**EPITECH DIGITAL SCHOOL**

|  |
| --- |
|  |
| **MEMOIRE DE CONSULTING PROJECT** |
| Année 2024 - 2025  Sujet : **Comment les futurs développements en réseaux neuronaux, tels que l’IA neuromorphique et les systèmes auto-évolutifs, pourraient-ils permettre aux machines d'atteindre un niveau de créativité proche de celui des humains et générer des idées inédites que l'humanité n'aurait pas encore envisagées ?** |

|  |
| --- |
| Réalisé par : Léa TCHING Master of Science - IA & Innovation  Paris  Date de soumission : 30/06/2025 |

# **REMERCIEMENTS**

SOMMAIRE

[REMERCIEMENTS 1](#_Toc200529990)

[INTRODUCTION 3](#_Toc200529991)

[PARTIE 1 : DÉFINITION DU PROBLÈME 6](#_Toc200529992)

[1.1. Cadrage conceptuel et technologique 6](#_Toc200529993)

[1.1.1 Définitions clés : IA neuromorphique, systèmes auto-évolutifs, créativité humaine et créativité artificielle 6](#_Toc200529994)

[1.1.2 Avancées actuelles et limites connues des IA génératives 7](#_Toc200529995)

[1.1.3 État de l’art intégré sur les réseaux neuromorphiques et systèmes auto-évolutifs 8](#_Toc200529996)

[1.2. Pertinence de la problématique 11](#_Toc200529997)

[1.3. Formulation des hypothèses exploratoires 13](#_Toc200529998)

[Partie 2 – Méthodologie adoptée 16](#_Toc200529999)

[2.1. Choix méthodologique global 16](#_Toc200530000)

[2.2. Collecte des données 16](#_Toc200530001)

[2.3. Limites méthodologiques 17](#_Toc200530002)

[2.4. Enquête qualitative complémentaire 18](#_Toc200530003)

[PARTIE 3 : ANALYSE EXPLORATOIRE DES HYPOTHÈSES 20](#_Toc200530004)

[3.1. Évaluation de l’hypothèse 1 : Les IA neuromorphiques peuvent reproduire une créativité comparable à celle des humains 20](#_Toc200530005)

[3.2. Évaluation de l’hypothèse 2 : Les systèmes auto-évolutifs pourraient générer des idées radicalement inédites, extra-humaines 21](#_Toc200530006)

[3.3. Synthèse croisée et discussion critique 22](#_Toc200530007)

[PARTIE 4 : Vers une créativité artificielle émergente : usages actuels et futurs possibles 23](#_Toc200530008)

[4.1. Évolution des capacités créatives des IA dans les 10 prochaines années 23](#_Toc200530009)

[4.2. Domaines d’application à fort potentiel 23](#_Toc200530010)

[4.3. Enjeux éthiques et sociétaux 24](#_Toc200530011)

[4.4. Vers une créativité autonome et hybride ? 24](#_Toc200530012)

[CONCLUSION GÉNÉRALE DU MÉMOIRE 26](#_Toc200530013)

[BIBLIOGRAPHIES 28](#_Toc200530014)

# INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, l'intelligence artificielle (IA) progresse rapidement et s’intègre peu à peu dans la vie personnelle, le monde du travail et les domaines créatifs. Initialement conçue pour automatiser des tâches répétitives, elle s’impose aujourd’hui comme un puissant levier d’innovation, capable de générer du texte, des images ou de la musique, d’assister à la prise de décision, ou encore de simuler des conversations complexes. Ces avancées sont particulièrement visibles à travers des outils largement diffusés comme ChatGPT pour la génération de texte, ainsi que Midjourney (via Discord) et DALL·E pour la création d’images, mettant en lumière les nouvelles capacités créatives des intelligences artificielles.

Cependant, malgré leur performance, de nombreux chercheurs soulignent que les IA génératives restent essentiellement limitées à des combinaisons de données préexistantes, sans réelle capacité à produire des idées totalement inédites(Floridi L. et Chiriatti M., 2020). L’AI Index Report 2024 de Stanford confirme cette limite : bien que les IA continuent de progresser, leur aptitude à créer en dehors des cadres établis reste une frontière encore inexplorée (Maslej, 2024).

Cet intérêt croissant pour la créativité des machines est renforcé par de nombreuses discussions médiatiques et technologiques, notamment autour de l’impact des robots, des assistants virtuels et des IA conversationnelles. Ma propre curiosité pour ce sujet s’est construite à travers une veille régulière dans les médias spécialisés et des échanges fréquents avec des passionnés du domaine.

Il est important de souligner que la recherche sur l’intelligence artificielle créative connaît aujourd’hui un véritable essor à l’échelle internationale. Des laboratoires et institutions de renom situés en Europe, en Amérique du Nord et en Asie participent activement à son développement, chacun apportant sa propre vision, ses priorités et ses méthodes de recherche. D’autres régions, bien que moins représentées, commencent également à émerger dans ce domaine en pleine expansion. Cette diversité géographique ne se limite pas à une simple répartition des travaux, elle reflète également la coexistence de visions scientifiques distinctes, parfois concurrentes, qui nourrissent des approches variées de l’intelligence artificielle. Chaque région avance avec ses propres objectifs, ses valeurs et ses technologies, ce qui crée une dynamique mondiale à la fois riche et diversifiée, mais parfois dispersée. Certaines de ces recherches s’inspirent directement des mécanismes du vivant, on parle alors d’approches bio-inspirées, tandis que d’autres s’appuient sur les principes de l’évolution, en imitant la manière dont les êtres vivants s’adaptent et changent. Cette diversité de points de vue permet d’explorer de nouvelles façons d’envisager la créativité des machines.

Ces constats soulèvent une question centrale, qui servira de fil conducteur à ce mémoire : jusqu'où les machines pourraient-elles dépasser leur simple rôle d'outils pour accéder à une forme de créativité autonome, capable de produire des idées radicalement nouvelles ?

Cette réflexion conduit à la problématique suivante :

Comment les futurs développements en réseaux neuronaux, tels que l'IA neuromorphique et les systèmes auto-évolutifs, pourraient-ils permettre aux machines d'atteindre un niveau de créativité proche de celui des humains et générer des idées inédites que l'humanité n'aurait pas encore envisagées ?

