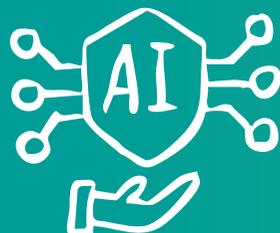


EBOOK :
L'IA DANS LA GED



Ce livre blanc a pour but de dresser un panorama des apports de l'IA en milieu professionnel et ses applications dans le domaine de la gestion électronique de documents (GED).

Son contenu est didactique. Il est rédigé d'une manière pédagogique dans un style clair et accessible destiné à un large public avec plusieurs exemples et illustrations.

Ce premier tome présente les fondements théoriques de l'intelligence artificielle (IA), et est dédié à ceux qui cherchent à comprendre comment l'IA peut être maîtrisée et comment elle **contribue au développement de solutions logicielles modernes**.

L'objectif de ce travail est de fournir un socle de connaissances sur l'IA, indispensable pour en appréhender ses applications pratiques. Les recherches et les développements récents en IA sont le moteur de l'innovation dans le domaine de la GED, **permettant la création de fonctionnalités plus intelligentes et plus efficaces**.

Nous aborderons dans un « tome II », l'interaction spécifique **entre l'IA et les solutions de GED**, ainsi que les bénéfices concrets apportés par cette synergie. Nous pourrions explorer comment, aujourd'hui, l'intégration de l'IA améliore **le traitement, la gestion et l'analyse des documents**.

Ce livre est une invitation à explorer le potentiel de l'IA et à prévoir **son impact sur le futur de la gestion documentaire**.

Afin d'éviter toute confusion, précisons que le terme IA renvoie à différentes intelligences artificielles qui sont appliquées à des domaines spécifiques.

À travers des cas concrets, nous démontrerons l'intérêt d'avoir recours à une intelligence artificielle dans le domaine de la gestion électronique de documents (GED).

Ce document a été conçu et rédigé par l'équipe de recherche et développement d'Open Bee.

La bibliographie ainsi que les références scientifiques pertinentes sont consignées en fin de cet ebook pour toutes personnes souhaitant élargir leur compréhension du sujet.



SOMMAIRE

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA) ET SES APPLICATIONS DANS LA GESTION ÉLECTRONIQUE DE DOCUMENTS D'ENTREPRISE

- I. DÉFINITIONS ET CHRONOLOGIE DES GRANDES ÉTAPES DE L'IA, L'ANALYTIQUE BASÉE SUR L'IA5
 1. QU'EST-CE QUE L'IA ?
 2. COMMENT L'IA A ÉTÉ CRÉÉE ?
 3. ÉVOLUTION DES OUTILS DE CALCUL ET DES TECHNOLOGIES ASSOCIÉES
 4. TEST DE TURING DANS SA VERSION MODERNE ADAPTÉE POUR L'IA
- II. LES DIFFÉRENTES APPROCHES DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : PENSER ET AGIR COMME UN HUMAIN
 1. SCIENCES COGNITIVES ET IA : SIMILITUDES ET DIFFÉRENCES ENTRE CERVEAU HUMAIN ET MACHINE
 2. L'IA EN TANT QU'OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION
- III. COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT DE L'IA À TRAVERS DES EXEMPLES CONCRETS
 1. LA QUALITÉ DES DONNÉES TRAITÉES PAR L'IA
 2. LES LIMITES DE L'IA FACE À L'INCERTITUDE : DE LA LOGIQUE CLASSIQUE AUX ENSEMBLES FLOUS22
 3. L'IA AU SERVICE DES ENTREPRISES : AUTOMATISATION, ANALYSE DE DONNÉES ET PRISE DE DÉCISION OPTIMISÉE
- IV. QUELQUES EXEMPLES DE L'APPLICATION DE L'IA
 1. PRÉDICTION AVEC DES SÉRIES TEMPORELLES
 2. PROCESSUS DE LA FOUILLE DE DONNÉES (DATA MINING)
 3. PRÉDICTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE
 4. REPRÉSENTATION D'UNE CARTE HEURISTIQUE (OU MIND MAP)
 5. WORKFLOW
 6. IDENTIFICATION DES PRÉFÉRENCES ET DES COMPORTEMENTS DES CONSOMMATEURS POUR ANTICIPER DES TENDANCES
 7. DÉTECTION DE FRAUDE (UTILISATION DE LA LOI DE BENFORD)
 8. DÉTECTION DE MALADIES GÉNÉTIQUES RARES
- V. BIBLIOGRAPHIES

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA) ET SES APPLICATIONS DANS LA GESTION ÉLECTRONIQUE DE DOCUMENTS D'ENTREPRISE

I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA

1. Qu'est-ce que l'IA ?



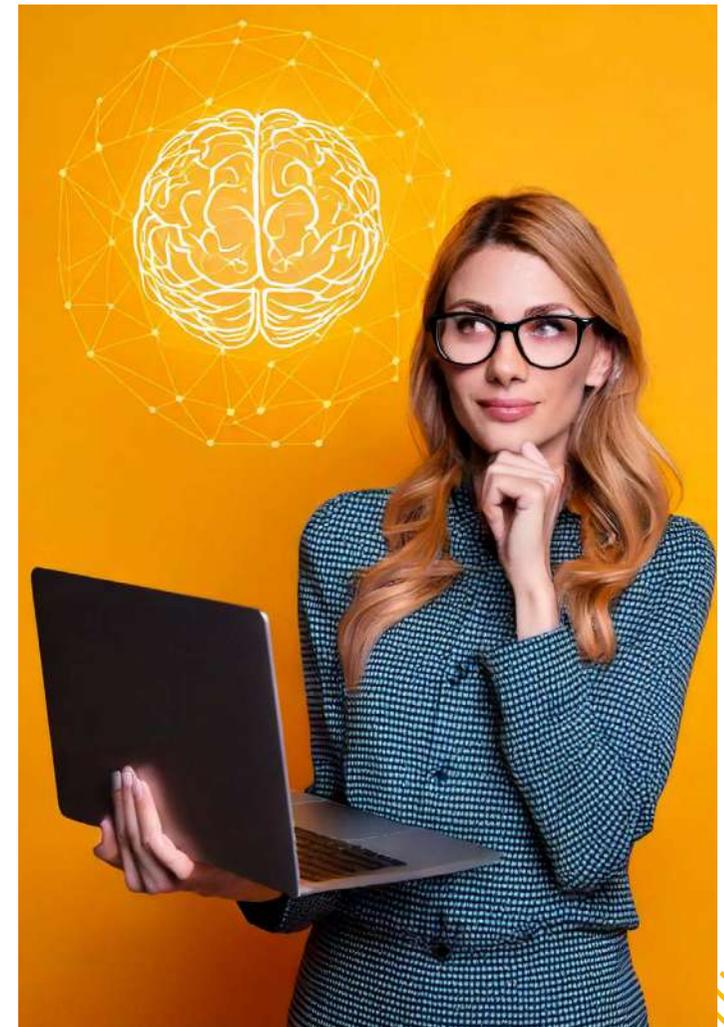
L'IA consiste à mettre en œuvre un certain nombre de techniques dont l'objectif est de permettre aux machines de dupliquer des facultés humaines (adaptation, apprentissage, créativité, communication...) en interaction avec des environnements en évolution.

