Université Gaston Berger de Saint Louis

UFR : SAT/SEG

Département : Informatique/Gestion

Filière : Méthode Informatiques Appliques a la Gestion (MIAGE)

Année : 2022/2023



Etudiant : Omar Abd Al Wahab DIASSE

Sous la direction de : Pr Jean Marie DEMBELE

**Revue de la littérature**

Sujet : Développement de modèles de Machine Learning pour faire une analyse prédictive des finances d’une entreprise

Table des matières

[Introduction de chapitre 3](#_Toc156593621)

[1. A la découverte de l’intelligence artificielle 3](#_Toc156593622)

[1.1. Définition de l’intelligence artificielle 3](#_Toc156593623)

[1.1.1. C’est quoi l’intelligence 3](#_Toc156593624)

[1.1.2. C’est quoi artificielle 4](#_Toc156593625)

[1.1.3. Proposition de définitions de l’intelligence artificielle 5](#_Toc156593626)

[1.2. Historique de l’intelligence artificielle 6](#_Toc156593627)

[1.3. Les pionniers de l’intelligence artificielle 7](#_Toc156593628)

[2. Des autres sciences à l’intelligence artificielle 8](#_Toc156593629)

[2.1. Les mathématiques 8](#_Toc156593630)

[2.2. La biologie 9](#_Toc156593631)

[2.3. La psychologie 9](#_Toc156593632)

[2.4. L’informatique 10](#_Toc156593633)

[2.5. La cybernétique 10](#_Toc156593634)

[2.6. La philosophie 10](#_Toc156593635)

[3. Domaines d’application de l’intelligence artificielle 11](#_Toc156593636)

[3.1. Les prédictions 11](#_Toc156593637)

[3.2. Reconnaisse d’image 11](#_Toc156593638)

[3.3. La robotique 11](#_Toc156593639)

[3.4. La santé 12](#_Toc156593640)

[3.5. Les jeux 12](#_Toc156593641)

[3.6. La finance 12](#_Toc156593642)

[3.7. Domaine militaire 12](#_Toc156593643)

[3.8. Voitures autonomes 13](#_Toc156593644)

[3.9. Les chatbots 13](#_Toc156593645)

[3.10. L’astronomie 13](#_Toc156593646)

[4. Les intérêts de l’intelligence artificielle 13](#_Toc156593647)

[5. Les limites et enjeux de l’intelligence artificielle 14](#_Toc156593648)

[6. Intelligence artificielle au Sénégal 15](#_Toc156593649)

[6.1. Les initiatives 15](#_Toc156593650)

[6.2. Les chercheurs 16](#_Toc156593651)

[7. A la découverte de l’analyse financière 16](#_Toc156593652)

[7.1. Définition de l’analyse financière 16](#_Toc156593653)

[7.2. Fonctionnement de l’analyse financière 17](#_Toc156593654)

[7.2.1. L’analyse de rentabilité 17](#_Toc156593655)

[7.2.2. L’analyse du risque 17](#_Toc156593656)

[8. Les enjeux de l’analyse financière 17](#_Toc156593657)

[9. La finance des entreprises au Sénégal 18](#_Toc156593658)

[9.1. Les initiatives 18](#_Toc156593659)

[9.2. Les structures d’accompagnement 18](#_Toc156593660)

[9.3. La finance comme domaines de formation et de recherche 19](#_Toc156593661)

[10. L’intelligence artificielle appliquées à la finance 19](#_Toc156593662)

[10.1. La bourse 19](#_Toc156593663)

[10.2. La banque : aide à la décision de prêt 20](#_Toc156593664)

[10.3. Entreprise : prévenir la faillite 20](#_Toc156593665)

[Conclusion partielle 20](#_Toc156593666)

[Bibliographies : 20](#_Toc156593667)

[Webographies : 21](#_Toc156593668)

# Introduction de chapitre

La revue de la littérature scientifique est obligatoire, car importante, pour n’importe quels documents considérés scientifiques. Ici, il est demandé au rédacteur de faire un tour sur les productions du thème sur lequel il veut travailler.

Pour ce qui nous concerne notre sujet, qui est le **Développement de modèles de Machine Learning pour faire une analyse prédictive des finances d’une entreprise**, comporte deux grands domaines. D’abord il y a le Machine Learning (ML) qui est un sous ensemble de l’intelligence artificielle (IA), ensuite l’analyse financière (AF) qui est un domaine de la finance d’entreprise.

Ainsi, nous allons commencer par faire la revue de littérature du côté de l’IA. Dans cette partie nous allons définir une IA et le présenter sur tous ses aspects. Après nous allons faire la revue de littérature sur la finance en général et l’analyse financière en particulier. Nous allons terminer par la revue des deux combinés.

# A la découverte de l’intelligence artificielle

## Définition de l’intelligence artificielle

Avant d’entrer dans les détails, dans les aspects techniques et scientifiques ou dans l’implémentation d’une IA, il serait bien de donner une vue globale de c’est quoi une intelligence artificielle. Cependant, il va être difficile de définir une IA sans savoir c’est quoi l’intelligence, sans savoir c’est quoi artificiel. Une fois s’être bien familiarisé avec ces deux termes, cela va s’avérer bien plus simple de parler de l’IA. Fort heureusement, beaucoup de recherches, études ont été faites par les scientifiques académiciens sur ses termes que nous nous donnons la tache de définir.