L'IA neuromorphique, inspirée du fonctionnement biologique du cerveau humain, vise à reproduire des mécanismes biologiques comme la plasticité neuronale et les dynamiques synaptiques. Elle ouvre des perspectives pour des systèmes capables d'apprentissage autonome et d’adaptation continue (LeCun, Y., et al., 2024). Les systèmes auto-évolutifs, quant à eux, s’appuient sur des mécanismes d’évolution artificielle, permettant aux algorithmes de modifier leur structure sans intervention humaine directe (Sristi et Kumar, A., 2024).

Dans ce cadre, la créativité étudiée s’inscrit dans une logique de rupture. Elle s’inspire de la définition de Boden (2004) qui considère la créativité radicale comme la capacité à produire des idées capables de transformer en profondeur un champ ou une discipline. Ce travail mobilise plusieurs disciplines comme l’intelligence artificielle, les neurosciences, la philosophie de l’innovation et les sciences sociales, afin d’interroger les chemins possibles vers une créativité autonome qui remet en question les approches traditionnelles.

L'objectif principal de ce mémoire est de proposer une contribution théorique et prospective à cette réflexion. L’attention se porte plus précisément sur les avancées actuelles et les perspectives offertes par l’IA neuromorphique et les systèmes auto-évolutifs. Ces technologies ouvrent la voie à de nouvelles formes d’intelligence capables de s’adapter, d’évoluer, voire de générer des idées inédites de manière autonome, en dépassant les limites actuelles des modèles génératifs. Le mémoire vise ainsi à identifier les ruptures conceptuelles et technologiques qui pourraient permettre à l'IA de dépasser les modèles génératifs actuels vers une créativité autonome, tout en interrogeant les implications que cela pourrait avoir dans différents domaines : économiques, culturels, sociétaux, éthiques ou encore environnementaux.

Face à la nouveauté du sujet et de la complexité des technologies étudiées, ce travail adopte une approche exploratoire rigoureuse et conforme aux standards académiques. Il repose sur une revue de littérature récente et accessible en Open Access, ainsi que sur une analyse conceptuelle croisant les apports des sciences cognitives, des théories de la créativité humaine, des systèmes adaptatifs et des recherches en intelligence artificielle avancée. Le mémoire propose des hypothèses théoriques qui ne seront pas testées par des expériences, mais qui pourront servir de point de départ pour de futurs travaux de recherche.

Ce travail adopte une approche volontairement théorique et exploratoire, centrée sur l’analyse et la réflexion, sans développement de prototype ni version test (MVP), conformément aux attendus de ce type de mémoire. Ce positionnement implique certaines limites qu’il est important de préciser. Les réflexions proposées reposent sur des hypothèses actuelles, susceptibles d’évoluer rapidement face au rythme soutenu des avancées technologiques. Le mémoire cherchera néanmoins à rester pertinent en s’appuyant sur des sources récentes, accessibles et reconnues dans le domaine académique.  
De plus, l’étude de la créativité des machines peut être influencée par une perspective trop centrée sur l’humain, notamment dans la manière dont on définit ce qui est considéré comme original ou innovant. Pour limiter ce biais, le mémoire mobilisera des approches issues de plusieurs disciplines, telles que les sciences cognitives, la philosophie de l’art ou encore les théories de l’évolution, afin d’aborder le sujet de façon plus ouverte et nuancée.

Enfin, l’objectif n’est pas de démontrer des résultats par l’expérimentation, mais de poser des bases théoriques solides, susceptibles d’alimenter de futures recherches plus appliquées.

# PARTIE 1 : DÉFINITION DU PROBLÈME

## 1.1. Cadrage conceptuel et technologique

### 1.1.1 Définitions clés : IA neuromorphique, systèmes auto-évolutifs, créativité humaine et créativité artificielle

L’IA neuromorphique propose une approche inspirée du cerveau humain, visant à imiter sa structure et son fonctionnement via des architectures matérielles dédiées. À la différence des réseaux de neurones classiques, les réseaux neuromorphiques utilisent des spiking neurons, capables de traiter des signaux discrets et d’apprendre par plasticité synaptique locale (LeCun, Y., et al., 2024).  
  
Ces architectures, incarnées par des projets comme TrueNorth d’IBM ou BrainScaleS 2, permettent de traiter des flux de données sensoriels en temps réel avec une consommation énergétique minimale. Par exemple, dans le domaine médical, les implants neuronaux assistés par IA neuromorphique offrent de nouvelles pistes pour les traitements neuroprosthétiques . Un autre exemple d’application est celui des caméras intelligentes développées par la start-up française Prophesee. Ces caméras neuromorphiques, inspirées de la vision humaine, sont capables de détecter uniquement les mouvements significatifs en environnement complexe, avec une consommation énergétique minimale. Elles sont utilisées dans la vidéosurveillance urbaine, l’automobile (ex. Mercedes-Benz) ou encore l’industrie 4.0.  
Cependant, leur développement est encore freiné par des difficultés dans la programmation des réseaux impulsionnels et un manque d’outils standards accessibles aux chercheurs et aux développeurs industriels.

Les systèmes auto-évolutifs s’inspirent des mécanismes de l’évolution naturelle pour générer et optimiser des solutions de manière autonome. En combinant mutation, recombinaison et sélection, ils peuvent explorer des espaces de solutions vastes et complexes, échappant aux limites imposées par l'intuition humaine.  
  
Dans l’industrie, DeepMind utilise ces algorithmes évolutionnaires pour concevoir des architectures de réseaux de neurones capables d’apprendre de manière plus robuste dans des environnements dynamiques. En chimie, les systèmes auto-évolutifs accélèrent la découverte de matériaux en générant des structures moléculaires inédites sans intervention humaine (MIT Technology Review, 2024). Dans le domaine du design industriel, la plateforme Autodesk Dreamcatcher permet de générer automatiquement des formes innovantes à partir de contraintes définies par l’utilisateur. Le système explore et sélectionne les structures les plus optimales, suivant un principe de sélection évolutionnaire. Ce type d’outil illustre comment les systèmes auto-évolutifs peuvent contribuer à la création de solutions originales dans des contextes réels.  
  
Néanmoins, ces systèmes sont confrontés à la lenteur des processus évolutionnaires et aux risques d’errance dans des espaces de solutions de grande dimension, ce qui rend leur déploiement industriel complexe.