L'IA n'a pas vocation à se substituer aux êtres humains et d'une manière générale au vivant, mais de donner naissance à des possibilités complémentaires aux facultés humaines.

L'IA est capable d'analyser massivement des données, de détecter des patterns cachés et de prévoir leur impact dans des environnements évolutifs avec une incertitude de mesure de plus en plus réduite.

L'IA est la science de programmer les ordinateurs afin qu'ils réalisent des tâches nécessitant de l'intelligence (de la réflexion) lorsqu'elles sont réalisées par des êtres humains.

L'IA est devenue progressivement une science à proprement parler à partir de la fin des années 80, toutefois cette notion existait avant cela. En effet, l'IA s'est de plus en plus conformée à la méthode scientifique dans l'expérimentation, la comparaison des approches et des modèles. La logique, la calculabilité, la théorie des probabilités et les méthodes statistiques ont fondamentalement contribué à une approche rationaliste de l'IA.



I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA



De la logique du premier ordre à la logique floue

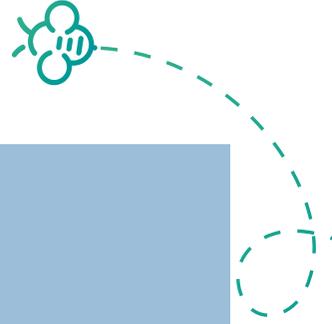
L'IA est fondée initialement sur la théorie de la logique du premier ordre et l'algèbre de [Boole](#) afin de créer des systèmes intelligents (systèmes de raisonnement artificiels). La logique du premier ordre, aussi appelée logique des prédicats, est un cadre théorique fondamental en intelligence artificielle qui permet de modéliser des systèmes de raisonnement. La logique du premier ordre est essentielle dans l'IA classique pour représenter des faits, des règles et effectuer des déductions, rendant possible la construction de systèmes de raisonnement artificiels qui peuvent résoudre des problèmes, prouver des théorèmes ou simuler des processus décisionnels complexes.

La logique floue (ou logique imprécise) est une extension de la logique classique (binaire) qui permet de gérer des notions de vérité partielle, c'est-à-dire des situations où les concepts ne sont pas simplement vrais ou faux, mais peuvent être partiellement vrais et partiellement faux. Dans la logique classique, une proposition ne peut avoir que deux valeurs : vrai (1) ou faux (0). En revanche, la logique floue introduit des degrés de vérité, représentés par une valeur entre 0 et 1, permettant ainsi de modéliser des situations incertaines ou vagues.

En intelligence artificielle, la logique floue est utilisée pour concevoir des systèmes qui doivent prendre des décisions ou raisonner dans des environnements où l'incertitude et l'imprécision jouent un rôle important. Elle est particulièrement utile dans des applications comme les systèmes de contrôle automatique (climatisation, électroménagers intelligents), la reconnaissance d'images, et la gestion des risques, où les variables ne sont pas toujours strictement définies et nécessitent des interprétations plus flexibles.

En résumé, la logique floue permet de modéliser des raisonnements plus proches de la pensée humaine, où les frontières entre vrai et faux ne sont pas nettes, ce qui la rend extrêmement utile pour des systèmes d'IA opérant dans des contextes incertains ou ambigus.

I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA



2. Comment l'IA a été créée ?

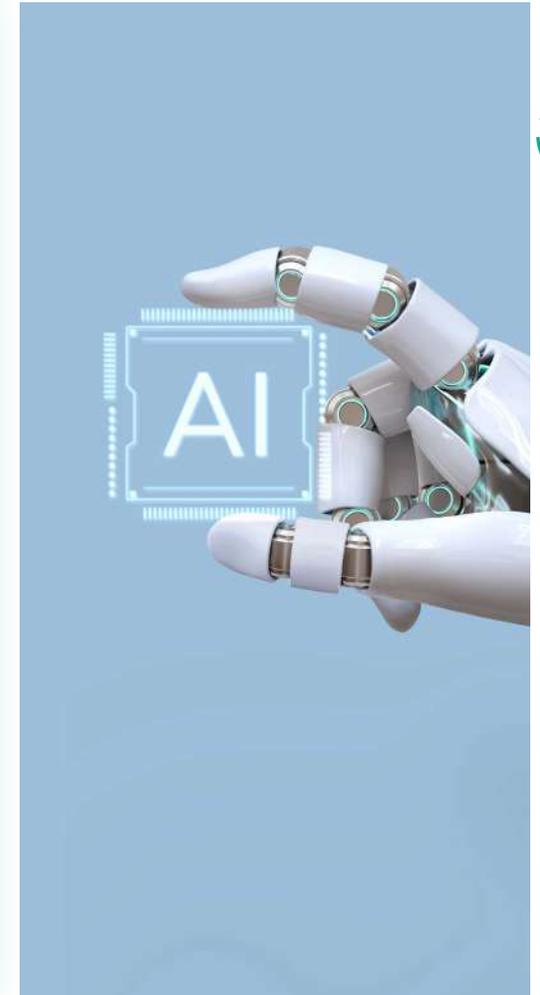
Beaucoup de penseurs, de scientifiques et de chercheurs ont contribué directement ou indirectement à l'émergence de l'IA et participent aujourd'hui encore à son développement. Nous avons pris le parti de n'en sélectionner, sans a priori, qu'un nombre restreint sur une période s'étalant de la deuxième moitié du XIXe siècle à nos jours. Nous avons choisi certaines de leurs publications ou ouvrages s'y référant.

Notre intention est de montrer au lecteur le caractère interdisciplinaire du monde de l'IA.

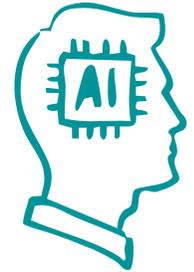
Le néologisme intelligence artificielle ou plus exactement rationalité computationnelle, a été proposé par l'informaticien ⁱⁱ[John McCarthy \(1956\)](#) pour la qualifier de science et d'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes.

En 1956, plusieurs scientifiques (ⁱⁱⁱ[Marvin Lee Minsky](#), Claude Shannon, Nathaniel Rochester, Ray Solomonoff, Oliver Selfridge, ^{iv}[Allen Newell et Herbert A. Simon](#), ^v[Noam Chomsky](#), ^{vi}[George Miller](#) pour ne citer que quelques-uns) spécialisés dans différents domaines de recherche (théorie des automates, théorie de la communication, cybernétique, réseaux neuronaux, étude de l'intelligence et de l'apprentissage, psychologie cognitive, linguistique ...) entreprennent un programme dont l'étude repose sur l'hypothèse suivante :

Chaque aspect de l'apprentissage humain peut être décrit et simulé par une machine. La machine doit être capable d'utiliser le langage, de former des abstractions et des concepts, de résoudre des problèmes et de se perfectionner.