### C’est quoi l’intelligence

L’intelligence humaine est un concept qui est difficile à définir car on ne sait pas comment il fonctionne, ou est son siège dans le cerveau et on ne peut pas vraiment voir de différence notable entre le cerveau d’une personne intelligente et celle d’une personne qui l’est moins.

Néanmoins, cette difficulté n’a pas empêché, les chercheurs en psychologie d’essayer de définir la chose selon leur entendement et la manière qu’a l’Homme d’interagir avec son environnement. Les avis des scientifiques sont divers et variés. Dans son article de 1993 publié au *British Journal of Psychology* « *On What Intelligence Is*», Robert W. Howard nous fait un inventaire de définition proposées par des psychologues avant lui.

“The word ‘intelligence’ labels three different major concepts: g, the sum of an individual’s knowledge and skills, and the specific mental abilities important in a given culture” (Jensen, 1987).

“Intelligence is not an entity within the organism but a quality of behavior” (Anastasi, 1986).

Mais ce n’est pas seulement les psychologues qui ont tentés de définir l’intelligence, les chercheurs en IA aussi, c’est le cas de James S. Albus qui le définit comme : “. . . the ability of a system to act appropriately in an uncertain environment, where appropriate action is that which increases the probability of success, and success is the achievement of behavioral subgoals that support the system’s ultimate goal”.

“Intelligence constitutes the state of equilibrium towards which tend all the successive adaptations of a sensori-motor and cognitive nature, as well as all assimilatory and accommodatory interactions between the organism and the environment” (Piaget, 2005).

Cette définition nous renvoie à l’individu et son environnement, cet individu prend les données de l’environnement (Inputs) et réagi en conséquence (Outputs).

### C’est quoi artificielle

La plupart des gens penseraient que l’artificielle est un terme sans ambigüité et donc facile à définir, et à juste titre d’ailleurs. Mais nous savons qu’il y a des subtilités qui se cache derrière ce terme surtout dans le domaine de l’IA.

Des définitions simples comme « l’artificielle est tout ce qui est créé par l’homme » ou « c’est l’œuvre de l’Homme s’inspirant de la nature » ne sont plus d’actualité.

C’est pourquoi nous allons donner la définition de Francesco Bianchini dans son article « A New Definition of “Artificial” for Two Artificial Sciences » : “The artificial is what is humanly constructed, often in a natural model, also through the manipulation of natural systems and processes, and maintains existing and acting/operating/behaving in an open-ended context or environment without human control, regardless the substance or materials of its constituent parts”.

Cette définition prend l’ensemble aspects relatifs l’IA mais aussi quelque peu la biologie artificielle. Elle met aussi en avant non seulement la construction de l’Homme mais aussi sa non-intervention dans les opérations dites artificielles.

Mais un problème se pose, selon Francesco Bianchini lui-même avec cette définition peut-on considérer une IA créée par une IA toujours artificielle ?

### Proposition de définitions de l’intelligence artificielle

Nous y voilà, les termes que nous avons décidé de donner des définitions vont nous permettre de définir ce sur quoi porte notre sujet de mémoire. Dans cette partie nous allons essayer de répondre à la question c’est quoi une IA. Nous allons voir que plusieurs scientifiques ont donné des définitions mais à la fin, c’est plus ou moins les mêmes.

Déjà en 1988 Asa SIMMONS et Steven CHAPPEL avaient publié un article dans le IEEE Journal of Oceanic Engineering sur lequel ils nous rappelaient la définition qu’avait donnait Haugeland en 1885 : “The fundamental goal of this research IS not merely to mimic intelligence or produce some clever fate. Not at all. AI wants only the genuine article: machines with minds, in the full and literal sense”.

Vingt-quatre (24) ans plus tard, en 2012 le mathématicien et docteur en IA américain Matt L. Ginsberg donnait, dans son ouvrage « Universal intelligence : A definition of machine intelligence », la définition suivante : “Artificial Intelligence is the enterprise of constructing an artefact that can reliably pass the Turing test”. Dans la suite du document, nous allons parler du teste de Turing.

Maintenant plus proche de nous, au moment où ce mémoire est train d’être écrit, de nouvelles définitions émergent. En janvier 2023, Haroon Sheikh, Corien Prins & Erik Schrijvers ont copublié un article « Artificial Intelligence : Definition and Background » ou ils ont défini la chose comme suit : “Systems that display intelligent behaviour by analysing their environment and taking actions – with some degree of autonomy – to achieve specific goals.”

Nous voyons que plusieurs auteurs à travers le temps ont donné leurs définitions de l’IA selon leur entendement de la chose et leurs domaines de recherches. Mais à la fin ils se rejoignent tous.

Au vu tout cela, nous pouvons conclure que l’AI a pour objectif d’imiter l’intelligence humaine en faisant des taches qui auraient pu être jugées impossible à faire pour les machines. Cette dernière n’est pas une proposition de définition.

## Historique de l’intelligence artificielle

**1943** : Warren S. McCulloch et Walter Pitts publient un article « A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity » dans lequel ils développent le premier réseau de neurones.

**1949** : Donald Hebb développe le premier algorithme d’apprentissage dans les réseaux de neurones

**1950** : Alan Turing publie un article « Computing Machinery and Intelligence » où il sort le Turing test qui se veut être une mesure d’intelligence d’une machine et une réponse à la question « Can machine think ? ».