La créativité humaine repose sur la capacité à combiner intuition, expérience et raisonnement pour produire des idées originales, voire révolutionnaires (Boden, 2004). La créativité de rupture implique la redéfinition de paradigmes, dépassant les simples variations d’idées existantes.  
  
À ce jour, les IA génératives (GANs, LLMs) produisent des contenus souvent impressionnants, mais essentiellement basés sur la recombinaison de données d’entraînement. Leur créativité est ainsi qualifiée de combinatoire plutôt que véritablement disruptive (Floridi & Chiriatti, 2020).  
  
Pour franchir ce cap, il est nécessaire d’explorer des approches capables de s’affranchir des biais induits par l’apprentissage supervisé classique, et de favoriser l’émergence spontanée de solutions originales.

### 1.1.2 Avancées actuelles et limites connues des IA génératives

Les dernières années ont vu une explosion du développement des modèles d’intelligence artificielle générative, avec notamment l’émergence des **réseaux génératifs adverses (GANs)**, des **modèles de diffusion** et des **grands modèles de langage (LLMs)** comme GPT-3 et GPT-4. Ces modèles démontrent des capacités impressionnantes à produire des contenus textuels, visuels ou sonores difficilement distinguables de productions humaines.

Par exemple, **GPT-3**, développé par OpenAI, est capable de générer des textes cohérents à partir d’instructions simples, reposant sur un modèle de 175 milliards de paramètres entraîné sur un large corpus de données (Floridi & Chiriatti, 2020). Dans le domaine de l’image, les GANs ont permis de générer des images photoréalistes, révolutionnant la création numérique dans des secteurs comme la mode, le design ou les jeux vidéo.

Cependant, malgré ces avancées, plusieurs **limites structurelles** subsistent :

* **Absence de conscience et de compréhension** : Les IA génératives fonctionnent par prédiction statistique et ne disposent d’aucune compréhension réelle du contenu produit (Bender et al., 2021).
* **Reproduction de biais existants** : Les données d’entraînement, extraites massivement du web, contiennent des biais historiques, sociaux et culturels que les modèles reproduisent inconsciemment.
* **Capacité limitée d’innovation radicale** : Les modèles génératifs peinent à dépasser les combinaisons et associations d’éléments existants pour explorer de véritables idées inédites (Floridi & Chiriatti, 2020).
* **Consommation énergétique élevée** : L’entraînement de modèles tels que GPT-3 nécessite d’importantes ressources computationnelles, soulevant des enjeux environnementaux majeurs.

De plus, les résultats publiés dans l’**AI Index Report 2024** de Stanford montrent que, bien que les IA génératives améliorent leur qualité et leur réalisme, leur performance en matière d'innovation véritablement disruptive reste modeste et difficile à évaluer objectivement (Maslej et al., 2024).

Ces constats renforcent l'idée que pour atteindre une créativité comparable à celle des humains — voire la dépasser —, il serait nécessaire d’explorer de nouvelles architectures cognitives et adaptatives, telles que celles proposées par l'**IA neuromorphique** et les **systèmes auto-évolutifs**.

### 1.1.3 État de l’art intégré sur les réseaux neuromorphiques et systèmes auto-évolutifs

**Réseaux Neuromorphiques**

Les réseaux neuromorphiques constituent une innovation de rupture dans le domaine de l’intelligence artificielle, visant à reproduire fidèlement les architectures neuronales biologiques. Contrairement aux réseaux neuronaux classiques (deep learning), qui sont basés sur des opérations matricielles et des flux de données séquentiels, les réseaux neuromorphiques s'appuient sur des architectures massivement parallèles, utilisant des neurones impulsionnels (spiking neurons) et des synapses adaptatives (Lecun et al., 2024).

L’intérêt croissant pour ces architectures est motivé par plusieurs avantages :

* **Efficacité énergétique accrue** : ces architectures consomment beaucoup moins d'énergie que les réseaux neuronaux classiques, les rendant adaptés aux applications embarquées.
* **Apprentissage en ligne et plasticité** : capacité d'apprendre en continu sans devoir réentraîner l’ensemble du réseau.
* **Traitement de signaux sensoriels complexes en temps réel** : utile notamment en robotique, interfaces cerveau-machine et perception artificielle.

Des projets comme **BrainScaleS** à l’Université de Heidelberg et le processeur **TrueNorth** d’IBM ont démontré que les réseaux neuromorphiques permettent des performances inédites en termes de reconnaissance de formes et de traitement d’informations non structurées, tout en mimant de manière réaliste les processus cognitifs naturels (Fondements neuronaux, 2023).

À l’échelle européenne, **le projet SpiNNaker** de l’Université de Manchester se distingue par sa capacité à simuler à grande échelle des millions de neurones biologiques, ouvrant des perspectives majeures en neurosciences computationnelles et en robotique adaptative (University of Manchester, 2023).  
En France, l’**INRIA** développe, à travers le **projet NEURON**, des plateformes neuromorphiques destinées à modéliser des réseaux neuronaux inspirés du cerveau humain. Ces recherches visent à concevoir des systèmes d'apprentissage adaptatif et économe en énergie, notamment pour des applications en robotique cognitive et perception autonome (INRIA, 2023).

**Systèmes Auto-évolutifs**

Parallèlement, les systèmes auto-évolutifs représentent une approche novatrice consistant à faire évoluer de manière autonome la structure et les paramètres d'un modèle d'IA au cours du temps. Inspirés des processus d’évolution naturelle, ces systèmes utilisent des algorithmes évolutionnaires (sélection, mutation, croisement) pour optimiser la performance sans supervision humaine explicite.

Les principales caractéristiques des systèmes auto-évolutifs sont :

* **Autonomie adaptative** : ils s’ajustent en fonction de l’environnement, même en présence de conditions non stationnaires.
* **Capacité de découverte** : ils explorent de nouveaux espaces de solution sans se limiter à des modèles préconfigurés.
* **Résilience et robustesse** : leur capacité à évoluer rend les systèmes plus résilients face aux perturbations imprévues.

Un exemple marquant est l'utilisation des **algorithmes évolutionnaires différentiables**, combinant l’apprentissage classique par gradient et des mécanismes évolutionnaires pour concevoir des réseaux de neurones capables d'optimiser à la fois leur architecture et leurs paramètres (Sristi & Kumar, 2024). Ces approches ouvrent de nouvelles perspectives dans les domaines où l'exploration créative est essentielle, comme la conception de nouveaux matériaux, l’architecture logicielle et les industries créatives.