I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA



3. Évolution des outils de calcul et des technologies associées

Une tablette mathématique de l'époque babylonienne qui montre des calculs géométriques avancés, indiquant que même les civilisations anciennes utilisaient des outils pour effectuer des calculs complexes. Cela pourrait illustrer la quête humaine pour automatiser le calcul depuis des millénaires.



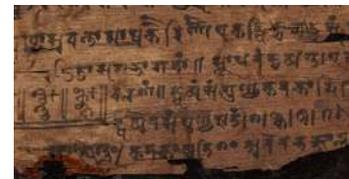
Tablette babylonienne
YBC 7289

Un dispositif de calcul manuel, utilisé depuis des siècles pour effectuer des opérations arithmétiques. Il symbolise l'un des premiers outils mécaniques permettant de déléguer des calculs répétitifs.



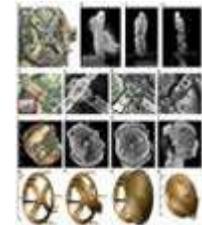
Boulrier chinois

L'invention du chiffre zéro en Inde a transformé les mathématiques et a permis l'évolution des systèmes numériques, ce qui est fondamental pour les ordinateurs et les systèmes IA modernes.



Boulrier chinois

Un calculateur analogique utilisé pour prédire les mouvements astronomiques. Cette machine antique est souvent vue comme un précurseur des ordinateurs mécaniques, symbolisant l'envie de l'humanité de créer des machines capables de faire des prévisions et des calculs complexes.



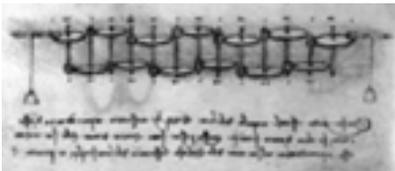
Machine d'Anticythère
(calculateur analogique)

I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA



3. Évolution des outils de calcul et des technologies associées

Un concept mécanique créé par Léonard de Vinci pour effectuer des opérations arithmétiques. Bien qu'il n'ait pas été construit, il représente une idée avant-gardiste dans l'histoire des machines de calcul.



Machine à calculer
(Leonardo da Vinci)

Une des premières calculatrices mécaniques fonctionnelles. Elle représente un jalon important dans l'automatisation du calcul, un concept fondamental pour les futurs ordinateurs et l'IA.



Pascaline (Blaise Pascal)

Dispositif plus moderne, qui montre l'évolution des outils de calcul dans des contextes pratiques comme l'aviation, la navigation, et autres systèmes critiques. Ces systèmes peuvent être vus comme des ancêtres des algorithmes embarqués d'IA.



Calculateur embarqué

L'aboutissement des technologies de calcul, permettant des traitements massifs de données en parallèle, ce qui est crucial pour l'entraînement de grands modèles d'IA.



Supercalculateur

I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA



4. Test de Turing dans sa version moderne adaptée pour l'IA

Après avoir posé les bases théoriques et les acteurs clés de l'intelligence artificielle, nous pouvons nous pencher sur un test fondamental qui évalue la capacité des machines à simuler l'intelligence humaine : le Test de Turing.

Ce programme de recherche s'appuyait sur les travaux du mathématicien et cryptologue ^{vii.}[Alan Turing](#) (Computing Machinery and Intelligence, article de 1950) et du mathématicien ^{viii.}[Norbert Wiener](#), père fondateur de la cybernétique (Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine, ouvrage fondamental de 1948).

Une machine est équipée de six fonctionnalités : le traitement du langage naturel, la représentation des connaissances, le raisonnement automatisé, l'apprentissage, la vision artificielle et la capacité robotique.

1

Le traitement du langage naturel

Cette fonctionnalité permet à la machine de communiquer sans aucune difficulté.

2

La représentation des connaissances

Cette fonctionnalité permet à la machine de stocker ce qu'elle sait au moyen d'une RAM (Random Access Memory), ce que la machine entend au moyen d'un dispositif vocal, ce que la machine perçoit au moyen d'un dispositif de vision artificielle.

3

Le raisonnement automatisé

Cette fonctionnalité permet à la machine de stocker ce qu'elle sait au moyen d'une RAM (Random Access Memory), ce que la machine entend au moyen d'un dispositif vocal, ce que la machine perçoit au moyen d'un dispositif de vision artificielle.

4

L'apprentissage

Cette fonctionnalité permet à la machine de s'adapter à de nouvelles situations, de les détecter et de les extrapoler.

5

La vision artificielle

Cette fonctionnalité permet à la machine de détecter et d'identifier des objets.

6

La capacité robotique

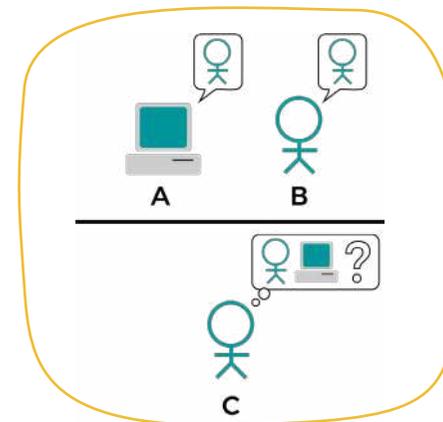
Cette fonctionnalité permet à la machine de manipuler des objets et de se déplacer.

I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA

4. Test de Turing dans sa version moderne adaptée pour l'IA

Un être humain interroge cette machine et veut savoir s'il peut la qualifier de **machine intelligente**. A la série de questions posées, la machine lui répond. Si cet humain qui questionne est incapable de dire si les réponses proviennent d'un humain ou d'une machine, alors cette machine interrogée est qualifiée de **machine intelligente**.

En d'autres termes, si la machine peut tromper les humains en leur faisant croire qu'elle est humaine, alors elle est douée d'intelligence.



Un être humain (C) soumet un questionnaire à la machine (A).

La machine (A) lui répond avec la même structure de pensée et un langage compréhensible d'un être humain quelconque (B).

