7
2.1.2	L'apprentissage non supervisé	8
2.1.3	L'apprentissage par renforcement	8
2.2	Les réseaux neuronaux	9
3	Le rover Perseverance	10
3.1	Les technologies embarquées	10
3.2	Système de navigation autonome	11
3.3	Terrain-Relative Navigation (TRN)	11
3.4	Analyse des roches Martienne	12
3.5	Contributions à la recherche spatiale	12
4	Les Cinq murs de l'IA	12
4.1	La confiance	13
4.2	L'énergie	13
4.3	La sécurité	13
4.4	L'interaction avec l'Homme	13
4.5	L'inhumanité	13
5	Conclusion	14
6	Annexe	15

1 Évolution de la Robotique

1.1 Présentation historique de la robotique

Le domaine de la robotique a subi une évolution fulgurante en passant de simples mécanismes à la conception de machines autonomes et intelligentes. Cette progression met en lumière la quête incessante de l'Homme à vouloir recréer et comprendre les principes de la vie et de l'intelligence. De nos jours, lorsque l'on parle de robotique, nous pensons à ces robots humanoïdes qui peuvent se déplacer en imitant les déplacements humains et capable aussi d'interagir avec nous. Cela n'a évidemment pas toujours été comme ceci, voyons alors en quelques points les évolutions importantes qui ont façonnées la robotique.

Les Premiers Automates

Déjà dans l'Antiquité, des créateurs ont imaginé des automates inspirés par la nature, comme le pigeon volant d'Archytas ou les mises en scène de Héron d'Alexandrie. Leur but était de pouvoir recréer le comportement des animaux pour mieux les comprendre. Léonard de Vinci aurait lui, au XVIe siècle, élaboré l'un des premiers androïde sophistiqué capable de coordonner les mouvements de ses membres. Le XVIIIe siècle voit l'émergence du canard de Vaucanson, un automate capable de simuler le comportement d'un canard vivant. Il était capable de boire, se nourrir, caqueter et même digérer sa nourriture. Pour l'époque cela était un exploit.

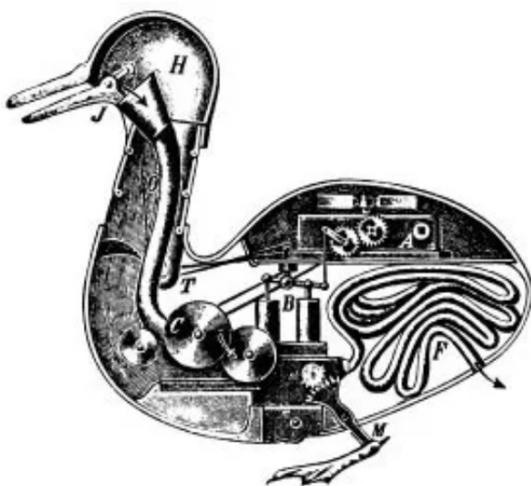


FIGURE 1 – Mécanisme du canard de Vaucanson

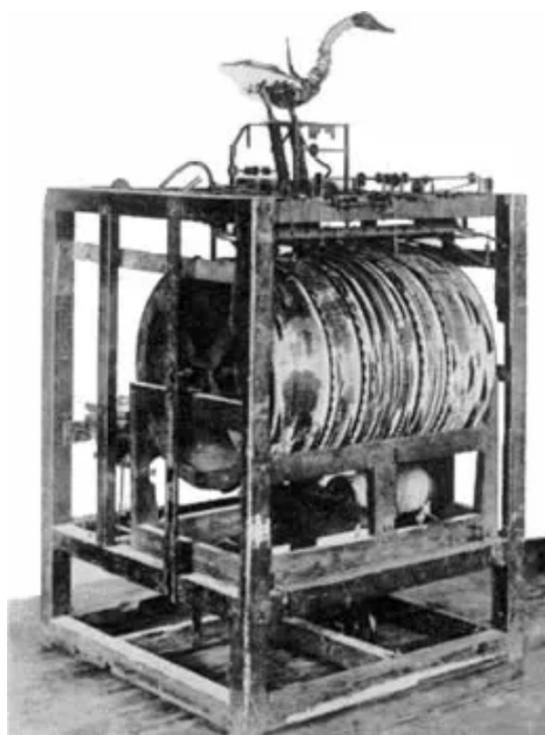


FIGURE 2 – Le canard de Vaucanson

Cette période vit aussi l'invention de figures automates comme l'automate de Jaquet-Droz qui ont créés une musicienne, un écrivain et un dessinateur tous capables d'imiter la fonction qu'ils représentaient. On a également l'automate joueur d'échecs de Kempelen qui surprenait le public. En réalité il n'était qu'une simple machine qui répliquait les gestes d'un vrais joueurs qui possédait un deuxième plateau de jeu.



