



MANUEL ÉDUCATIF D'ACTUA SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA)

Janvier 2020

Avec le soutien de Google.org et l'Autorité
canadienne pour les enregistrements Internet (ACEI)

actüa™

Jeunesse · STIM · Innovation
Youth · STEM · Innovation

TABLE DES MATIÈRES

À propos d'Actua	3
Introduction	4
Comment utiliser ce manuel	5
L'intelligence artificielle : une introduction pour les éducateurs•trices	6
Pourquoi l'IA?	6
L'intelligence artificielle : un bref historique	6
Le test de Turing	7
L'intelligence étroite et l'intelligence générale	8
Les applications de l'IA	9
1. La reconnaissance	9
2. Les interfaces conversationnelles	10
3. L'analytique prédictive	10
4. La personnalisation	11
5. Les véhicules et les systèmes autonomes	11
6. La détection d'anomalies et la reconnaissance de formes	12
7. Les systèmes guidés par les buts	12
Les applications combinées	13
Les technologies de l'IA	13
L'apprentissage automatique	13
L'apprentissage automatique supervisé	13
L'apprentissage automatique non supervisé	15
Le clustering	15
La détection d'anomalie	17
L'association	17
L'apprentissage par renforcement	17
L'apprentissage profond	17
D'autres domaines de l'IA : le traitement automatique du langage naturel et la vision par ordinateur	18
La précision, le rappel et la reprise en cas d'erreur	19
Le cadre Actua sur l'enseignement de L'IA	21
Le cadre Actua sur l'enseignement de L'IA: un survol	22
Intégrer l'IA dans les classes de la maternelle à la 12^e année	25
L'importance de l'IA dans l'éducation	25
L'utilisation responsable de l'IA	25
L'utilisation des activités d'IA d'Actua pour les jeunes	26
Ressources supplémentaires	26
Glossaire	27
Remerciements	32



Jeunesse · STIM · Innovation
Youth · STEM · Innovation

À PROPOS D'ACTUA

Comptant 40 universités et collèges dans son réseau en constante croissance, Actua est le plus important organisme canadien de sensibilisation des jeunes à la science, à la technologie, à l'ingénierie et aux mathématiques (STIM). Chaque année, 300 000 jeunes Canadiens répartis dans plus de 500 collectivités au pays trouvent une inspiration par leur participation à des ateliers pédagogiques pratiques, à des camps et à des activités communautaires de sensibilisation. Actua met l'accent sur la participation de jeunes sous-représentés par le biais de programmes spécialisés pour les jeunes autochtones, les jeunes filles et jeunes femmes, les jeunes à risque et les jeunes vivant dans des communautés nordiques et éloignées.

Pour de plus amples renseignements ou pour trouver un programme d'un membre du réseau, consultez notre site Web à www.actua.ca/fr et visitez nos réseaux sociaux : [Twitter](#), [Facebook](#), [Instagram](#) et [YouTube](#).

CONDITIONS D'UTILISATION

Ce document est distribué sous licence internationale Creative Commons 4.0 « Attribution-Pas d'utilisation commerciale-Partage dans les mêmes conditions ». Pour de plus amples renseignements, consultez <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Vous êtes autorisé à :

Partager — copier, distribuer et communiquer le matériel par tout moyen et sous tout format.

Adapter — remixer, transformer et adapter le matériel pour votre propre contenu.

En vertu des modalités suivantes :

Attribution — vous devez donner les crédits en bonne et due forme à Actua et fournir un lien à la licence, et indiquer si des changements ont été apportés.

Vous pouvez le faire de manière raisonnable, mais en aucun cas en ne laissant penser que le donneur de licence vous approuve ou approuve votre utilisation.

Pas d'utilisation commerciale — Vous ne pouvez pas utiliser le matériel à des fins commerciales.

Partage des conditions à l'identique — Si vous remixez ou transformez le matériel ou créez à partir de celui-ci, vous devez distribuer vos documents en vertu de la même licence que le document original.

Publié en janvier 2020
Ottawa, Ontario, Canada

INTRODUCTION

L'intelligence artificielle (IA) est omniprésente et prend de plus en plus de place à mesure que la technologie transforme nos façons de travailler et de vivre ensemble. Des assistants intelligents aux produits recommandés, en passant par des listes de lecture intelligentes et la reconnaissance faciale, l'IA transcende tous les secteurs d'activités et propose une multitude d'applications.

Bien que les jeunes interagissent quotidiennement avec l'IA, ses concepts ne sont pas encore intégrés dans les programmes canadiens d'enseignement du primaire et du secondaire. Nous savons qu'afin de bien préparer les jeunes aux emplois d'aujourd'hui et de demain, nous devons leur enseigner les compétences numériques de base pour favoriser la littératie numérique qui inclut désormais la compréhension et l'application de l'IA. L'éducation en IA permet aux élèves de penser de manière critique non seulement à leurs interactions personnelles quotidiennes avec la technologie, mais également à la façon dont ils peuvent tirer parti de l'IA pour résoudre des défis mondiaux.

Au début de 2019, Actua a entrepris de répondre à ce besoin en initiant les jeunes à l'IA. Avec le soutien de Google.org et de l'Autorité canadienne pour les enregistrements Internet (ACEI), nous avons créé le projet d'Actua en IA, dans le but de contribuer à la création d'un solide écosystème d'intelligence artificielle au Canada. Notre objectif est de faire en sorte que l'IA soit globalement enseignée dans les écoles, largement comprise par la société, reconnue comme un élément important de l'économie canadienne et dont les Canadiens peuvent tirer une grande fierté.

Le Manuel d'Actua sur l'éducation en IA vise à fournir un soutien aux éducateurs•trices en leur présentant les fondements de l'IA, un cadre de formation à l'IA qui s'intègre avec le programme d'enseignement général et à proposer des idées pour une mise en œuvre en classe. Il est conçu pour accompagner la série d'ateliers d'Actua pour les éducateurs•trices qui offrent des occasions pratiques d'explorer les concepts de l'IA en action, à la fois avec la technologie et dans des environnements déconnectés. Pour en savoir plus sur nos programmes et ressources, allez à actua.ca/ai.

Actua et son réseau croissant formé de plus de **40 membres** améliorent l'éducation en IA à travers le pays. D'ici la fin de 2020, nous aurons atteint plus de 1 000 enseignants•es de la maternelle à la 12^e année et 30 000 étudiants•es du secondaire en offrant un programme en IA. Le travail ne s'arrête pas là. Créer de manière continue des occasions d'apprentissage utiles pour les jeunes afin de développer des aptitudes et des compétences pour tirer parti des technologies émergentes est une partie essentielle de ce que nous faisons chaque jour.

En utilisant ce manuel, vous faites un geste concret pour contribuer au développement d'un écosystème dynamique en IA au Canada et ailleurs. Nous vous remercions de votre soutien!



Jennifer Flanagan,
Présidente et directrice générale, Actua

COMMENT UTILISER LE PRÉSENT MANUEL

Bienvenue dans l'enseignement de l'IA! Ce manuel est conçu pour vous aider en tant qu'éducateur et éducatrice à présenter des concepts et des activités d'IA en classe. Nous avons créé le contenu de ce manuel en gardant à l'esprit les éléments suivants :

- **Les différents niveaux** : dans un langage qui convient aux enseignants•es de la maternelle à la 12^e année.
- **L'Interdisciplinarité** : des applications de l'IA dans tous les domaines, et pas seulement en informatique.
- **La pertinence** : des liens avec les programmes sont établis au niveau conceptuel pour repérer les points d'entrée pour les jeunes et les enseignants•es.
- **L'accessibilité** : l'élimination du jargon technique - aucune expérience en programmation ou formation en informatique n'est requise pour comprendre les concepts et commencer à les enseigner.
- **Un contenu canadien** : des exemples d'innovations en IA qui intéressent les Canadiens (même si nous invitons également les enseignants-es de tous les pays à utiliser le présent manuel).

Nous encourageons les éducateurs•trices en petite enfance et au régulier à lire le présent manuel et à se familiariser avec les principes fondamentaux de l'IA et les connexions avec l'IA pour compléter le programme actuellement enseigné dans les salles de classe. Prenez le temps d'essayer certaines activités proposées et le matériel interactif recommandé, disponibles sur <https://www.actua.ca/fr/programmes/codemakers/>. Il existe de nombreux points d'entrée possibles pour vous et vos élèves!

Le présent manuel est également destiné à accompagner les ateliers de **Formation des enseignants-es en IA** d'Actua qui se donnent en personne. Ces occasions de perfectionnement professionnel interactif en personne sont offertes tout au long de l'année par Actua et les membres de notre réseau. La série d'ateliers a été créée en tenant compte du **cadre d'enseignement de l'IA** d'Actua (décrit plus loin dans ce manuel), avec des ateliers pour chacun des six thèmes de l'IA. Pour plus d'information ou pour vous connecter à votre programme local, veuillez écrire à teachers@actua.ca.

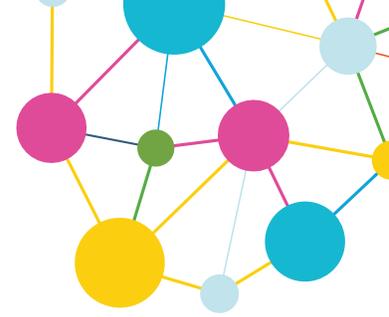
PAR OÙ COMMENCER :

En fonction de vos besoins, vous souhaitez peut-être accéder à ce manuel à différents moments - il n'est pas nécessaire de le lire de manière linéaire. Voici quelques recommandations.

Si :

- **Vous cherchez à en savoir plus sur les principes fondamentaux de l'IA.** L'introduction à l'IA (à partir de la page 7) offre aux enseignants-es un aperçu des concepts fondamentaux et du contenu nécessaire pour comprendre l'IA avant de l'intégrer à l'enseignement en classe. Pour présenter les principes fondamentaux de l'IA, cette introduction adopte une approche en deux volets. Tout d'abord, l'IA sera présentée du point de vue des applications pour mieux comprendre le large éventail d'utilisations possibles de ce groupe de technologies. La deuxième moitié de cette introduction présente certaines des technologies sous-jacentes qui composent le paysage de l'IA et démystifie le jargon et la terminologie complexes.
- **Vous voulez établir des liens entre l'IA et les programmes de la maternelle à la 12^e année.** Après l'introduction, le manuel présente le cadre de travail pour l'éducation en IA d'Actua, expliquant comment nous structurons notre approche de l'enseignement de l'IA dans les classes de la maternelle à la 12^e année. Ce cadre fournit des étapes pertinentes et réalisables pour la mise en œuvre d'activités d'IA avec les élèves.
- **Vous voulez découvrir les activités à faire en classe pour enseigner l'IA.** Pour vous lancer directement et avoir des idées afin de rendre vivant l'enseignement de l'IA pour les élèves, commencez par la section « Présenter les notions d'IA dans la classe de maternelle jusqu'à la 12^e année », suivie de la section sur les recommandations d'Actua pour des ressources supplémentaires.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : UNE INTRODUCTION POUR LES ÉDUCATEURS•TRICES



POURQUOI L'IA?

Il existe d'innombrables définitions formelles de l'intelligence artificielle. Essentiellement, **l'IA est une branche de l'informatique qui traite de la capacité d'un ordinateur à simuler un comportement intelligent**. L'IA comme « mot-valise », représente en fait diverses technologies et applications et divers algorithmes.

Le secteur de l'IA connaît une croissance fulgurante et le Canada est reconnu comme un chef de file de l'innovation et de la recherche en cette matière. La place qu'occupe le Canada dans l'écosystème mondial de l'IA est en partie attribuable à la **Stratégie pancanadienne en matière d'intelligence artificielle**, une initiative du gouvernement fédéral lancée en 2017 qui a permis d'attirer les meilleurs talents en IA au pays, tant dans le secteur privé que public¹. En tant que marché mondial, l'IA devrait décupler et connaître une croissance annuelle de 40 pour cent, d'ici 2026². À mesure que les possibilités d'innovation en IA se multiplient, le Canada jouera un rôle prépondérant dans la création de cet ensemble perturbateur de technologies.

