La génération automatique de texte : Vers une intelligence artificielle plus créative(*)

Dr.Racha Mohammad Salem
Professeur adjoint en linguistique computationnelle
Département de Français, Faculté des Lettres, Université d'Alexandrie

Résumé :
Au fil des années, l'IA passait par plusieurs phases et s'évoluait si rapidement que personne n'y pensait. L'emploi du mot « créativité » pour désigner une machine paraît bizarre de prime abord. Mais, est-ce que la machine est vraiment créative ? Est-ce que les productions littéraires ou artistiques de l'IA sont effectivement uniques ou elles sont du plagiat bien formulé ? Au cours du présent article, nous essayerons de trouver une réponse objective à ces questions à travers l'étude d'une des fonctions de l'IA qui intéressent le plus les usagers, c'est l'écriture automatique ou la génération automatique de texte. L'étude sera effectuée selon une approche multi-dimensionnelle : lexicologique, neuroscientifique ainsi qu'informatique. Elle sera par la suite soutenue par une expérience pratique de génération d'un texte littéraire par les deux robots conversationnels les plus célèbres (GPT-4 et Gemini).

Mots-clés : intelligence, créativité, génération, IA générative, apprentissage profond, réseau neuronal.

Abstract:
Over the years, AI has gone through several phases and evolved so rapidly that nobody thought anything of it. The use of the word 'creativity' to describe a machine seems strange at first sight. But are machines creative? Are the AI's literary or artistic productions unique, or are they well-formulated plagiarism? In this article, we will try to find an objective answer to these questions by studying one of the AI functions that most interests' users, namely automatic writing or automatic text generation. The study will be carried out using a multi-dimensional approach: lexicological, neuroscientific and computer science. Then, il will be supported by a

(*) **Bulletin of the Faculty of Arts Volume 85 April 2025**

practical experiment in the generation of a literary text by the two most widely used conversational robots (GPT-4 and Gemini).

Keywords: intelligence, creativity, generation, generative AI, deep learning, neural network.

المستخلص: على مرّ السنين، مرّ الذكاء الاصطناعي بعدّة مراحل وتطوّر بسرعة كبيرة بدرجة لم يتوقّعها أحد. إنّ استخدام كلمة «الإبداع» للإشارة إلى آلة يبدو غريبًا للوهلة الأولى. ولكن، هل الآلة مبدعة فعلًا؟ وهل تُعتَبَرُ الإنتاجات الأدبية أو الفنية للذكاء الاصطناعي أعمالًا فريدة فعلاً، أم أنّها مجرد صياغة جيّدة لأعمال منسوخة؟ خلال هذا المقال، سنحاول إيجاد إجابة موضوعية على هذه الأسئلة من خلال دراسة إحدى الوظائف الأكثر إثارة لاهتمام المستخدمين، وهي الكتابة التلقائية أو التوليد الآلي للنصوص. وسيتم إجراء هذه الدراسة وفق دراسة متعددة الأبعاد: لُغَوية (معجمية)، وعصبية-دماغية، وكذلك حاسوبية. كما سيتم دعم الدراسة بتجربة عملية لتوليد نص أدبي باستخدام أشهر روبوتين للمحادثة : GPT4 – Gemini

الكلمات المفتاحية : ذكاء، إبداع، توليد، توليد آلي، التعلم العميق، شبكة عصبية.

« *{…} le cerveau est une espèce d'ordinateur très compliqué, un organe de traitement de l'information composé d'éléments analogues à des circuits intégrés à base de molécules organiques {….}*. »
(Peytavin, 1987, p. 27)

.

Introduction

Le terme « intelligence artificielle » était utilisé pour la première fois en (1956) lors de la conférence de Dartmouth (1) qui est considérée comme le premier événement scientifique portant sur les machines pensantes. L'adoption de ce terme par les communautés scientifiques rendait vraisemblable une idée très ancienne qui n'était connue que dans les livres de science-fiction (2). La combinatoire lexicale entre « intelligence » – nom relevant en principe du champ lexical de l'être humain – et « artificielle » – adjectif relevant en principe du champ lexical de la machine – met au clair les capacités intellectuelles et actionnelles humaines qui seront désormais accordées à la machine dans le but de la rendre apte à accomplir des tâches étant jadis exécutées uniquement par l'homme. Au fil des années, l'IA passait par plusieurs phases et s'évoluait si rapidement que personne n'y pensait. Actuellement, l'humanité vit l'ère de « l'intelligence artificielle générative » grâce à laquelle la machine n'est plus limitée à l'analyse des données insérées par l'homme, mais elle en produit de nouvelles.

On est arrivé à une phase où les robots remplacent avec succès les humains dans certains métiers : nous voyons des robots réceptionnistes dans des hôtels, ouvriers dans des usines et serveurs dans des restaurants. Dans le domaine des langues naturelles, des robots conversationnels apparaissent récemment sur le marché, ils génèrent (produisent) de textes, de codes, de photos, de fichiers Excel et Powerpoint. Ce progrès incroyable marque le début d'une nouvelle phase dans l'histoire de l'IA qui, à notre avis, pourrait être nommée « la créativité artificielle ». Certes, l'emploi du mot « créativité » pour désigner une machine paraît bizarre de prime abord : Est-ce que la machine est vraiment créative ? Est-ce que ses productions littéraires ou artistiques sont effectivement uniques ou elles sont du plagiat bien formulé ?

Au cours du présent article, nous essayerons de trouver une réponse objective à ces questions à travers l'étude d'une des fonctions de l'IA

qui intéressent le plus les usagers, c'est l'écriture automatique ou la génération automatique de texte. L'étude sera effectuée selon une approche multi-dimensionnelle : lexicologique, neuroscientifique et informatique. Tout d'abord, nous jetterons la lumière sur les différences lexicologiques entre les lexèmes « intelligence », « créativité » et « génération ». Ensuite, selon un point de vue neuroscientifique, nous expliquerons brièvement les fonctions cérébrales qui sont responsables du développement de l'esprit intelligent et créatif chez l'homme. En parallèle, nous présenterons les techniques de l'IA générative qui assument formellement les mêmes fonctions intellectuelles humaines. La partie théorique sera ensuite soutenue par deux volets pratiques : le premier présentera les résultats de soumission de Gemini et de GPT Write For Me (un des membres de la famille GPTS et qui génère des textes d'une manière plus performante que celle de ChatGPT) à deux types de tests employés souvent à l'échelle mondiale pour évaluer l'esprit créatif humain. Dans le deuxième volet, nous analyserons deux textes littéraires qui ont été générés par Gemini et Write For Me en détaillant les mécanismes employés en général dans l'écriture automatique.

1. Repères terminologiques

Les définitions lexicographiques des trois lexèmes (« intelligence », « créativité » et « génération ») explicitent les convergences et les divergences lexico-sémantiques existant entre eux. Le premier axe de l'étude est linguistique, nous nous sommes référée au dictionnaire de *L'Académie française* [(3)], la neuvième édition (version numérique) pour les définitions. En outre, nous avons consulté *Spiderlex* [(4)], le réseau lexical de la langue française élaboré par le laboratoire ATILF (Université de Lorraine, France), pour la représentation sémantique de chaque lexème.

1.1. Intelligence

Le dictionnaire de *L'Académie Française* la définit par : « *Faculté de comprendre, de concevoir, de connaître, et notamment faculté de discerner ou d'établir des rapports entre des faits, des idées ou des formes pour parvenir à la connaissance* » [(5)]. D'après cette définition,

nous constatons que l'« intelligence » connote les processus mentaux qui sont responsables de l'acquisition, de la sauvegarde et de la réutilisation des connaissances. En outre, le champ sémantique de l'« intelligence »(6) comporte des unités lexicales dénotant la raison, la réflexion, l'esprit et les sentiments.

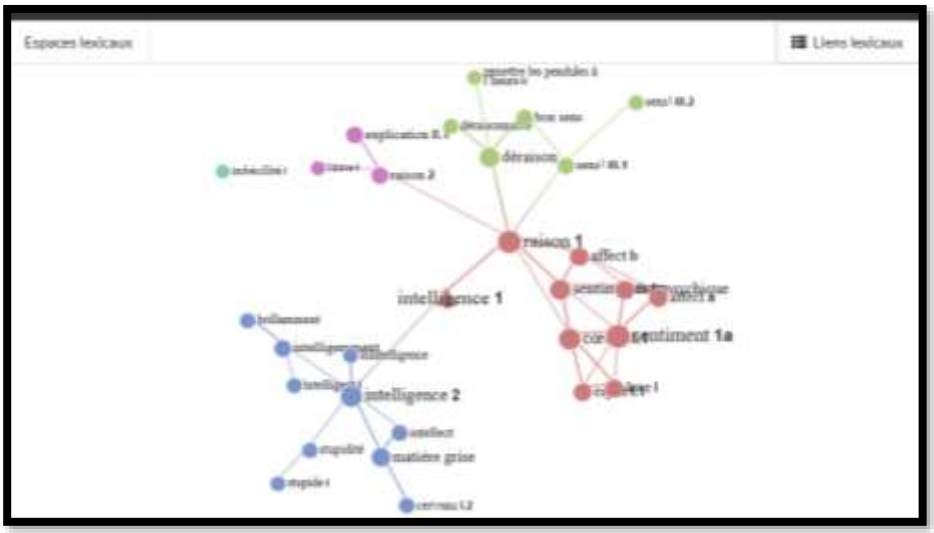

Figure (1) : Espace sémantique du lexème « intelligence »

1.2. Créativité

Selon le dictionnaire de *L'Académie Française*, la créativité est : « *Aptitude à créer, inventer* »(7). L'article lexicographique de « créer » compte le verbe « inventer » parmi les synonymes possibles au cas où le sujet est un être humain (8). Le verbe « Inventer », à son tour, est défini par : « *Trouver, concevoir, imaginer quelque chose de nouveau, et notamment une machine, un procédé, une technique, un système* »(9). Les deux mots-clés dans cette définition sont le verbe « imaginer » et l'adjectif « nouveau », ce qui souligne que le lexème « créativité » connote aussi l'imagination ou l'originalité.