FIGURE 3 – Automates

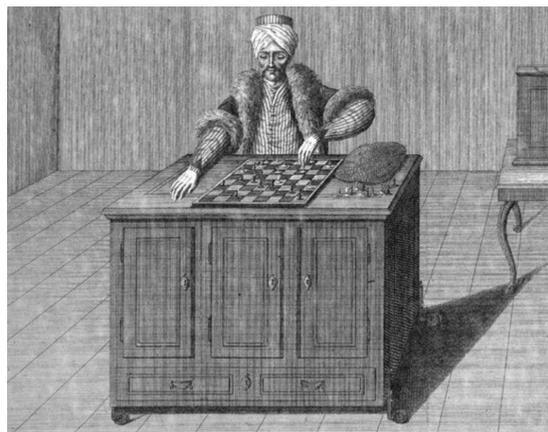


FIGURE 4 – Automates joueurs d'échecs

La cybernétique est apparue au XXe siècle, principalement après la seconde guerre mondiale. Elle consiste à créer des automates autorégulés, ceux-ci ne se contentent plus uniquement de réaliser des actions programmées mais privilégient une interaction avec leur environnement. Ces robots utilisent des boucles de rétroaction pour réaliser les interactions avec leur environnement. Ils se différencient de leurs prédécesseur par leur autonomie, rendu possible grâce à la présence de capteurs et d'actionneurs avancés. Dans ce contexte d'innovation et d'exploration technologique, l'invention du "chien électrique" par John Hays Hammond illustre parfaitement cette transition vers une automatisation plus sophistiquée de la robotique.

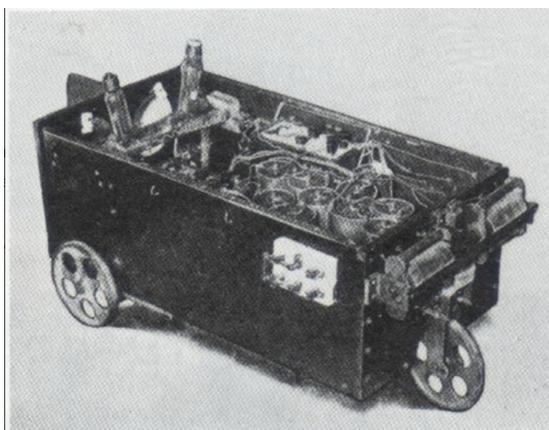


FIGURE 5 – Chien électrique



FIGURE 6 – Chien électrique

Il a été conçu pour démontrer les possibilités de la navigation guidée, en effet il était capable de suivre une source lumineuse et donc de se déplacer de manière autonome. Il pouvait suivre un parcours prédéfini. Cette capacité était rendue possible grâce à un système innovant qui, bien que plutôt simple par rapport aux standards actuels, représentait une avancée significative à l'époque. L'innovation derrière le "chien électrique" montre l'intérêt de l'Homme à vouloir créer des machines qui imitent, voire dépassent les actions et comportements humains ou animaux. C'est cela qui a posé les bases de ce qui deviendra le champ de la robotique et de l'intelligence artificielle.

Enfin, Unimate est le précurseur des robots industriels modernes. Il a révolutionné l'automatisation et la robotique dans les années 1960. Développé par George Devol et Joseph Engelberger, ce robot a marqué l'histoire en devenant le premier robot industriel opérationnel au monde. Il a été utilisé pour la première fois dans l'usine de General Motors à Ewing Township dans l'état du

New Jersey. Il était capable de prendre en charge des tâches répétitives et dangereuses, telles que la manipulation de pièces métalliques chaudes dans le processus de fonderie. La conception d'Unimate était centrée sur l'idée d'automatiser les processus de production. Il permet de travailler sans fatigue, sans risques. Son invention a ainsi posé les bases des systèmes robotiques multifonctionnels d'aujourd'hui.

1.2 Avancées clés menant à l'intégration de l'IA

Avènement des ordinateurs (1940-1950)

Les premiers ordinateurs comme l'ENIAC et le UNIVAC ont marqué l'aube de l'ère informatique en offrant une capacité de calcul sans précédent. Bien que ces machines puissent paraître ridicule par rapport aux standards actuels, elles ont posé les bases de la transition vers le numérique. Des calculs plus complexes étaient alors possible et cela permettait donc d'avoir des algorithmes embarqués présent sur les robots. Il s'agit ainsi de l'un des événements majeurs qui a révolutionné le monde de la robotique.