En 2018, deux chercheurs canadiens ont remporté le prix Turing, l'un des prix les plus prestigieux en informatique, pour leur travail dans l'avancement du domaine de l'IA³. Geoffrey Hinton et Yoshua Bengio, détenteurs d'un doctorat, ont partagé le prix avec un chercheur américain, Yann LeCun, lui aussi détenteur d'un doctorat. Hinton et Bengio ont été les premiers Canadiens à remporter le prix en plus de trois décennies.

L'intelligence artificielle : un bref historique

Inventé lors d'une conférence au Dartmouth College de Hanovre, dans le New Jersey le terme « intelligence artificielle » a été utilisé pour la première fois au milieu des années 1950. Les premières ambitions à propos de l'IA étaient assez élevées, mais au cours des décennies, l'optimisation de son potentiel s'est estompée sur plusieurs périodes, et la recherche s'est concentrée ailleurs.

Fait intéressant, de nombreux algorithmes importants utilisés aujourd'hui ont été initialement décrits dans les années 1950 et 1960. Alors que ces algorithmes ont évolué et se sont améliorés au fil du temps, d'autres changements ont eu un impact majeur dans le domaine de l'IA :

- La capacité de recueillir et de stocker des quantités astronomiques de données.
- Le stockage dans le nuage et la récupération des données.
- Les augmentations exponentielles de la puissance de traitement informatique.
- Les réseaux de communication plus rapides pour le déplacement des données.

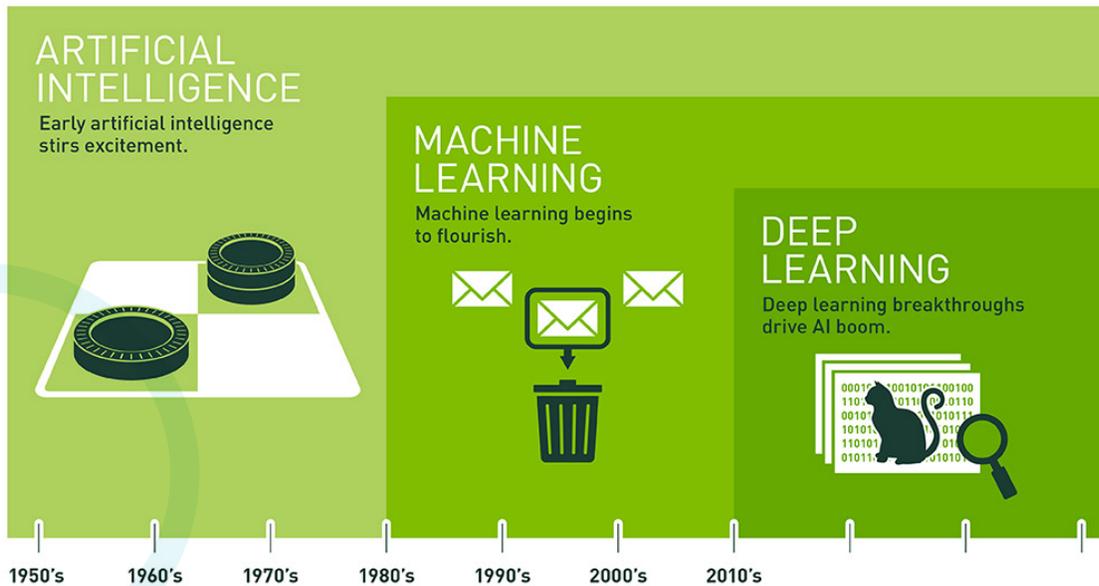
¹ Source : CIFAR (9 décembre 2019). Le bassin de talents internationaux en IA passe à 80 au Canada.

² Source : FinancialNewsMedia.com (14 novembre 2019). [Le marché mondial de l'IA devrait excéder les 200 milliards de dollars d'ici 2026] Consulté le 12 décembre 2019 <https://www.prnewswire.com/news-releases/artificial-intelligence-ai-global-market-projected-to-exceed-200-billion-by-2026-300958067.html>

³ Source : Semeniuk, I. (2019, March 27). Canadian AI leaders win Turing Award for computer science. Consulté le 12 décembre 2019 <https://www.theglobeandmail.com/canada/article-canadian-ai-leaders-win-turing-award-for-computer-science/>

⁴ Source : Anyoha, R. (2017, August 28), The history of artificial intelligence. Consulté le 10 décembre 2019 <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>.

Ces jours-ci, l'optimisme autour du potentiel de l'IA réside fortement dans le domaine de l'apprentissage profond. Simplement décrit, l'apprentissage profond est basé sur des algorithmes de calcul inspirés du fonctionnement du cerveau humain. Alors que l'apprentissage profond remonte aux premiers jours de l'IA, la puissance de cette approche n'a vraiment été découverte qu'au cours de la dernière décennie. Les technologies de l'IA (y compris l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond) sont abordées plus en détail à partir de la page 16 du présent manuel.



Depuis qu'un vent d'optimisme a soufflé dans les années 1950, de petits sous-ensembles d'intelligence artificielle (d'abord l'apprentissage automatique, puis l'apprentissage profond, un sous-ensemble de l'apprentissage automatique) ont créé des perturbations de plus en plus importantes.

Source : Copeland, M. (2016, July 29). What's the difference between artificial intelligence, machine learning and deep learning? [Quelle est la différence entre l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond?] Extrait le 10 décembre 2019 du site <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>.

LE TEST DE TURING



L'un des premiers tests d'intelligence artificielle est le test de Turing. Mis au point en 1950 par Alan Turing⁵, ce test se tient entre un évaluateur humain, un ordinateur et un participant humain : ce dernier interagit (via l'interface texte) avec l'évaluateur humain ou l'ordinateur. Si le participant ne parvient pas à déterminer s'il interagit avec l'ordinateur ou une autre machine, la machine est considérée comme ayant passé le test.⁶

Le test de Turing est une belle démonstration de l'interface et de l'interaction homme-machine et montre comment la pensée critique et le questionnement peuvent être utilisés pour la déduction. Cependant, depuis la conception de ce test, beaucoup ont soutenu que ce type de test ne montre qu'un aspect de la simulation de l'intelligence humaine (c'est-à-dire la conversation). Le développement d'autres tests similaires ayant une pertinence accrue pour l'IA moderne est un domaine de recherche aujourd'hui très actif.

⁵ Source : Stanford Encyclopedia of Philosophy (2016, February 8). The Turing Test. Extrait le 10 décembre 2019 de <https://plato.stanford.edu/entries/turing-test/>.

⁶ Photo : Statue d'Alan Turing, à Bletchley Park, au Royaume-Uni. "07-turing" par Draig, sous licence CC BY-NC 2.0.

L'intelligence étroite et l'intelligence générale

Une façon de ramifier le domaine de l'IA est de décrire à quel point un système peut être intelligent. Le tableau suivant présente les distinctions entre l'IA étroite (intelligence artificielle étroite, souvent appelée IA faible) et l'IA générale (intelligence artificielle générale, souvent appelée IA forte).

	IA étroite (Intelligence artificielle étroite)	IA générale (Intelligence artificielle générale)
Aussi appelée	Intelligence artificielle faible	Intelligence artificielle forte
Exemple	Reconnaissance d'objets, véhicules autonomes, prédiction de la fraude par carte de crédit, assistants vocaux.	Aucun exemple concret n'existe actuellement; domaine de la science-fiction
Comparaison avec l'intelligence humaine	Souvent capable de procéder à des commandes de travail plus rapidement ou plus précisément que les humains, mais uniquement pour une tâche spécifique bien définie.	À égalité avec l'intelligence humaine à tous égards

Actuellement, il n'y a rien qui se rapproche de l'IA générale. Tous les systèmes d'IA actuellement connus ou mis au point seraient qualifiés d'IA étroite, car les modèles sont formés pour effectuer une tâche très spécifique, comme trier les tomates rouges des tomates vertes. L'avantage potentiel de ce système est sa capacité à effectuer la tâche plus rapidement et avec plus de précision que les humains. Cependant, ce système formé ne peut pas être généralisé et ne peut pas être transféré pour effectuer une autre tâche. L'algorithme pour le tri de tomates ne peut pas être utilisé pour trier des pommes ni jouer aux échecs. L'IA est aujourd'hui formée pour des tâches très spécifiques, mais contrairement à un humain, elle ne peut pas transférer les connaissances et les appliquer à d'autres tâches.

Bien qu'il soit tentant de considérer les appareils d'assistance vocale à domicile tels qu'Alexa d'Amazon ou Google Home comme des exemples d'IA générale, une brève interaction avec ceux-ci montre rapidement que ces systèmes peuvent sembler intelligents dans certains contextes, mais qu'ils échouent rapidement aux tests, si on les compare à la connaissance humaine. Ils appartiennent toujours au domaine de l'IA étroite.

« Même si les machines peuvent afficher un rendement exceptionnel pour une tâche donnée, le rendement peut se dégrader considérablement si la tâche est modifiée ne serait-ce que légèrement. »

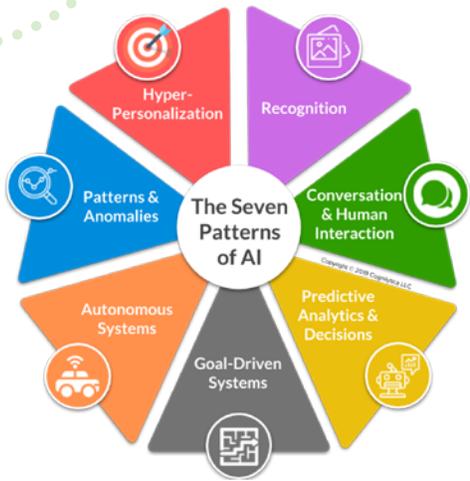
- Yoav Shoham, Stanford Artificial Intelligence Laboratory

Enfin, il convient de noter qu'il existe un autre terme connexe, soit la superintelligence artificielle. Même si elle relève actuellement plus de la science-fiction que de la réalité, cette superintelligence représente des systèmes qui dépassent l'intelligence humaine.

Il existe de nombreuses théories sur la façon dont la superintelligence artificielle pourrait se manifester, mais une hypothèse suggère qu'un super agent intelligent aurait la capacité de créer et

de former de manière récurrente d'autres agents semblables, potentiellement même de contrôler les humains. Mais nul besoin de s'inquiéter; bien qu'il n'y ait pas de consensus sur le moment où cette technologie existera, la plupart des experts conviennent que nous sommes encore à des décennies de l'intelligence générale, et la superintelligence relève toujours de la science-fiction. Il est important de se rappeler que les algorithmes d'IA sont développés par des humains et reflètent ce à quoi ils ont été formés. Comme la formation humaine peut inclure des défauts et des biais inhérents, les humains doivent être tenus responsables afin d'assurer une utilisation de l'IA. C'est pourquoi il est important d'avoir une variété de contributions d'experts sur le terrain, mais aussi de philosophes, d'enseignants, d'autorités réglementaires, d'artistes et de membres de la société civile de divers horizons, pour se tenir mutuellement responsables dans le cadre de normes élevées pour l'utilisation de l'IA.

LES APPLICATIONS DE L'IA



Avant de plonger dans les fondements techniques de l'IA, il est important de comprendre comment elle est utilisée au quotidien dans le monde qui nous entoure. Pour l'explorer, on peut utiliser les applications de l'IA, en examinant les dimensions et les domaines dans lesquels elle est exploitée.