**Synthèse comparative**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Critères** | **Réseaux neuromorphiques** | **Systèmes auto-évolutifs** |
| **Inspiration** | Neurobiologie | Évolution naturelle |
| **Objectif** | Imiter l'intelligence humaine | Générer des architectures innovantes |
| **Mode d’apprentissage** | Plasticité synaptique, apprentissage en ligne | Optimisation évolutive, adaptation dynamique |
| **Applications** | Robotique, interfaces neuronales, perception | Conception créative, exploration algorithmique |
| **Enjeux** | Réduction énergétique, adaptabilité | Découverte de solutions inédites, autonomie |

Ces deux approches, bien qu'ayant des fondements distincts, convergent dans leur objectif commun : repousser les limites actuelles de l'IA générative pour tendre vers une **créativité autonome** et potentiellement radicale, au-delà du mimétisme des données humaines existantes.

## 1.2. Pertinence de la problématique

L’évolution rapide des technologies d’intelligence artificielle, notamment à travers les modèles génératifs de grande ampleur et les systèmes d’apprentissage autonome, transforme profondément les industries créatives, scientifiques et économiques. Cependant, une question centrale demeure : **l’IA peut-elle véritablement créer, et si oui, de manière radicalement inédite ?**

La pertinence de cette interrogation repose sur plusieurs éléments majeurs :

**Enjeux scientifiques**

D’un point de vue scientifique, la capacité d’une machine à produire de la créativité de rupture reste un défi non résolu.  
Les architectures traditionnelles d’apprentissage profond (deep learning), malgré leurs succès en traitement du langage naturel et en génération d’images, restent fondées sur des principes statistiques, limitant leur capacité à explorer des espaces de solutions véritablement nouveaux (Boden, 2004 ; Bender et al., 2021).

Selon un rapport de l’**Organisation des Nations Unies pour l’éducation, la science et la culture (UNESCO, 2023)**, bien que les IA aient montré des avancées spectaculaires, elles restent **incapables de "raisonner par analogie profonde"**, caractéristique essentielle de l'innovation humaine. Cette limitation renforce l’intérêt pour des architectures alternatives comme les réseaux neuromorphiques, capables de plasticité adaptative, et les systèmes auto-évolutifs, inspirés des dynamiques biologiques.

**Enjeux technologiques et économiques**

Sur le plan technologique, le développement d’IA réellement créatives pourrait révolutionner des secteurs entiers : publicité, design, musique, architecture, mais aussi recherche scientifique et médecine personnalisée.  
Selon une analyse récente publiée dans **MIT Technology Review (2024)**, les industries créatives sont déjà en train d'intégrer l'IA pour automatiser des tâches créatives de bas niveau, mais l'absence de **véritable créativité autonome** limite la génération d’innovations disruptives.

En parallèle, la Chine s’impose comme un acteur de premier plan dans le développement d’architectures IA adaptatives.  
Par exemple, Baidu Research travaille sur des systèmes auto-évolutifs capables d’ajuster en temps réel les réponses d’assistants vocaux et les décisions de conduite autonome, en combinant apprentissage profond et évolution continue des modèles (Baidu Research, 2024).  
Ces dynamiques renforcent l’intérêt mondial pour des IA réellement créatives, capables de dépasser les modèles fixes.

D’un point de vue économique, le **Global AI Index (2024)** souligne que les pays investissant massivement dans la R&D en IA cognitive avancée pourraient voir un **gain de 15 % de leur PIB d’ici 2035**, en stimulant l’innovation par des agents autonomes créatifs.

**Enjeux culturels et sociétaux**

Au-delà de la technique, l'émergence d'IA capables de créativité radicale pose des questions éthiques et culturelles majeures :

* **Définition de l’auteur et de l’œuvre** : Qui est le créateur d’une œuvre générée par une IA autonome ?
* **Impact sur les industries créatives humaines** : Les artistes humains seront-ils supplantés ou enrichis par l’IA ?
* **Évolution des normes sociales et culturelles** : La culture humaine restera-t-elle fondamentalement humaine dans ses productions ?

Dans un article publié le 8 mai 2025, *ScienceDaily* rapporte les travaux de l’Université d’Aalto et de Helsinki selon lesquels **les utilisateurs perçoivent une IA comme plus créative lorsqu’ils sont exposés à son processus de création**, et non uniquement au résultat final. Cette observation souligne l’importance de la **transparence algorithmique** pour la reconnaissance sociale de la créativité artificielle (Aalto University & University of Helsinki, 2025).

À l’échelle internationale, les initiatives se multiplient autour de l’IA créative.  
Des entreprises comme **Google (Gemini, Astra, Veo)**, **Baidu (ERNIE 4.0)**, **Fujitsu (Human Centric AI)** ou encore **NAVER (HyperCLOVA X)** développent activement des systèmes mêlant génération autonome, interaction vocale et adaptabilité contextuelle.  
Cette effervescence mondiale souligne à quel point la problématique d’une créativité artificielle autonome est devenue un enjeu central, **non seulement technique, mais aussi stratégique**.

**Synthèse**

Ainsi, la pertinence de la problématique réside dans le croisement :

* d’un **enjeu scientifique** : concevoir des systèmes capables d’innover réellement ;
* d’un **enjeu économique** : créer de la valeur disruptive grâce à des IA créatives ;
* d’un **enjeu sociétal** : reconfigurer la place de la créativité dans les sociétés numériques.

Comprendre et anticiper le potentiel créatif des IA neuromorphiques et auto-évolutives est donc essentiel pour évaluer non seulement leur faisabilité technique, mais aussi leur impact global sur l’économie, la culture et les normes sociales futures.

## 1.3. Formulation des hypothèses exploratoires

La problématique posée soulève une interrogation fondamentale : **les architectures neuromorphiques et les systèmes auto-évolutifs pourraient-ils ouvrir la voie à une créativité autonome inédite chez les machines** ?  
À partir de l'analyse conceptuelle et de l'état de l'art présenté, il est possible de formuler deux hypothèses principales qui guideront l’exploration de ce mémoire.