**1956** : Durant cette année est organisée le « Summer AI Conference » par l’université de Dartmouth. Dans cette conférence John McArthy, informaticien américain, a proposé le terme « Intelligence artificielle ».

**1965** : Le premier Chatbot (ELIZA) capable de s’exprimer a été créé par Joseph Weizenbaum (MIT) et est l’une des premières machines a quelque peu réussi le test de Turing.

**1967** : Shun'ichi Amari a été le premier à utiliser la descente des gradients stochastiques pour des perceptrons multi couches dans le Deep Learning.

**1980** : Lisp machine développe et commercialise le premier système expert.

La rétropropagation commence à être largement utilisée dans les réseaux de neurones.

**1985** : Le langage de programmation C++ a été créé par Bjarne Stroustrup, langage dérivé du langage C.

**1991** : Le langage de programmation Python a été créé par Guido van Rossum.

**1993** : Rodney Brooks et ses collaborateurs développent le premier robot humanoïde.

**2005** : Honda développe ASIMO : un robot humanoïde et artificiellement intelligent, capable de faire des taches propres à l’homme.

**2009** : Google a créé une voiture autonome

**2010** : Microsoft lance Kinect Xbox 360, le premier jeu vidéo qui traque des mouvements humains

**2016** : Alpha Go devient la première société à avoir réussi de créer une AI impossible à battre dans le jeu du Go.

**2022** : Open AI lance Chat GPT et Google lance Google Bard

## Les pionniers de l’intelligence artificielle

**Alan Turing (1912-1954)**

Il était un mathématicien informaticien anglais et est l’un des pères fondateurs de l’intelligence artificielle. Turing est connu pour ses travaux et notamment le teste d’intelligence d’une machine, la fameuse Turing test.

**John McCarthy (1927-2011)**

C’était un informaticien américain qui est connu pour avoir proposé le terme Intelligence Artificielle dans la conférence de Summer AI Conference en 1956.

**Marvin Minsky (1927-2016)**

Minsky était un informaticien américain et adepte aussi des sciences cognitives. Il est un cofondateur du laboratoire d’IA du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Il a fait beaucoup de travaux sur l’IA, la robotique etc.

**Arthur Samuel (1901-1990)**

Il est aussi un informaticien américain, il est connu pour ces travaux dans le Machine Learning et est l’un des pionniers du développement de système d’apprentissage autonome.

**Frank Rosenblatt (1928-1971)**

Rosenblatt est un psychologue et informaticien américain. On ne peut pas parler des pères fondateurs de l’IA sans le mentionner car il a créé le perceptron qui va ensuite porter son nom. Ce perceptron qu’il a développé est à l’origine de tous les modèles réseau de neurones que nous connaissons aujourd’hui.

**Claude Shannon (1916-2001)**

C’est un mathématicien, ingénieur en électricité, et aussi cryptographe américain. Il a fait des travaux sur la théorie des informations et la communication entre homme et machine.

# Des autres sciences à l’intelligence artificielle

## Les mathématiques

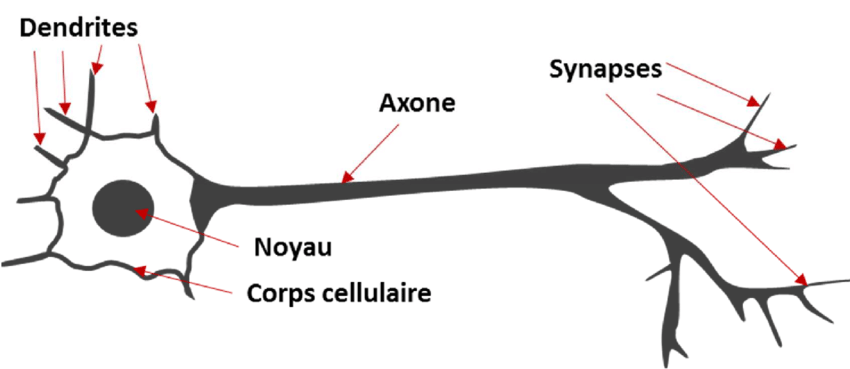
“These considerations show that there is a tremendous need for mathematics in the area of artificial intelligence. And, in fact, one can currently witness that numerous mathematicians move to this field, bringing in their own expertise” (Kutyniok, 2022).

Les mathématiques constituent le soubassement de l’IA, comme le vient de rappeler Gitta Kutyniok, c’est-à-dire que tous les algorithmes d’IA reposent derrière des théories mathématiques. D’ailleurs nous allons voir cela dans la suite du document en détails mais pour le moment donnons des exemples.

* **Les dérivées** sont un sous-domaine de l’analyse mathématique. Elles sont omniprésentes dans le Machine Learning. Nous utilisons notamment la rétropropagation qui nous permet de mettre à jour les poids dans un réseau de neurones.
* **L’algèbre linéaire** nous permet de manipuler des vecteurs, des matrices et j’en passe. Tout cela nous permet de faciliter les lourds et longs calculs que nous sommes appelés à faire dans un Deep Learning.
* **Les probabilités et statistiques** aussi constituent un domaine des mathématiques nous permettant de rendre plus efficace notre travail. En quoi faisant ? On les utilise dans la normalisation des données, dans des calculs de régression linéaire, dans des calculs d’arbre de décision.