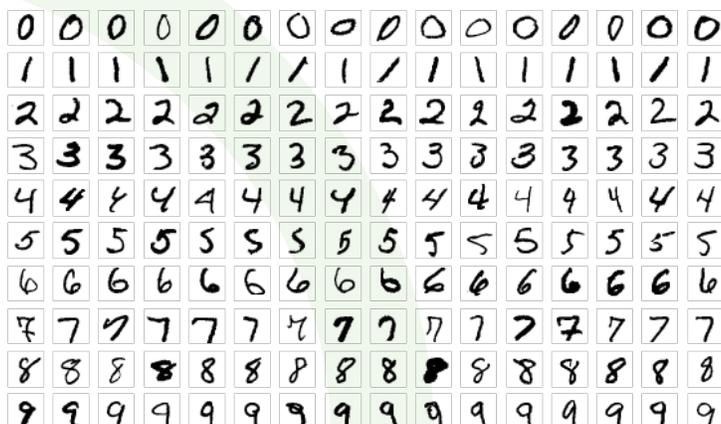
Dans le diagramme suivant, sept catégories d'applications ou de cas d'utilisation de l'IA ont été répertoriés.

Source : Walch, K. (17 septembre 2019). The seven patterns of AI [Les sept modèles de l'IA.]. Extrait le 10 décembre 2019 de <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/09/17/the-seven-patterns-of-ai/#4005853512d0>.

1. LA RECONNAISSANCE

Cette application concerne la capacité d'un ordinateur ou d'un système à reconnaître une ou plusieurs choses. Parmi ces choses qu'un ordinateur peut reconnaître, on retrouve :

- **Des objets** : des images dans des photos ou des vidéos (par exemple, un chat ou un chien).
- **La reconnaissance vocale** : la capacité d'un ordinateur à reconnaître les mots prononcés.
- **Du texte ou des caractères** : appelée aussi « reconnaissance optique de caractères », il s'agit de la capacité d'un ordinateur à détecter les caractères alphanumériques représentés (imprimés ou manuscrits).
- **La reconnaissance faciale** : la capacité à identifier une personne par son visage ou d'autres caractéristiques visuelles distinctives.



Dans le cadre de l'ensemble modifié de données du National Institute of Standards and Technology (MNIST), les développeurs d'algorithmes doivent relever le défi qui consiste à identifier correctement autant de chiffres dessinés à la main que possible. Notez le nombre de façons différentes de représenter le chiffre 7.

Source : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MnistExamples.png>, consulté le 12 décembre 2019.

2. LES INTERFACES CONVERSATIONNELLES

De manière générale, les interfaces conversationnelles prennent la forme de robots conversationnels (chatbots) (à base de texte) ou d'assistants vocaux. Dans les deux cas, la technologie sous-jacente qui rend ces expériences possibles est appelée traitement automatique du langage naturel ou TALN.

Le TALN est le processus par lequel un système comprend l'intention d'un mot, d'un énoncé, d'une phrase, d'un paragraphe ou même d'une conversation entière. Voici un exemple qui illustre l'importance de comprendre l'intention d'un mot ou d'une phrase, au-delà de la simple identification du mot ou de la phrase :

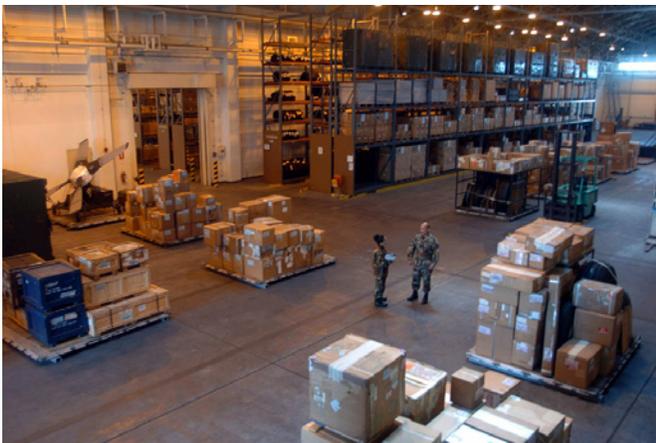
Prenons la question suivante : « Ai-je besoin d'un parapluie aujourd'hui? » Si vous posez cette question à un humain, il comprend rapidement que vous vous renseignez sur la météo. Il faut reconnaître que la question elle-même manque en réalité de renseignements importants.

Un système qui comprendrait uniquement les mots représentés ne serait pas en mesure de donner un sens à cette question. En fait, il pourrait même ne pas comprendre que c'est en fait une question.

Bien conçue, une interface en langage naturel comprendrait cependant que des informations contextuelles supplémentaires sont disponibles et (dans de nombreux cas) pourrait donner une réponse utile (en partie en recherchant les conditions météorologiques actuelles ou futures).

Les robots conversationnels et les assistants vocaux ont un large éventail d'utilisations commerciales et pratiques allant du service client aux recommandations d'achat en passant par le traitement des commandes.

3. L'ANALYTIQUE PRÉDICTIVE



Le domaine de l'analytique prédictive concerne la prise en compte de données passées et actuelles pour faire des prédictions sur les résultats futurs.

Dans le domaine de la gestion des stocks, l'analytique prédictive est activement utilisée pour prévoir les besoins en stocks à court et à long terme. En fonction de données historiques et de données de tiers, on peut faire des estimations précises des besoins futurs, ce qui contribue à accroître l'efficacité de la tenue de stocks dans les entrepôts ou les centres de distribution.⁷

Dans le secteur des services financiers, l'analytique prédictive peut être utilisée pour estimer la solvabilité d'un client. En analysant une série de facteurs historiques, on peut faire des estimations précises à savoir si un client particulier risque d'être en défaut de paiement sur un prêt ou une dette de carte de crédit.

⁷ Source : http://www.publicdomainfiles.com/show_file.php?id=13511499014922

4. LA PERSONNALISATION

Ce domaine traite de la création d'expériences personnalisées, en ligne et hors ligne, pour les utilisateurs.

La personnalisation de l'expérience en ligne comprend la création d'expériences sur mesure pour des groupes d'utilisateurs ou des personnes qui interagissent avec une plateforme numérique. Cela peut prendre de nombreuses formes, allant de la recommandation personnalisée de produits dans le commerce électronique à la présentation de contenu susceptible d'intéresser des lecteurs de blogs et les inciter à l'achat.

Dans la plupart des cas, la personnalisation de l'expérience en ligne est basée sur la compréhension de l'historique d'un utilisateur, ce qu'il a vu, écouté ou acheté, puis en prédisant ce qui pourrait le plus l'intéresser à l'avenir.

La personnalisation hors ligne est plus récente et continue d'évoluer. Dans le secteur de la vente au détail, il existe des applications courantes de personnalisation où la création d'expériences d'achat uniques adaptées à un acheteur individuel permet de différencier les marques. De la reconnaissance faciale (pour comprendre qui est le client) aux recommandations de produits (prédire ce qu'il pourrait vouloir acheter ensuite), l'IA est utilisée dans tous les domaines.

5. LES VÉHICULES ET LES SYSTÈMES AUTONOMES



Les véhicules autonomes sont certes bien connus dans le domaine des systèmes autonomes, mais il est important de reconnaître qu'il existe de nombreux autres exemples de systèmes autonomes.⁸

Les véhicules et systèmes autonomes sont largement utilisés dans le secteur manufacturier. Les robots autonomes qui augmentent la vitesse et la précision des chaînes de montage produisent des économies et des gains d'efficacité importants pour les fabricants. Ces systèmes robotiques ont beaucoup évolué et ils ont éclipsé ou même dépassé les capacités humaines en termes de vitesse et de précision.

Les systèmes robotiques ont également la capacité de fonctionner dans des environnements qui peuvent être dangereux pour les humains, créant ainsi des avantages supplémentaires.

En ce qui concerne les voitures autonomes, plusieurs entreprises ont fait des progrès importants au cours des dernières années. Des entreprises comme Tesla, Waymo et Google investissent activement dans la technologie qui propulsera la prochaine génération de véhicules autonomes. Bon nombre des défis actuels liés à cette technologie concernent en fait la réglementation des véhicules autonomes sur les routes publiques, plutôt que leurs capacités technologiques.

⁸ Source : <https://www.flickr.com/photos/romanboed/9572198632>

6. LA DÉTECTION D'ANOMALIES ET LA RECONNAISSANCE DE FORMES

La plupart des gens qui utilisent une carte de crédit ont déjà reçu une alerte ou un avertissement de fraude, mais peu remettent en question la technologie derrière ces alertes. Dans de nombreux cas, l'alerte de fraude par carte de crédit est le résultat d'un algorithme de détection d'anomalie qui recherche une « aiguille dans une botte de foin » de données.

Les algorithmes de détection d'anomalies et de reconnaissance de formes sont souvent associés au domaine de l'**apprentissage non supervisé**, qui concerne en général la découverte de structures ou de modèles dans de grands **ensembles de données** non étiquetés.

Le secteur du marketing est un autre exemple d'application courante de la recherche de structure ou de modèles dans de grands ensembles de données. La capacité de segmenter les populations d'utilisateurs en groupes de personnes partageant certaines caractéristiques permet aux spécialistes du marketing de mieux cibler les campagnes en fonction des groupes les plus susceptibles de répondre positivement à une campagne ou à une promotion.

7. LES SYSTÈMES GUIDÉS PAR LES BUTS



Les systèmes guidés par les buts offrent un large éventail d'utilisations et sont souvent basés sur un sous-domaine de l'**apprentissage automatique** appelé **apprentissage par renforcement**. Dans les systèmes guidés par les buts, l'algorithme cherche la solution optimale à un problème donné selon un processus d'essai et d'erreur.

Dans le secteur de la publicité en ligne, où des campagnes efficaces sont basées sur des offres optimales en temps réel pour l'espace publicitaire numérique, des systèmes ou des algorithmes guidés par les buts servent à augmenter le rendement de ces campagnes.

Dans le secteur du jeu vidéo, ces systèmes sont également utilisés comme technologie sous-jacente derrière les adversaires basés sur l'IA. Fait bien connu, le programme AlphaGo AI de DeepMind, basé sur un système guidé par les buts, a battu Lee Se-dol, le champion du monde de go lors d'un match réglementaire.⁹ Lee So-dol s'est ensuite retiré du jeu professionnel après avoir déclaré que l'IA était imbattable.¹⁰

Ce qui rend ce match de go entre l'homme et la machine si intéressant, c'est la nature même de ce jeu. Le go est un jeu complexe et un algorithme ne peut pas utiliser de méthodes de type « force brute » (essai de toutes les combinaisons de mouvements) pour battre un humain (dans le jeu d'échecs, c'est généralement ainsi que fonctionnent les algorithmes). Au lieu de cela, dans ce jeu, AlphaGo a dû apprendre des stratégies en examinant les données des matchs précédents afin de battre l'adversaire humain.

⁹ Source : Si-soo, P. & Han-soo, L. (2016, March 10). AlphaGo victorious once again. Extrait le 12 décembre 2019 de http://www.koreatimes.co.kr/www/news/tech/2016/03/325_200068.html.

¹⁰ Source: Vincent, J. (2019, November 27). Former Go champion beaten by DeepMind retires after declaring AI invincible. Extrait le 12 décembre 2019 de <https://www.theverge.com/2019/11/27/20985260/ai-go-alphago-lee-se-dol-retired-deepmind-defeat>. Image de Google/Getty Images.