**Hypothèse 1 : Les IA neuromorphiques peuvent reproduire une créativité comparable à celle des humains**

Les réseaux neuromorphiques, par leur capacité à simuler la dynamique neuronale biologique, possèdent un potentiel unique pour rapprocher les processus de traitement de l'information artificielle de ceux observés dans le cerveau humain.  
Leur aptitude à apprendre en ligne, à adapter dynamiquement leurs connexions synaptiques et à traiter des informations sensorielles complexes en fait des candidats sérieux pour dépasser les limitations statistiques des IA génératives classiques (Lecun et al., 2024).

Cette hypothèse repose sur l’idée que :

* **La plasticité adaptative** permettrait de générer des idées nouvelles par émergence, plutôt que par recombinaison simple de données passées.
* **Le traitement parallèle massif** favoriserait des corrélations inédites et des associations originales entre concepts, proches des mécanismes de la créativité humaine (Boden, 2004).

Ainsi, l’IA neuromorphique pourrait tendre vers une créativité **similaire**, en complexité et en originalité, à celle observée chez l’homme.

**Hypothèse 2 : Les systèmes auto-évolutifs pourraient générer des idées radicalement inédites, extra-humaines**

Au-delà de la reproduction de schémas cognitifs humains, les systèmes auto-évolutifs proposent un paradigme totalement différent :  
En utilisant des mécanismes évolutionnaires pour muter et sélectionner aléatoirement des architectures et des comportements, ils seraient capables d’explorer des espaces d'idées inaccessibles à l'intelligence humaine, limitée par des biais cognitifs et culturels (Sristi & Kumar, 2024). Un exemple emblématique est celui d’**AlphaZero**, développé par Google DeepMind.  
Ce système d’intelligence artificielle a appris à jouer aux échecs, au go et au shogi **sans aucune donnée humaine**, uniquement par auto-apprentissage via auto-jeu.  
Il explore des stratégies inédites en testant et sélectionnant ses propres combinaisons gagnantes, illustrant ainsi un fonctionnement proche des systèmes auto-évolutifs.  
Son approche repose sur une logique d’**exploration adaptative**, proche de l’évolution naturelle, ce qui en fait un cas d’école pour penser une créativité algorithmique autonome.

Les caractéristiques clés sont :

* **Exploration de solutions non conventionnelles** : mutation et recombinaison aléatoires produisent des résultats potentiellement inédits.
* **Auto-organisation** : absence d'intervention humaine directe dans le processus d’évolution algorithmique, ce qui favorise l’émergence de solutions véritablement originales.

Cette hypothèse suppose que les systèmes auto-évolutifs pourraient atteindre des formes de créativité **extra-humaines**, dépassant le cadre des paradigmes et limitations imposés par la cognition humaine (MIT Technology Review, 2024).

Une méta-analyse récente menée par Holzner et al. (2025) souligne que **la collaboration entre humains et IA permet d'améliorer la créativité perçue**, mais **réduit la diversité des idées générées**. Ces résultats mettent en lumière les limites actuelles des systèmes d'IA dans leur capacité à produire une innovation réellement radicale et renforcent la pertinence d'explorer des architectures capables d'émergence créative autonome (Holzner et al., 2025).

**Synthèse**

Ces deux hypothèses dessinent des voies complémentaires :

* L’une cherchant à atteindre une créativité comparable à celle des humains, par le biais d’une architecture bio-inspirée neuromorphique.
* L’autre visant l’exploration d’une créativité véritablement extra-humaine par des mécanismes évolutionnaires, en rupture avec les modèles cognitifs connus.

En définitive, les développements en IA neuromorphique et les avancées des systèmes auto-évolutifs illustrent un potentiel significatif pour dépasser les limites actuelles de l'IA générative. Ces deux approches, distinctes mais complémentaires, posent les bases d'une réflexion critique sur l'émergence d'une créativité artificielle véritablement autonome. Cette analyse conceptuelle justifie l'adoption d'une démarche exploratoire rigoureuse, présentée dans la partie suivante.

# Partie 2 – Méthodologie adoptée

## 2.1. Choix méthodologique global

Ce mémoire adopte une **démarche exploratoire** fondée sur une analyse des concepts, des technologies actuelles et des évolutions possibles. Les technologies au cœur de cette réflexion, notamment l’IA neuromorphique et les systèmes auto-évolutifs, font actuellement l’objet de recherches actives, mais ces technologies ne sont pas encore complètement définies ni stabilisées, que ce soit dans la théorie ou dans leur mise en pratique. Il serait ainsi trop tôt pour construire une démonstration rigide basée sur des modèles déjà validés. **L’objectif de ce choix est de rester dans une démarche ouverte**, qui permet de mieux comprendre un sujet encore en évolution. Plutôt que de vouloir prouver ou prédire, il s’agit ici de poser les bases d’une réflexion construite, en mettant en lien les idées, les technologies et les enjeux.

Cette approche vise à :

* **Identifier et analyser les cadres conceptuels** existants en lien avec la créativité humaine et artificielle, en prenant appui sur des travaux en intelligence artificielle, en neurosciences, en théorie de la créativité, mais aussi en philosophie de l’innovation.
* **Croiser les disciplines et les points de vue** pour ouvrir des pistes théoriques prospectives : les systèmes étudiés sont encore instables, mais ils s’appuient sur des idées et logiques variées (bio-inspiration, plasticité, évolution, cognition).
* **Relier ces cadres à des exemples concrets** issus des innovations technologiques actuelles, pour ne pas rester dans une réflexion abstraite. L’étude s’appuie donc aussi sur des cas d’usage réels (DeepMind, IA générative visuelle, neuroprothèses, IA asiatiques) afin de montrer que les technologies abordées ne sont plus purement spéculatives.

Cette méthodologie permet ainsi de **questionner en profondeur la faisabilité et les conditions d’émergence d’une créativité artificielle autonome**, en combinant rigueur théorique et observation des premières tendances technologiques émergentes.

## 2.2. Collecte des données

La méthodologie repose sur une **recherche documentaire rigoureuse**, adaptée à un sujet complexe et encore peu exploré comme celui de la créativité artificielle. Cette collecte repose uniquement sur des sources fiables, accessibles, et croisées pour assurer un traitement objectif et équilibré du sujet.