Créativité ≅ invention ≡ imagination / originalité

La Figure (2) explicite le réseau sémantique de « créativité »[(10)] qui comporte parmi ses éléments les lexèmes : « composer », « former » et « imagination ».

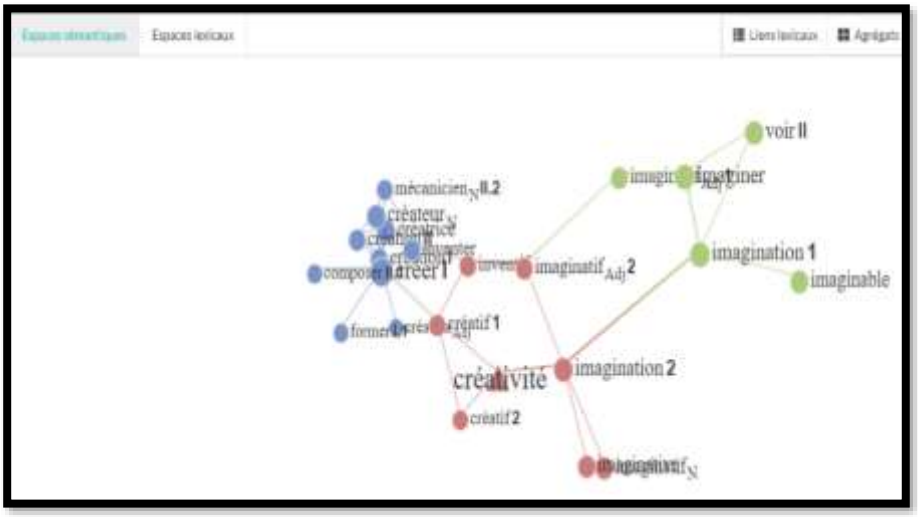

Figure (2) : Espace sémantique du lexème « créativité »

Si nous mettons en parallèle les deux réseaux sémantiques d'« intelligence » et de « créativité », nous remarquerons qu'ils sont complètement différents et qu'ils ne sont nulle part liés comme Figure (3) le montre. Ce qui confirme que nous sommes devant deux processus mentaux différents dont chacun a ses aspects et ses méthodes.

Figure (3) : La sémantique d'« intelligence » *VS* la sémantique de « créativité »

1.3. Génération

Le troisième lexème que nous traitons dans cette rubrique est la « génération » qui est utilisé actuellement pour désigner les productions des machines intelligentes. « Générer » qui signifie « engendrer » / « produire » selon le dictionnaire de *L'Académie Française*, n'est employé que dans des contextes limités (précisément les textes scientifiques). Dans la langue courante, on opte plutôt pour l'emploi des synonymes tels que : « produire », « engendrer » et « causer »(11). Récemment, le lexème reprend son essor avec l'avènement de l'intelligence artificielle, surtout avec l'épanouissement des techniques du Deep Learning. Une nouvelle notion voit alors le jour – « l'IA générative » – qui désigne la capacité de la machine de concevoir des productions écrites et audio-visuelles variées et d'agir dans diverses situations indépendamment de la surveillance humaine. Il est à noter que le champ sémantique de « génération » inclut certains dérivés du lexème « créativité »(12) comme « créer » et « créateur ».

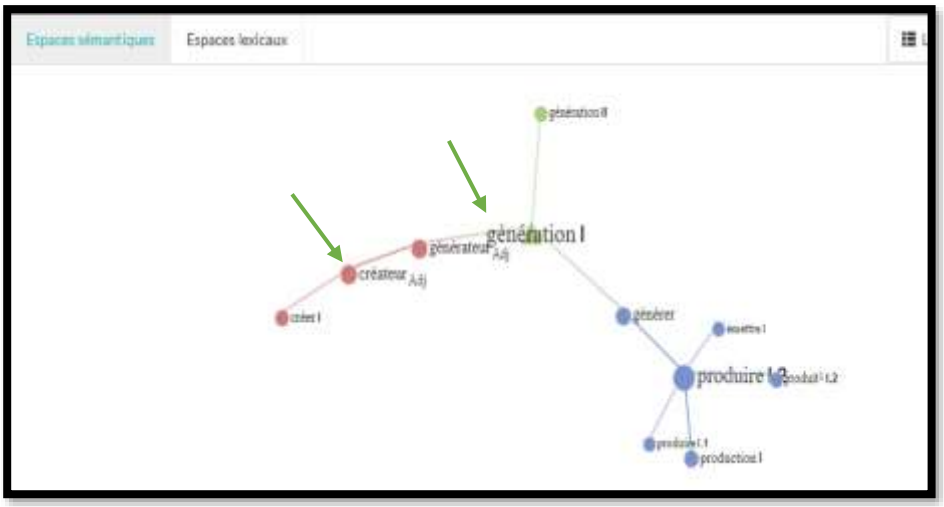

Figure (4) : Espace sémantique du lexème « génération »

De même, les Figures (5) et (6) clarifient que « génération », « créativité » et « imagination » sont proches dans l'espace sémantique alors que « génération » et « intelligence » sont totalement séparées.

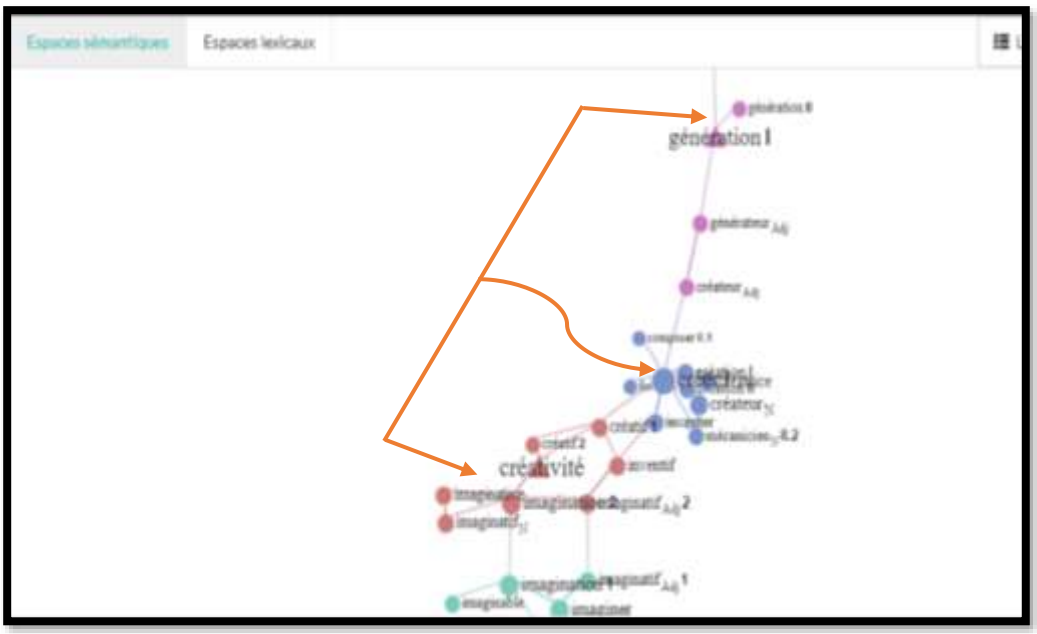

Figure (5) : Convergences sémantiques entre « générer », « créer » et « imaginer »

Comme il paraît clair dans la Figure ci-dessus, la « créativité » se situe au centre entre la « génération » et l'« imagination ».

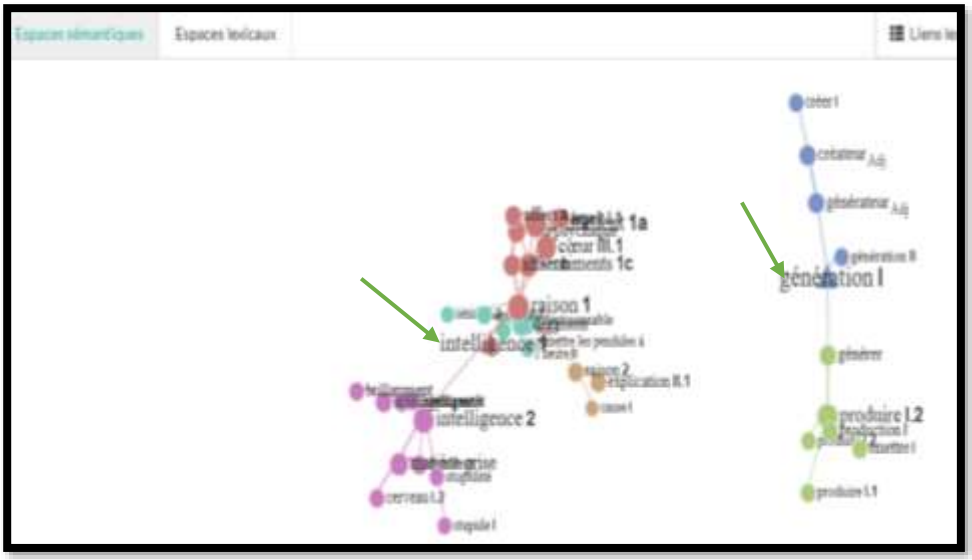

Figure (6) : Divergences sémantiques entre « intelligence » et « génération »

Cette brève analyse a montré que la combinatoire lexico-sémantique entre les deux notions [« créativité » et « génération »] est beaucoup plus forte que celle entre [« créativité » et « intelligence »]. Pour produire des idées originales, l'homme a besoin d'un esprit créatif, le fait d'être intelligent est insuffisant. Nous avons prouvé cette hypothèse au niveau linguistique, par la suite, nous allons la prouver aussi au niveau cognitif.