LES APPLICATIONS COMBINÉES

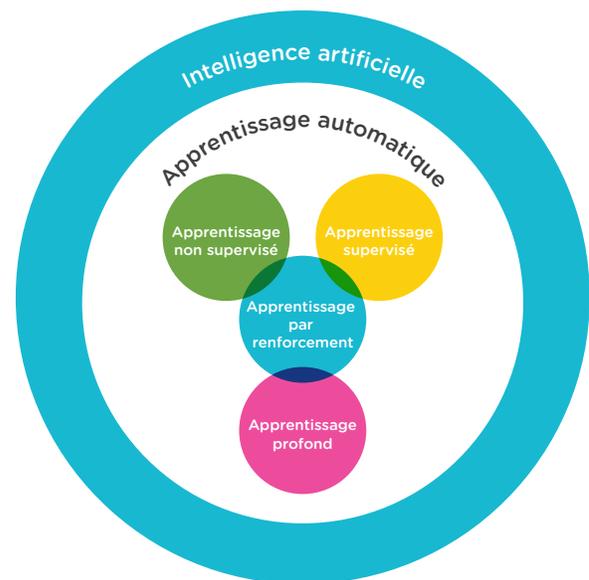
En examinant les sept applications ou cas d'utilisation clés ci-dessus, il convient de noter que de nombreux systèmes du monde réel sont en fait basés sur une combinaison de deux ou de plusieurs de ces technologies.

Prenons l'utilisation d'un outil tel que Google Lens. Cette application pour téléphone intelligent permet à un utilisateur de « regarder » à peu près n'importe quel objet et d'obtenir des informations contextuelles en temps réel sur ce qu'il regarde (via l'objectif de la caméra sur son téléphone).

Si on le pointe vers un menu dans une langue étrangère par exemple, Google Lens peut fournir une traduction de ce menu en temps réel pour l'utilisateur. Cet exemple simple implique en fait la reconnaissance (application 1), le traitement automatique du langage naturel (application 2), et souvent la personnalisation (application 4).

LES TECHNOLOGIES DE L'IA

L'intelligence artificielle comprend l'apprentissage automatique (un sous-ensemble de l'IA). Dans l'apprentissage automatique, il y a d'autres sous-disciplines, notamment l'apprentissage non supervisé, l'apprentissage supervisé, l'apprentissage par renforcement et l'apprentissage profond (ce dernier est en partie représenté dans les trois sous-disciplines de l'apprentissage automatique).



L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

L'apprentissage automatique est probablement le sous-domaine le plus développé de l'IA, et dans le domaine de l'apprentissage automatique, il existe également plusieurs sous-domaines. On peut décrire l'apprentissage automatique comme la possibilité donnée aux ordinateurs de découvrir des modèles ou de faire des prédictions sur les données, sans être explicitement programmé.

L'apprentissage automatique supervisé

Comment se comportera le marché boursier demain? À quel prix devrions-nous vendre cette maison? Combien devrait gagner ce nouvel employé? Est-ce la photo d'un chien ou d'un chat? Ce sont les types de questions auxquelles on peut répondre (ou tenter de répondre) en utilisant l'apprentissage automatique supervisé.

L'essentiel de l'apprentissage automatique supervisé est d'avoir de grandes quantités de données *étiquetées*. Prenons un exemple.

Données sur le prix des maisons

Année de construction	Superficie	Nbre de chambres	Nbre de salles de bain	Prix
1972	1600	3	3	335 000 \$
1985	950	2	2	465,000 \$
1957	2000	5	4	650,000 \$
2001	2200	4	4	620,000 \$
1989	800	2	1	?

Avant d'explorer ce tableau plus en profondeur, il est important de comprendre la terminologie clé.

- Les entrées (année de construction, superficie, chambres à coucher, salles de bains), dans le langage ou l'apprentissage automatique, sont appelées **caractéristiques**.
- Les résultats (le prix, etc.), dans le langage de l'apprentissage automatique, sont appelés **étiquettes** ou cibles.

Dans l'exemple ci-dessus, il y a quatre lignes de données étiquetées (voyez-les comme des données historiques) et une ligne de données non étiquetées (le résultat que nous voulons obtenir). Le défi fondamental de l'apprentissage automatique est le suivant :

En fonction des données étiquetées, il faut permettre à la machine d'apprendre la relation entre les caractéristiques et les étiquettes de manière à pouvoir prédire l'étiquette pour les données futures.

Dans le domaine de l'apprentissage automatique supervisé, il y a encore une autre division à prendre en compte. Les problèmes de **classification** concernent l'étiquetage d'une chose comme un type ou un autre - *cette photographie est-elle celle d'un chien, d'un chat ou d'autre chose?* Les problèmes de **régression** concernent la prévision d'une valeur numérique - *quelle température fera-t-il à Ottawa demain?*

Pour revenir à notre exemple du prix des maisons, nous pouvons maintenant voir qu'il s'agit d'un problème de régression. Dans cet exemple, le défi est le suivant : avec suffisamment d'information sur les ventes de maisons passées, pouvons-nous prédire la valeur d'une autre maison en fonction de ces mêmes informations

L'importance de l'ingénierie des caractéristiques

Si, en lisant l'exemple ci-dessus, vous pensez que certaines informations sont manquantes, vous avez raison! Par exemple, l'emplacement géographique ou la condition physique d'une maison serait fortement mis en corrélation avec la valeur marchande. L'un des défis majeurs de la création d'un système prédictif précis est de comprendre quelles caractéristiques (ou entrées) sont importantes dans l'ensemble de données et lesquelles ne le sont pas, en tenant compte de ce que vous essayez de prédire

Pour pousser un peu plus loin, il est tout à fait possible que le nombre de salles de bain ne soit pas un prédicteur de la valeur d'une maison. Le processus qui consiste à découvrir les possibles caractéristiques et leur relation avec la cible ou l'étiquette, est une partie importante de la science des données ou de l'ingénierie des données.

Après avoir examiné cet exemple, il est maintenant facile d'imaginer d'innombrables autres exemples d'apprentissage automatique supervisé :

Classification	Régression
En fonction des habitudes de dépenses d'un client, pouvons-nous prédire quand il serait tenté d'obtenir une carte ou une marge de crédit?	Compte tenu des informations historiques sur les routes où se produit un grand nombre d'accidents, peut-on prévoir les risques pour la conception de nouvelles routes?
Avec suffisamment d'exemples d'examens par IRM qui montrent à la fois des tumeurs bénignes et malignes, pouvons-nous prédire si d'autres examens pourraient révéler de futurs risques pour la santé?	D'après les données sur les précipitations passées et les conditions actuelles, quelle est la probabilité qu'il pleuve au cours des 24 prochaines heures?

L'apprentissage automatique non supervisé

Si vous avez déjà observé que certains services en ligne (diffusion de vidéo/musique en continu, achats en ligne, etc.) réussissent à prédire ce que vous pourriez aimer, écouter ou acheter ensuite, vous avez vu les impacts de l'**apprentissage non supervisé**.

L'apprentissage non supervisé concerne la découverte de structures ou de modèles dans de grands ensembles de données. Très souvent, cela signifie rechercher des modèles dans ces données, comme chercher une « aiguille dans une botte de foin » (quelque chose qui ne ressemble en rien au reste des données).

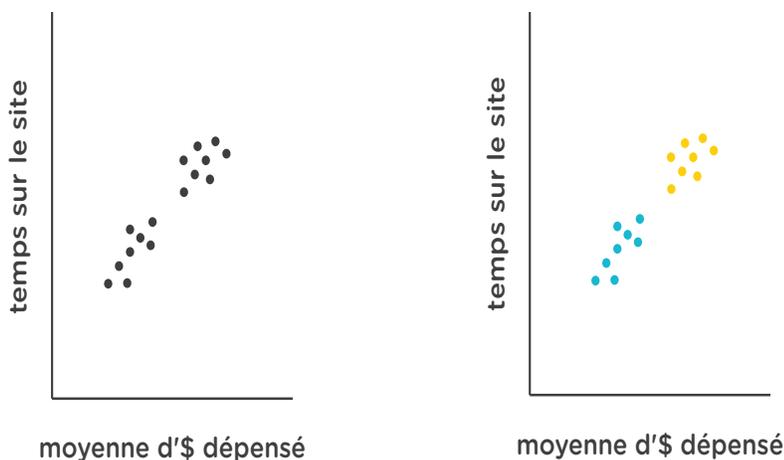
La principale différence entre les données utilisées pour l'apprentissage non supervisé et celles utilisées pour l'apprentissage supervisé est que les premières ne sont pas étiquetées. Prenons l'exemple des données sur les habitations, et imaginons qu'il n'y ait aucune information sur les prix dans le tableau. Dans ce cas, un apprentissage non supervisé (avec beaucoup plus de données) pourrait aider à découvrir que la plupart des maisons de plus de 2000 pieds carrés ont tendance à avoir quatre salles de bains ou plus.

Cet exemple simplifie grossièrement la puissance de l'apprentissage non supervisé. Si, au lieu d'avoir quatre caractéristiques et cinq lignes de données, vous disposiez de 40 caractéristiques et de 5 millions de lignes de données, vous trouveriez soudain dans ces données des modèles beaucoup moins évidents. C'est là la puissance de l'apprentissage non supervisé

Le clustering

L'un des domaines d'application les plus courants de l'apprentissage non supervisé est [le clustering](#). Dans le clustering, nous cherchons à regrouper des points de données.

En examinant le secteur de la vente au détail, on pourrait examiner le comportement d'achat en ligne de certains types d'acheteurs en fonction de la façon dont ils achètent. Ce type d'analyse pourrait révéler qu'il existe un groupe distinct d'acheteurs qui en moyenne dépensent moins en naviguant et ont tendance à acheter des articles peu coûteux. Cette information pourrait être utilisée pour recommander des mises à niveau de produits à un sous-ensemble d'acheteurs, en fonction de leurs habitudes de magasinage.



La figure ci-dessus montre des données sur le comportement d'achat en ligne en indiquant combien de temps les utilisateurs ont passé sur le site et quelles sommes ils ont dépensées. Grâce à l'analyse de grappes (une forme d'apprentissage automatique non supervisé), on a découvert qu'il existe un groupe d'utilisateurs qui dépensent très peu et font rapidement des transactions, et un groupe d'utilisateurs qui dépensent plus, mais prennent plus de temps pour le faire.

Bien que cet exemple puisse sembler évident, si l'on devait imaginer huit caractéristiques (au lieu des deux ci-dessus) et des millions de points de données, la possibilité de regrouper les données et de découvrir des segments comportementaux pourrait ouvrir de nouvelles voies aux commerçants. Ils seraient alors mieux placés pour cibler leurs produits et services en fonction des clients idéaux, et ce, au bon moment.

De quelle grappe faites-vous partie?

Un cas couramment utilisé pour le clustering consiste à classer rapidement un utilisateur en un segment ou un groupe d'utilisateurs en particulier. Dans le domaine du marketing, il existe une société américaine de marketing de bases de données appelée Acxiom qui a segmenté la population américaine en 70 grappes particulières, puis a étiqueté et décrit ces grappes.

Il est particulièrement intéressant de noter qu'ils ont créé un outil basé sur le Web qui permet aux utilisateurs de remplir quelques points de données, puis de voir dans quelle grappe ou quel segment ils s'insèrent.

Avec quelques renseignements sur le revenu du ménage, l'adresse et le lieu de résidence d'un utilisateur, une description complète de cette personne peut être extrapolée. Il va sans dire que la description de la grappe est très subjective, mais cet exemple illustre bien certains des aspects pratiques de l'apprentissage automatique non supervisé.

Il est facile de comprendre à quel point il serait puissant, par exemple, pour une entreprise qui mène des campagnes de publipostage de savoir quels codes postaux cibler pour un certain ensemble de produits ou de services en promotion.

La détection d'anomalies

Parallèlement au clustering, il est possible de trouver des données qui ne correspondent pas au modèle. C'est le domaine de la **détection d'anomalies**, qui sert de manière très pratique, par exemple, à détecter les transactions frauduleuses dans les services financiers ou les cartes de crédit.