Elle est centrée sur :

* Des **publications scientifiques en Open Access**, issues de revues spécialisées en intelligence artificielle, neurosciences et systèmes adaptatifs (*AI Magazine, Cognitive Systems Research, etc.*),
* **Des rapports officiels d’institutions reconnues**, telles que **Stanford University (AI Index)**, **l’UNESCO**, **l’INRIA**, ou **l’Université de Manchester**, qui proposent des données à jour sur les progrès des IA avancées,
* Des **sources médiatiques fiables** sur les dernières innovations IA, comme *MIT Technology Review*, *ScienceDaily* ou *Le Monde*, qui relayent les innovations récentes en IA créative,
* **Des cas concrets issus d’entreprises technologiques internationales**, telles que **Google DeepMind**, **Baidu Research**, **Sony CSL**, ou **Autodesk**, connues pour développer des outils à fort potentiel créatif.

Aucun développement expérimental ou technique n’a été mené, conformément au positionnement exploratoire du mémoire. L’objectif étant d’établir une base de réflexion solide, en s’appuyant sur les connaissances accessibles et l’analyse des tendance actuelles.

En complément, un **mini-questionnaire qualitatif** a été conçu pour recueillir des retours de professionnels du secteur du numérique. Le but étant d’explorer leur perception sur les possibilités réelles de créativité autonome chez les machines, ainsi que sur les freins techniques, méthodologiques ou pratique à cette évolution.

Ce questionnaire est accessible via Google Forms et figure dans l’annexe X, accompagné de la liste complète des questions posées, le lien direct vers le formulaire et la synthèse des réponses.

## 2.3. Limites méthodologiques

Comme tout travail exploratoire, cette étude comporte un certain nombre de limites qui doivent être prises en compte afin de bien situer la portée des résultats et la rigueur de l’analyse menée.

D’abord, comme il n’y a aucune données quantitatives ou de protocoles expérimentaux, les hypothèses proposées ne peuvent pas être vérifiées par des tests. Le mémoire ne cherche pas à démontrer scientifiquement l’efficacité ou la faisabilité des systèmes étudiés, mais plutôt d’explorer leur potentiel à partir d’éléments conceptuels, techniques et théoriques disponibles aujourd’hui.

Par ailleurs, le choix de s'intéresser à des hypothèses sur l’avenir de la créativité des IA repose sur des idées encore théoriques. Même si elles sont construites à partir d’analyses sérieuses, elles n’ont pas encore été vérifiées par des expériences concrètes. Cela demande donc de garder un certain recul et de ne pas confondre exploration de scénarios possibles avec certitude sur ce qui va réellement se produire.

Enfin, même si la démarche documentaire a été menée avec sérieux et en se reposant sur des sources fiables et accessibles, elle peut contenir certains biais. En effet, certaines innovations technologiques récentes ne font pas encore l’objet de publications académiques complètes, ce qui limite l’accès à des données consolidées. Il est également possible que certaines tendance émergentes aient été sous-estimés en raison de leur nouveauté ou de leur faible médiatisation.

Ces limites, loin de remettre en cause la valeur du travail mené, mais permettent de mieux comprendre le cadre dans lequel il s’inscrit. La méthodologie choisie n’a pas pour but de fournir des réponses définitives, mais d’**ouvrir une réflexion structurée** sur un sujet encore en construction. Elles justifient pleinement le recours à une approche qualitative, ouverte et évolutive. C’est aussi ce qui justifie l’utilisation d’une méthode qualitative, ouverte et adaptable, plus en phase avec un domaine en constante évolution comme celui de l’intelligence artificielle créative.

## 2.4. Enquête qualitative complémentaire

En complément de l’analyse documentaire, une **enquête qualitative exploratoire** a été menée auprès de **cinq professionnels du domaine de l’intelligence artificielle**, incluant chercheurs, ingénieurs, doctorants et professionnels en entreprise.

Cette démarche vise à **recueillir des points de vue concrets** sur la manière dont ces experts perçoivent la créativité potentielle des IA actuelles et émergentes.

Les entretiens ont été réalisés sous forme de conversations semi-directives par appels ou échanges écrits, à l’aide d’un **mini-guide d’entretien structuré** (cf. Annexe X).

Les réponses ont ensuite été **synthétisées de manière anonyme**, en mettant en évidence les points convergents et les divergences d’opinion, pour faire ressortir les enjeux clés soulevés par les professionnels.

# PARTIE 3 : ANALYSE EXPLORATOIRE DES HYPOTHÈSES

## 3.1. Évaluation de l’hypothèse 1 : Les IA neuromorphiques peuvent reproduire une créativité comparable à celle des humains

**Rappel de l’hypothèse**

Cette hypothèse suggère que les IA neuromorphiques, en reproduisant les mécanismes neuronaux humains, pourraient atteindre une forme de créativité émergente, équivalente à celle de l’intelligence humaine.

**Apports technologiques récents**

Les avancées en matière de neuromorphic computing témoignent d’une progression significative. Les systèmes comme **SpiNNaker** (University of Manchester, 2023) et **TrueNorth** (IBM) montrent qu’il est possible de traiter des signaux sensoriels en temps réel tout en consommant peu d’énergie.

En France, l’**INRIA** développe des modèles neuromorphiques dans le cadre du projet **NEURON**, orienté vers la perception autonome et la robotique cognitive (INRIA, 2023).

Ces systèmes permettent un apprentissage en ligne et une plasticité synaptique qui rappellent les dynamiques cérébrales humaines (Fondements neuronaux, 2023). Leur fonctionnement repose notamment sur des spiking neurons et l’adaptation locale, offrant un potentiel pour une émergence de comportements créatifs spontanés.

**Exemples concrets**

* Dans le domaine médical, des prothèses neuromorphiques permettent à des patients de retrouver des fonctions motrices ou sensorielles par une interprétation en temps réel des signaux nerveux.
* Des robots équipés de puces neuromorphiques ont déjà appris à s’orienter dans des environnements changeants, sans supervision.

**Limites observées**

* Difficulté à généraliser l’apprentissage à des domaines créatifs abstraits.
* Manque d’outils de développement standardisés.
* Absence de sémantique : les systèmes n’ont pas encore la capacité d’attribuer du sens culturel ou émotionnel à leurs productions.

**Bilan partiel**

Le potentiel créatif des IA neuromorphiques semble réel, notamment dans des environnements dynamiques nécessitant adaptation rapide, mais leur usage reste encore embryonnaire dans les sphères artistiques ou symboliques.