Théorie des jeux (1944)

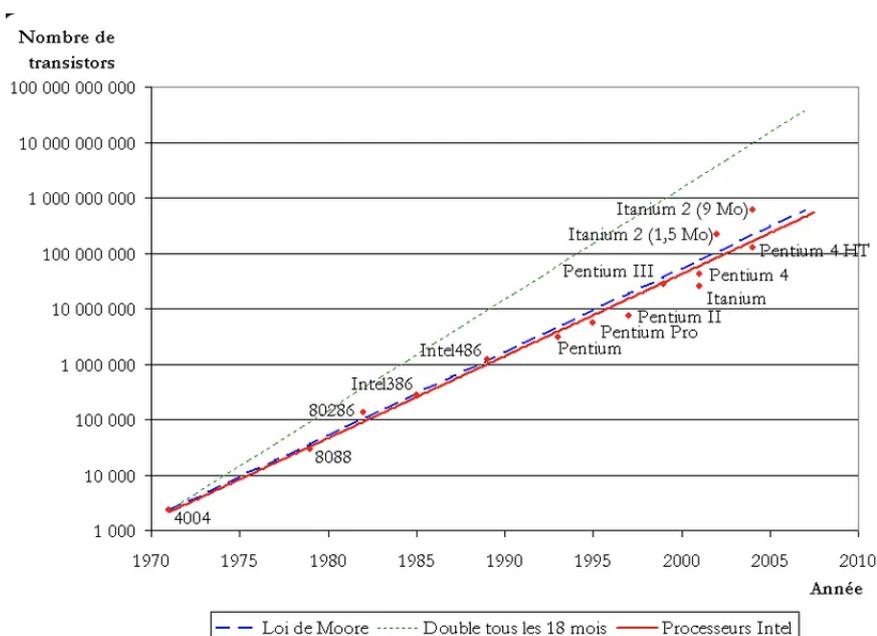
La théorie des jeux, élaborée par John von Neumann et par Oskar Morgenstern représente une avancée considérable pour la prise de décision stratégique dans des situations où il y a des compétitions. En formalisant mathématiquement les interactions, cette théorie a fourni un cadre pour l'analyse des stratégies dans diverses disciplines comme l'économie, la politique, et la biologie. Son influence sur l'IA est notable dans le développement d'algorithmes capables de négocier, de prendre des décisions stratégiques et de prédire les comportements des adversaires.

Test de Turing (1950)

Alan Turing, avec le test de Turing évalue la capacité d'une machine à manifester un comportement indiscernable de celui d'un véritable être humain, cela a permis de développer les études sur la nature de l'intelligence et également de sa reproduction par des moyens artificiels. Cette proposition a évidemment créé d'importants débats philosophiques et techniques sur ce qu'est réellement l'intelligence et comment elle se manifeste.

Miniaturisation et circuits intégrés (1960-1970)

L'invention des circuits intégrés et la miniaturisation des composants électroniques ont permis une augmentation exponentielle de la puissance de calcul tout en réduisant la taille et le coût des ordinateurs. On peut parler de la loi de Moore qui représente très bien ce phénomène.



Cette période a vu l'émergence des premiers microprocesseurs permettant la démocratisation de l'accès à la puissance de calcul. Avec la miniaturisation de l'électronique, le champs des possibles s'est alors élargi.

Révolution du GPU et parallélisme (2000-présent)

L'adaptation des cartes graphiques (GPU ou Graphic Processing Unit) pour le calcul a marqué une révolution dans la puissance de calcul. Les GPU et leur capacité à effectuer des calculs en parallèle, contrairement aux processeurs de base, se sont révélés être la meilleure solution pour entraîner des réseaux de neurones profonds. Grâce à cela, de très gros modèles de Deep Learning ont ainsi pu être entraînés et cela a donc engendré une émergence de cette discipline dans le monde actuel.

2 L'Intelligence Artificielle

On dit généralement qu'une entité dotée d'intelligence artificielle est capable de prendre des décisions, lesquelles, si elles avaient été prises par des humains, auraient demandé une certaine forme d'intelligence. Notre objectif dans cette partie est de présenter les principes fondamentaux de cette discipline afin de doter le lecteur d'un bagage culturel nécessaire pour lire la suite de ce rapport. Le terme "Intelligence Artificielle" englobe un large éventail de techniques et de méthodes qui donnent la possibilité aux machines d'imiter les capacités humaines, comme la perception, la compréhension du langage naturel, le raisonnement et la prise de décision. La branche la plus influente de l'IA est le Machine Learning (ML), ou Apprentissage Automatique en français. Ce domaine très vaste englobe également un sous-domaine très connu : le Deep Learning qui est basé sur des réseaux de neurones avec une multitude d'architectures différentes ayant toutes une utilité spécifique. Nous n'aurons bien évidemment pas la place d'expliquer l'ensemble de cette discipline au sein de ce rapport, nous chercherons alors à doter le lecteur de connaissances suffisantes afin de lui permettre de lire la suite de cet écrit.

