Chapitre Revue de la littérature

1. A la découverte de l’intelligence artificielle
   1. Définition de l’intelligence artificielle

Avant d’entrer dans les détails, dans les aspects techniques et scientifiques ou dans l’implémentation d’une intelligence artificielle, 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 artificielle. Une fois s’être bien familiarisé avec ces deux termes, cela va s’avérer bien plus simple de parler de l’IA. Heureusement, beaucoup de recherches, études ont été faites par les scientifiques académiciens sur ses termes que nous nous donnons la tache de définir.

* + 1. 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 se cerveau et on ne peut pas vraiment voir de différence notable entre le cerveau d’une personne intelligence 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 proposés 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 défini 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 prends les données de l’environnement (Inputs) et réagi en conséquence (Outputs).

* + 1. C’est quoi artificielle

La plupart des gens penserais 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 donnez 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. 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 considérée une IA crée par IA toujours artificielle ?

* + 1. Une définition complète 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 donner des définitions mais à la fin, c’est plus ou moins les mêmes définitions.

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) 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 (2024), de nouvelles définitions émergent. En janvier 2023, Haroon Sheikh, Corien Prins & Erik Schrijvers ont copubliés un article « Artificial Intelligence : Definition and Background » ou ils ont 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 donner leurs définitions de l’IA selon leur entendement de la chose et leurs domaines de recherches. Mais a 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 definition.

* 1. 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 neurone.

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

**1950** : Alan Turing publie un article « Computing Machinery and Intelligence » ou 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** : L’un des premier chabot (ELIZA) capable de s’exprimer a été créé par Joseph Weizenbaum (MIT) et est l’une des premières machines a quelque peu réussie le test de Turing.

**1967** : Shun'ichi Amari a été le premier a utilise 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 neurone.

**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 développé 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 de

**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 a battre dans le jeu du Go.

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

* 1. 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 et adepte aussi des sciences cognitives américain. Il est un cofondateur du laboratoire de 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 parler des pères fondateurs de l’IA sans le mentionner car il crée le perceptron qui va ensuite porter son nom. Ce perceptron qu’il a développé est l’origine de tous les model 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.

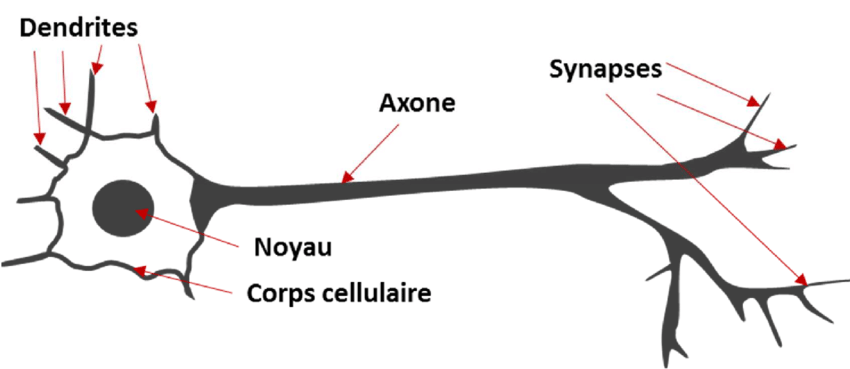
1. Des autres sciences à l’intelligence artificielle
   1. Les mathématiques

“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 les points dans un réseau de neurone.
* **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 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.
  1. La biologie

Pour parler de l’impact de la biologie dans l’intelligence artificielle, il nous faut forcement 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 neurone artificiel vont essayer de répliquer à travers des calculs mathématiques.

* 1. La psychologie

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

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

Pour illustrer cela, nous avons déjà donnés 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 autres.

* 1. 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 neurone prend des données en entre les normalise, 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 afin on va avoir une sortie.

Dans ce processus, il y a que des calculs mathématiques, ce qui veut dire qu’on faire cela sur une feuille (chose qui va certainement prendre beaucoup, beaucoup de temps), on 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 utilisés d’ordinateur pour réaliser le premier réseau de neurone.

* 1. La cybernétique
  2. 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 m’y aventure. 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 intelligents.

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

De tout ce qu’on a dit nous mettons cette question à l’épreuve du réflexionnèrent 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 ? ».

1. Domaines d’application de l’intelligence artificielle
   1. Les prédictions

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

* 1. Reconnaisse d’image

Traditionnellement, reconnaitre des images était difficile pour l’ordinateur et l’une des domaines ou l’humains dépasse la technologie. Maintenant, avec l’avènement des nouveaux l’algorithme, il maintenant possible de reconnaitre et de classer des images a travers des IA spécialisées.

La reconnaissance d’image est utilisée dans la voiture automne, les images spéciales, la reconnaissance de formes…

* 1. La robotique

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

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

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

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

* 1. La santé

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

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

* 1. Les jeux

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

Les algorithmes l’IA sont utilisés pour la recherche de chemin, les jeux d’échec, les jeux de dame, 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 impossible à battre, cela va à chaque fois se terminer avec un match nul.

* 1. 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 fraudes, prévenir les craques, la faillite etc. l’IA est littéralement en train de révolutionner la finance.

* 1. Domaine militaire

L’IA est aujourd’hui beaucoup utilisé dans le domaine militaire, notamment pour reconnaitre des ennemies, des zones de potentielle 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.

* 1. 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 sur la voiture doit être capable de reconnaitre les objets qui va rencontre et faire le bon choix.

* 1. Les chatbots

Nous pouvons considère comme étant une interface de conversion avec entre homme et machine. L’Homme pose une question et machine réponds, ou l’inverse.

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

C’est la vient en jeu l’IA en dynamisant tout cela, elle permettre à chabot de rechercher des réponses soit dans une base de données, soit sur internet.

* 1. L’astronomie

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

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

1. Les intérêts de l’intelligence artificielle

Nous avons déjà vu plusieurs intérêt 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 première de l’IA est de faciliter le travail des humains, en quoi faisant ? nous avons l’IA essayer d’imiter l’intelligence humains a travers des calculs athermiques. Ce qui va aboutir au fait qu’un IA va pouvoir faire des taches traditionnellement humaines sans notre interventions. A 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 la bonne gouvernance surtout dans nos pays, et 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 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 ».

1. 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’AI n’est pas parfaite, c’est du syllogisme. Nous allons voire dans cette parties 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 millier de données. Et la collecte, la traitement et analyse est va s’avérer un grand défi.

Une fois qu’on les données dans le bon format, il faut faire l’apprentissage, et il faut super machine car les calculs mathématiques sont nombreux et couteux et doivent 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 dame, 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 diffèrent 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 d’éthique**

L’IA peut faire preuve de discernement, si elle ceci est prise en compte dans développement. Sinon, elle ne pourra 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, la justice. Et tout est très important car un jour, elle face à ce genre situation, en cas de guerre par exemple.

1. Intelligence artificielle au Sénégal
   1. Les initiatives
   2. Les chercheurs
2. A la découverte de la finance d’entreprise
3. Les enjeux de la finance d’entreprise
4. La finance des entreprises sénégalaises
5. IA appliquées à la finance

References:

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).