## La biologie

Pour parler de l’impact de la biologie dans l’intelligence artificielle, il nous faut forcément parler du neurone biologique.



Le neurone est une cellule spécialisée dans le traitement et la transmission de l’information, ce qui est reflété par sa morphologie très particulière. Il se compose d’un corps cellulaire, le soma, et d’expansions : les dendrites d’une part, et l’axone d’autre part. Les dendrites forment des ramifications qui rentrent en contact avec d’autres neurones, typiquement de l’ordre de 10000, et dont le rôle est de recevoir des informations, électriques ou chimiques. L’axone est un prolongement de la cellule, typiquement long de quelques millimètres, qui conduit un signal électrique jusqu’à son arborisation terminale, où il peut alors entrer en contact avec les dendrites d’autres neurones. La jonction axone-dendrite est appelée synapse (Brette, 2023).

C’est cette structure du neurone biologique que les réseaux de neurones artificiels vont essayer de répliquer à travers des calculs mathématiques.

## La psychologie

La psychologie a eu un grand impact sur l’IA car elle nous permet de comprendre l’aspect cognitif de l’esprit. C’est-à-dire cette partie de notre esprit que l’on ne peut pas toucher par exemple l’intelligence.

Parlant de cette intelligence, nous avons vu plus haut des définitions données par des psychologues mais ils ne s’arrêtent pas là dans l’IA, ils sont des fois bien impliqués dans développement de l’IA.

Pour illustrer cela, nous avons déjà donné l’exemple de Frank Rosenblatt et Marvin Minsky, mais ces derniers ne sont pas les seuls, il y a entre autres Geoffrey E. Hilton, Herbert A. Simon et bien autre.

## L’informatique

Là, un non-initié peut dire que l’IA est un sous-domaine de l’informatique, que nenni ! Nous allons voir qu’il y a des subtilités, on peut dissocier ces termes même s’ils sont bien liés et vont le rester dans le temps.

C’est ainsi que nous allons faire donner un petit aperçu de comment marche un algorithme d’IA pour comprendre cela. Un réseau de neurones prend des données en entre les normaliser, puis il va les passer à la prochaine couche à travers la multiplication avec les poids. Cette opération va répéter autant de fois que nécessaire et enfin on va avoir une sortie.

Dans ce processus, il n’y a que des calculs mathématiques, ce qui veut dire qu’on peut faire cela sur une feuille (chose qui va certainement prendre beaucoup, beaucoup de temps), on peut le faire aussi avec une calculette, ou tout support nous permettant de faire des calculs.

Tout cela pour dire que l’ordinateur nous sert tout simplement à faciliter les calculs et afficher les résultats dans une interface graphique du fait qu’il est la calculatrice la plus puissante. Mais encore, nous pouvons noter que Warren S. McCulloch et Walter Pitts n’avaient pas utilisé d’ordinateur pour réaliser le premier réseau de neurones.

## La cybernétique

La cybernétique est une science qui est dérivée de plusieurs autres sciences, c’est le mathématicien américain Norbert Wiener que l’on attribue la création de cette science. La cybernétique essaie de répondre à la question de savoir comment les systèmes peuvent se contrôler elles-mêmes. L’exemple qui est très souvent donné c’est le thermostat qui récupère les informations de son environnement c’est-à-dire la température ambiante et se régule lui-même en s’ajustant à la température désirée.

Cette science a beaucoup apporté à l’IA car le fonctionnement de plusieurs modèles intelligents s’inspire des théories de la cybernétique, comme le fait d’utiliser sa propre erreur pour se rectifier soi-même dans un réseau de neurones ou le fait de donner un bonus ou malus à un agent dans un environnement s’il fait le bon ou le mauvais choix dans un *Reinforcement Learning*.

## La philosophie

Il relèverait presque de la folie pour nous que d’essayer de donner une définition à la philosophie. Un professeur de philosophie m’avait conseillé de ne pas m’y aventurer. Mais quoi que sa définition puisse être, nous avons tous une idée de ce que c’est.

La philosophie nous permet de comprendre l’être humain et son environnement, elle nous permet en outre d’apporter des réponses personnelles à des questions existentielles et bien d’autres. Et non la philosophie n’est pas une science dépassée.

Maintenant quel est le rapport avec l’IA ? Au temps, des questions du genre « c’est quoi la conscience », « c’est quoi l’intelligence » ou même « est ce que j’existe ou sommes-nous tous dans un rêve collectif » se posaient seulement par les êtres humains. Cependant, nous voyons de plus en plus ces questions se faire poser par d’autres humains à l’endroit des machines intelligentes.

C’est maintenant la responsabilité de l’intérieur de l’IA ou concepteur de l’IA de répondre à ces questions car une nouvelle vague de philosophie va probablement émerger.

De tout ce qu’on a dit nous mettons cette question à l’épreuve de la réflexion du lecteur de ce document : « pensez-vous qu’une IA peut être assez intelligente pour philosopher c’est-à-dire se poser des questions sur elle-même ? ».

# Domaines d’application de l’intelligence artificielle

## Les prédictions

L’IA peut être utilisée dans la prédiction, sortir une valeur future à travers des valeurs passées. Cette dimension de l’IA est utilisée dans la prédiction météo, des bourses, la démographie. C’est l’une des applications les plus rependus de l’IA.