2.1 Apprentissage machine

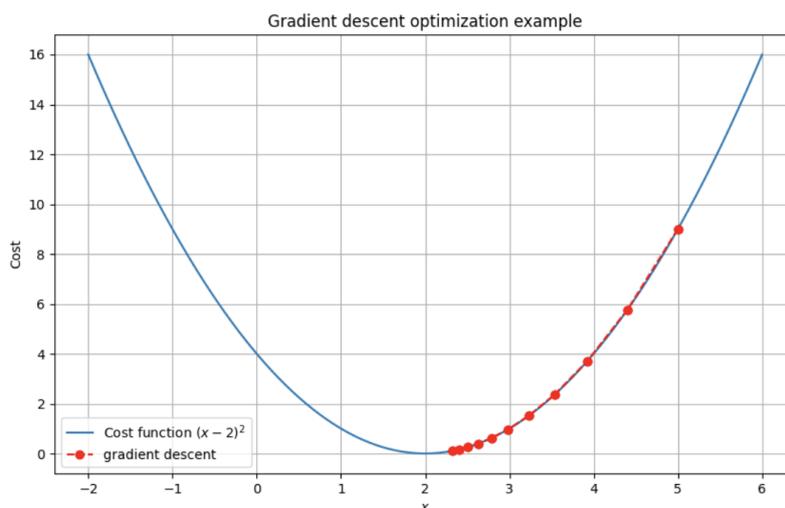
Le Machine Learning est un pilier de l'intelligence artificielle qui permet aux ordinateurs d'apprendre des représentations à partir de données et d'améliorer leurs performances dans la réalisation de tâches spécifiques. Il se divise en plusieurs catégories qui utilisent chacune différents algorithmes pour traiter et apprendre à partir des données.

2.1.1 L'apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé utilise des ensembles de données annotées pour entraîner des modèles prédictifs. L'appellation supervisée signifie que lors de la phase d'entraînement, le modèle aura accès aux étiquettes contenant la sortie attendue. Cela permettra alors au modèle de pouvoir comparer sa prédiction avec cette sortie.

Grâce à cela, nous pouvons calculer l'erreur de prédiction pour chacune des données que traitera notre modèle, cela nous donnera ce qu'on appelle *la fonction coût*. Pour obtenir le modèle le plus précis, il faut que nous faisons en sorte de minimiser cette fonction de telle sorte que l'erreur entre les prédictions et les valeurs cibles soient la plus faible possible. Pour se faire, nous utilisons l'algorithme de Descente de Gradient qui est une technique d'optimisation utilisée pour ajuster les paramètres du modèle de manière à minimiser la fonction de coût.

Voici un exemple d'optimisation d'erreur avec utilisation de la méthode du Gradient.



L'idée est de calculer le gradient de la fonction de coût (la pente de la fonction à l'endroit où se trouvent actuellement les paramètres) et de mettre à jour les paramètres dans la direction opposée au gradient. Ce processus est répété jusqu'à ce que le modèle converge vers un minimum de la fonction de coût, ce qui signifie qu'on a trouvé un ensemble de paramètres qui, selon notre critère d'erreur, est optimal.

Il est important de noter qu'il existe de nombreuses méthodes de calcul de gradient, de nombreuses méthodes d'optimisation qui permettent d'accélérer la descente de gradient et d'éviter les problèmes de disparitions et explosions de gradient. Il serait impossible de toutes les résumer en un seul rapport. Voici une liste non exhaustive des différents algorithmes de Machine Learning :

1. Régression linéaire ou non linéaire : Pour prédire des valeurs continues à partir de variables indépendantes. Utile dans la mesure de tendances.
2. Régression logistique : Utilisée pour la classification binaire, déterminer si un mail est un spam ou non.

3. Arbres de décision et Forêts aléatoires : Des méthodes flexibles pour la classification et la régression, capables de capturer des structures complexes dans les données.
4. Machines à vecteurs de support (SVM) : Très efficaces pour la classification de données complexes et de grande dimension.
5. Réseaux de neurones : Adaptés à une large gamme de tâches, notamment la reconnaissance d'images et la traduction automatique.

2.1.2 L'apprentissage non supervisé

L'apprentissage non supervisé se base sur l'exploration de données non annotées. Contrairement à l'apprentissage supervisé, où chaque exemple d'entraînement est associé à une étiquette ou une sortie spécifique, l'apprentissage non supervisé traite des ensembles de données sans étiquettes, laissant à l'algorithme la tâche de découvrir les structures ou les motifs cachés au sein des données. On ne peut donc pas utiliser de techniques d'optimisation de l'erreur car l'erreur entre la prédiction et la sortie attendue n'existe pas. Cette forme d'apprentissage se révèle très importante pour comprendre les relations souvent très complexes entre les variables ou pour identifier des regroupements naturels parmi les données.

L'apprentissage non supervisé se montre très utile pour repérer des schémas présents dans les données souvent difficilement interprétable. Ils servent également à la réduction de la dimensionnalité afin de faciliter la visualisation et l'interprétation des données mais aussi de détecter des valeurs aberrantes.