2. Le miracle du système cérébral humain

Le cerveau humain constitue la base fondamentale de toutes les recherches étant faites ou en cours dans le domaine de l'intelligence artificielle. Réussir un modèle informatique intelligent, c'est comprendre au préalable le système cérébral humain. Dans les lignes suivantes, nous expliquerons au lecteur les processus mentaux qui

déterminent le degré d'intelligence et de créativité chez l'homme sans entrer dans des détails qui pourraient être ambigus et déroutants pour les non spécialistes.

2.1. Un esprit intelligent construit

Pour comprendre l'intelligence humaine, il est nécessaire que le point de départ soit la théorie constructiviste de Jean Piaget qu'il a décrite dans son ouvrage *La psychologie de l'intelligence* publié en (1967). Les travaux du psychologue suisse sont considérés comme des travaux phares dans ce domaine. En (2020) une nouvelle édition du livre voit le jour, elle est présentée par Olivier Houdé qui souligne que Piaget considère l'intelligence comme « *une forme d'adaptation : l'adaptation de la cognition aux choses.* » Aussi précise-t-il que Piaget « *utilisait l'idée d'adaptation au sens biologique*. » (p. 17). En d'autres termes, selon la théorie constructiviste, l'intelligence est née avec l'homme, elle se développe et s'évolue tout au long de sa vie. Son degré est déterminé par rapport à la manière à travers laquelle l'homme assimile les connaissances acquises de l'environnement qui l'entoure ; à sa capacité d'enregistrement de ces connaissances ; ainsi qu'à son aptitude à les réutiliser d'une façon flexible et ajustable à l'environnement, à la société, à la situation où il se trouve et aussi aux circonstances qu'il vit.

Afin de mieux élucider la théorie piagetienne au lecteur, nous essayerons de schématiser le fonctionnement de ce que nous pourrions appeler « centre cérébral d'intelligence humaine ».

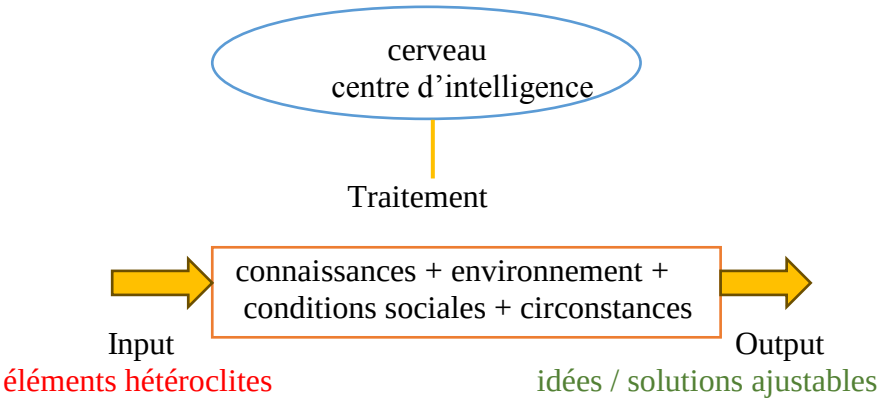

Figure (7) : Processus d'intelligence humaine

2.2. Un esprit créatif plus spontané

La créativité, du point de vue cognitive, résulte de la mise en fonctionnement de deux processus principaux : les fonctions cognitives de contrôle et la mémoire sémantique. Le premier processus inclut les fonctions d'« *inhibition des réponses prépotentes lorsqu'elles sont inadaptées, le rappel contrôlé en mémoire {…} et la mémoire de travail.*» Tandis que le deuxième processus groupe « *des processus associatifs plus spontanés. Ces processus reposent en partie sur la structure de la mémoire sémantique, i.e. la façon dont les éléments de connaissance sont associés dans notre mémoire.* » (Theophile Bieth et *al.*, 2019, p. 165)

Autrement dit, la créativité chez l'être humain est une opération mentale basée plutôt sur les travaux de la mémoire qui est partiellement contrôlée par les fonctions cognitives. Ces fonctions sont responsables du refus des réponses inappropriées (*inhibition des réponses prépotentes*), de la récupération des informations stockées dans la mémoire (*rappel contrôlé en mémoire*) ainsi que de la sauvegarde des informations importantes et la suppression de celles inutiles (*mémoire de travail*).

La partie non contrôlée ou spontanée – comme la citation ci-dessus précise – s'appelle la mémoire sémantique. Elle se compose de réseaux neuronaux où toutes les informations enregistrées sont connectées. Le taux de créativité est mesuré d'après cette partie spontanée de la mémoire : plus les connexions entre les connaissances sauvegardées sont originales et uniques, plus les idées produites par l'homme sont jugées comme créatives. C'est ce que Bieth et ses collègues précisent : « *En effet, des études psycho-expérimentales ont montré que plus un individu est créatif plus ses associations sémantiques sont flexibles, permettant ainsi de relier des concepts ou des mots plus éloignés.* » (Ibid. Loc.cit)

Comment la mémoire enregistre les connaissances et les fait connecter les unes aux autres ? Selon quels critères ? Selon quelles formes ? Ces mécanismes restent jusqu'à nos jours énigmatiques pour les neuroscientifiques [(13)] et par conséquent pour les informaticiens qui développent des systèmes formels imitant le cerveau humain. On pourrait comprendre pourquoi un être humain (X) est intelligent alors

qu'un autre (Y) ne l'est pas, mais on ne peut pas affirmer pourquoi (X) est créatif alors que (Y) ne l'est pas.

3. De l'intelligence humaine à l'intelligence artificielle

Le vrai challenge de l'IA est la construction d'un modèle formel-mathématique simulant le cerveau de l'homme. Le rêve commence à se réaliser grâce à l'invention du système de la Machine Learning puis du Deep Learning.

3.1. Phase de la Machine Learning

C'est la phase de l'intelligence artificielle avancée : le système de la Machine Learning (ou l'apprentissage automatique, en langue française) permet à la machine d'agir dans les différentes situations et de résoudre les problèmes de la même manière que l'homme. Dans le domaine des langues naturelles, à titre d'exemple, grâce aux techniques de la Machine Learning, un modèle de langage arrive à éviter les erreurs linguistiques commises par les premières générations des machines pensantes, telles que l'analyse des unités phraséologiques et le déchiffrement des ambiguïtés lexicales et syntaxiques. De même, il peut résumer un texte en formulant de nouvelles phrases qui n'existent pas dans le texte original mais qui expriment le même sens sémantique (ce qu'on appelle résumé automatique par abstraction). L'atout de la Machine Learning, comme l'explicite l'appellation française, est le fait que la machine apprend et s'auto-corrige indépendamment de la surveillance humaine à travers les feedbacks qu'elle reçoit des usagers sur les réponses qu'elle formule et les tâches qu'elle exécute.

Si nous observons bien la théorie de Piaget, nous constaterons qu'elle représente la base fondamentale de la Machine Learning : on commence par une base de données immense, comme le petit bébé qui est né avec l'esprit d'intelligence. Puis, le système perfectionne cette base de données, l'enrichit, la modifie au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles connaissances, comme l'homme qui développe son intelligence à travers ses relations avec son entourage, son environnement et sa société. Dans les premières générations des machines pensantes, la correction des erreurs était faite par l'homme (l'apprentissage supervisé), mais par la suite la machine arrive à

réviser ses réponses et à se modifier seule (apprentissage non supervisé) comme nous l'avons mentionné dans le paragraphe précédent. Le système informatique analyse les commentaires des usagers. Les résultats de cette analyse sont classés sous deux rubriques : modification des présentes données / ajout de nouvelles données. Le tout est fait d'une manière complètement automatique.
Le problème des réseaux neuronaux de la Machine Learning c'est que les données d'entrée (Inputs) et de sortie (Outputs) sont séparées les unes des autres. Ce qui fait que parfois les réponses du modèle de langage ne correspondent pas aux questions posées par l'usager ; de même elles ne sont pas toujours cohérentes car le traitement d'Input n'est pas séquentiel mais instantané. C'est-à-dire si nous avons un paragraphe qui se compose de cinq phrases, le modèle traite chacune d'elles comme si c'était une unité autonome indépendante du contexte. En passant de phrase (1) à la phrase (2), il oublie complètement la première, du fait que si la deuxième phrase comporte des indices dont les références sont mentionnées dans la première phrase, le modèle n'arrive pas à les lier.