L'association

L'**association** est une extrapolation du domaine de clustering. Prenons une personne qui utilise un service d'écoute de musique en continu; ce service apprend des habitudes d'écoute de l'utilisateur qui, en fonction de ses goûts, s'intègre dans un « groupe » particulier d'auditeurs de musique qui ont tendance à aimer un mélange de rock, de soul et de rap.

En analysant les types de chansons que les autres membres de ce « groupe » écoutent fréquemment, il est facile de faire des recommandations très pertinentes de chansons que l'utilisateur n'a peut-être pas encore découvertes, mais qu'il est susceptible d'apprécier.

L'apprentissage par renforcement

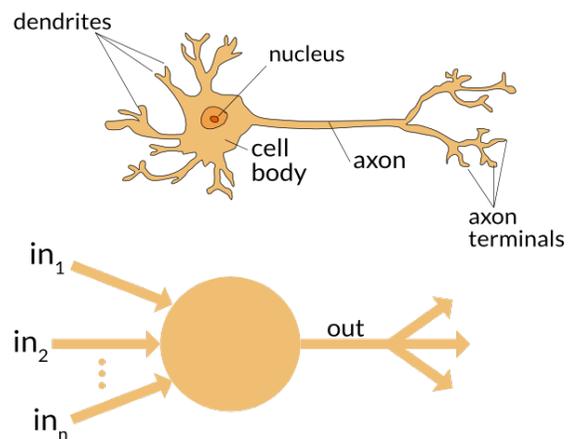
Ce sous-ensemble de l'apprentissage automatique est le plus couramment utilisé dans la création de systèmes guidés par les buts. Dans l'**apprentissage par renforcement**, l'algorithme apprend essentiellement à travers un processus d'essais et erreurs.

Il est important de comprendre que l'apprentissage par renforcement est utilisé principalement lorsqu'il existe un but ou un état final clairement établi. Si vous avez déjà joué à un jeu vidéo contre un adversaire virtuel, il y a de fortes chances que vous rivalisiez contre un algorithme d'apprentissage par renforcement.

L'APPRENTISSAGE PROFOND

L'**apprentissage profond** [deep learning] est un sous-ensemble de l'apprentissage automatique et il est en théorie basé sur le fonctionnement du cerveau humain. Le précurseur de l'apprentissage profond est appelé **réseau de neurones**. Ces réseaux, développés pour la première fois dans les années 1950, sont inspirés des neurones biologiques de notre cerveau, bien qu'ils diffèrent de plusieurs façons.

Les neurones biologiques et les structures de notre cerveau peuvent être des analogies utiles pour présenter des réseaux de neurones aux élèves et relier le sujet au programme d'enseignement de base. Dans le diagramme ci-dessous, on compare la structure physique et la fonction d'un neurone biologique - avec des dendrites recevant des entrées et les axones responsables des sorties - au réseau de neurones avec des couches d'entrées transmettant des informations pour conduire à une sortie.



La structure d'un réseau neuronal est basée sur des neurones biologiques.

Source : Applied Go (9 juin 2016).
Perceptrons - the most basic form of a neural network. Extrait le 11 décembre 2019 du site <https://appliedgo.net/perceptron/>

L'apprentissage profond repose sur le concept de réseaux de neurones par l'empilage de « couches » consécutives de ces réseaux pour obtenir de meilleurs résultats.

Il convient de noter que le cerveau humain est beaucoup plus complexe que les réseaux d'apprentissage profond les plus avancés. Il faut considérer la relation entre l'intelligence biologique et l'apprentissage profond comme une analogie plutôt qu'une représentation exacte.

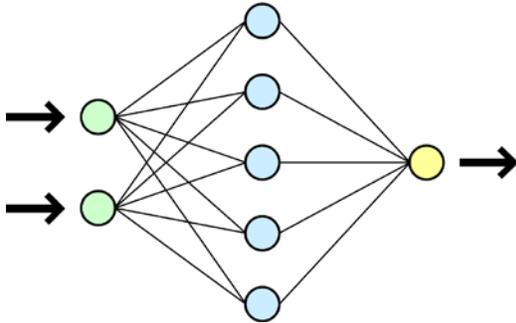


Image : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Neural_network.svg [réutilisation et modification autorisée], extraite le 2 janvier 2020.

Dans ce schéma sursimplifié d'un réseau neuronal, on pourrait imaginer qu'une entrée est une image ou une photographie et la sortie, une étiquette descriptive, comme un chien ou un chat. Les cercles verts représentent la couche d'entrée, les bleus la couche cachée du réseau et le jaune, la couche de sortie.

Bien que les mécanismes de fonctionnement de l'apprentissage profond dépassent le cadre du présent manuel, il y a quelques points importants à retenir :

- L'apprentissage profond est actuellement considéré comme le domaine de l'IA ayant le plus de potentiel pour nous conduire vers une intelligence artificielle forte ou générale.
- Ce type d'apprentissage nécessite de grandes quantités de données et souvent un traitement informatique exponentiellement plus important que les modèles d'apprentissage automatique statistiques.
- L'apprentissage profond s'est révélé particulièrement puissant là où les modèles d'apprentissage automatique statistique n'ont pas réussi, comme la reconnaissance d'objets sur des photos ou des vidéos.

D'AUTRES DOMAINES DE L'IA : LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DU LANGAGE NATUREL ET LA VISION PAR ORDINATEUR

Il existe quelques domaines de l'IA qui, selon le contexte, peuvent ou non être considérés comme des formes d'apprentissage automatique.

Le traitement automatique du langage naturel

Bien que certaines parties du domaine du traitement automatique du langage naturel (TALN) utilisent diverses formes d'apprentissage supervisé et non supervisé, on le considère souvent comme une discipline en soi. Le TALN concerne l'analyse et la compréhension du langage. Il est parfois appelé compréhension du langage naturel.

Certaines des applications du TALN incluent :

- L'extraction d'intention : comprendre la signification des mots, des phrases ou des phrases en contexte. Par exemple, demander à un assistant vocal « ai-je besoin d'un parapluie? » se traduit par une question sur la possibilité d'averses en prévisions météorologiques.
- L'analyse des sentiments : classification des émotions derrière le texte, les mots ou les phrases. Par exemple, traiter une critique de produit en ligne et comprendre si la personne qui formule la critique était au final satisfaite ou insatisfaite du produit.

Il convient de noter que les méthodes classiques d'apprentissage automatique ou d'apprentissage profond peuvent être, et sont souvent, utilisées dans les applications du TALN.

La vision par ordinateur

Encore une fois, bien que la **vision par ordinateur** fasse partie du paysage global de l'apprentissage automatique à certains égards, en raison de problèmes uniques qu'elle résout, elle est également souvent considérée comme une discipline en soi. La vision par ordinateur est le domaine d'étude qui permet aux ordinateurs ou à d'autres appareils de « voir » et d'interpréter les informations visuelles.

« Le but de la vision par ordinateur est d'extraire des informations utiles à partir d'images. Elle s'est avérée une tâche étonnamment difficile et a occupé des milliers d'esprits intelligents et créatifs au cours des quatre dernières décennies; malgré cela, nous sommes encore loin de pouvoir construire une "machine à voir" polyvalente. »

- Simon Prince, *Computer Vision: Models, Learning, and Inference*

Son utilisation dans des véhicules autonomes ou sans conducteur explique en partie pourquoi la vision par ordinateur constitue un domaine de recherche et développement si actif. Les véhicules autonomes nécessitent la capacité de « voir », bien que l'on utilise souvent les renseignements provenant d'un ensemble de capteurs tels que les caméras.

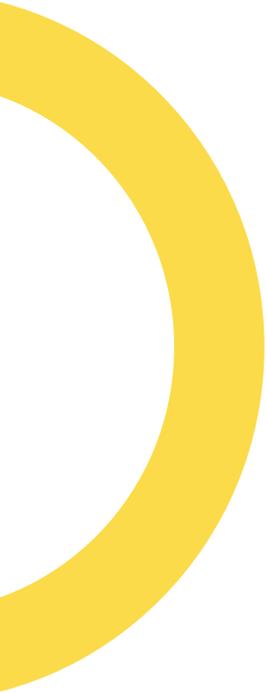
LA PRÉCISION, LE RAPPEL ET LA REPRISE EN CAS D'ERREUR

Travailler avec tout type d'algorithme prédictif apporte son lot de défis uniques. En d'autres mots, il y a deux façons de se tromper. Pour mieux comprendre cette notion, voici un exemple d'algorithme de détection de pourriel présenté dans le tableau ci-dessous.

		Prédiction IA	
		Pourriel	Pas un pourriel
résultat réel	Pourriel	Vrai positif L'IA étiquette correctement un courriel indésirable comme un pourriel.	Faux négatif L'IA marque incorrectement un courriel indésirable comme n'étant pas un pourriel.
	Pas un pourriel	False Positive L'IA marque incorrectement un bon courriel comme un pourriel.	Vrai négatif L'IA reconnaît avec justesse un bon courriel comme n'étant pas un pourriel.

Ce tableau, appelé **matrice de confusion**, aide à organiser les informations en fonction de scénarios possibles dans un algorithme prédictif. L'important ici est de reconnaître qu'une prédiction peut être erronée de deux façons. Dans le cas de la détection de pourriels, la prédiction peut étiqueter incorrectement un bon courriel comme étant un pourriel, et également marquer incorrectement un pourriel comme étant un bon courriel.

Il s'agit d'une considération importante pour le réglage d'un algorithme afin d'obtenir un bon rendement dans une situation particulière. Dans ce cas, la question est de savoir s'il est pire qu'un bon courriel soit marqué comme pourriel ou qu'un courriel indésirable soit marqué comme un bon courriel (et se retrouve donc dans la boîte de réception).



La **précision** et le **rappel**

Les algorithmes prédictifs peuvent être réglés pour favoriser une haute précision ou un rappel élevé.

Un système de haute précision, dans le cas de la prédiction de pourriels, peut garantir que chaque courriel classé comme pourriel en est réellement un. Le compromis est que certains courriels indésirables pourraient passer inaperçus et se retrouver dans la boîte de réception.

Un système de rappel élevé, d'autre part, garantira que tout ce qui ressemble légèrement à un pourriel se retrouve dans la boîte de pourriels. Bien sûr, le compromis ici est que certains courriels valides seront également acheminés dans les pourriels.

Selon le cas d'utilisation, il est facile d'imaginer des situations où une haute précision ou un rappel élevé donnerait à un algorithme un avantage distinct. Il s'agit d'une décision contextuelle qui nécessite une collaboration de toutes les parties prenantes qui travaillent à la création de la solution d'IA.

Cadre d'enseignement d'ACTUA en matière d'intelligence artificielle (IA)

Créé avec le soutien de Google.org et CIRIA, à partir des recherches menées par l'Applied Digital Skills Team de Google, Google Brain, IA4K12.org, CSTA, Microsoft, AI4ALL et des pédagogues en IA de la maternelle à la 12^e année.