Voici quelques algorithmes clés utilisés dans l'apprentissage non supervisé :

- K-means : Un algorithme de clustering populaire pour regrouper des données en fonction de leurs similitudes.
- Analyse en composantes principales (ACP) : Technique de réduction de dimension utilisée pour simplifier les données tout en préservant le plus d'informations possible.
- Réseaux de neurones auto-encodeurs : Utilisés pour l'apprentissage de représentations ou la réduction de dimensionnalité en encodant les entrées en représentations de plus basse dimension.

2.1.3 L'apprentissage par renforcement

L'apprentissage par renforcement est une méthode d'apprentissage où on utilise un agent qui apprend à prendre des décisions en interagissant avec son environnement. Contrairement à l'apprentissage supervisé ou non supervisé, l'apprentissage par renforcement se concentre sur la recherche d'une stratégie optimale que l'on appelle *politique*, celle-ci guide l'agent pour choisir les actions qui maximisent la somme des récompenses qu'il peut obtenir. Cet apprentissage est guidé par la rétroaction sous forme de récompenses ou de pénalités, qui indiquent à l'agent la mesure dans laquelle ses actions contribuent à atteindre l'objectif ou non.

Le but est alors de faire évoluer notre agent vers la meilleure version de lui-même afin qu'il puisse répondre aux attentes une fois la phase d'entraînement terminée. Voici quelques concepts clés et algorithmes de l'apprentissage par renforcement :

- Q-learning : Une méthode simple pour l'apprentissage par renforcement sans modèle, idéale pour les tâches avec un espace d'état discret.
- Policy Gradient : Une famille d'algorithmes qui optimisent directement la politique de l'agent par gradient ascendant.

- Deep Q-Networks (DQN) : Combinaison de Q-learning avec des réseaux de neurones profonds, permettant l'apprentissage dans des environnements à haute dimensionnalité.

Cette section nous a permis de découvrir les principes du Machine Learning, cependant, il reste un domaine dont nous n'avons pas encore explicitement parlé : le Deep Learning.

2.2 Les réseaux neuronaux

Le Deep Learning aussi appelé apprentissage profond, est une sous-branche de l'apprentissage machine qui s'appuie sur des réseaux de neurones artificiels. Ces modèles sont capables d'apprendre des niveaux hiérarchiques de représentation et de caractéristiques à partir de grandes quantités de données. Le Deep Learning a révolutionné de nombreux domaines tels que la vision par ordinateur, le traitement automatique du langage naturel, et la reconnaissance vocale. Cela s'explique par le fait qu'il puisse traiter des données beaucoup plus complexes et de dimensions plus grandes.

Les réseaux de neurones profonds imitent la structure et le fonctionnement du cerveau humain, bien qu'ils en soient une simplification. Ils sont composés de neurones artificiels organisés en couches. Les données d'entrée sont traitées à travers des couches, chacune d'entre elles extrait et transforme les caractéristiques et passe le résultat à la couche suivante. Cette architecture permet aux réseaux de neurones de capturer des informations de plus en plus complexes au fur et à mesure que les données progressent à travers le réseau. Une fois le passage par l'entièreté du réseau, l'erreur de sortie est propagée dans le sens inverse, phase que l'on appelle *backtracking*. L'algorithme de descente de Gradient est utilisé pour modifier les poids des neurones et ainsi améliorer le résultat en sortie.

Parmi les nombreuses architectures de réseaux de neurones, voici quelques exemples très utilisés :

- Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN) : Les CNN sont très efficaces pour le traitement d'images et de vidéos. Ils utilisent une opération mathématique appelée convolution qui permet au réseau d'identifier des motifs tels que les bords, les textures, et d'autres caractéristiques visuelles dans les données d'entrée. Les CNN sont derrière de nombreux progrès en vision par ordinateur, y compris la reconnaissance faciale et l'analyse d'images médicales.
- Réseaux de Neurones Récurrents (RNR) : Les RNR sont conçus pour traiter des séquences de données comme des textes ou des séries temporelles. Ils 'gardent' en mémoire les entrées précédentes dans la séquence, ce qui les rend idéaux pour des tâches comme la traduction automatique et la génération de texte. Ils sont cependant très soumis au problème de disparition de Gradient, des architectures particulières existent et réduisent ce problème (LSTM) mais malgré cela il demeure très présent.
- Réseaux Génératifs Adversariels (GAN) : Les GAN sont composés de deux réseaux de neurones : un générateur et un discriminateur. Ils sont entraînés simultanément dans un jeu de compétition. Le générateur apprend à produire des données semblables aux données d'entraînement, tandis que le discriminateur essaie de distinguer les vraies données des fausses produites par le générateur. Les GAN ont été utilisés pour des tâches impressionnantes comme la génération d'images réalistes (DALL-E, Midjourney), la synthèse de voix, et même la création d'art.
- Transformer : Dans le domaine du traitement du langage naturel, le modèle Transformer a révolutionné la manière dont les machines comprennent et génèrent le langage. Il s'appuie sur des mécanismes d'attention qui permettent au modèle de se concentrer sur différentes parties d'une entrée qui lui semble être la plus importante pour produire une sortie valable. Des

modèles très connus existent comme le célèbre GPT(3.5 ou 4) de OpenAi ou encore Gemini de DeepMind

Cette section a permis de présenter les principes fondamentaux de l'IA, il est évident que de nombreux points essentiels ont été négligé dans un soucis de concision mais notre objectif était de présenter le fonctionnement de base et les architectures les plus connus.