3.2. Phase du Deep Learning

Nous la jugeons comme le début de la créativité artificielle, de la production ou de la génération automatique. Afin de remédier aux faiblesses du système de la Machine Learning, on a pensé à l'élaboration de réseaux neuronaux dits « profonds » qui se composent d'un nombre énorme de paramètres de traitement. Ces techniques très avancées sont appelées « Deep Learning » ou « apprentissage profond », elles donnent naissance à une nouvelle conception connue par le nom de « l'IA générative ». Il s'agit d'une IA plus ou moins créative qui génère automatiquement de contenus uniques. Ce que nous allons montrer dans la dernière partie de l'article à travers une expérience faite sur les robots conversationnels.
Nous employons l'adverbe « plus ou moins » pour souligner que l'aspect créatif d'un modèle de langage n'est pas encore totalement confirmé. Pour le prouver, il faut que ce dernier passe par plusieurs tests dans divers domaines. Bien que nous ayons soumis ChatGPT et Gemini à deux tests d'évaluation de la créativité humaine dont nous citons les résultats dans les pages suivantes, nous ne pouvons ni

affirmer ni réfuter l'idée de la créativité artificielle. Ces tests restent insuffisants pour aboutir à des résultats pertinents.
Au niveau du traitement automatique des langues naturelles (TALN), grâce aux techniques du Deep Learning, la machine devient capable de traiter la sémantique du texte : les données d'entrée sont traitées séquence-en-séquence. C'est-à-dire après avoir traité phrase (1), le modèle l'enregistre pour la lier à phrase (2) et ainsi de suite. A l'issu du traitement, les données d'entrés sont toutes représentées dans les données de sortie. C'est ainsi que le modèle de langage arrive à générer un texte, une image ou même une vidéo de A à Z. Ces productions sont accomplies grâce à un type de réseaux neuronaux très avancés qui sont construits à l'image du système cérébral humain.

3.3. Les réseaux neuronaux artificiels profonds

Le tableau suivant met en parallèle les fonctions cérébrales qui stimulent l'esprit créatif humain (que nous avons explicitées ci-dessus '2.2') et le modèle formel équivalent qui assume la même tâche :

La fonction cérébrale	Le modèle formel
L'inhibition des réponses prépotentes inadaptées	Apprentissage par renforcement / rétropropagation
La mémoire de travail	Réseau LSTM (Long Short Term Memory)
Le rappel contrôlé en mémoire	Réseau neuronal récurrent
La mémoire sémantique	

Tableau (1) : Le réseau neuronal humain *VS* le réseau neuronal artificiel

Le taux de l'intelligence d'un modèle de langage est déterminé selon la richesse et la variété de sa base de données. Quant à la créativité, elle est mesurée selon la construction rigoureuse de son réseau

neuronal. En fait, un réseau neuronal artificiel profond se distingue des autres types de réseaux neuronaux grâce à deux mécanismes principaux : l'analyse séquentielle des données et la prédiction. L'analyse séquentielle des données conserve la connexion entre les Inputs et les Outputs. Les données d'entrée sont réparties en séquences, les données de sortie résultant du traitement de chacune de ces séquences sont sauvegardées dans la mémoire et servent comme des données d'entrée à la séquence suivante du fait qu'enfin toutes les informations analysées sont enregistrées sous forme de chaînes connectées. Ce qui permettra ensuite au modèle de langage de formuler des réponses cohérentes aux diverses questions posées par les utilisateurs.

Ces informations qui s'accumulent avec le temps nécessitent un système de filtrage. Grâce à la technique « Long Short Term Memory », le modèle de langage supprime les informations inutiles et garde les plus importantes ou les plus fréquentes. Exactement comme le cerveau humain le fait grâce à la mémoire de travail. L'homme tient seulement les connaissances pertinentes. Un deuxième filtre se fait grâce à la technique de l'apprentissage par renforcement ou rétropropagation : les commentaires envoyés par les utilisateurs qui refusent les réponses inappropriées du modèle de langage servent à la rectification de sa base de données. Autrement dit, la machine possède un système formel d'auto-apprentissage et d'auto-évaluation pour imiter l'homme qui est en apprentissage et évaluation continuels.

Le deuxième mécanisme principal sur lequel se base un réseau neuronal de type Deep Learning est la prédiction qui permet au modèle de langage de prédire le reste d'une phrase. Si nous introduisons soit un mot à partir duquel nous demandons au modèle de construire une phrase, soit un texte à trous à partir duquel nous demandons au modèle de le compléter, il arrivera à exécuter les deux tâches car il sait bien placer les mots dans leurs espaces sémantiques et de prédire les combinaisons lexico-sémantiques possibles. Les réseaux récurrents sont les premiers réseaux neuronaux artificiels profonds qui emploient le mécanisme de prédiction. Ils sont de deux types : les réseaux unidirectionnels qui traitent les données précédentes pour prédire des réponses à la question en cours ; et les réseaux bidirectionnels qui traitent les données futures aussi bien que précédentes pour avancer des prédictions plus précises et plus logiques. Dans un texte à trous, à titre d'exemple, le nombre de

prédictions du mot manquant sera plus limité et plus compatible au contexte si le modèle connaît déjà le début et la fin de la phrase. Le réseau neuronal récurrent est la représentation formelle de la mémoire sémantique dans le cerveau humain.

De ce qui précède, il paraît clair qu'on a réussi à formaliser la plupart des fonctions cérébrales qui sont responsables du développement de l'esprit créatif chez l'être humain. La partie qui reste, jusqu'à nos jours, un des secrets du cerveau humain et qui cause parfois des erreurs ou des hallucinations chez les modèles de langage, c'est la méthode du classement et de connexion des connaissances dans la mémoire sémantique. C'est la partie qui permet à l'homme d'inventer ou d'élaborer des idées originales. Les ingénieurs informatiques essayent de remédier à ce problème en élaborant le paramètre de température que nous aborderons dans le point suivant parmi les autres paramètres responsables de l'écriture automatique.

3.4. Les algorithmes de l'écriture automatique

Dans cette rubrique, nous détaillerons les paramètres qui se chargent de l'écriture automatique ou de la génération automatique de texte. Nous observerons de près ce mécanisme qui nous paraît compliqué mais créatif. Vu que les ressources qui traitent des algorithmes et du mode de fonctionnement des robots conversationnels sont rares, nous nous sommes référée à ces robots eux-mêmes en posant à GPT Write For Me la question suivante : « *Quels types d'algorithmes utilisez-vous pour générer un texte ?* » Nous résumons sa réponse en cinq points :

1) Les Transformateurs qui se chargent de l'analyse séquence-en-séquence des données. Notons que nous avons étudié l'architecture Transformers en détail dans un article précédent. (Salem, 2024, p. 15)
2) Le pré-entraînement ou la phase de prédiction. Pour chaque mot, l'algorithme prédit le mot suivant jusqu'à la constitution d'une phrase, à partir de laquelle il prédit la phrase suivante et ainsi de suite jusqu'à arriver à générer un texte complet.
3) L'affinage ou la phase d'entraînement de texte. Le modèle se réfère à sa mémoire pour vérifier la vraisemblance du texte produit par rapport aux informations stockées dans sa base de données.

4) Le décodage pendant la génération de texte : c'est la phase où le modèle fait le choix parmi toutes les probabilités déterminées dans la phase du pré-entraînement et l'entraînement. A travers certains paramètres dont le plus important est celui de « la température », le modèle examine toutes les probabilités afin de sélectionner la plus compatible au sens contextuel. Vu son importance dans la génération de texte, nous pourrions considérer le paramètre de la « température » (ou « contrôle de la diversité » chez Gemini) comme le paramètre d'originalité ou de créativité. Il calcule le degré de combinaison entre les mots à travers des opérations mathématiques. Si le nombre obtenu ou la température est basse – près du zéro – la combinaison est jugée comme normale ou fréquente. Le modèle y renonce. En revanche, si la température dépasse le (1), la combinaison est donc originale, il la retient. Mais en cherchant la créativité, on pourrait sacrifier la cohérence textuelle, c'est ce que le GPT Write For Me lui-même explique : « *Le modèle devient plus aléatoire et plus enclin à choisir des mots moins probables. Cela augmente la diversité et la créativité du texte généré, mais peut rendre le résultat moins cohérent*. »
5) La rétropropagation ou la phase de la révision finale et de la correction des erreurs. Le modèle se sert des résultats du processus d'auto-évaluation qu'il a effectué lors des tâches antérieures pour éviter de commettre les mêmes erreurs dans la tâche en cours.

En fait, l'incapacité de la machine de maintenir l'équilibre entre l'originalité et la cohérence pourrait justifier le jugement proclamé par Claude-Alain Roten et *al.* dans l'article intitulé « Détecter par stylométrie la fraude académique utilisant ChatGPT » : les auteurs soulignent que les robots conversationnels ne comprennent pas les textes qu'ils génèrent. Ce qui fait que ces textes sont parfois hétérogènes puisqu'ils ne sont pas soutenus par la logique : « *Par essence, ChatGPT ne comprend donc ni les textes d'entraînement, ni les textes qu'il rédige. Il correspond actuellement à la définition d'une IA faible, incapable de réfléchir. Ses capacités cognitives sont inférieures à celles de l'intelligence humaine et à celles d'une IA forte.* » (*Les cahiers de IRAFPA*, 2023, p. 3)
Il est vrai que les robots conversationnels hallucinent et commettent parfois des erreurs illogiques, mais cela ne contredit pas le fait d'être

intelligent ou même créatif puisque les humains eux-mêmes se trompent. Si la machine est incapable actuellement de réfléchir ou de comprendre, elle le pourra dans quelques années puisque tout dépend du système formel adopté. Si la réflexion humaine est formalisée un jour en opérations mathématiques, la machine comprendra et réfléchira exactement comme l'homme. Bref, c'est une question relative qui dépend du déchiffrement des secrets du cerveau humain.