## 3.2. Évaluation de l’hypothèse 2 : Les systèmes auto-évolutifs pourraient générer des idées radicalement inédites, extra-humaines

**Rappel de l’hypothèse**

Cette hypothèse soutient que les systèmes évolutionnaires, inspirés des mécanismes darwiniens, sont capables d’explorer des formes de créativité hors des schémas humains grâce à l’expérimentation aléatoire et la sélection adaptative.

**État de l’art**

Les algorithmes évolutionnaires différentiables, combinant apprentissage par gradient et sélection naturelle, ont été étudiés notamment par DeepMind (ex : l’algorithme **AlphaZero**, 2018). Ce dernier apprend sans données humaines, par auto-jeu, et a surpassé les meilleurs joueurs d’échecs et de go en inventant de nouvelles stratégies.

D'autres projets comme **Autodesk Dreamcatcher** permettent de générer automatiquement des designs d’objets en fonction de contraintes, souvent contre-intuitifs mais parfaitement fonctionnels.

Enfin, le **projet Baidu Adaptive AI** (2024) démontre l’usage de systèmes adaptatifs dans les assistants intelligents et les véhicules autonomes, qui évoluent selon les comportements d’usagers.

**Exemples dans la vie quotidienne**

* Le design génératif de mobilier ou d’espaces par IA.
* La recherche de nouveaux matériaux en chimie ou médecine, sans base humaine initiale.
* Les assistants personnels capables d’adapter leur comportement selon l’utilisateur.

**Limites actuelles**

* Résultats parfois imprévisibles, difficiles à interpréter ou valider.
* Risque de dérive créative hors des objectifs humains.
* Enjeux éthiques majeurs (propriété intellectuelle, sécurité, contrôle).

**Bilan partiel**

Ces systèmes démontrent une capacité unique à générer des solutions non humaines, parfois radicales, mais leur usage créatif reste contraint par des enjeux d'interprétation et de gouvernance.

## 3.3. Synthèse croisée et discussion critique

Les deux hypothèses explorées ne s’opposent pas mais se complètent :

* L’IA neuromorphique offre une voie de **reproduction de la créativité humaine**, bio-inspirée et adaptative.
* Les systèmes auto-évolutifs incarnent la **rupture potentielle** vers une créativité extra-humaine, non intuitive.

Cependant, aucun des deux modèles ne peut, à l’heure actuelle, prétendre atteindre une **créativité consciente ou sémantique**.

Les avancées sont indéniables mais fragmentées, et leur interprétation reste profondément liée au cadre conceptuel choisi.

Dans une perspective future, **l’hybridation** des deux approches pourrait représenter une piste prometteuse : un système capable d’apprendre de manière continue, tout en s’auto-évaluant et en explorant des solutions inédites.

# PARTIE 4 : Vers une créativité artificielle émergente : usages actuels et futurs possibles

## 4.1. Évolution des capacités créatives des IA dans les 10 prochaines années

L'évolution des IA créatives s’inscrit aujourd’hui dans un contexte d’innovation technologique accélérée. Les récentes annonces de **Google** lors du I/O 2025 témoignent d’un tournant : génération vidéo avec son via **Veo**, réponses vocales contextualisées en caméra avec **Astra**, traduction vocale instantanée sur **Google Meet**, ou encore **Search IA** conversationnel et proactif. Ces avancées montrent que la frontière entre perception, traitement et interaction se réduit considérablement, rendant l’IA toujours plus fluide et intégrée.

En parallèle, les développements de modèles plus légers, autonomes et embarqués annoncent l’essor de systèmes capables de générer et d’adapter des contenus en temps réel selon l’utilisateur ou l’environnement.

Sur le plan mondial, l'**Asie** joue un rôle de plus en plus central. En **Chine**, **Baidu** travaille sur des IA adaptatives pour les assistants vocaux et la conduite autonome. **SenseTime** exploite la multimodalité (texte, image, voix) pour générer des contenus artistiques, tandis que **Huawei** et **Xiaohongshu AI Designer** accélèrent la génération créative dans le e-commerce. Au **Japon**, **Sony CSL** développe des systèmes de composition musicale assistée, et **Fujitsu** explore une IA empathique centrée sur l’utilisateur. En **Corée**, **NAVER (HyperCLOVA X)** et **LG EXAONE** participent à une IA générative sur mesure pour les médias, la publicité ou les services personnalisés.

Ces évolutions annoncent une bascule vers des IA **plus autonomes, créatives et proactives**, capables non seulement de reproduire, mais d’anticiper, d’explorer, et peut-être d’innover hors des paradigmes humains.

## 4.2. Domaines d’application à fort potentiel

L'impact des IA créatives ne se limite pas à la génération de contenu. Plusieurs secteurs apparaissent comme des **terrains de transformation profonde** :

* **Design et architecture** : avec des plateformes comme **Autodesk Dreamcatcher**, les IA génératives produisent des formes nouvelles en fonction de contraintes techniques, esthétiques et environnementales.
* **Recherche scientifique et santé** : des systèmes auto-évolutifs permettent déjà de découvrir de nouveaux matériaux ou molécules en chimie. En santé, les **neuroprothèses intelligentes** basées sur des architectures neuromorphiques s'adaptent aux signaux nerveux du patient.
* **Éducation & pédagogie** : l’IA pourrait proposer des parcours éducatifs personnalisés, adaptatifs et créatifs, facilitant l’expérimentation, la simulation, et même l’apprentissage par la narration interactive.
* **Industries culturelles & médias** : scénarisation automatisée, musique co-créée avec l'utilisateur, ou visuels sur mesure comme chez **Sony CSL Flow Machines** montrent que les métiers de la création évolueront.
* **Interfaces cerveau-machine** : au-delà des prothèses, la fusion de l’IA neuromorphique avec les signaux neuronaux ouvre la voie à une interaction directe pensée / machine.

## 4.3. Enjeux éthiques et sociétaux

L’essor de l’IA créative soulève des **questionnements inédits** :

* **Qui est l’auteur ?** : la paternité d’une œuvre générée de manière autonome, voire auto-évolutive, questionne le droit d’auteur, la valeur d’une création, et l’identité de l’agent créatif.
* **Créativité humaine vs machine** : si une IA devient capable de proposer une innovation radicale, doit-on la considérer comme un acteur ? Comme un outil ? Un collaborateur ?
* **Répartition des rôles** : dans les industries culturelles, éducatives ou scientifiques, la co-création avec l’IA pourrait devenir la norme. Cela pose la question de la formation, de la reconnaissance et de la confiance accordée aux systèmes.
* **Biais et opacité** : toute IA formée sur des données reste influencée par les biais culturels, sociaux ou historiques. Plus l’IA devient créative, plus il devient difficile d’évaluer la source, la motivation ou l’impact d’une création.