Le questionneur (C) s'interroge de savoir si la réponse est celle de la machine (A) ou d'un être humain quelconque (B)

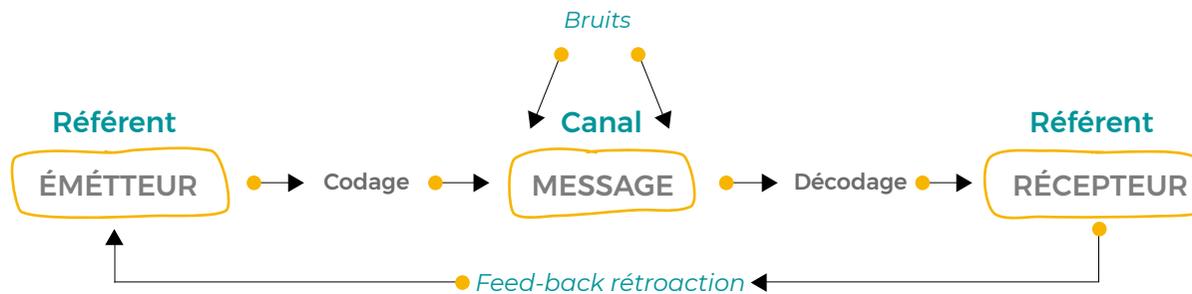
Ce test repose sur celui de Turing dans sa version initiale (1950) pour laquelle la machine n'était équipée que des quatre premières fonctionnalités : le traitement du langage naturel, la représentation des connaissances, le raisonnement automatisé et l'apprentissage.

I. Définitions et chronologie des grandes étapes de l'IA, l'analytique basée sur l'IA

4. Test de Turing dans sa version moderne adaptée pour l'IA



Schéma cybernétique de Wiener



Ce projet interdisciplinaire a abouti à un programme informatique capable de penser de manière non numérique. Celui-ci a été en mesure de démontrer certains théorèmes exposés dans le Principia Mathematica (1910-1913), œuvre en trois volumes portant sur le fondement des mathématiques des deux logiciens, mathématiciens et philosophes britanniques ^{ix}[Bertrand Russell et Alfred North Whitehead](#).



II. Les différentes approches de l'Intelligence Artificielle : penser et agir comme un humain

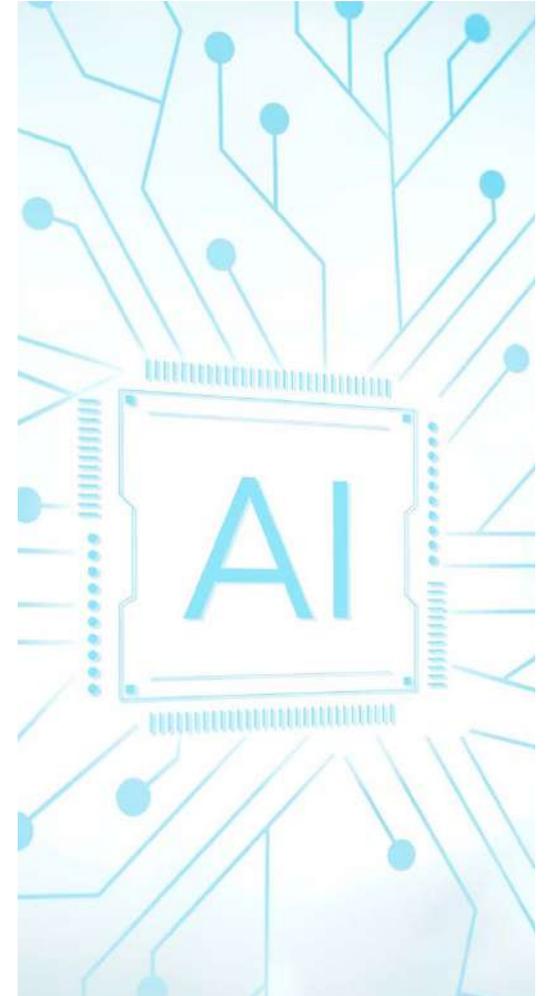
Plusieurs définitions de l'IA ont été proposées depuis lors. Elles s'ordonnent selon les orientations que l'on conçoit et adopte pour ce qui est de cette discipline émergente :

- 1 Des machines qui pensent comme des êtres humains**
(performance de la machine à raisonner par rapport à celle d'un être humain).
- 2 Des machines qui agissent comme des êtres humains**
(performance de la machine à se comporter par rapport à celle d'un être humain).
- 3 Des machines qui pensent rationnellement**
(rationalité d'une machine dans sa façon de penser).
- 4 Des machines qui agissent rationnellement**
(rationalité d'une machine dans sa façon de se comporter).

Une machine est dite rationnelle si elle opère de manière appropriée compte tenu ce qu'elle sait.

En synthèse à ces orientations, l'IA constitue une branche de l'informatique qui a pour vocation d'élaborer des machines fonctionnant de manière autonome dans des environnements en évolution.

L'IA s'attache à recréer un équivalent technologique à l'intelligence humaine dans sa capacité à créer, à apprendre, à analyser, à utiliser le langage, à distinguer des sons...



II. Les différentes approches de l'Intelligence Artificielle : penser et agir comme un humain



1. Sciences cognitives et IA : similitudes et différences entre cerveau humain et machine

Le domaine interdisciplinaire des sciences cognitives, domaine issu de la modélisation informatique, cherche à combiner les modèles de l'IA et les techniques expérimentales de la psychologie dans le but d'élaborer des théories précises et vérifiables du fonctionnement de l'esprit humain.

À la fin des années 50, la plupart des spécialistes de la psychologie cognitive pensaient que le traitement de l'information par l'esprit humain et le traitement algorithmique par la machine se déroulaient selon deux procédés équivalents. Cette vue de l'esprit s'appuyait sur des thèses logicistes et cognitivistes.

Un algorithme exécutant correctement une tâche représente un bon modèle du fonctionnement cognitif de l'esprit humain.

Le fonctionnement cognitif de l'esprit humain peut être décrit par un algorithme.



II. Les différentes approches de l'Intelligence Artificielle : penser et agir comme un humain

Les neurosciences, discipline qui étudie le système nerveux central et plus particulièrement le cerveau, ont mis progressivement en défaut cette idée en montrant des similitudes et des différences majeures entre le fonctionnement cognitif du cerveau et le traitement des données par un ordinateur.

Exemple d'une similitude : la vision par ordinateur et le traitement de l'information par le cortex visuel

Exemple d'une différence : le temps de cycle d'un ordinateur est au moins un million de fois plus rapide que le cerveau humain. En contrepartie de cette durée, le cerveau humain dispose d'une capacité mémoire et d'un nombre de connexions neuronales bien plus élevés qu'un supercalculateur sachant que les connexions neuronales sont en constante évolution et que le cerveau a la faculté à récupérer et à se restructurer (plasticité neuronale).

Vers une autre approche en termes d'objectifs

1. Une théorie cognitive doit décrire de manière détaillée le mécanisme de traitement e l'information.
2. Une théorie cognitive doit être élaborée comme un programme informatique.
3. Au moins une fonction cognitive doit être implémentée dans ce programme.

2. L'IA en tant qu'outil d'aide à la décision

L'IA est conçue pour traiter massivement des données (big data), rechercher des corrélations entre elles, dégager des tendances, prédire des modèles ...