4. La soumission des robots conversationnels aux tests de créativité

De la théorie, nous passons à la pratique, nous soumettrons GPT-4 et Gemini à deux tests qui évaluent la créativité chez les humains et qui sont disponibles gratuitement en ligne : le test « TTCT » et le test « Divergent Association Task ». Le choix des tests était fait d'une manière qui couvre la créativité non verbale aussi bien que verbale.
En fait, la soumission de la machine aux tests d'évaluation des capacités mentales humaines n'est pas nouvelle, les premières machines pensantes qui ont vu le jour dans les années cinquante et soixante ont été soumises au test de Turing qui mesure l'intelligence artificielle en la comparant à l'intelligence humaine. Si les réponses portées par la machine sur une liste de questions variées sont similaires à celles formulées par un être humain, donc la machine est jugée comme intelligente. Récemment, les robots conversationnels GPT (toutes les versions) et Gemini ont passé par le test MMLU Benchmark qui mesure la performance des modèles de langage selon quatre critères principaux : la cohérence, la pertinence, le détail et la clarté (Salem, 2024, p. 13). MMLU Benchmark couvre les différentes branches des sciences exactes telles que la biologie, l'astronomie, l'économie, ainsi que des sciences humaines telles que la sociologie, l'histoire et la philosophie.

4.1. Le test « TTCT »

Les tests de créativité de Torrance ou (Torrance Tests of Creative Thinking) étaient développés en (1960) par les psychologues américains Ellis Paul Torrance et Joy Paul Guilford. Pendant dix ans les deux psychologues avec leur équipe ont modifié le test plusieurs

fois et en ont publié plusieurs versions. Il s'agit d'un seul test à deux volets (verbal et non verbal) que toute personne (enfants et adultes) peut passer pour évaluer son esprit créatif.
En (2023), une équipe de chercheurs à l'Université Montana aux Etats-Unis ont soumis GPT-4 au test verbal de Torrance de créativité. Ils ont publié les résultats dans le cadre d'une recherche scientifique (Erik E Guzik et *al.*, 2023). Le TTCT (volet verbal) se compose de six activités [(14)] :

1. Poser des questions / maximum score 25
2. Deviner les causes / 25
3. Deviner les conséquences / 25
4. Amélioration le produit / 32
5. Utilisation inhabituelles / 50
6. Suppositions / 27

Les résultats auxquels le groupe de chercheurs ont abouti, étaient très prometteurs au niveau de la fluidité, de la flexibilité et de l'originalité des réponses avancées par le robot conversationnel.

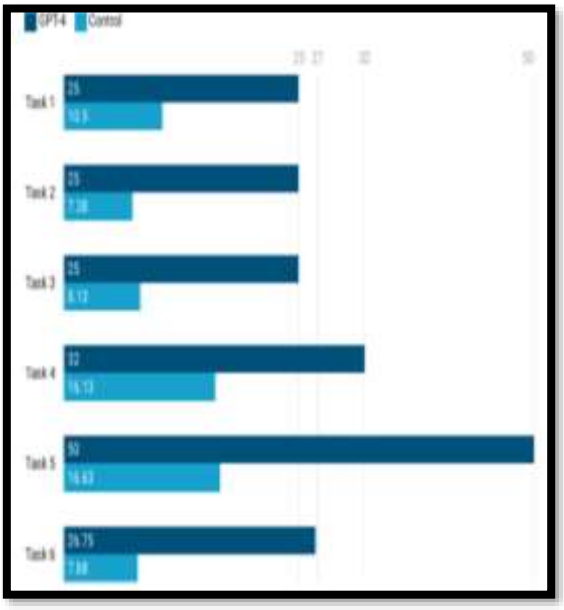

Figure (8) : Score de la fluidité

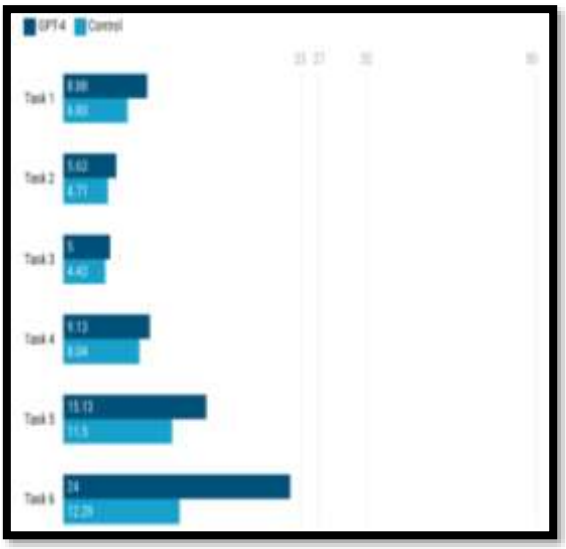

Figure (9) : Score de flexibilité

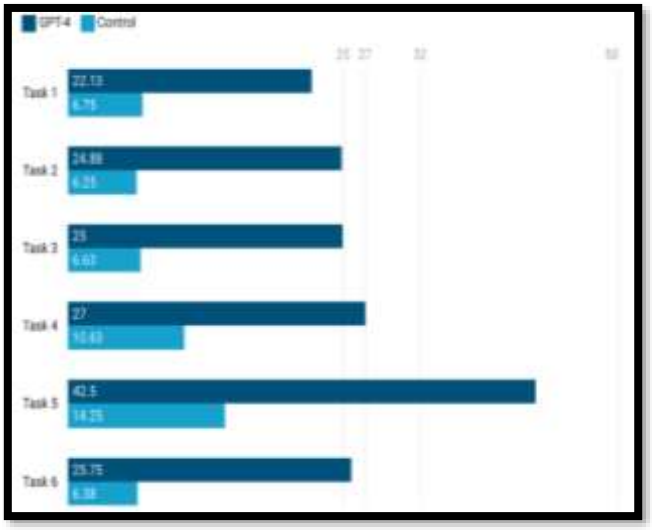

Figure (10) : Score d'originalité

Dans une tentative de continuer ce que les chercheurs de l'Université de Montana ont commencé, nous soumettons GPT-4 et Gemini au test non verbal de Torrance [15].

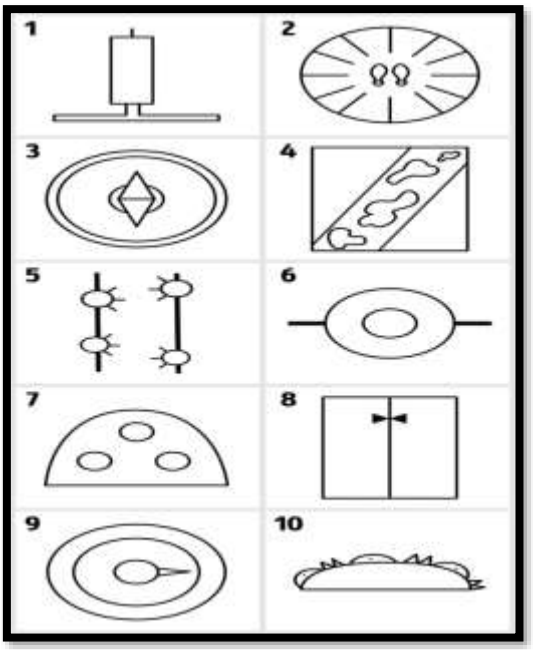

Figure (11) : Le test non verbal de Torrance

Selon les créateurs du test, le degré de créativité est déterminé par rapport au nombre des interprétations de chaque photo : la personne qui propose d'une à deux réponses pour chaque image n'est pas tellement créative. Celle qui avance de trois à cinq réponses pour chaque image est jugée comme étant créative et possédant un esprit imaginatif. Si la personne suggère six réponses ou plus, elle sera considérée comme très créative avec une imagination illimitée.
En demandant à GPT-4 d'interpréter ces photos, il donne d'une à deux réponses pour chacune alors que Gemini donne de deux à trois réponses pour chacune. Ce qui montre qu'au niveau d'interprétation visuelle Gemini paraît plus créatif que GPT-4.

4.2. Le test de « Divergent Association Task » [16]

Un groupe de psychologues de l'Université de Harvard ont élaboré un test qui se compose d'une seule question consistant à la citation de dix mots en anglais qui sont très différents les uns des autres sur le plan sémantique. Des mots qu'il est impossible de les assembler dans le même espace sémantique ou le même contexte. La note varie entre (0)

et (200). La meilleure note moyenne obtenue jusqu'à la date de rédaction du présent article est (78). Neuf mille personnes de quatre-vingt-dix-huit pays ont passé le test en ligne. L'objectif de ce test est de mesurer – selon les chercheurs – la créativité verbale et la pensée divergente chez les humains. Plus la personne est capable de trouver dix mots qui sont différents les uns des autres, plus cette personne est créative car elle est capable de résoudre des « *open-ended problems* » (problèmes ouverts).
En posant cette question à GPT-4, il a obtenu une note plus grande que la note moyenne obtenue par tous les gens qui ont passé ce test.