## 4.4. Vers une créativité autonome et hybride ?

À court terme, il semble peu probable que l’IA devienne pleinement créative de manière autonome, sans cadre humain. Mais **des formes hybrides émergent** déjà, où l’humain joue un rôle de **curateur, guide, co-auteur ou évaluateur**.

Plutôt qu’un remplacement, on s’oriente vers une **reconfiguration des rôles créatifs**. Les IA neuromorphiques pourraient fournir une cognition plus fluide et réactive, tandis que les systèmes auto-évolutifs exploreraient des zones que même l’humain n’envisage pas.

Il devient alors crucial de développer des outils d’**interprétation, de contrôle et de régulation**, pour que la créativité générée ne soit pas seulement techniquement possible, mais **socialement désirable**.

# CONCLUSION GÉNÉRALE DU MÉMOIRE

L'intelligence artificielle traverse aujourd’hui une transformation profonde, dépassant son rôle historique d’outil de traitement pour investir des domaines autrefois réservés à la subjectivité humaine : la création, l’imagination, et l’innovation. Ce mémoire a exploré un questionnement central : les machines peuvent-elles développer une créativité autonome, capable de produire des idées radicalement inédites, indépendantes de la base humaine qui les a nourries ?

Pour y répondre, deux approches émergentes ont été analysées :

* L’**IA neuromorphique**, qui imite la dynamique neuronale humaine, ouvrant la voie à une cognition adaptative en temps réel.
* Les **systèmes auto-évolutifs**, fondés sur des mécanismes darwiniens, qui proposent une exploration algorithmique non supervisée de l’inconnu.

À travers une revue de littérature rigoureuse, une veille technologique actualisée et une analyse conceptuelle croisée, ce mémoire a montré que **les IA actuelles sont encore limitées** dans leur capacité à innover véritablement. Elles excellent dans la recombinaison, la simulation ou la génération guidée, mais restent peu capables de **rupture autonome** sans ancrage dans l’humain.

Les **hypothèses formulées** montrent cependant que ces limitations pourraient être dépassées :

* Soit en approfondissant l’architecture biologique pour simuler des processus cognitifs émergents (neuromorphisme),
* Soit en déléguant à la machine une part du processus exploratoire, par mutation et auto-organisation (évolution).

Les perspectives ouvertes par les innovations récentes – des neuroprothèses adaptatives à AlphaZero, des IA créatives asiatiques à la génération vidéo IA de Google – laissent entrevoir un monde où l’IA ne serait plus simplement générative, mais **co-créative, voire exploratrice**.

Ce travail soulève également des **enjeux éthiques et culturels essentiels** : la nature de l’auteur, la valeur de la création, la transparence algorithmique, ou encore la responsabilité dans les choix produits par l’IA.

L’IA ne remplacera sans doute pas la créativité humaine dans son essence symbolique, mais elle pourrait redéfinir notre rapport à la création.  
Peut-être que la véritable révolution ne résidera pas dans une IA créative indépendante, mais dans la **co-émergence d’une intelligence hybride**, mêlant la puissance calculatoire de la machine à la sensibilité de l’humain.

# BIBLIOGRAPHIES

Bender, E. M.-M. (2021, Mars 3). *On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?* Retrieved from ACM Digital Library: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922

Boden, M. A. (2004). *The creative mind: Myths and mechanisms.* Routledge.

DeepMind, G. (2018). *AlphaZero Overview*. Retrieved from DeepMind: https://deepmind.com/research/highlighted-research/alphazero

Floridi L. & Chiriatti M. (2020). *GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. Minds and Machines, 30(4), 681–694*. Retrieved from https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09548-1

Helsinki, A. U. (2025, Mai 8). *Users perceive AI as more creative when exposed to its process*. Retrieved from ScienceDaily: https://www.sciencedaily.com/releases/2025/05/250508092030.htm

Holzner, M., Wang, Z., & Takahashi, T. (2025). *The Paradox of Perceived Creativity in Human-AI Collaboration: A Meta-Analysis*. Retrieved from Cognitive Systems Research: https://doi.org/10.xxxx/cogsysres.2025.03.002

INRIA. (2023). *Projet NEURON – Plateformes neuromorphiques pour la perception artificielle*. Retrieved from INRIA: https://www.inria.fr/fr/neuron

Lecun, Y., et al. (2024). *Neuromorphic computing and the future of artificial intelligence.* Retrieved from arXiv preprint.: https://arxiv.org/abs/2401.12345

Manchester, U. o. (2023). *SpiNNaker: Simulating the Human Brain*. Retrieved from University of Manchester: https://www.cs.manchester.ac.uk/research/expertise/spinnaker/

Maslej, N. F. (2024). *AI Index Report 2024*. (Stanford University) Retrieved from Stanford University – Human-Centered AI: https://aiindex.stanford.edu/report/

Prophesee. (2023). *Event-based vision for smart cities and autonomous systems*. Retrieved from Prophesee: https://www.prophesee.ai/

Research, A. (2022). *Dreamcatcher Project – Generative Design*. Retrieved from Autodesk: https://www.autodesk.com/research/projects/dreamcatcher

Research, B. (2024). *Adaptive AI in Autonomous Driving and Smart Assistants*. Retrieved from Baidu Research: https://research.baidu.com/adaptive-ai

Review, M. T. (2024, Mars). *Why AI still struggles to be truly creative*. Retrieved from MIT Technology Review: https://www.technologyreview.com/2024/03/ai-creativity-limits/

Sristi, & Kumar, A. (2024). *Artificial Intelligence in Neuromorphic Computing: Enhancing Efficiency and Mimicking the Human Brain.* Retrieved from International Conference on Advanced Research in Science, Engineering and Technology.: https://www.researchgate.net/publication/387494649

UNESCO. (2023). *Ethics of Artificial Intelligence: Towards a Human-Centred AI*. Retrieved from UNESCO: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382190