## Reconnaissance d’image

Traditionnellement, reconnaitre des images était difficile pour l’ordinateur et c’est l’un des domaines où l’humain dépasse la technologie. Maintenant, avec l’avènement des nouveaux l’algorithme, il maintenant possible de reconnaitre et de classer des images à travers des IA spécialisées.

## La robotique

Avant l’avènement des chatbots, la robotique était le domaine auquel tout le monde pensait quand on parle d’IA, car c’est l’une des plus anciennes applications de cette dernière.

L’IA va permettre au robot de se déplacer librement dans l’espace 3D où nous évoluons. Avec des algorithmes, les robots (humanoïdes par exemple) peuvent reconnaitre des objets et interagir en conséquence.

Nous avons déjà donné l’exemple d’ASIMO, mais il aussi Titan (Cyberstein Robots) et Atlas (Boston Dynamic) entre autres.

Il faut avoir à l’esprit qu’un robot n’est pas forcément une machine, il y a les robots des moteurs de recherche qui indexent les pages web par exemple.

## La santé

Le domaine de la santé bénéficie pleinement de la révolution IA, ici l’IA va nous permettre de faire des diagnostics, de prévenir des épidémies, de proposer des traitements.

Toutefois, en raison de la sensibilité du domaine de la santé, l’IA doit être utilisée seulement comme support mais la décision finale doit revenir au médecin dans le cas d’un diagnostic par exemple.

## Les jeux

Par abus de langage, les gamers disent souvent « Je joue contre l’intelligence artificielle », ce qu’ils veulent dire par là, c’est les programmes automatiques des jeux vidéo. Ces programmes ne font que réagir aux actions du joueur, donc ce ne sont pas des IA.

Les algorithmes l’IA sont utilisés pour la recherche de chemin (Path Finder), les jeux d’échecs, les jeux de dames, le jeu du Go (qui était une révolution à l’époque). Dans tous ces cas, l’IA nous permet de créer des joueurs imbattables, d’ailleurs quand on fait jouer deux IA, cela va à chaque fois se terminer avec un match nul.

## La finance

Bien sur le domaine qui nous intéresse le plus dans ce document, les IA sont utilisées en finance pour prédire les cours des bourses, faire la détection de fraude, prévenir les craques, la faillite etc. l’IA est littéralement en train de révolutionner la finance.

## Domaine militaire

L’IA est aujourd’hui beaucoup utilisé dans le domaine militaire, notamment pour reconnaitre des ennemies, des zones de potentiel danger, ou préparer des attaques complexes.

Mais l’IA peut être aussi utilisée pour prévenir des guerres et potentiellement apporter la paix.

Cependant, va se poser ici la question d’éthique. Qu’est-ce qui va se passer si l’IA commet des exactions.

## Voitures autonomes

Les voitures autonomes seront l’une des grandes révolutions du XXI siècle. Et l’IA va beaucoup nous aider dans ce processus.

Ici, la vision par ordinateur va être beaucoup utilisée pour déplacer d’un point A à un point B et bien sûr la voiture doit être capable de reconnaitre les objets qu’elle va rencontrer et faire le bon choix.

## Les chatbots

Nous pouvons les considérer comme étant une interface de conversation entre homme et machine. L’Homme pose une question et la machine répond, ou l’inverse.

Mais maintenant, avec tout ce qu’il y a comme chatbot, nous pouvons penser à tort que tout chatbot est intelligent. Nous pouvons bien créer un programme qui répond à dix (10) questions, et à la onzième de dire je ne sais pas. C’est un chatbot.

C’est là qu’intervient l’IA en dynamisant tout cela, elle permettre à un chatbot de rechercher des réponses dans une base de données, sur internet etc.

## L’astronomie

Même le domaine spatial peut pleinement profiter des avantages de l’IA et c’est cas actuellement.

L’IA peut aider l’astronomie à reconnaitre les galaxies qui ressemblent, détecter ou prévenir des météorites, découvrir des trous noirs.

# Les intérêts de l’intelligence artificielle

Nous avons déjà vu plusieurs intérêts et avantages à utiliser l’IA aujourd’hui, mais dans cette partie, nous allons y ajouter entre autres la dimension macroéconomique.

**Faciliter de travail des hommes**

Au vu de tout ce qu’on a dit plus haut, l’intérêt premier de l’IA est de faciliter le travail des humains, en quoi faisant ? Nous avons vu que l’IA essai d’imiter l’intelligence humains à travers des calculs mathématiques. Ce qui va aboutir au fait qu’une IA va pouvoir faire des taches traditionnellement humaines sans notre intervention. À titre illustratif, il y a des IA qui font la comptabilité, le travail d’avocat, la retouche photo et bien d’autres.

**Apporter une solution à la lutte contre la mal gouvernance**

Combien cela serait important si une IA pouvait aider à la bonne gouvernance surtout dans nos pays, eh bien, c’est possible. D’ailleurs Mamadou NDIONE disait à ce sujet : « Le recours à l’intelligence artificielle est une aubaine incroyable parce que des sujets clefs directement corrélées à notre croissance comme la justice, la santé, la corruption, l’éthique sociale, la sécurité et l’éducation sont dans ses domaines d’application ».