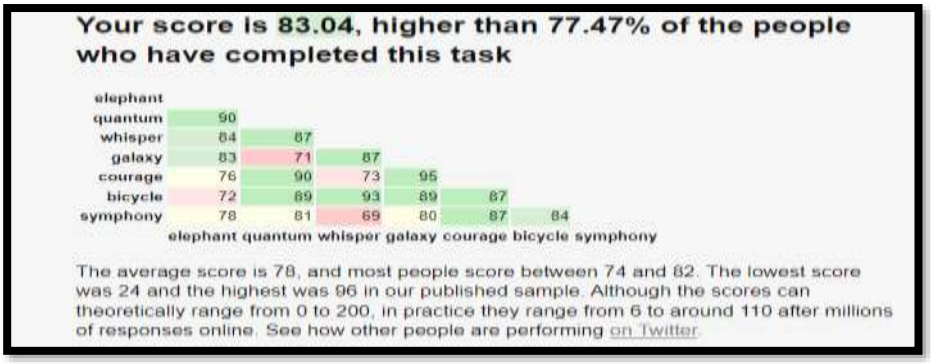

Figure (12) : Score de GPT-4

Quant à Gemini, il a obtenu une note inférieure à la moyenne. Remarquons que la différence entre le score de GPT-4 et celui de Gemini est grande [83.04 *VS* 76.58). Ce qui exige une étude approfondie des algorithmes qui contrôlent le paramètre de créativité ou d'originalité chez GPT-4.

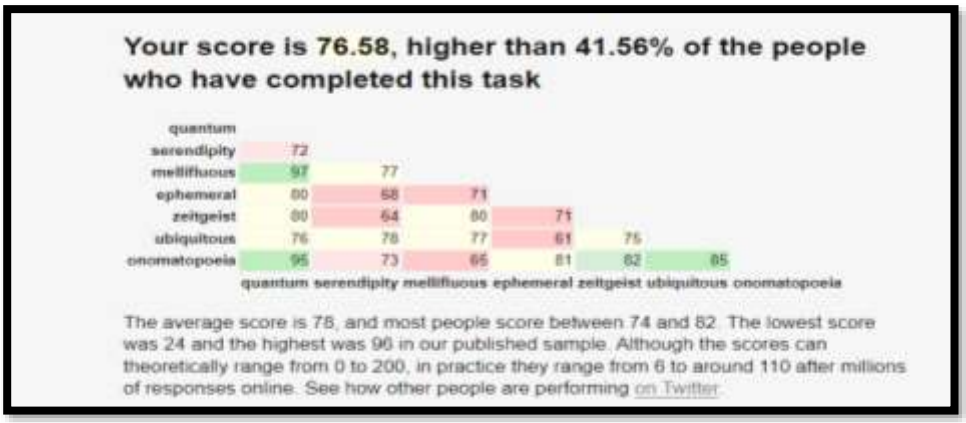

Figure (13) : Score de Gemini

Bref, les premiers résultats des deux tests montrent que les robots conversationnels possèdent effectivement un esprit créatif, il ne s'agit pas seulement de machines intelligentes mais de machines qui sont en vraie concurrence avec l'homme. On a dépassé l'ère de l'IA pour en entrer dans une nouvelle, celle de l'IA générative. Cependant, nous insistons sur le fait que ces deux tests sont insuffisants pour affirmer l'aspect créatif de la machine mais quand même c'est une ébauche qui attire l'attention des lecteurs sur la nouvelle phase de ce que nous préférons nommer « la coopération homme / machine » plutôt que « concurrence ».

Dans la partie suivante, nous passerons à un exemple pratique de cette créativité artificielle dans le domaine de la production littéraire vu que la littérature est considérée comme étant la source d'imagination par excellence.

5. Une production écrite automatique

5.1. La génération d'un poème romantique par GPT Write For Me

Au début de l'an 2024, OpenAI a diffusé une série d'outils qu'elle a appelée « GPTs » dont chacun est chargé d'une tâche bien déterminée : la production écrite, la recherche scientifique, l'analyse textuelle, la programmation, l'éducation, etc.[(17)]. Nous avons choisi

pour l'expérience menée dans le présent article le générateur automatique de textes « Write For Me »[18]. Nous lui avons demandé de générer un poème qui reflète l'esprit du courant romantique. Voici sa réponse :

À l'Aube des Sentiments

Ô douce nuit, berce-moi de tes rêves,
Que l'ombre m'enveloppe de sa tendre étreinte,
Sur les ailes du vent, que mon cœur s'élève,
À la poursuite d'une étoile lointaine et sainte.

Là-bas, au-delà des monts, des mers, des plaines,
Où le ciel se fond en un voile éternel,
Je cherche l'écho de l'âme incertaine,
Dans le murmure des bois, sous le ciel de nac ↓ , de miel.

Que l'amour me guide, me consume, me chavire,
Comme une flamme ardente dans la nuit obscure,
Qu'il soit ma douleur, ma passion, mon délire,
Mon unique refuge, ma plus douce blessure.

Et si je dois tomber dans l'abîme profond,
Que ce soit dans les bras d'une tendre illusion,
Qui me chantait l'éternité au doux son,
D'une harpe céleste, d'une pure dévotion.

Ô nuit étoilée, emporte-moi dans ton sillage,
Vers l'infini des songes, là où l'âme est apaisée,
Là où le cœur s'abandonne sans courage,
À l'étreinte de l'amour, pour l'éternité embras ↓

Ce poème s'inscrit dans le courant romantique en mettant l'accent sur les sentiments intenses, la contemplation de la nature, et la quête de l'amour idéal. Les thèmes de la nuit, des étoiles, et de l'infini reflètent le désir de transcendance, typique du romantisme.

Figure (14) : Poème romantique généré par Write For Me

Premièrement, le titre du poème « A l'aube des sentiments » : Il ne s'agit pas d'une production unique de la machine. Il existe dans la littérature française moderne deux recueils de poèmes portant le même titre : Le premier appartient à Malek Mahrat, un poète français d'origine syrienne. Dans ce recueil qui a été publié en (2023), le poète parle de l'amour, de la patrie, de la révolution populaire syrienne ainsi que de sa famille [(19)]. Le deuxième recueil qui est paru en mai (2024) est rédigé par Lomé Malécot, un jeune poète français de dix-sept ans. Il y traite de l'amour véritable et sincère [(20)].

Les deux recueils n'appartiennent pas effectivement au courant romantique mais ce que GPT (Write For Me) a fait, c'est qu'il a cherché dans sa mémoire (sa base de données) les titres qui représentent la culture romantique pour en suggérer un au poème qu'il est censé générer. Donc, il n'a pas emprunté un des titres des poèmes romantiques, mais en même temps, le titre qu'il a proposé n'est pas original.

Deuxièmement, le contenu : Il paraît clair que GPT (Write For Me) a très bien collecté le vocabulaire ainsi que les figures de style reflétant l'esprit romantique. Par contre, nous nous sommes arrêtée devant plusieurs images dans le but de vérifier leur originalité. Ces images sont : « un voile éternel », « une douce blessure » et « une harpe céleste ». Nous avons trouvé qu'elles étaient employées par des auteurs français qui n'appartiennent pas au romantisme. La première est empruntée de Jean-Jacques Rousseau dans *Principes du droit de la guerre* (2014, p.p. 22-23) :

« *Il faut gémir et se taire. Tirons un <u>voile éternel</u> sur ces objets d'horreur. J'élève les yeux et regarde au loin.* »

La deuxième est empruntée de Molière dans la pièce théâtrale *Psyché,* Acte III, scène I (2020, p. 34) :

Zéphyre :

« *On a vu les Dieux amoureux*
Chercher à soulager cette <u>douce blessure</u>
Que reçoivent les cœurs de vos traits pleins de feux : »

La troisième image est empruntée de Fernand Ouellette dans *L'inoubliable* (p. 35)

« *Nous pressentons d'abord que l'onde*

Indécelable de la harpe céleste
Ne se rendra plus jusqu'à l'humain. »

Pour comprendre comment le générateur automatique de textes a-t-il généré ces images, nous lui avons demandé, à titre d'exemple, la source d'où il a emprunté « douce blessure ». Il a précisé qu'il a créé cette « *expression poétique pour capturer le paradoxe de l'amour romantique* ». Nous lui avons posé une deuxième question plus précise afin de savoir si la pièce de Molière existe dans sa base de données. La question était la suivante : « *Dans quelle pièce théâtrale Molière a-t-il employé l'image [douce blessure] ?* ». Il a indiqué la même pièce que nous avons consultée (*Psyché*). De prime à bord, on pourrait considérer ce fait comme preuve de contradiction de la part de GPT puisqu'il n'a pas créé cette image comme il l'a prétendu dans sa réponse mais il l'a empruntée de Molière. En revanche, si nous considérons la sélection de cette image à la lumière des mécanismes de l'écriture automatique présentés ci-dessus ('3.4'), nous découvrirons l'aspect créatif de GPT Write For Me qui a pu prédire à partir du patrimoine littéraire français les images qui reflètent l'état d'âme romantique. C'est ce qu'il a lui-même précisé quand nous lui avons interrogé sur les poèmes romantiques où l'image « douce blessure » était employée. Il a expliqué que « *dans des poèmes classiques du romantisme français, tels que ceux de Victor Hugo ou de Lamartine, bien que l'expression exacte "douce blessure" ne soit pas utilisée, des images similaires figurent régulièrement pour décrire les passions amoureuses comme des forces déchirantes mais exaltantes. Ces poètes explorent souvent des métaphores liées aux blessures, aux flèches de Cupidon, ou aux tourments de l'âme amoureuse* ». De même, il a souligné que cette image figure parfois dans « *les poèmes anonymes ou contemporains inspirés du romantisme.* »
De l'autre côté, les recherches que nous avons menées sur le Web ont prouvé que cette image n'a pas été employée par les poètes romantiques. De ce qui précède, nous pourrions saisir pourquoi le générateur automatique de texte a-t-il pris cette image pour une création originale : il a prédit un poème répondant aux principales caractéristiques du romantisme stockées dans sa mémoire. Pour chaque séquence de mots, il a prédit plus d'une option. Ensuite, grâce au décodage pendant la génération automatique, il a sélectionné les

combinaisons qui reflètent l'état d'âme romantique tout en excluant celles qui étaient utilisées par les poètes les plus célèbres de ce courant littéraire. Le paramètre de température lui a permis de choisir les nouvelles combinaisons qui ne sont pas très fréquentes. Remarquons aussi que les trois images « voile éternel », « douce blessure » et « harpe céleste » sont toutes empruntées des auteurs qui ont vécu avant le romantisme, ce qui suscite une question importante : est-ce par hasard ou c'est grâce au mécanisme de décodage que la machine s'est limitée aux courants littéraires qui ont précédé le romantisme pour éviter son impact sur les courants postérieurs ?