3 Le rover Perseverance

La mission Mars 2020 est une mission spatiale qui a pour but de déployer le rover Perseverance directement sur le sol Martien et ce afin d'en étudier sa surface. Son objectif est de ramener des échantillons du sol sur terre afin qu'ils puissent être analysé sur terre et que nous puissions en apprendre davantage sur la cette planète. C'est la première d'une série de 3 missions.

Cette mission a été décidé à la suite de la découverte d'ancienne trace d'eau sur la planète, les scientifiques en ont déduit que des organismes vivant ont donc pu s'y développer. En ramenant des échantillons, les scientifiques de la NASA espèrent mettre la main sur des traces de vie extra-terrestres.

Voici une photo du rover Perseverance :



Le rover Perseverance a été équipé avec de nombreuses technologies d'intelligence artificielle. Nous allons alors présenter cela dans la suite de ce rapport en expliquant à quoi elles ont servi.

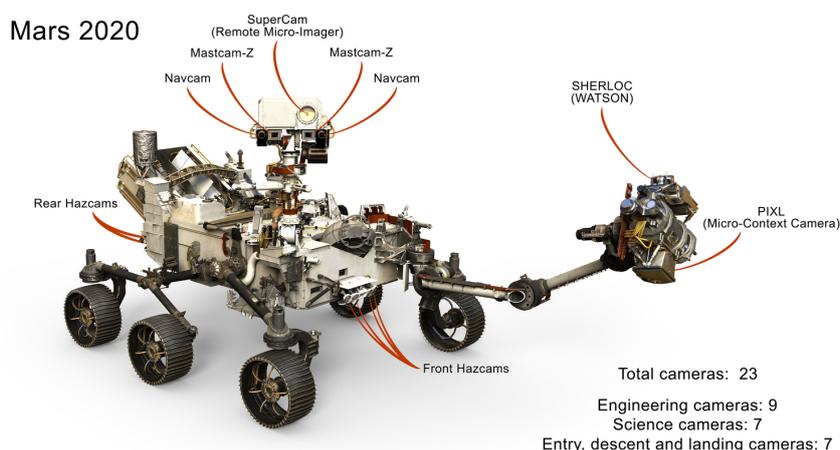
3.1 Les technologies embarquées

Le rover est équipé de nombreuses caméras et capteurs procurant ainsi de nombreuses données. Chacune des caméras est destiné à une tâche précise. Certaines sont utilisés pour l'atterrissage, d'autres forment les "yeux" du rover et certaines aident aussi à la collecte des échantillons. Parmi ces caméras on peut retrouver celles-ci :

1. Mastcam-Z : une paire de caméras qui prennent des images et vidéos en couleurs, des images stéréoscopiques en trois dimensions avec un puissant objectif zoom.
2. SuperCam : elle analyse la composition élémentaire des roches à distance en utilisant un laser.
3. PIXL : elle utilise la fluorescence X pour identifier les éléments chimiques dans des zones cibles.

4. SHERLOC : elle est équipée de spectromètres et d'un laser, elle utilise également une caméra intégrée pour prendre des gros plans des zones étudiées.
5. WATSON : elle est montée sur le bras robotique du rover. Elle capture des images qui relient l'échelle des images recueillies par SHERLOC aux échelles plus larges observées par SuperCam et Mastcam-Z depuis le mat.

Voici un schéma du rover Perseverance :



Toutes ces caméras envoient un nombre de données astronomique qui doit évidemment être traité. C'est là que l'IA intervient.

3.2 Système de navigation autonome

Pour la navigation en autonomie, notamment avec le système AutoNav (Autonomous Navigation), le rover utilise des algorithmes de vision par ordinateur et de reconnaissance de formes pour interpréter les images capturées par ses caméras, identifier les obstacles, et planifier des itinéraires sécurisés. Ces algorithmes sont sûrement des CNN qui ont prouvé de nombreuses fois leur efficacité et leur puissance. L'utilisation de l'IA dans ce cas est très pratique car cela permet de traiter un nombre de données énorme en beaucoup moins de temps.