**A la sécurité des personnes et de leurs biens**

Pour parler de comment l’IA peut aider nos pays, et cette fois-ci dans la sécurité des personnes et de leurs biens, Mamadou NDIONE nous dit encore : « L’utilisation des technologies peut constituer un moyen de renforcer les dispositifs sécuritaires avec la télésurveillance ou les reconnaissances faciales. L’intelligence artificielle facilite par ailleurs le contrôle du respect des obligations des populations envers l’état ».

# Les limites et enjeux de l’intelligence artificielle

L’IA est la création de l’homme, l’homme n’est pas parfait, sa création ne peut pas être parfaite, donc, l’IA n’est pas parfaite, c’est du syllogisme. Nous allons voir dans cette partie les limites de l’IA.

**Cout couteux de développement**

Cette limite peut relever de deux aspects, un trop grand nombre de données pour faire l’apprentissage et machine trop chère parce que puissante pour faire l’apprentissage.

Une IA repose généralement sur des données pour faire son travail. Et ses données sont très importantes, on parle de milliers de milliers de données. Et la collecte, le traitement et l’analyse est va s’avérer être un grand défi.

Une fois qu’on a les données dans le bon format, il faut faire l’apprentissage, et il faut des supers machines car les calculs mathématiques sont nombreux et couteux et doivent être répéter plusieurs fois. D’ailleurs les vraies applications d’IA peuvent prendre des mois pour faire l’apprentissage.

**Manque de prise d’initiative**

Une IA ne fait que ceux pourquoi elle a été programmée, par exemple l’IA impossible à battre au jeu d’échecs ne peut pas jouer au jeu de dames, celle qui gagne au tous les couts au jeu du Go, est nulle aux échecs.

En outre, elle ne peut pas contextualiser, des fois il y a des situations qui font que certaines données peuvent différer de tous les autres (exemple : le chiffre d’affaires (CA) d’une entreprise en période de la Covid 19), et bien cela sera difficile pour l’IA de comprendre cela.

**Le problème de l’éthique**

L’IA ne peut pas faire preuve de discernement, si ceci n’a pas été prise en compte dans son développement. Sinon, elle ne pourra pas faire le bon choix devant un dilemme.

Non seulement elle n’est pas consciente, mais encore elle ne sait c’est le bon ou mauvais, le justice ou l’injuste... Et tout ceci est très important car un jour, elle fera face à ce genre situation, en cas de guerre par exemple.

# Intelligence artificielle au Sénégal

## Les initiatives

Le Sénégal fait partie des pays qui ont lancé officiellement une stratégie nationale sur l’IA, projet piloté par le ministère de la Communication, Télécommunication, et de l’économie numérique.

En effet, selon le site web Artificial Intelligence For Developement Africa (Africa, 2023), cette stratégie nationale porte sur quatre (4) grands axes :

* Donner le pouvoir a la jeunesse et stimuler l’économie
* L’IA au service du bien
* Le Sénégal en tant que Leader Technologique Régionale
* IA digne de confiance

## Les chercheurs

Un bon nombre de chercheurs sénégalais se sont illustré dans l’IA, et ils ont fait des travaux importants chacun dans leur domaine. Dans ce document, nous allons en citer quelques-uns :

**Moustapha Cissé**

Professeur de Machine Learning au African Institute of Mathematics Sciences (AIMS), domaines de recherche : Machine Learning, Deep Learning, Intelligence Artificielle. [Profil Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=5wuvTfoAAAAJ&hl=en&oi=ao).

**Seydina Moussa Ndiaye**

Enseignant-chercheur en IA, Université Virtuelle su Sénégal (UVS), domaines de recherche : Machine Learning, Renforcement Learning. [Profil Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=-eGtKYwAAAAJ&hl=en&oi=ao).

**Jean Marie Dembélé**

Enseignant-chercheur en informatique, Université Gaston Berger de Saint Louis (UGB), domaines de recherche : Modélisation basée sur les agents, systèmes dynamiques, phénomènes d’agrégations, systèmes complexes. [Profil Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=G_KAOrQAAAAJ&hl=en&oi=ao).

**Adji Bousso Dieng**

Professeur assistance d’informatique, Princeton University, domaines de recherche : Machine Learning, Intelligence Artificielle. [Profil Google Scholar](https://scholar.google.com/citations?user=ZCniP_MAAAAJ&hl=en&oi=ao).

# A la découverte de l’analyse financière

## Définition de l’analyse financière

L’analyse financière peut être définie comme une démarche qui s’appuie sur l’examen critique de l’information comptable et financière fournie par une entreprise à destination des tiers (donc de tout le monde…), ayant pour but d’apprécier le plus objectivement possible sa performance financière et économique (rentabilité, pertinence des choix de gestion…), sa solvabilité (risque potentiel qu’elle présente pour les tiers, capacité à faire face à ses engagements…), et enfin son patrimoine (Deisting & Lahille, 2017).

## Fonctionnement de l’analyse financière

Il y a plusieurs manières de faire une analyse financière, très souvent on commence par faire une vérification des états financiers pour savoir si les valeurs concordent. Apres cela, nous adopterons trois (3) étapes à suivre pour faire une analyse complète qui va refléter la santé financière de l’entreprise. Ces trois étapes sont les suivantes.

### L’analyse des états financiers

Nous allons d’abord commencer par analyser les trois états financiers, ces analyses vont nous permettre d’apprécier l’évolution de certaines valeurs par rapport à d’autres. Il y a deux parties dans l’analyse des états financiers.