5.2. La génération automatique d'un poème romantique par Gemini

En demandant à Gemini la même tâche, il a généré un poème romantique intitulé « Sous le ciel étoilé ».

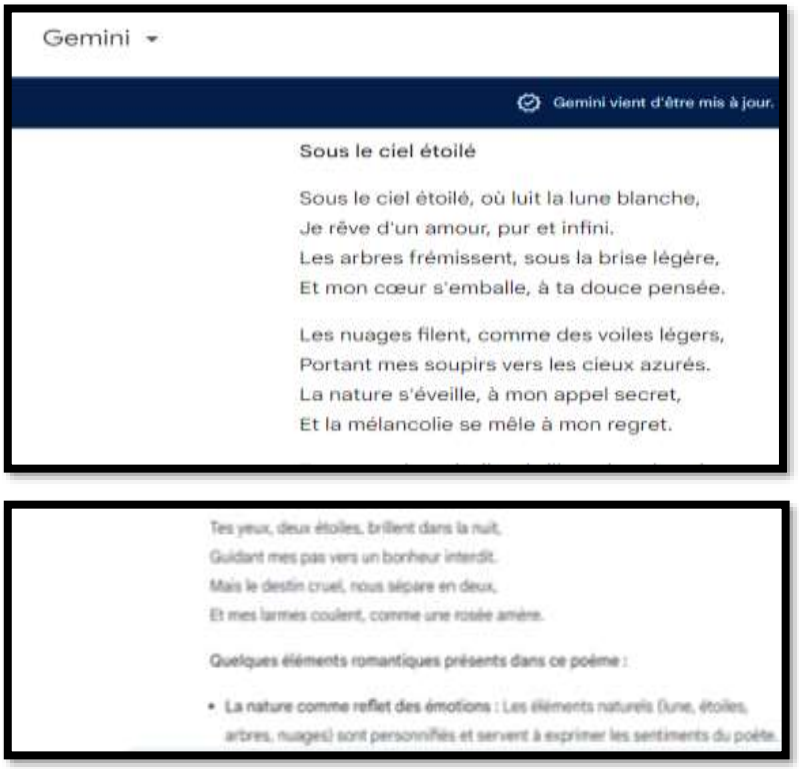

Figure (15) : Poème romantique généré par Gemini

A son tour, Gemini réussit à générer un titre original qui respecte les notions de base de l'école romantique. D'après les recherches que nous avons effectuées sur Internet, nous n'avons pas trouvé un poème français portant le même titre. Cependant, contrairement à GPT, Gemini a recouru à l'héritage romantique en générant le contenu du poème : l'image « cieux azurés » était employé par Victor Hugo dans *Tristesse d'Olympio* (21) :
« *Dieu nous prête un moment les prés et les fontaines ;*
Les grands bois frissonnants, les rocs profonds et sourds,
Et les cieux azurés et les lacs et les plaines,
Pour y mettre nos cœurs, nos rêves, nos amours… »

Les images mentionnées par Gemini ne sont pas toutes originales, il a copié « cieux azurés » telle qu'elle est mentionnée par Hugo, le grand auteur romantique. Bien que les appellations soient parfois différentes, Gemini emploie les mêmes mécanismes d'écriture automatique adoptés par GPT Write For Me. Ce qui distingue un modèle de langage d'un autre est le mode de fonctionnement de ces mécanismes, précisément les opérations mathématiques suivis par le modèle pour prédire et sélectionner parmi les probabilités celles qui maintiennent l'équilibre entre la créativité et la cohérence.

Passons maintenant à la dernière étape de l'expérience consistant à vérifier le taux du plagiat dans les poèmes générés par les robots conversationnels.

6. Evaluation d'originalité des générateurs automatiques de texte

En réalité, l'écriture automatique présente deux défis dont le premier est le respect des droits d'auteur. Vu que ni GPT ni Gemini n'indiquent les ressources auxquelles ils se sont référés pour générer les textes, il est difficile de vérifier si les productions de la machine sont cent pour cent uniques. On ne peut pas affirmer si la machine copie des références qu'elle utilise ou reformule les informations. C'est pourquoi il est indispensable que les instituts culturels dans le

monde entier trouvent une solution pour protéger les droits d'auteur à l'ère de l'IA générative.

Le deuxième défi qui paraît plus délicat concerne la distinction entre l'écriture automatique et celle humaine, surtout dans le domaine des recherches académiques. Parfois, il est difficile de distinguer le style humain de celui artificiel. Un chercheur pourrait recourir à l'IA générative au lieu de s'efforcer lui-même à rédiger une recherche scientifique. Dans les lignes suivantes nous allons nous concentrer sur le deuxième défi en examinant la fiabilité des logiciels de détection de l'écriture automatique qui sont disponibles gratuitement sur Internet.

Nous avons soumis les poèmes produits par GPT Write For Me et par Gemini à deux logiciels gratuits détecteurs de l'écriture automatique et à un logiciel gratuit détecteur du plagiat. Les résultats étaient choquants. Le premier détecteur « Neuralwriter » [(22)] estime avec un pourcentage de (97 %) que le poème est une production humaine.

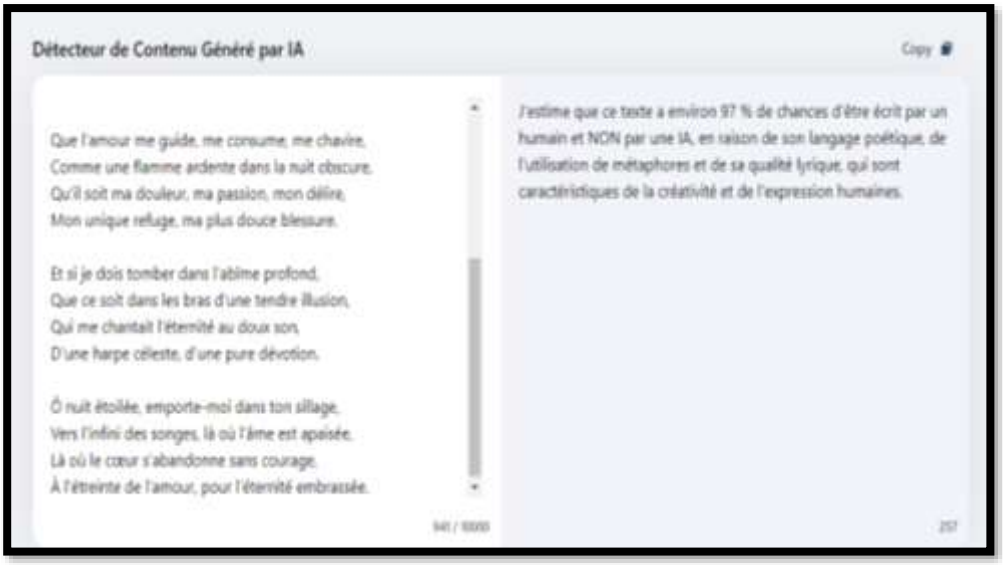

Figure (16) : Première analyse du poème généré par Write For Me

Pour le poème généré par Gemini, le détecteur de l'IA estime avec un pourcentage de (90 %) qu'il est généré par un humain.

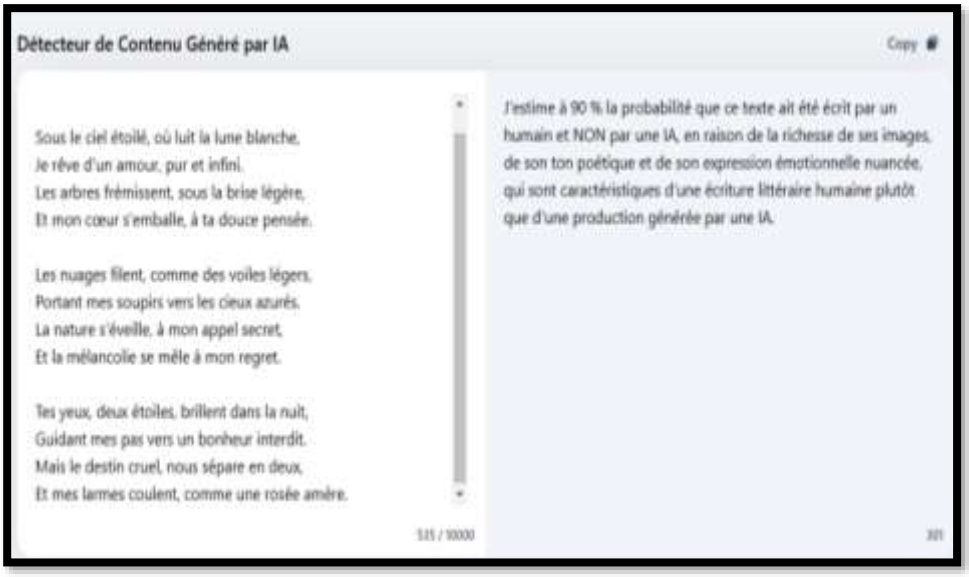

Figure (17) : Première analyse du poème généré par Gemini

Le deuxième détecteur « Brandwell » [23] considère aussi que les deux poèmes sont créés par un humain.