L'utilisation de méthode de SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) permet au rover de cartographier son environnement tout en se localisant dans ce même environnement et ce en même temps. Cela lui permet alors de pouvoir prendre des décisions correctes sur ses déplacements et ainsi de limiter les risques d'accidents. La planification du chemin se fait avec des algorithmes tels que A* ou D* (et leurs variantes) pour la planification d'itinéraires optimisés en évitant les obstacles. Bien que ces algorithmes ne soient pas des algorithmes d'intelligence artificielle, ils permettent de réaliser des simulations de déplacements et ainsi le déplacement optimal pourra être sélectionné par un algorithme supervisé (RL, RNR et même SVM par exemple)

3.3 Terrain-Relative Navigation (TRN)

Pour la phase d'atterrissage, le système Terrain-Relative Navigation utilise la vision par ordinateur pour comparer les images de la surface capturées en temps réel avec une carte embarquée. Avec ceci, la sélection du site d'atterrissage se fait de manière autonome par l'intelligence artificielle avec une reconnaissance de motif et par similitude. Cela permet un atterrissage sans encombre et

de manière sereine. Les données ayant servis à l'entraînement ont été pour la majeure partie tirées des anciennes missions sur Mars.

3.4 Analyse des roches Martienne

Pour l'analyse des échantillons présents sur le sol Martien, le rover utilise des technologies comme les instruments PIXL (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry) et SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman and Luminescence for Organics and Chemicals) qui sont des technologies de traitement de signal et d'analyse spectrale utilisés pour identifier la composition chimique et minéralogique des roches et du sol martiens. Il faut préciser que la quantités de données à analyser étant énorme, et le temps de trajet entre Mars et la Terre étant aussi non négligeable, les scientifiques ne pourraient pas analyser chacune des données que le rover envoie.

Des algorithmes de classification poussés sont alors utilisés pour déterminer si une molécule est une molécule organique sans l'intervention d'humain. Pour se faire, le rover utilise une technologie nommée LIBS (laser-induced breakdown spectroscopy) qui envoie un laser sur une partie précise du sol et qui analyse ensuite le plasma résultant pour ensuite déterminer la composition du sol. Les algorithmes sont alors entraînés pour reconnaître des motifs similaires à ceux des molécules organiques dans les données recueillies (par exemple Random Forest).

3.5 Contributions à la recherche spatiale

La mission Mars 2020 portée par le rover Perseverance, constitue une avancée significative dans notre exploration de l'espace et notre quête pour comprendre notre place dans l'univers. Les contributions de cette mission à la recherche spatiale sont multiples et significatives. Perseverance joue un rôle crucial dans la recherche de signes de vie ancienne sur Mars en s'attaquant à l'une des questions fondamentales de l'humanité : sommes-nous seuls dans l'univers ? Grâce à des instruments spécialisés comme SHERLOC et PIXL, le rover pourrait révéler des indices sur la vie passée sur Mars mais aussi élargir notre compréhension des conditions nécessaires à la vie ailleurs dans l'univers.

Enfin, la mission Mars 2020 ouvre la voie aux futures missions humaines sur Mars en explorant et en cartographiant le sol Martien avec une précision encore inégalée. En fournissant des données essentielles sur le terrain, Perseverance aide à sélectionner des futurs sites d'atterrissage potentiels pour les astronautes et à planifier des itinéraires sécurisés pour la future exploration humaine. Il pousse également les limites de notre technologie en matière de missions robotiques autonomes à grande distance. L'emploi de l'intelligence artificielle pour la navigation et la prise de décision indépendante représente une avancée majeure dans le domaine de la robotique spatiale. Ces innovations augmentent en effet l'efficacité de nos missions et réduisent la dépendance vis-à-vis des commandes terrestres.

4 Les Cinq murs de l'IA

Les "cinq murs" de l'intelligence artificielle sont les principaux défis auxquels la recherche et l'application de l'IA doivent faire face pour assurer son intégration dans la société. Ces murs sont en quelques sortes les barrières que les développeurs, chercheurs et utilisateurs de l'IA doivent surmonter afin de maximiser les avantages de l'IA tout en minimisant ses risques potentiels.

4.1 La confiance

La confiance est fondamentale pour l'adoption et l'utilisation efficaces de l'IA dans divers domaines de la vie de tous les jours. Cela inclut la fiabilité et la prévisibilité des systèmes, la transparence dans leurs processus décisionnels et la capacité à expliquer leurs décisions aux utilisateurs. Pour surmonter ce mur, il est crucial de développer des algorithmes d'IA explicables (XAI - eXplainable Artificial Intelligence) qui permettent aux utilisateurs de comprendre et de faire confiance aux décisions prises par l'IA. Cependant nous en sommes encore bien loin, il est de nos jours impossible d'expliquer pourquoi un réseau de neurones a fait tel ou tel choix. Cela crée évidemment des problèmes majeurs dans des disciplines où le raisonnement utilisé est primordial (médecine par exemple).

4.2 L'énergie

L'efficacité énergétique des systèmes d'IA notamment ceux basés sur le deep learning est une préoccupation majeure. La formation et le fonctionnement de modèles d'IA de grande taille peuvent consommer des quantités massives d'énergie, soulevant des questions environnementales et de durabilité. Des efforts de recherche sont en cours pour développer des algorithmes plus efficaces sur le plan énergétique et pour optimiser l'infrastructure informatique utilisée pour l'IA.