* Analyse verticale

L’analyse verticale d’un état financier c’est de rapporter toutes les valeurs de l’état financier d’une même année par rapport à une seule valeur de cette même année.

Cette analyse va naturellement différer d’un état financier à l’autre. Pour le compte de résultat, le chiffre d’affaires va se voir être divisé par tous les autres éléments. De ce fait, nous aurons un aperçu de comment les SIG et leurs composants ont participé à la consommation de la richesse créée. Le bilan quant à lui, cette analyse va se faire en deux phases, dans un premier temps, on divise tous les éléments de l’actif par l’actif total et ensuite tous les éléments du passif par le passif total. Pour ce qui concerne le tableau des flux de trésorerie, tous ces éléments vont diviser la trésorerie finale.

* Analyse horizontale

Cette analyse quant à elle, va se faire de la même manière pour les états financiers. Le principe ici c’est de calculer la croissance de chaque élément de l’année n par rapport à n-1. Il sera possible de voir comment évoluer chaque élément des états avec leur pourcentage de croissance. Chose qui va faire plus parler les états financiers que les valeurs absolues.

### L’analyse de l’activité et des relations de trésorerie

L’analyse de l’activité et des relations de trésorerie en est une qui est simple et très efficace et nous renseigne sur la trésorerie de l’entreprise. Cette analyse va se faire en reprenant des éléments des états financiers de les mettre sous forme de tableau pour ensuite faire leur représentation graphique.

Nous aurons ici trois tableaux qui sont les suivants.

* Le bilan économique
* Les équilibres financiers
* La relation trésorerie

Dans le chapitre dédié à l’analyse financière, nous allons entrer en détail de comment vont être construits ces trois tableaux.

### L’analyse avec la méthode des ratios

L’analyse par les ratios qui nous permet de calculer un certain nombre de ratios qui vont permettre de juger sur différents aspects de l’entreprise. Cette analyse va intéresser en plus de l’entreprise, toutes les parties prenantes car elle peut être utile avant un investissement sur quelconques entreprises cotées en bourses. Il y a plusieurs familles de ratio notamment :

* La rentabilité
* La profitabilité
* La gestion de la dette
* La liquidité
* …

Dans la suite du document, nous entrerons en détail dans toutes ces familles de ratios, leurs calculs, leurs interprétations, leurs représentations graphiques.

# Les enjeux de l’analyse financière

**Connaitre la situation financière d’une entreprise a une date donnée**

Pour faire une analyse financière, l’entreprise va utiliser les états financiers afin de calculer des soldes intermédiaires de gestion (SIG). Et ce calcul peut se faire à n’importe quelle date.

Une fois ces calculs opérés et les résultats obtenus, l’entreprise pourra juger de son état financier et des décisions pourront être prises.

**Prévoir l’évolution probable de cette situation**

À partir de là, l’entreprise connait bien son état financier à travers les SIG, notamment la VA, l’EBE, le REX, le RN… En conséquence, des changements pourront subvenir, ses changements peuvent être radicales si les SIG ne nous sont pas favorables. Ici va être un endroit parfait pour une application d’une IA.

**Aboutir à des recommandations**

À la fin de tout cela, que les SIG nous soient favorables ou pas, des recommandations doivent être faites. C’est cela le but ultime de l’AF, si cette dernière a été bien faite, on aboutira à de bonnes recommandations et in fine à la bonne décision.

# La finance des entreprises au Sénégal

Les entreprises sénégalaises n’ont jamais été aussi soutenues qu’aujourd’hui car plusieurs structures, non seulement pour la création d’entreprise mais aussi, pour l’accompagnement et le développement d’entreprise.

## Les initiatives

L’État du Sénégal a pris un certain nombre d’initiatives pour dynamiser la finance des entreprises sénégalaises. À travers les ministères de la finance, de l’économie et des microfinances, beaucoup d’entreprises et des particuliers bénéficient des actions de l’État.

C’est ainsi qu’en décembre 2017 l’État du Sénégal a mis en place la seconde édition Sen PPP Finance à Dakar. Dans la même année a été créée la Délégation générale à l’Entreprenariat Rapide des Femmes et des Jeunes (DER/FJ).

## Les structures d’accompagnement

**ADEPME**: Agende de Développement et d’Encadrement des Petites et Moyennes Entreprises

**APIX**: Agence pour la Promotion des Investissements et Grands Travaux

**3FPT**: Fonds de Financement de la Formation professionnelles et techniques

**DER/FJ**: Délégation générale à l’Entreprenariat Rapide des Femmes et des Jeunes

**CTIC**: Croissance des technologies de l'information et de la communication

## La finance comme domaines de formation et de recherche

La finance au Sénégal fait l’objet de beaucoup de recherches universitaires et de formations professionnelles. Il y a aussi beaucoup d’écoles supérieures qui proposent des formations dans le domaine.

Néanmoins, la finance est considérée de manière beaucoup plus approfondie dans les universités en raison de la possibilité de mener des recherches plus poussées, notamment des mémoires de thèses etc.

# L’intelligence artificielle appliquées à la finance

L’IA est en train de révolutionner la finance dans tous ses états, bon nombre de recherches sont faites et sont en train d’être faites pour améliorer la finance des entreprises avec l’aide des machines intelligent.