Figure (18) : Deuxième analyse du poème généré par Write For Me

Figure (19) : Deuxième analyse du poème généré par Gemini

D'autre part, « Brandwell » met à la disposition des usagers un détecteur automatique du plagiat de l'IA. Le résultat souligne que GPT Write For Me et Gemini n'ont pas copié les poèmes et qu'ils ont vraiment produit deux poèmes romantiques uniques.

Figure (20) : Taux du plagiat dans le poème généré par Write For Me

Figure (21) : Taux du plagiat dans le poème généré par Gemini

Conclusion

En guise de conclusion, au cours du présent article nous avons jeté la lumière sur l'aspect créatif des machines intelligentes. Cet aspect qui constitue la base de l'IA générative, paraît plus clairement dans l'écriture automatique ou la génération automatique de texte. Nous avons tenté de différencier la créativité de l'intelligence vu que la plupart des recherches sont orientées plutôt vers la deuxième notion en considérant que la créativité y fait partie. Ce qui n'est pas vrai, c'est pourquoi, il était nécessaire de mettre en évidence la différence entre les deux concepts sur les plans linguistique, cognitif et informatique.

A l'encontre de l'intelligence, la créativité est liée au champ sémantique de l'imagination et de l'originalité. Au niveau cognitif, nous avons démontré que la créativité est un processus mental plus compliqué que l'intelligence. Ce qui a poussé les informaticiens à développer un système informatique plus avancé (Deep Learning). A travers une comparaison entre le système cérébral humain qui est responsable de la production des idées originales et le réseau neuronal artificiel profond, nous avons montré qu'actuellement la machine possède la majorité des capacités intellectuelles humaines qui lui facilitent la création ou la génération de données variées.

L'expérience qui a suivi la partie théorique, a justifié qu'on vit à l'ère de la créativité artificielle pas seulement de l'intelligence artificielle. Nous avons testé la création littéraire de deux modèles de langage

(GPT Write For Me et Gemini) en leur demandant de générer un poème romantique. Bien que l'analyse ait souligné leur capacité remarquable en production originale et unique, elle a soulevé deux questions importantes : les contenus générés par la machine seraient-ils soumis à la loi des droits d'auteur ? Quels critères doit-on adopter pour distinguer l'écriture humaine de celle automatique ? Ce qui souligne qu'il ne faut pas s'occuper uniquement du progrès technologique en oubliant de se préparer aux conséquences.

D'autre part, la soumission de GPT-4 et Gemini à deux tests de créativité avait comme but de prouver d'une manière brève et rapide l'aspect créatif des modèles de langage. Cependant, nous insistons sur le fait que la synthèse que nous avons avancée à la lumière des résultats obtenus, reste limitée car elle ne couvre qu'un seul domaine de l'IA générative, qui est l'écriture automatique qui, à son tour, était représentée sous un seul aspect (l'écriture littéraire). Certainement, pour admettre la notion de créativité artificielle, il faut soumettre la machine à plusieurs tests dans de langues et de domaines variés. En outre, il est indispensable de multiplier les recherches qui mettent en parallèle le fonctionnement du cerveau humain et du réseau neuronal artificiel profond.

Finalement, nous terminons par la question cruciale : quel sera l'avenir de la créativité humaine en présence de la créativité artificielle ? L'effacement total, la complémentarité ou la rivalité ? C'est l'homme qui décidera.

Notes

(1) Les scientifiques américains John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester et Claude Shannon invitaient vingt chercheurs intéressés par le sujet des machines pensantes à une conférence au sein de l'université américaine de Dartmouth.

(2) Dans sa pièce théâtrale de science-fiction intitulée « Rossum's Universal Robots », l'auteur tchèque Karel Capek mettait en scène des machines pensantes. La pièce qui a été représentée en (1921) au Théâtre National de Prague, racontait l'histoire de Rossum, un industriel qui fabriquait des robots travaillant comme ouvriers, dactylos, etc. Avec le temps, ces robots

commençaient à apprendre par eux-mêmes. Ils ont fini par se révolter contre l'homme.

(3) https://www.academie-francaise.fr/le-dictionnaire/la-9e-edition
(4) https://spiderlex.atilf.fr/fr
(5) https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9I1608
(6) https://spiderlex.atilf.fr/fr/q/*intelligence***1
(7) https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9C4852
(8) https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9C4870
(9) https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9I1922
(10) https://spiderlex.atilf.fr/fr/q/*cr%C3%A9ativit%C3%A9***
(11) https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9G0488
(12) https://spiderlex.atilf.fr/fr/q/*g%C3%A9n%C3%A9ration***I
(13) Les neurosciences étudient le système nerveux humain.
(14) Les résultats et les figures (8), (9) et (10) sont extraits de l'article d'Erik E Guzik et *al.*, « The originality of machines : AI takes The Torrance Test », la version électronique est disponible via le lien www.elsevier.com/locate/yjoc.
(15) La photo est disponible sur le site https://sympa-sympa.com/articles/decouvre-ton-esprit-creatif-a-travers-ce-test-original--305260/
(16) Le test est disponible via le lien **www.datcreativity.com**
(17) https://chatgpt.com/gpts
(18) L'expérience date d'octobre 2024.
(19) La couverture du recueil est disponible via le lien https://www.fnac.com/a19445175/Malek-Mahrat-A-l-aube-des-sentiments
(20) La couverture du recueil est disponible via le lien https://nouveautes-editeurs.bnf.fr/accueil?id_declaration=10000001004635&titre_livre=A_l%27aube_des_sentiments
(21) Le poème est consulté via le site https://agora.qc.ca/documents/victor_hugo--tristesse_dolympio_par_victor_hugo
(22) https://neuralwriter.com/fr/content-detector-tool/#progress=1
(23) https://brandwell.ai/ai-content-detector/

Bibliographie

1. Ouvrages

MOLIÈRE, J. B., (2020), *Psyché*, éditeurs Ernest, Gwénola et Paul Fièvre, Paris.

OUELLETTE, F., (2005), *L'inoubliable*, Editions de l'Hexagone et de Fernand Ouellette, Montréal.

PIAGET, J., (2020), *La psychologie de l'intelligence*, Editions Dunod, Malakoff.

ROUSSEAU, J.-J., (2014), *Principes du droit de la guerre*, Vrin, Paris.

Ouvrage collectif, (2023), *Les cahiers de IRAFPA* (Institut de Recherche et d'Action sur la Fraude et le Plagiat Académiques), vol.1, n.1, Genève.

2. Articles de revue

BERNARD, M., BIETH, T., OVANDO-TELLEZ, M., et VOLLE, E., (2019), « Contribution des études lésionnelles aux neurosciences de la créativité », in *Revue Annales Médico-Psychologiques*, n.177, p.p. 164-168, Elesvier Masson.

BYRGE, C., GILDE, C., et GUZIK, E., (2023), « The originality of machines: AI takes The Torrance Test », in *Journal of Creativity*, n. 33, p.p. 1-8, in www.elsevier.com/locate/yjoc.

DANLOS, L., (2010), « Ecriture automatique », in *Les Cahiers de l'INRIA*, version électronique https://www.researchgate.net/publication/45795855.

LANDRY, G., (2005), « L'(h)au(t)-delà et l'ici-bas », in *Revue Voix et Images*, vol.31, n.1 (91), p.p. 152-160, Université du Québec, Montréal.

PEYTAVIN, J.L., (1987), « Quelques réflexions sur les modèles du cerveau », in *Revue Persée Quaderni*, n.1, p.p. 27-33.

POULET, G., (1950), « L'espace et le temps chez Victor Hugo », in *Revue Esprit*, n.172, p.p. 478-505, Broché.

SALEM, R., (2024), « Les hallucinations de ChatGPT et de Gemini : Pourquoi les agents conversationnels se trompent-ils ? » in *The Egytian Journal of Language Engineering*, vol.11, n.2, p.p. 13-35, Université d'Ain-Chams, Le Caire.

3. Mémoires

BELKHIRI, K., (2018), *Analyse des textes en utilisant le Deep Learning*, Université Mohammad Khider, Algérie.

Sitographie

BAAS, M., GRASMAN, R., MAAS, H., SMAL, I., et STEVENSON, C., *Putting GPT-3's Creativity to the (Alternative Uses) Test*, in https://doi.org/10.17605/OSF.IO/VMK3C.

BASART, S., BURNS, C., HENDRYCKS, D., MAZEIKA, M., SONG, D., STEINHARDT, J., et ZOU, A., (2020), *Measuring Massive Multitask Language Understanding*, in https://paperswithcode.com/paper/measuring-massive-multitask-language.

CORNELI, M., LONGRÉE, D., MAYAFFRE, D., PRECIOSO, F., et VANNI, L., (2020), *Hyperdeep : deep learning descriptif pour l'analyse de données textuelles*, in https://hal.science/hal-02926880.

OLANO, M., (2019), *L'intelligence, de Jean Piaget aux neurosciences*, in https://www.scienceshumaines.com/l-intelligence-de-jean-piaget-aux-neurosciences_fr_41836.html#:~:text=Selon%20lui%2C%20la%20pens%C3%A9e%20se,%C3%A9crit%2Dil%20(1).

RAOUL, G., (2024), *IA générative : comprendre les benchmarks génériques*, in https://www.lemagit.fr/conseil/IA-generative-comprendre-les-benchmarks-generiques