L'IA peut être ainsi considérée comme un système expert d'aide à la décision optimale sous des contraintes de complexité variable.

L'IA est programmée pour partir d'une base de données précises et pertinentes, les analyser et agir en conséquence.



III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets

Le fonctionnement de l'IA repose sur l'analyse, la combinaison et la pondération (au sens mathématique) des entrées de données (inputs), puis la recherche d'une solution optimale sur la base d'algorithmes préprogrammés.

L'IA améliore constamment son processus décisionnel par un apprentissage récurrent, heuristique et sélectif des états antérieurs.

En sortie (output), il en résulte une action déterminée (ex : une réponse vocale adaptée à la demande d'un questionneur), un modèle prédictif ...

Pour expliquer un tel fonctionnement, nous choisissons de prendre un exemple concret et familier.

Soit un piéton qui s'apprête à traverser une rue.



L'IA est conçue pour traiter massivement des données (big data), rechercher des corrélations entre elles, dégager des tendances, prédire des modèles ...

L'IA peut être ainsi considérée comme un système expert d'aide à la décision optimale sous des contraintes de complexité variable.

L'IA est programmée pour partir d'une base de données précises et pertinentes, les analyser et agir en conséquence.

Ce piéton jette un regard des deux côtés de la chaussée.



III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets



Scénario 1 : un véhicule arrive rapidement.

Ce piéton est susceptible d'accorder naturellement une importance majeure à cette information. Cette information sera donc fortement pondérée dans l'évaluation qu'il se fait de ce danger potentiel. La vitesse et les dimensions du véhicule, la distance qui le sépare de ce véhicule, les variations du son perçu par l'effet Doppler, l'état émotionnel du piéton sont autant d'informations traitées et intégrées en une fraction de seconde pour se décider à traverser ou non la rue, se déplacer sur le même trottoir ou rester sur place. Ces informations seront donc **fortement pondérées**.

Scénario 2 : un panneau publicitaire est à quelques distances du piéton.

Supposons que le piéton n'est pas intéressé par la publicité. Cette information aura peu de poids dans sa prise de décision et sera donc faiblement pondérée. Supposons que le piéton est intéressé par la publicité. Cette information aura un certain poids dans sa prise de décision. Elle sera ainsi moyennement à fortement pondérée.

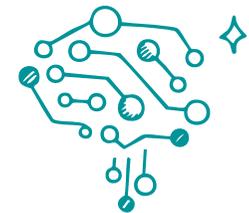
Scénario 3 : un véhicule arrive rapidement et un panneau publicitaire est à quelques distances du piéton.

Le piéton n'est pas intéressé par la publicité. Son cerveau combine une information faiblement pondérée et une information fortement pondérée. Ce piéton optimise sa décision sous deux contraintes : une information faiblement pondérée et une information fortement pondérée.

Le piéton est intéressé par la publicité. Son cerveau combine une information faiblement pondérée et une information fortement pondérée. Ce piéton optimise sa décision sous deux contraintes : une information moyennement à fortement pondérée et une information fortement pondérée.

L'action qui concrétise instantanément la décision optimale du piéton est simple :

- Traverser la rue ;
- Ne pas la traverser ;
- Se déplacer sur le même trottoir ;
- Rester sur place.



III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets

Tout comme le piéton apprend de ses expériences et intègre cette connaissance dans ses décisions futures, l'IA est conçue pour assimiler les données de son environnement et les utiliser comme fondement de ses actions.

1. La qualité des données traitées par l'IA

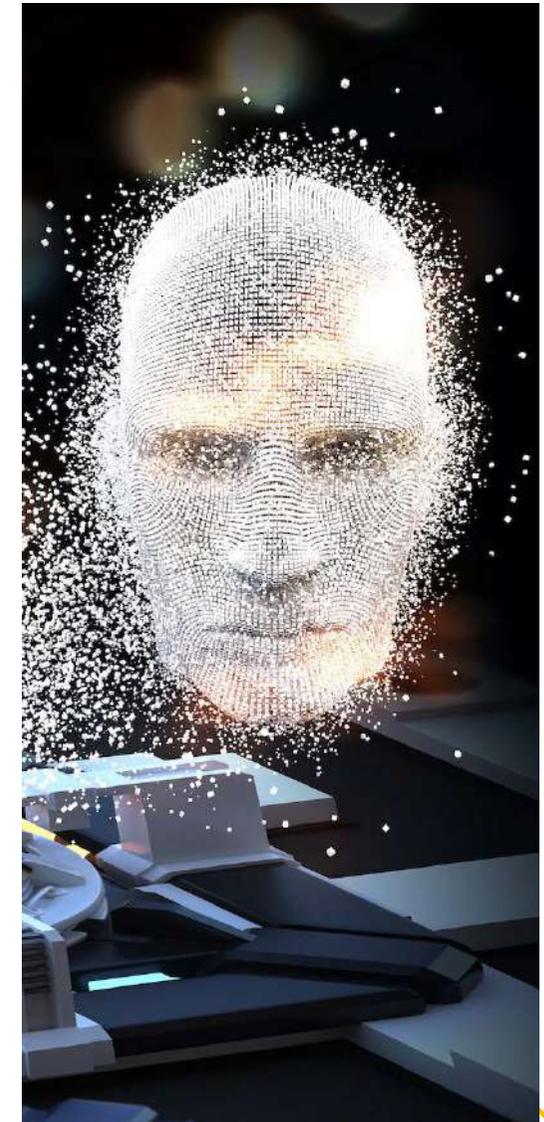
Les données doivent être de qualité en entrée pour réduire les biais sur le modèle généré en sortie. Généralement, un prétraitement des données s'impose avant l'entraînement des algorithmes d'apprentissage automatique.

Par ailleurs, il est nécessaire de disposer d'un grand nombre de données (données massives).

Remarque sur les conséquences d'un trop grand nombre de données en IA

Néanmoins, un trop grand nombre de données crée ce que l'on appelle le fléau de la dimension.

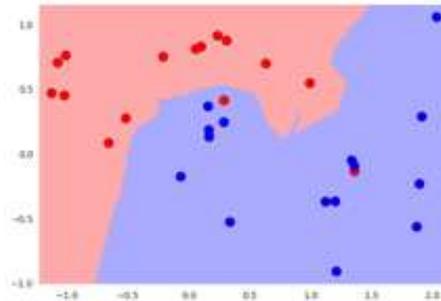
Pour expliquer ce phénomène, observons le comportement de variables catégorielles prédictives en très grand nombre. Plus le nombre de variables augmente, plus celles-ci sont éparées et éloignées. Le manque de densité est de plus en plus apparent. Certaines sont anormalement corrélées. Les dissimilarités augmentent. La comparaison et l'interprétation des écarts entre ces variables deviennent problématiques.