THÈME	DONNÉES	PERCEPTION	REPRÉSENTATION ET RAISONNEMENT	APPRENTISSAGE	INTERACTION NATURELLE	RÉPÉRCUSSIONS SOCIALES
Compréhension	La science des données est le fondement de l'intelligence artificielle (IA).	Les ordinateurs détectent et perçoivent le monde qui les entoure.	L'IA crée des modèles pour représenter des concepts inédits et utilisent ceux-ci pour raisonner.	L'apprentissage automatique repose sur les données acquises sur une période de temps.	Les interactions entre l'IA et l'être humain imitent la communication entre individus.	L'IA peut avoir à la fois des répercussions positives et négatives sur la société.
	Investigation	De quelle manière les machines se servent-elles des capteurs pour percevoir des données? Comment les outils d'apprentissage automatique classent-ils les données? Quelles sont les limites de la perception artificielle?	Comment utilise-t-on les données dans les modèles d'IA? Comment les modèles peuvent-ils représenter des concepts inédits? En quoi ces modèles éclairent-ils la prise de décisions?	Comment les algorithmes démontrent-ils leur apprentissage? Qu'est-ce qu'un réseau neuronal? Quelle est l'incidence des données d'apprentissage dans l'apprentissage automatique?	À quoi ressemble l'interaction homme-machine? Comment les machines interprètent-elles le langage humain? Qu'est-ce que l'information affective? Qu'est-ce que la conscience?	Quelles considérations éthiques soulèvent la création et l'usage de l'IA dans la société? Quels biais relève-t-on dans les algorithmes de l'IA? En quoi l'IA peut-elle s'avérer utile pour affronter des problèmes mondiaux?
Liens avec les programmes	Maths : données qualitatives et quantitatives, agrégation et analyse de données Sciences/interdisciplinaire : collecte de données, applications de l'IA (par. ex. carrières et recherche en STEM) Social : raisonnement et prise de décisions	Maths : collecte de données et catégorisation des données acquises Sciences : système sensoriel humain et stimuli environnementaux, mécanismes cérébraux durant la sensation et la perception Langage : homophones et ambiguïtés du discours	Maths : cartographie, graphiques, modèles, efficacité de classification (par. ex. biologie) Science : systèmes de classification (par. ex. biologie) Social : prise de décisions, raisonnement/arguments	Maths : séquençage et logique, variables, fonctions, graphiques non linéaires Science : processus neuronaux à l'œuvre dans l'apprentissage (structure du cerveau et fonctions cérébrales) Social : analyse des biais et pensée critique	Science : neurosciences (intelligence, conscience) manifestations de l'intelligence chez les êtres vivants Langage : sémantique, communication, ambiguïté du langage Social/bien-être : communication non verbale	Maths : détecter les biais dans les données. Science/interdisciplinaire : applications de l'IA (par ex. carrières et recherche en STEM) Social : prise de décisions, éthique, littérature numérique (pensée critique, préjugés).
	PROGRESSION	Novice/débutant	Apprenti	Praticien	Expert	
Applications	Reconnaissance Analytique prédictive Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes	Reconnaissance Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes	Reconnaissance Analytique prédictive Véhicules/systèmes autonomes	Interfaces conversationnelles Analytique prédictive Personnalisation Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes Systèmes guidés par le but	Interfaces conversationnelles Personnalisation Systèmes guidés par le but	Reconnaissance Interfaces conversationnelles Analytique prédictive Personnalisation Véhicules/systèmes autonomes Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes Systèmes guidés par le but
		Reconnaissance Analytique prédictive Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes	Reconnaissance Analytique prédictive Véhicules/systèmes autonomes	Interfaces conversationnelles Analytique prédictive Personnalisation Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes Systèmes guidés par le but	Interfaces conversationnelles Personnalisation Systèmes guidés par le but	Reconnaissance Interfaces conversationnelles Analytique prédictive Personnalisation Véhicules/systèmes autonomes Détection d'anomalies & Reconnaissance de formes Systèmes guidés par le but

LE CADRE ACTUA SUR L'ENSEIGNEMENT DE L'IA: UN SURVOL



Le Cadre d'Actua sur l'enseignement de l'intelligence artificielle (IA) a été conçu en 2019, et il est fondé sur les cinq grandes idées de l'IA développées par AI4K12; il offre un point de départ pour élaborer un cadre pédagogique qui établirait les liens avec les programmes d'études. Actua a conçu ce cadre en recourant à des recherches et à des contributions supplémentaires de l'équipe de compétences numériques appliquées de Google, de Google Brain, de CSTA, de Microsoft, d'AI4ALL, ainsi que des enseignants-es de la maternelle à la 12^e année travaillant en IA. Selon une recommandation importante formulée par ce groupe, on a ajouté un sixième thème, soit les données (en plus des thèmes d'AI4K12, soit la perception, la représentation et le raisonnement, l'apprentissage, l'interaction naturelle et les répercussions sociales). Une compréhension des données et de leurs applications est essentielle pour comprendre l'intelligence artificielle. Dans le contexte de l'enseignement de la maternelle à la 12^e année, nous avons estimé que les enseignants•es avaient besoin de ressources supplémentaires pour présenter des données et des notions sur la science des données dans la classe.

Contrairement aux programmes d'études spécifiques liés à un niveau ou à un cours particulier, le cadre se veut flexible, en offrant des liens avec les programmes d'enseignement en ce qui concerne les concepts et les compétences. De cette façon, nous considérons l'intelligence artificielle comme pouvant être intégrée dans les matières et les niveaux de manière interdisciplinaire, et pas seulement enseignée de façon isolée dans le cadre d'un cours d'informatique.

Bien qu'Actua partage ce cadre et l'utilise pour guider les activités et les ateliers pour les jeunes et les enseignants•es, il fait également partie d'un cycle de conception continu dans lequel nous réexaminons continuellement les concepts et les idées et les mettons à jour en fonction de nouveaux besoins et développements en matière de technologie et d'éducation en IA. Nous reconnaissons que ce cadre est appelé à évoluer au cours des prochaines années, tout comme le sont les applications en IA, les carrières et, espérons-le, l'éducation également. Si vous avez des questions sur le cadre ou si vous avez des commentaires pour de futures applications, veuillez envoyer un courriel à notre équipe à l'adresse teachers@actua.ca.

Les thèmes

Le cadre d'Actua sur l'enseignement de l'IA comprend six thèmes principaux : les Données, la Perception, la Représentation et le Raisonnement, l'Apprentissage, l'Interaction naturelle et les Répercussions sociales. Fondé sur le travail d'AI4K12 dans le développement des cinq grandes idées de l'IA (avec l'ajout du thème sur les données), chaque thème fournit une perspective à partir de laquelle on peut aborder l'enseignement de l'IA. Chacun des six thèmes traités par Actua est associé à un atelier pour les éducateurs•trices, et toutes les activités pour les jeunes sont en lien avec les résultats d'apprentissage dans un ou plusieurs des domaines thématiques.

La compréhension

Pour chaque thème, il existe une compréhension associée qui constitue le principal enseignement à retenir ou le résultat d'apprentissage clé. Grâce à l'exploration et à l'apprentissage par la pratique, les élèves participant à des activités thématiques ou les enseignants•es qui prennent part à des ateliers d'Actua devraient acquérir une compréhension associée à ce thème. La compréhension fait partie des résultats globaux de haut niveau qui varient en complexité ou en profondeur selon l'âge et les compétences des élèves. Par exemple, la compréhension visée sous le thème des données, soit « les données prennent de nombreuses formes et peuvent être utilisées dans la prise de décision », pourrait être abordée par un•e enseignant•e du primaire comme suit : faire la différence entre les données qualitatives et quantitatives, tandis qu'un•e enseignant•e du secondaire pourrait approfondir la catégorisation des données variables utilisées en science des données.

Pour la compréhension visée sous le thème de *Représentation et raisonnement* (« l'IA crée des modèles pour représenter d'autres concepts et utilise ces modèles pour le raisonnement »), on peut présenter des arbres décisionnels simples de type « si.../alors... » au niveau élémentaire, et évoluer vers une plus grande complexité pour aider les élèves de niveau supérieur à créer des algorithmes. Les éducateurs•trices doivent faire référence aux investigations, aux liens avec les programmes d'études et aux progressions pour déterminer jusqu'où il convient d'approfondir la compréhension pour un groupe d'élèves donné.

Les investigations

Les investigations représentent des questions d'orientation pour l'examen et l'exploration. Elles ne sont pas exhaustives, mais représentent plutôt des questions possibles pour chaque thème qui ouvre une voie aux enseignants•es pour la création d'activités en IA. Les investigations visent à fournir des résultats d'apprentissage plus spécifiques liés à la compréhension. La profondeur ou le degré de spécificité, tant dans la langue que dans la complexité explorée, varieront selon le niveau et la capacité de l'élève. Ce potentiel de variation se reflète à la section « Progression ».

Les liens avec les programmes

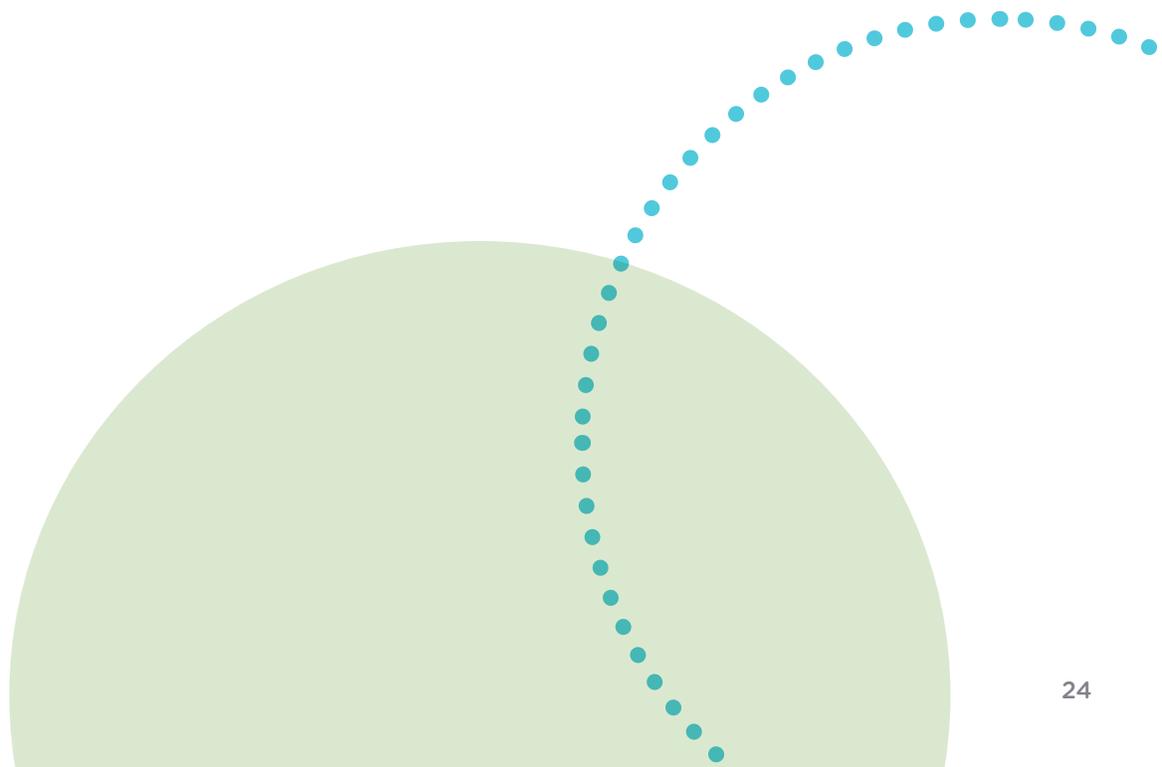
Les programmes canadiens d'enseignement diffèrent selon la province et le Manuel d'Actua sur l'éducation en IA est destiné à soutenir les enseignants•es de tous les niveaux et de toutes les matières, de manière interdisciplinaire. Pour cette raison, le cadre est structuré de manière à recommander des liens avec les mathématiques, les sciences, la langue (alphabétisation), les études sociales, le bien-être et les résultats interdisciplinaires ou axés sur les compétences. Selon le programme d'enseignement suivi, le niveau ou le cours spécifique dans lequel les concepts sont couverts peut changer; cependant, ces liens avec les programmes sont des compétences et des connaissances universellement enseignées et fondamentales pour les élèves. En proposant aux éducateurs•trices des liens possibles avec les programmes d'études pour les matières de base (au-delà de l'informatique), les enseignants•es sont mieux outillés pour créer des ponts avec les matières qu'ils enseignent déjà en classe et cela aide les élèves à voir la pertinence de l'IA dans plusieurs disciplines, avec de multiples applications.