C’est ainsi que disaient JW Goodell, S Kumar, WM Lim, D Pattnaik en 2021 : “The flourishing literature on AI and ML in finance has attracted previous scholarly review. For example, Das (2014) explores research on predictive analytics and text mining in finance. de Prado et al. (2016) evaluate studies on credit risk and bankruptcy, observing a growing tendency of finance research to move toward the employment of hybrid models that combine traditional modeling (e.g., discriminant analysis, logistic regression) with AI, neural networks, and other ML techniques. West and…”. Et ce qui qu’ils viennent de dire se rapporte parfaitement à la problématique de notre sujet.

Mais de manière pratique comment l’IA va aider la finance ? Pour un esprit un tant soit peu averti dans les deux domaines, la rencontre va être évidente. La raison c’est la finance agit sur des chiffres et l’IA aime les chiffres, il y aura seulement un souci de normalisation et nous sommes prêts.

## La bourse

On va utiliser les algorithmes d’IA pour prédire les cours de la bourse. Non, ce n’est pas de la spéculation c’est des choses qui sont déjà faites. Il y a entre autres des applications comme [AInvest](https://www.ainvest.com/), [StockHero](https://www.stockhero.ai/), [Stock Screener](https://www.ainvest.com/screener/).

## La banque : aide à la décision de prêt

La banque peut s’aider de l’IA pour octroyer des prêts. Une banque qui a une grande expérience en prêt bancaire a naturellement beaucoup de données de clients. C’est possible d’utiliser ces données pour prédire les potentielles clients fiables.

## Entreprise : prévenir la faillite

Tout entreprise sérieuse redoute, et mets tous ces efforts dans son travail pour éviter la faillite. Eh bien l’IA peut aider une entreprise à le prévoir et l’évider. Pas besoin d’entrer dans les détails puisque c’est un problème que nous allons résoudre dans ce document.

# Conclusion partielle

Faire une revue de la littérature n’a pas été chose aisée car il ne faut rien inventer, il va falloir toujours relater ce que les chercheurs ont déjà trouvé et le mettre en corrélation avec notre sujet.

Dans cette revue de la littérature que nous avons proposée pour notre sujet, il a été question de couper le sujet en deux (2) mots clés, en premier lieu pour l’IA, en deuxième lieu pour la finance, et terminer avec une combinaison des deux.

Les enseignements de ce travail ont été énormes. C’est deux domaines vraiment très intéressants. L’IA est un domaine en plein essor et il y a tellement de choses qui ont été faites, qui sont en train d’être faites et qui vont être faites. De même que la finance qui est très importante pour les entreprises.

# Bibliographies :

Piaget, J. (2005). The psychology of intelligence. Routledge.

Howard, W. R. (1993). On What Intelligence Is. British Journal of Psychology, 84(1), 27-37.

Legg, S., & Hutter, M. (2007). A collection of definitions of intelligence. Frontiers in Artificial Intelligence and applications, 157, 17.

Bianchini, F. A. (2023). New Definition of “Artificial” for Two Artificial Sciences. *Found Sci* **28**, 401–417. <https://doi.org/10.1007/s10699-021-09799-w>

Simmons, A. B., & Chappell, S. G. (1988). Artificial intelligence-definition and practice. *IEEE journal of oceanic engineering*, *13*(2), 14-42.

Ginsberg, M. (2012). *Essentials of artificial intelligence*. Newnes.

Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. (2023). Artificial Intelligence: Definition and Background. In: Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2>

Kutyniok, G. (2022). The mathematics of artificial intelligence. arXiv preprint arXiv:2203.08890.

Brette, R. (2003). *Modeles impulsionnels de réseaux de neurones biologiques* (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).

Ndione, M., & DIOUF, D. K. O. (2022). La gouvernance au sein des pays de l’UEMOA: avantages de l’utilisation de l’intelligence artificielle. *Communication, technologies et développement*, (11).

Deisting, F., & Lahille, J.-P. (2017). Analyse. In F. Deisting, & J.-P. Lahille, Analyse. DUNOS.

Goodell, J. W., Kumar, S., Lim, W. M., & Pattnaik, D. (2021). Artificial intelligence and machine learning in finance: Identifying foundations, themes, and research clusters from bibliometric analysis. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, *32*, 100577.

Beer, S. (2002). What is cybernetics? Kybernetes, 31(2), 209–219. doi:10.1108/03684920210417283

McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The bulletin of mathematical biophysics, 5, 115-133.

# Webographies :

Africa, A. I. (2023, Octobre 17). Révélation de la Stratégie IA du Sénégal : Une Vision pour un Avenir Prospère. Retrieved from Révélation de la Stratégie IA du Sénégal : Une Vision pour un Avenir Prospère: <https://africa.ai4d.ai/blog/revelation-de-la-strategie-ia-du-senegal-une-vision-pour-un-avenir-prospere/>

DER. (2017). Der. Retrieved from Der: https://www.der.sn/

PPP, I. (2017, Novembre 10). 2ème édition du SEN PPP Finance à Dakar du 4 au 6 décembre 2017. Retrieved from Initilave PPP: http://www.initiative-ppp-afrique.com/Actualites/Actualites/2eme-edition-du-SEN-PPP-Finance-a-Dakar-du-4-au-6-decembre-2017