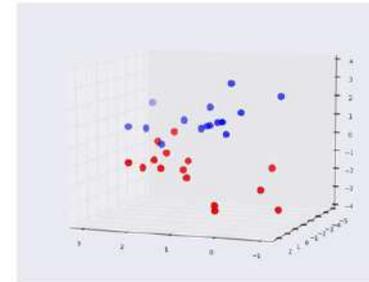
III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets



Dans ce contexte, les méthodes statistiques usuelles de traitement et d'analyse de données auront tendance à donner des résultats erronés. Alors, la significativité statistique n'est plus fiable.



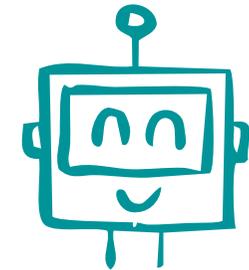
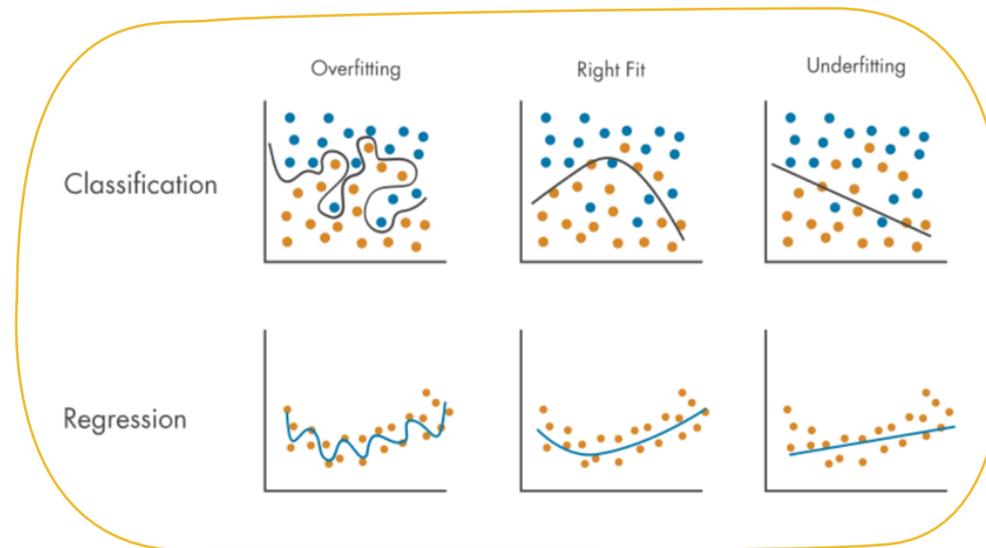
Représentation plane d'une distribution de variables en trop grand nombre



Représentation spatiale d'une distribution de variables en trop grand nombre

Les algorithmes statistiques d'apprentissage automatique connaissent alors des problèmes de robustesse et de stabilité. Ils risquent le surapprentissage (overfitting).

III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets



Dans ce cas, les modèles de machine learning se limiteront à la détection des exemples ayant servi à l'entraîner et ne pourront pas en identifier de nouveaux. Ils seront dans l'incapacité de généraliser. Leur temps de calcul sera trop long en raison d'un nombre élevé de données inutiles à traiter, de la présence de bruits, d'hypothèses redondantes générées, de classement des données complexes.

Aussi, une réduction du nombre de variables prédictives est nécessaire avant l'entraînement des algorithmes d'apprentissage automatique.

Elle consiste à passer d'un espace d'apprentissage de grande dimension à un espace de calcul plus restreint en éliminant par exemple les variables redondantes, corrélées et non pertinentes.

En conséquence, les modèles de machine learning sont entraînés sur la base d'un nombre réduit de variables. Les modèles générés sont plus réalistes et contiennent un minimum de biais. La robustesse et la stabilité des algorithmes sont ainsi renforcées.

L'apprentissage automatique est plus rapide en limitant le temps de traitement et les ressources de calcul.

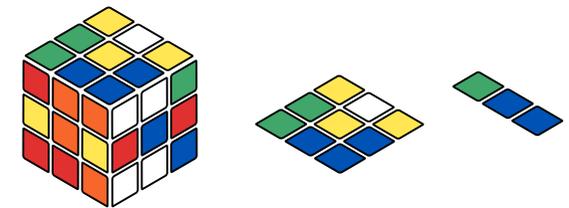
III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets

Deux exemples pratiques de réduction de dimension



Espace bidimensionnel	Espace bidimensionnel
Les données sont représentées dans un tableau.	Les données sont représentées dans une colonne après la réduction.

Espace tridimensionnel	Espace bidimensionnel
Les données sont représentées dans un cube.	Les données sont représentées dans un plan ou un carré après la réduction en réalisant une projection.



Dimensionality Reduction



III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets

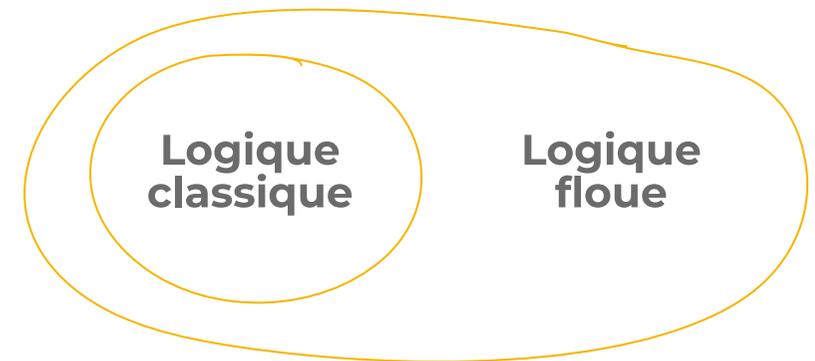
2. Les limites de l'IA face à l'incertitude : de la logique classique aux ensembles flous

Deux limites méritent d'être soulignées :

1. Le formalisme de la logique du premier ordre n'est pas adapté au traitement d'une connaissance informelle incertaine (mi-vrai, mi-faux).
2. Les ressources de calcul d'une machine peuvent être insuffisantes pour traiter un problème donné en l'absence d'une stratégie de raisonnement et de directives transmises à la machine.

En effet, pour chercher à atteindre la meilleure solution prévisible dans un environnement incertain, c'est-à-dire chercher à réaliser une optimisation de la prise décision sous contraintes, il est nécessaire de tenir compte des inférences et de les valider.

Aussi, il a été nécessaire de développer une nouvelle théorie mathématique à partir de celle des ensembles classiques : la théorie mathématique des ensembles flous. Formalisé en 1965 par ^{xii}[Lofti Aliasker Zadeh](#), mathématicien, informaticien et chercheur en IA, cette théorie est devenue le nouvel outil en IA pour répondre au traitement d'une connaissance informelle incertaine.



Nous conseillons au lecteur intéressé par ces sujets de fond de lire les travaux précurseurs portant sur la logique trivalente du philosophe et logicien polonais ^{xiii}[Jan Lukasiewicz](#).