La progression

Selon le niveau scolaire et le contenu d'IA présenté aux élèves, il est important de les rencontrer à un point d'entrée approprié, puis de travailler sur un contenu qui les fait passer du niveau novice au niveau expert (dans un contexte éducatif de la maternelle à la 12^e année). Comme tel, le cadre ne recommande pas de niveaux en particulier, mais plutôt une progression qui commence au niveau débutant, pour passer à apprenti, praticien et expert. Si les concepts d'IA sont introduits au début du primaire, le niveau débutant est approprié, et les niveaux supérieurs comme praticien et expert sont les plus appropriés aux niveaux intermédiaire et secondaire. Cependant, pour les élèves du secondaire qui n'ont aucune connaissance préalable de l'IA, il est important de commencer au niveau débutant avant de passer à des concepts d'IA plus sophistiqués. La progression de l'apprentissage pour chaque thème contient des recommandations générales pour les types d'activités appropriées que les enseignants•es peuvent utiliser avec leurs élèves afin de s'engager dans les investigations et de travailler à la compréhension de ce thème particulier.

Les applications

Les applications de l'IA, décrites précédemment dans ce manuel, transcendent les thèmes de l'IA. À divers degrés, les sept applications (reconnaissance, interfaces conversationnelles, analytique prédictive, systèmes guidés par les buts, systèmes autonomes, détection d'anomalies et reconnaissance de formes et personnalisation) ont une pertinence pour chaque thème. Aux fins du cadre, pour aider les éducateurs•trices à intégrer des exemples concrets et des études de cas dans leur contenu, des applications ont été placées là où elles sont les plus pertinentes.



INTÉGRER L'IA DANS LES CLASSES DE LA MATERNELLE À LA 12^E ANNÉE



L'IMPORTANCE DE L'IA DANS L'ÉDUCATION

Bien que l'IA soit de plus en plus une priorité absolue dans l'industrie et les nouveaux marchés de l'emploi, une présence accrue dans les classes de la maternelle à la 12^e année n'a pas encore été atteinte. Cela est en partie dû au fait que les concepts de l'IA ne sont pas encore intégrés à la plupart des programmes d'études provinciaux, et on constate un manque de compétences et de connaissances chez les enseignants•es de la maternelle à la 12^e année non spécialisés•es en technologie qui cherchent à intégrer l'IA dans leur enseignement.

Le perfectionnement professionnel ainsi que les avancées dans les cadres ou les normes (pour l'IA ainsi que pour l'informatique) soutiendraient l'amélioration de l'enseignement de l'IA. La préparation des étudiants•es aux parcours postsecondaires pertinents et à l'avenir du travail nécessite une maîtrise de l'IA, non seulement avant l'obtention du diplôme, mais également pour l'établissement d'une solide fondation qui se construit petit à petit à mesure que les étudiants•es progressent dans le système éducatif. Fait important à noter, le succès à long terme et l'adoption de l'IA ne se limiteront pas à de simples rôles techniques.

Pendant que l'IA touche davantage à notre vie quotidienne, de nouveaux besoins surgiront pour les concepteurs, les éthiciens, les experts du droit et d'innombrables autres disciplines. C'est pourquoi l'éducation en IA a une pertinence au-delà de l'informatique, et elle touche des concepts et des apprentissages à travers les niveaux et les matières.

L'UTILISATION RESPONSABLE DE L'IA

Introduire l'IA dans les salles de classe canadiennes ne va pas sans difficulté. Quelques sujets devraient être abordés dans le cadre d'une réflexion sur la façon de présenter ce sujet à un groupe d'élèves.

Étant donné les énormes impacts potentiels que l'IA peut avoir sur les consommateurs et les citoyens, il est important de réfléchir à la meilleure façon d'exploiter ce groupe de technologies. Les sujets de l'**éthique en intelligence artificielle** ou de l'**utilisation responsable de l'IA** sont des domaines de recherche en pleine croissance. Les organisations privées, les organismes à but non lucratif, les chercheurs et les gouvernements travaillent à concevoir des cadres pour garantir que les impacts de l'IA sont positifs pour les entreprises, les personnes et les sociétés dans leur ensemble.

Récemment, le gouvernement canadien a publié un cadre et un ensemble de lignes directrices sur l'**utilisation responsable de l'IA au gouvernement**. Les lignes directrices fournissent un cadre à travers lequel les applications d'IA peuvent être évaluées et bien qu'elles soient destinées à des applications gouvernementales, les principes de base s'appliquent bien à d'autres secteurs et cas d'utilisation.

Voici quelques sujets clés qu'il est important de comprendre en ce qui concerne l'utilisation responsable de l'IA :

- **Biais de données** : étant donné que les algorithmes d'IA et d'apprentissage automatique sont formés à partir de grands ensembles de données, s'il y a un biais dans les données, il peut être intégré dans le fonctionnement de l'algorithme. Le biais de données est actuellement l'un des plus grands défis auxquels l'IA est confrontée.

- **Interprétabilité** : étant donné que les algorithmes d'IA « apprennent » les relations entre les données d'entrée et de sortie, il peut être nécessaire de comprendre cette relation et, essentiellement, ce que fait l'algorithme. La mesure dans laquelle l'action ou le résultat d'un algorithme peut être prédit et compris renvoie à l'interprétabilité de l'algorithme. Dans les cas où des renseignements personnels sont utilisés, les concepteurs d'algorithmes doivent être en mesure d'expliquer comment les données sont utilisées dans la prise de décision.
- **Utilisation responsable des données** : l'utilisation de grandes quantités de données, provenant de diverses sources, entraîne certaines responsabilités éthiques et souvent juridiques. Dans la mesure du possible, par exemple, les données personnelles doivent être anonymisées afin de protéger les renseignements sur les personnes. L'utilisation responsable des données consiste également à assurer la transparence quant au moment et à la manière dont elles sont utilisées.

L'UTILISATION DES ACTIVITÉS D'IA D'ACTUA POUR LES JEUNES

Dans le cadre du projet d'Actua sur l'IA, une série d'activités pour les jeunes est en cours d'élaboration (la publication sera en ligne à <https://www.actua.ca/fr/activites/> d'ici la fin de 2020). Ces activités, créées pour des élèves du secondaire, se veulent une exploration pratique et interdisciplinaire des concepts de l'IA basée sur le Cadre d'Actua sur l'enseignement de l'intelligence artificielle (IA). Ces activités peuvent se faire dans divers environnements, notamment des camps, des clubs et des ateliers en classe dispensés par les membres du réseau Actua.

Chaque activité est assortie d'une progression recommandée pour les éducateurs•trices qui souhaitent travailler avec les étudiants•es en IA à travers une multitude de lentilles, aboutissant à un projet d'action final lié à l'exploitation de l'IA pour créer un changement social en lien avec les **objectifs de développement durable des Nations Unies**. Parallèlement, on pourra explorer l'IA à plus petite échelle en pratiquant des activités uniques, chacune étant conçue pour durer de 1 à 3 heures afin d'étudier un seul concept de l'IA.

Pour consulter les activités, visitez <https://www.actua.ca/fr/activites/> et choisissez celles qui portent l'étiquette « IA Actua ». Notez que l'on continuera d'ajouter du contenu propre à l'IA tout au long de 2020 et au-delà.

RESSOURCES SUPPLÉMENTAIRES

Si vous voulez en savoir plus sur l'intelligence artificielle ou si vous êtes curieux de connaître d'autres approches de l'éducation en IA, vous trouverez des ressources à jour sur [actua.ca/ia](https://www.actua.ca/ia). Vous y trouverez une bibliothèque de ressources externes, y compris des informations de base, des cours interactifs en ligne, des leçons et d'autres contenus d'IA développés par des organisations et des éducateurs•trices de confiance.

GLOSSAIRE

Tous les termes du glossaire sont tirés du glossaire Machine Learning de Google, sous licence Creative Commons Attribution 4.0, et se trouvent sur <https://developers.google.com/machine-learning/glossary>, à l'exception des termes marqués d'un astérisque (*), définis par Actua.

* ALGORITHME

Un ensemble spécifique d'étapes ou de règles à suivre, le plus souvent en informatique.

* DÉTECTION D'ANOMALIE

Dans le domaine de l'apprentissage non supervisé, la détection d'anomalies consiste à rechercher des événements ou des points de données inattendus dans un ensemble de données. Par exemple, la détection d'anomalies peut être utilisée pour prédire les réclamations frauduleuses dans le secteur de l'assurance.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE GÉNÉRALE

Un mécanisme non humain qui est capable d'un large éventail de capacités de résolution de problèmes, de créativité et d'adaptabilité. Par exemple, un programme démontrant l'intelligence artificielle générale pourrait traduire du texte, composer des symphonies et exceller dans des jeux qui n'ont pas encore été inventés.

* INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ÉTROITE

Un mécanisme non humain qui est capable d'un large éventail de capacités de résolution de problèmes, de créativité et d'adaptabilité qui excèdent les capacités humaines. La superintelligence artificielle est encore un concept hypothétique et comme tel, il n'y a pas d'exemples réels.

* SUPERINTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Un mécanisme non humain qui est capable d'un large éventail de capacités de résolution de problèmes, de créativité et d'adaptabilité qui excèdent les capacités humaines. La superintelligence artificielle est encore un concept hypothétique et comme tel, il n'y a pas d'exemples réels.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Un programme ou un modèle non humain capable de résoudre des tâches sophistiquées. Par exemple, un programme ou un modèle qui traduit du texte ou un programme ou un modèle qui identifie les maladies à partir d'images radiologiques; ces programmes présentent tous deux l'intelligence artificielle.

Formellement, l'**apprentissage automatique** est un sous-domaine de l'intelligence artificielle. Cependant, ces dernières années, certaines organisations ont commencé à utiliser les termes intelligence artificielle et apprentissage automatique de manière interchangeable.

* ASSOCIATION

Création de relations entre des catégories d'entités similaires, en particulier pendant l'apprentissage non supervisé. Par exemple, si un groupe d'utilisateurs ayant des préférences musicales similaires aime tous une chanson particulière, on peut en déduire qu'un autre utilisateur qui partage ces goûts aimera également cette chanson.

MODÈLE DE CLASSIFICATION

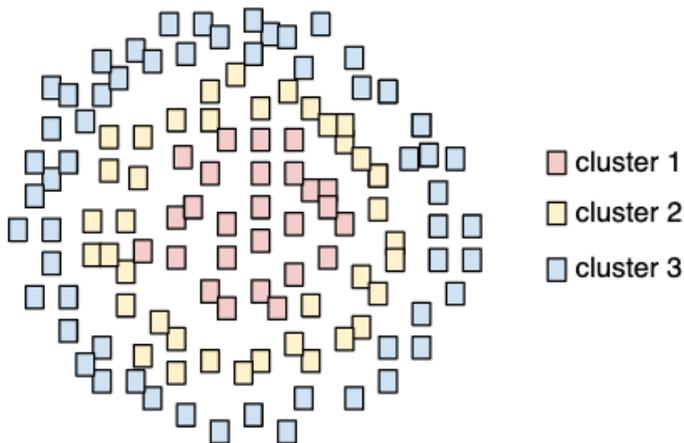
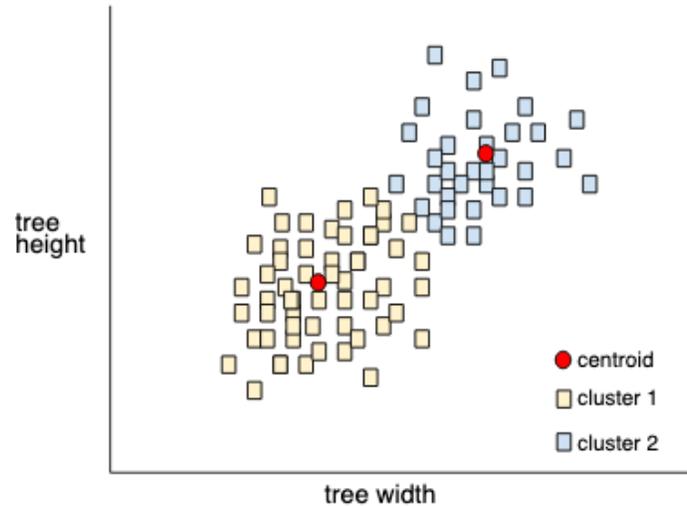
Type de modèle de machine learning permettant de différencier deux classes discrètes ou plus. Par exemple, un modèle de classification par traitement du langage naturel pourrait déterminer si une phrase en entrée est en français, en espagnol ou en italien. À comparer au **modèle de régression**.