4.3 La sécurité

La sécurité des systèmes d'IA englobe la protection contre les manipulations malveillantes, la garantie que l'IA ne causera pas de dommages involontaires et la résilience face aux erreurs ou aux pannes. Cela inclut le développement de techniques de défense contre les attaques adverses, telles que les attaques par exemples antagonistes, et la conception de systèmes d'IA robustes et sécurisés. On peut citer par exemple Tay, un chatbot lancé par Microsoft en 2016. En effet son lancement a viré au drame car en quelques heures les internautes lui ont fait avoir des propos racistes, haineux et homophobes. L'IA n'aura même pas été disponible plus d'une journée et cela a mis en lumière les contraintes liées à la sécurité des propos que peuvent tenir les IA conversationnelles.

4.4 L'interaction avec l'Homme

Pour que l'IA soit pleinement intégrée et utile dans la société, elle doit être capable d'interagir efficacement et naturellement avec les humains. Cela signifie développer des interfaces utilisateur intuitives, des agents conversationnels capables de comprendre le langage naturel et des systèmes d'IA qui peuvent s'adapter aux préférences et aux besoins individuels. La collaboration homme-machine et l'acceptation sociale de l'IA sont essentielles pour franchir ce mur. Bien que les progrès en traitement du langage naturel sont phénoménaux depuis quelques années, il reste de nombreux points clés à étudier pour en faire une discipline robuste.

4.5 L'inhumanité

Ce dernier mur concerne les implications éthiques et morales de l'IA, notamment le risque de perte d'emplois due à l'automatisation, les biais algorithmiques, la surveillance de masse et l'impact sur la vie privée. Pour être entraînée, les IA ont besoin d'une quantité de données astronomiques et cela met parfois en péril la protection des données personnelles. Pour surmonter ce mur, il est nécessaire d'adopter des cadres réglementaires et des normes éthiques qui guident le développement et l'utilisation de l'IA, en veillant à ce qu'elle serve l'intérêt général et respecte les droits humains.

Des réglementations sur les données existante déjà en Europe (RGPD) mais ce n'est pas le cas partout dans le monde.

Ces "cinq murs" représentent un cadre utile pour penser aux défis de l'IA. Surmonter ces murs nécessite une collaboration multidisciplinaire entre chercheurs, développeurs, décideurs politiques, et le public pour s'assurer que l'IA se développe d'une manière qui bénéficie à toute la société.

5 Conclusion

Ce rapport a permis de mettre en lumière l'alchimie entre la robotique et l'intelligence artificielle. Ces deux domaines, qui ont évolué distinctement au cours du 20ème siècle, ont finalement convergé dans l'ère scientifique actuelle. En effet, on peut voir la robotique comme étant la matérialisation de l'intelligence artificielle (qui est purement numérique). Cependant, l'IA reste actuellement un outil. Il n'est pas nécessaire voire contre-productif de lui déléguer toutes les tâches de prise de décision. C'est pourquoi toute utilisation de l'IA doit être mûrement réfléchi : en a-t-on réellement besoin pour cette tâche spécifique ? Ne peut-on pas la remplacer par un algorithme plus simple ?

En effet, l'IA est encore à ses balbutiements. Le mot "intelligence" est fort pour une technologie aussi limitée en termes de dépenses énergétiques, de sensibilité, de collaboration et de lisibilité. De plus, elle pose de nombreux problèmes éthiques dans l'utilisation des données et le risque de perte d'emploi, par exemple. L'IA a encore un chemin long et tortueux à parcourir pour être considérée comme une technologie robuste et incontournable (ce qui n'est absolument pas le cas aujourd'hui) en robotique.

6 Annexe

Cette annexe contient des liens vers des ressources externes utilisées ou mentionnées dans ce rapport.

1. Automates dans l'histoire : <https://www.futura-sciences.com/tech/dossiers/robotique-robotique-a-z/>
2. Tout savoir sur la robotique : <https://www.lebigdata.fr/robotique-tout-savoir>
3. Intelligence Artificielle par IBM : <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/artificial-intelligence>
4. Mission spatiale Mars 2020 : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_2020_\(mission_spatiale\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mars_2020_(mission_spatiale))
5. Caméras du rover Mars 2020 : <https://mars.nasa.gov/mars2020/spacecraft/rover/cameras/>
6. Microsoft et l'intelligence artificielle Tay : https://www.bfmtv.com/tech/vie-numerique/microsoft-fait-taire-tay-son-intelligence-artificielle-devenue-raciste_AN-201603250089.html
7. Les cinq murs de l'IA : <https://www.lemonde.fr/blog/binaire/2022/03/15/les-cinq-murs-de-lia-2-6/>
8. Vidéo explicative (YouTube) : <https://www.youtube.com/watch?v=RwMlQN47jao&t=210s>