III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets

Dans une perspective de penser et d'agir rationnellement comme des humains, une IA rationnelle fondée sur la logique floue opère d'une manière qui trouve des parallèles étonnants avec les **processus de décision humains dans des situations quotidiennes.**

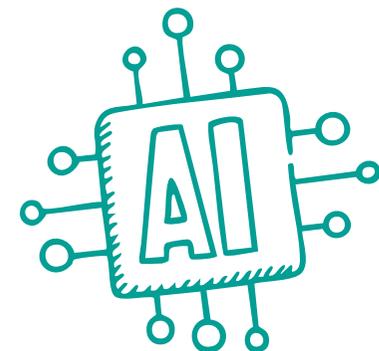
D'un point de vue pratique, l'introduction d'un agent rationnel (agent intelligent) est nécessaire dans le traitement de connaissances informelles incertaines, c'est-à-dire une entité qui prend en compte les différents stades d'évolution de son environnement extérieur, sélectionne toute information entrante de ces états et qui met à profit ses connaissances antérieures afin de maximiser une réponse adaptée (ex : chatbot).



Formalisme des réseaux de neurones et connexionnisme

Le formalisme des réseaux neuronaux à plusieurs couches et le cadre théorique qui en résulte en matière de programmation et des apprentissages, sont en constante amélioration afin de traiter massivement des données (big data) en environnement incertain.

Nous conseillons au lecteur intéressé par un tel sujet de lire le travail collectif de ^{xiv}[Claude Touzet \(1992\)](#) portant sur les réseaux de neurones artificiels et le connexionnisme.



III. Comprendre le fonctionnement de l'IA à travers des exemples concrets

3. L'IA au service des entreprises : automatisation, analyse de données et prise de décision optimisée

En regard à son évolution, l'IA devient ainsi un domaine universel puisque ses applications s'étendent à toutes les activités humaines.

Appliquée en entreprise et dans les administrations, l'IA rend efficace l'automatisation de processus opérationnels et les optimise. Cette IA qualifiée d'IA d'automatisation est essentielle pour effectuer rapidement des tâches répétitives et chronophages. Ces tâches sont généralement à faible valeur ajoutée et génèrent souvent de nombreuses erreurs par l'opérateur humain.

L'analytique basée sur l'IA est pertinente pour traiter, analyser, classer des quantités massives de données (big data) et leur donner du sens (data science).

Cette analytique a pour principale vocation :

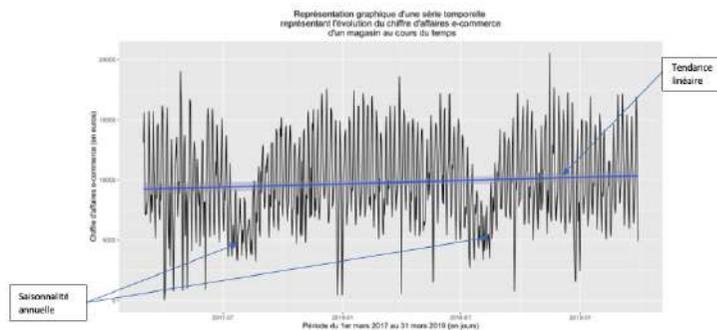
- De rechercher des corrélations entre les données massives (big data) ;
- D'identifier les artéfacts éventuels ;
- De formuler des hypothèses ;
- De dégager des tendances ;
- De quantifier l'incertitude ;
- De dégager des représentations des connaissances ;
- D'établir des modèles avec un minimum de biais ;
- De prévoir la scalabilité d'un produit informatique...

La prise de décision opérationnelle ou stratégique en environnement incertain, et sous contraintes, est ainsi étayée sur des arguments plus solides que la simple appréciation. Elle gagne en efficacité.

IV. Quelques exemples de l'application de l'IA

1. Prédiction avec des séries temporelles

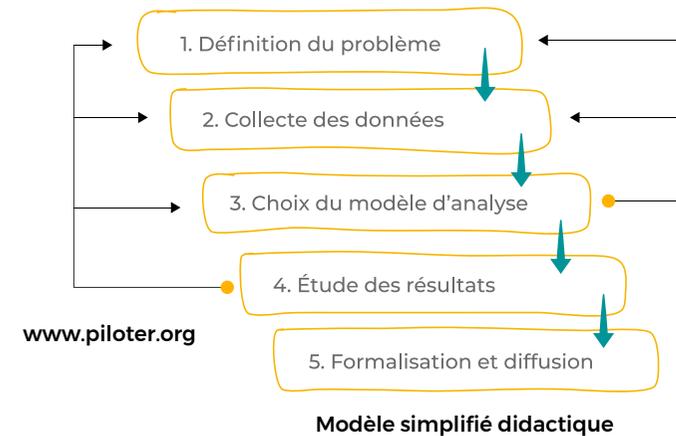
L'IA est capable d'analyser des données historiques pour identifier des tendances et prévoir des événements futurs, un processus utilisé dans de nombreux domaines comme la météorologie ou la prévision des ventes.



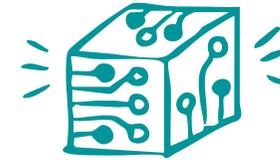
2. Processus de la fouille de données (data mining)

L'IA permet de traiter et d'analyser de grandes quantités de données non structurées ou hétérogènes pour en extraire des informations pertinentes et exploitables, facilitant la découverte de nouveaux schémas, modèles ou corrélations.

Processus data mining



IV. Quelques exemples de l'application de l'IA



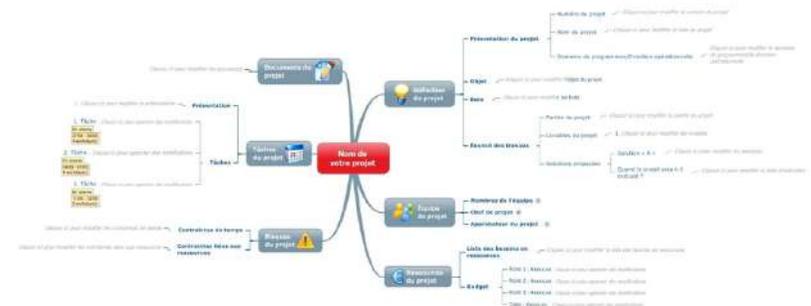
3. Prédiction économique et financière

Grâce à l'IA, il est possible d'analyser des données financières complexes pour anticiper les fluctuations du marché et améliorer la prise de décision en matière d'investissement.



4. Représentation d'une carte heuristique (ou mind map) (mind mapping appliqué à la gestion de projet)

L'IA peut structurer des informations et les organiser sous forme de cartes heuristiques, aidant ainsi à la gestion de projets en clarifiant les idées et les relations entre elles.