CLUSTERING

Groupement d'**exemples**, similaires, en particulier lors d'un **apprentissage non supervisé**. Une fois tous les exemples groupés, une personne peut éventuellement attribuer un sens à chaque cluster.

Il existe de nombreux algorithmes de clustering. Par exemple, l'algorithme **k-moyennes** groupe des exemples en fonction de leur proximité avec un **centroïde**, comme dans le diagramme à droite :

Un chercheur pourrait alors examiner les clusters et, par exemple, étiqueter le cluster 1 en tant qu'« arbres nains » et le cluster 2 en tant qu'« arbres de taille normale ». Autre exemple, celui d'un algorithme de clustering basé sur la distance entre un exemple et un point central, illustré comme suit :



* VISION ARTIFICIELLE

La vision par ordinateur est le domaine d'étude qui permet aux ordinateurs ou à d'autres appareils de « voir » et d'interpréter les informations visuelles.

MATRICE DE CONFUSION

Table NxN qui résume la réussite des prédictions d'un **modèle de classification**, c'est-à-dire la corrélation entre les étiquettes et les classifications du modèle. L'un des axes d'une matrice de confusion est l'**étiquette** prédite par le modèle, et l'autre, l'étiquette réelle. N correspond au nombre de classes. Dans un problème de **classification binaire**, N=2. Voici un exemple de grille de correction (matrice de confusion) pour un problème de classification binaire :

	Tumeur (prédiction)	Pas de tumeur (prédiction)
Tumeur (réel)	18	1
Pas de tumeur (réel)	6	452

La matrice de confusion ci-dessus montre que pour les 19 échantillons qui étaient réellement des tumeurs, le modèle a correctement classé 18 d'entre eux comme tumeurs (18 **vrais positifs**), et incorrectement classé 1 comme n'ayant pas de tumeur (1 **faux négatif**). De même, parmi les 458 échantillons sans tumeur, 452 ont été correctement classés (452 **vrais négatifs**) et 6 ont été incorrectement classés (6 **faux positifs**)

La matrice de confusion relative à un problème de **classification à classes multiples** peut vous aider à déterminer les schémas d'erreur. Par exemple, une matrice de confusion peut révéler qu'un modèle entraîné à reconnaître les chiffres écrits à la main tend à prédire de façon erronée 9 à la place de 4, ou 1 au lieu de 7.

Les matrices de confusion contiennent suffisamment d'informations pour calculer diverses statistiques de performance, notamment la **précision** et le **rappel**.

ENSEMBLE DE DONNÉES

Un ensemble d'**exemples**.

MODÈLE PROFOND (APPRENTISSAGE PROFOND)

Type de **réseaux de neurones** contenant plusieurs **couches cachées**.

À comparer au **modèle large**.

CARACTÉRISTIQUE

Variable d'entrée utilisée pour effectuer des **prédictions**.

COUCHE CACHÉE

Couche synthétique d'un **réseau de neurones** entre la **couche d'entrée** (c'est-à-dire, les caractéristiques) et la **couche de sortie** (la prédiction). Les couches cachées contiennent généralement une **fonction d'activation** (telle que **ReLU**) pour la formation. Un **réseau de neurones profond** se compose de plusieurs couches cachées

COUCHE D'ENTRÉE

Première couche (ou couche recevant les données d'entrée) d'un **réseau de neurones**.

INTERPRÉTABILITÉ

Facilité à expliquer les prédictions du modèle. Les modèles profonds sont souvent non interprétables, c'est-à-dire que les différentes couches d'un modèle profond sont difficiles à déchiffrer. En revanche, les modèles de régression linéaire et les **modèles larges** sont généralement bien plus interprétables.

ÉTIQUETTE

Dans l'apprentissage supervisé, « réponse » ou « résultat » d'un **exemple**. Chaque exemple d'un ensemble de données étiqueté se compose d'au moins une caractéristique et d'une étiquette. Par exemple, les caractéristiques d'un ensemble de données sur des logements pourraient inclure le nombre de chambres, le nombre de salles de bain et l'âge du logement, et l'étiquette pourrait être le prix du logement. Dans un ensemble de données de détection de spam, les caractéristiques pourraient être l'objet, l'expéditeur et le message lui-même, et l'étiquette serait probablement « spam » ou « non spam ».

MACHINE LEARNING (APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE)

Programme ou système qui crée (entraîne) un modèle prédictif à partir de données d'entrée. Le système utilise le modèle entraîné pour effectuer des prédictions utiles à partir de nouvelles données (jamais vues auparavant) issues de la même distribution que celle utilisée pour entraîner le modèle. Le machine learning désigne également la discipline qui traite de ces programmes ou systèmes.

* COMPRÉHENSION DU LANGAGE NATUREL (TRAITEMENT/TALN)

Déterminer les intentions d'un utilisateur en fonction de ce qu'il a tapé ou dit. Par exemple, un moteur de recherche utilise la compréhension du langage naturel pour déterminer ce que recherche l'utilisateur en fonction de ce qu'il a tapé ou dit.

RÉSEAU DE NEURONES

Modèle inspiré du fonctionnement cérébral, et qui se compose de couches, dont au moins une est **cachée**), contenant des unités connectées simples, ou **neurones**, suivies de non-linéarités.

* COUCHE DE SORTIE

Couche finale (celle qui présente la sortie) dans un réseau de neurones.

PRÉCISION

Statistique des **modèles de classification**. La précision correspond à la fréquence à laquelle le modèle prédit correctement la **classe positive**. En d'autres termes :

Précision = Vrais positifs / (Vrais positifs + Faux positifs)

RAPPEL

Statistique des **modèles de classification** qui répond à la question suivante : parmi toutes les étiquettes positives possibles, combien d'entre elles le modèle a-t-il correctement identifiées? En d'autres termes :

Rappel = Vrais positifs / (Vrais positifs + Faux positifs)

MODÈLE DE RÉGRESSION

Type de modèle qui génère des valeurs continues (à virgule flottante, généralement). À comparer aux **modèles de classification**, qui génèrent des valeurs discrètes, comme « hémérocalle » ou « lis tigré ».

APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT

Famille d'algorithmes qui apprennent une **politique** optimale, dont l'objectif est de maximiser le **rendement** lors de l'interaction avec un **environnement**. Par exemple, la récompense ultime de la plupart des jeux est la victoire. Les systèmes d'apprentissage par renforcement peuvent devenir experts dans les jeux complexes en évaluant les séquences de mouvements de jeu précédents qui ont finalement conduit à des victoires et des séquences qui ont finalement conduit à des pertes.

ANALYSE DE SENTIMENTS

Utilisation d'algorithmes statistiques ou d'apprentissage automatique pour déterminer l'attitude globale d'un groupe, positive ou négative, à l'égard d'un service, d'un produit, d'une organisation ou d'un sujet. Par exemple, en utilisant la **compréhension du langage naturel**, un algorithme pourrait effectuer une analyse des sentiments sur les commentaires textuels sur un cours universitaire pour déterminer dans quelle mesure les étudiants ont généralement aimé ou non le cours.

MACHINE LEARNING SUPERVISÉ

Entraînement d'un **modèle** à partir de données d'entrée et des étiquettes correspondantes. L'apprentissage automatique supervisé est comparable à l'apprentissage par un élève d'un sujet en étudiant une série de questions et les réponses correspondantes. Une fois la correspondance entre les questions et les réponses maîtrisée, l'élève peut fournir les réponses à des questions nouvelles (jamais vues auparavant) sur le même sujet. À comparer à l'**apprentissage automatique [machine learning] non supervisé**.

MACHINE LEARNING NON SUPERVISÉ

Entraînement d'un **modèle** pour détecter des schémas dans un ensemble de données, généralement sans étiquette.

Le machine learning non supervisé est surtout utilisé pour regrouper les données dans des clusters d'exemples similaires. Par exemple, un algorithme de machine learning non supervisé peut regrouper des titres selon leurs diverses caractéristiques. Les clusters qui en résultent peuvent être utilisés comme entrées d'autres algorithmes de machine learning (par exemple, un service de recommandation de musique). Le clustering peut être utile dans les domaines où les vraies étiquettes sont difficiles à obtenir. Par exemple, dans les domaines tels que la lutte contre les abus et la fraude, les clusters peuvent aider à mieux comprendre les données.

Un autre exemple de machine learning non supervisé est l'**analyse en composantes principales** (PCA). Par exemple, l'application de la PCA sur un ensemble de données contenant des millions de paniers d'achat peut révéler que ceux contenant des citrons contiennent également fréquemment des antiacides.

À comparer avec l'**apprentissage automatique supervisé**.

REMERCIEMENTS



Avec un financement du



Toute notre reconnaissance va à nos conseillers, réviseurs et collaborateurs pour ce travail :

Alexander Chen, Google Teachable Machine

Ali McComb, Shine Creative

Andy Forest, Steamlabs

Barron Webster, Google Teachable Machine

Caitlin Quarrington, Actua

Chris Henry, Google Canada

Doug Braden, InkSmith

Emmanuelle Provost, Actua

Hector Mujica, Google.org

Jordan Griffith, Google Teachable Machine

Katarina Smith, UBC Geering Up Engineering Outreach

Kristina Martin, Actua

Luiza Staniec, Google Canada

Luke Persaud, Toronto District School Board

Matthew Dawson, Google Applied Digital Skills Team

Matthew Grupp, Northwest School Division

Mohamed Abdelazez, Université Carleton

Natacha Mainville, Google Brain

Natalie Lao, Google Teachable Machine

Ramy Nassar, 1000 Days Out

Vanessa Ironside, Programme de sensibilisation aux sciences et à la technologie, Institut universitaire de technologie de l'Ontario

Zaitoon Murji, Google Canada

Nous remercions les nombreuses personnes attachées à des groupes tels que AI4K12, AI4ALL, Google.org, Microsoft Canada, l'Autorité canadienne pour les enregistrements Internet (ACEI) et les éducateurs•trices des districts scolaires de l'Amérique du Nord qui ont contribué à l'élaboration de ce projet.

Et un grand merci aux membres de notre réseau, en particulier ceux qui ont participé au pilotage de ce travail dans leurs communautés locales :

Creative Encounters with Science, Université de Guelph

Programme de sensibilisation au génie, Université de Toronto

Centre des Premières Nations, Collège Canadore

Folie Technique, École Polytechnique de Montréal

Geering Up, Université de Colombie-Britannique

Genitrucs, Université du Québec à Trois-Rivières

Programme de sensibilisation aux sciences et à la technologie, Institut universitaire de technologie de l'Ontario

Programme de sensibilisation au génie de l'Université Queen's

Red Hot Science at RDC, Collège Red Deer

Science Venture, Université de Victoria

SuperNOVA, Université Dalhousie

WISE Kid-Netic Energy (sensibilisation aux sciences et au génie), Université du Manitoba



actüa™

Jeunesse · STIM · Innovation
Youth · STEM · Innovation

© Actua, 2020