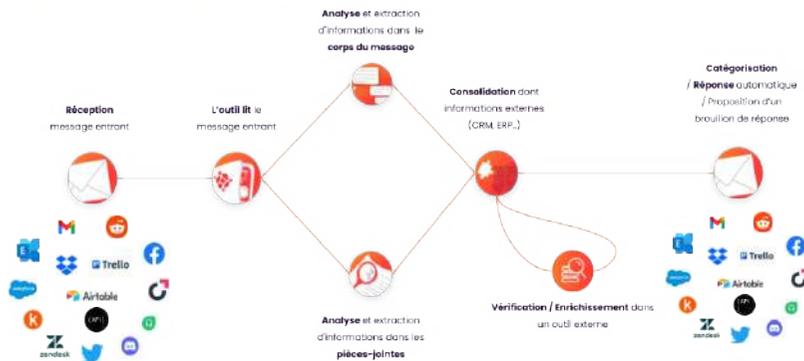
IV. Quelques exemples de l'application de l'IA



5. Workflow

L'IA est utilisée pour automatiser et optimiser les processus de travail, en rationalisant les tâches répétitives et en améliorant l'efficacité globale des flux de travail.

Workflow - IA Analytique

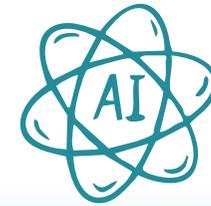


6. Identification des préférences et des comportements des consommateurs pour anticiper des tendances

En analysant des données comportementales, l'IA aide les entreprises à anticiper les préférences des consommateurs et ainsi à mieux adapter leurs produits ou services.

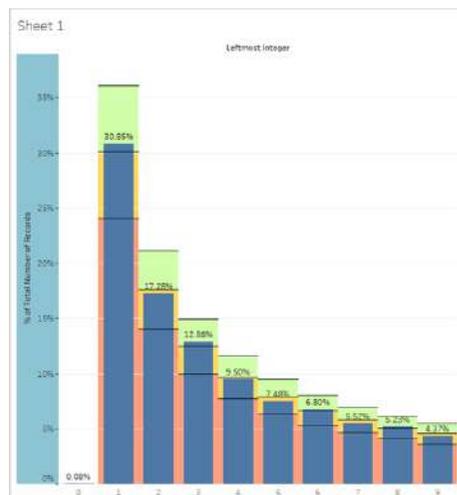


IV. Quelques exemples de l'application de l'IA



7. Détection de fraude (utilisation de la loi de Benford)

L'IA est capable de repérer des anomalies dans des ensembles de données en utilisant des techniques comme la loi de Benford, permettant ainsi de détecter des fraudes comptables ou financières.



8. Détection de maladies génétiques rares

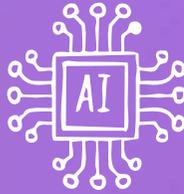
En analysant les données médicales et génétiques, l'IA aide à identifier des schémas subtils qui pourraient indiquer la présence de maladies génétiques rares, facilitant ainsi un diagnostic précoce.





Nous espérons que ce premier tome vous a fourni un aperçu précieux et stimulant des principes qui sous-tendent l'intelligence artificielle dans le monde de la gestion électronique des documents. **Restez à l'affût, car le Tome II approfondira notre exploration avec des études de cas concrètes et des applications pratiques** qui transformeront votre compréhension en action.

Nous vous tiendrons informés de sa sortie prochaine.



BIBLIOGRAPHIES

- i. George Boole, logicien, mathématicien et philosophe : **An Investigation of the Laws of Thought**
- ii. John McCarthy : **Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine**
- ii. Marvin Lee Minsky : **The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of Human Mind**
- iv. Allen Newell et Herbert A. Simon : **The Logic Theory Machine**
- v. Noam Chomsky : **Three Models for the Description of Language**
- vi. George Miller : **The Magic Number Seven**
- vii. Alan Turing : **Computing Machinery and Intelligence**
- viii. Norbert Wiener : **Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine** (Des réflexions portant sur l'élaboration de dispositifs cybernétiques analogiques ont été exposées dans cet ouvrage fondamental.)
- ix. Bertrand Russell et Alfred North Whitehead : **Principia Mathematica**
- x. John Robert Anderson, psychologue spécialisé en sciences cognitives :
Cognitive Psychology and Its Implications
The architecture of cognition
Learning and Memory: An Integrated Approach
National Academy of Sciences To Honor John R. Anderson For Revolutionizing How We Learn
Stanislas Dehaene, neuroscientifique spécialisé en psychologie cognitive : **Le code de la conscience**
Jean Didier Vincent, neurobiologiste : **Voyage extraordinaire au centre du cerveau**
Jean-Pierre Changeux, neurobiologiste : **L'homme neuronal**
Alain Connes, mathématicien : **Matière à pensée Jure**
- xi. Stéphane G. Mallat, chercheur en mathématiques appliquées : **Understanding deep convolutional networks**
Les pionniers de l'IA Yann LeCun, Geoffrey Hinton et Yoshua Bengio remportent le prix Turing
- xii. **Lofti Aliasker Zadeh**
- xiii. **Jan Lukasiewicz**
- xiv. Claude Touzet (1992) : **LES RESEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS, INTRODUCTION AU CONNEXIONNISME**
https://amu.hal.science/hal-01338010/file/Les_reseaux_de_neurones_artificiels.pdf

INSPIRATIONS ET TRAVAUX DE RÉFÉRENCE

- ▶ Charles Sanders Peirce, sémiologue et philosophe : [On a New List of Catégories](#)
- ▶ Ernst Schröder, logicien et mathématicien : Vorlesungen über die Algebra der Logik
- ▶ Thoralf Albert Skolem, logicien et mathématicien
- ▶ Kurt Gödel, logicien et mathématicien : [A survey of Skolem's work in logic](#)
- ▶ Gottlob Frege, logicien, mathématicien et philosophe : Begriffsschrift
- ▶ Wilhelm Ackermann, mathématicien
- ▶ David Hilbert, mathématicien : [Grundzüge der theoretischen Logik](#)
- ▶ Jean Louis-Krivine, logicien et mathématicien :
[A propos des modèles de réalisabilité de ZF](#)
[Du programme de Hilbert aux programmes informatiques](#)
[Tiers exclu et choix dépendant](#)
[Mathématiques des programmes et programme des mathématiques](#)
- ▶ Stephen Cole Kleene, logicien et mathématicien :
[Mathematical Logic](#)
[Representation of Events in Nerve Nets and Finite Automata](#)
- ▶ [Alonzo Church, logicien et mathématicien](#)
- ▶ [Emil Post, logicien et mathématicien](#)
- ▶ Wendy E. MacKay, chercheuse, spécialiste en interaction humain-machine
- ▶ Benoît Sagot, chercheur, apprentissage des langues aux machines



Contactez nous pour plus d'infos !



www.openbee.com



+33 (0)4 50 64 99 29



Open Bee™ France PAE
Les Longeray 74370
Epagny Metz-Tessy

