

# *Guide des bonnes pratiques de l'utilisation de l'intelligence artificielle générationnelle en Sciences*



## **PIM IA-G - janvier 2024**

Florent SEMIER  
Emilio GONZALEZ  
Baptiste LAGRANGE  
Nathan DUMONT  
François GOKCE  
Simon HERBERT  
Gwendal SALIOU  
Alexandre CARLO  
Tom SAOUT

Audrey BESANCON  
Tom RAKOTOMANGA  
Sokhna Mariame NDIMBLANE  
Tsama Dorline RAKOTONANDRASANA  
Quentin BOUILLAUD  
Quentin BARBIER  
Clément LACROUTS  
Titouan GALLOU

# Sommaire

<b>Remerciements</b> .....	<b>2</b>
<b>I. Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>II. Un outil pour la génération de texte</b> .....	<b>6</b>
A. Risques de l'utilisation de l'IA-G.....	6
B. Précautions d'utilisation.....	7
<b>III. Une aide pour la documentation</b> .....	<b>8</b>
A. Outils d'exploration documentaire.....	8
B. Feedback et critique d'un écrit.....	8
C. Recherche d'information.....	8
D. Apprentissage et éducation.....	8
E. Limitations.....	9
<b>IV. Un assistant dans la création de programme</b> .....	<b>10</b>
A. Explication du code.....	10
B. Exemples d'utilisation.....	10
C. Risques.....	10
<b>V. Un nouveau paradigme pour la création d'images"</b> .....	<b>11</b>
A. Différents IA pour la génération d'image.....	11
B. Démonstration d'utilisation.....	11
<b>VI. Un nouvel outil pour les présentations</b> .....	<b>13</b>
<b>VII. L'écologique et l'IA</b> .....	<b>14</b>
<b>VIII. Conclusion</b> .....	<b>15</b>
<b>IX. Ouverture: Évolution du rôle des chercheurs et chercheuses dans le contexte de l'intelligence artificielle</b> .....	<b>16</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>17</b>

## ***Remerciements***

Nous remercions chaleureusement les encadrants **Jean-Marie GILLIOT**, **Jacques DEVERCHERE** et **Arnaud AGRANIER** pour leur contribution essentielle à la réussite de cet enseignement.

Chers intervenants,

Nous tenons à vous remercier chaleureusement pour vos interventions lors de notre formation sur l'intelligence artificielle. Vos présentations ont été passionnantes et très instructives.

**Denoual Le Roux**, votre conférence d'introduction aux IA et au Prompt Engineering nous a permis de comprendre les bases de cette technologie complexe. Vous avez su vulgariser les concepts de manière accessible et intéressante.

**Yassir Bendou**, votre conférence sur les effets des IA sur l'information nous a fait prendre conscience des enjeux et des défis de cette technologie. Vous avez mis en lumière les risques de biais et de manipulation de l'information par les IA.

**Liana Ermakova**, votre conférence sur l'écriture d'articles scientifiques en utilisant les IA nous a ouvert de nouvelles perspectives. Vous avez montré comment les IA peuvent être utilisées pour automatiser certaines tâches, mais aussi pour générer des idées nouvelles. Vous nous avez appris que l'IA a des difficultés dans la traduction et double sens.

**Cécile Plaud**, votre conférence sur les biais sexistes et/ou racistes des IA nous a sensibilisés à un problème important. Vous avez montré comment les IA peuvent reproduire et amplifier les biais présents dans la société.

**Riwalenn Ruault**, votre intervention sur la structuration de notre travail et la forme de notre rapport a été particulièrement précieuse. Vous nous avez aidé à clarifier nos idées et à organiser notre réflexion. Vos conseils nous ont été d'une grande aide pour la réussite de notre projet.

Vos interventions nous ont permis d'acquérir des connaissances essentielles sur l'intelligence artificielle. Elles nous ont également donné à réfléchir aux implications de cette technologie sur notre société.

Nous vous remercions encore pour votre contribution à notre formation.

Cordialement,  
**PIM IA-G**

---

Cette activité s'est tenue du 8 au 12 janvier 2024 dans le cadre des PIM (Projets Interdisciplinaires Mutualisés) de l'EUR ISblue (<https://isblue.fr/>). Cette UE interdisciplinaire et transversale a été lancée en 2023 (<https://isblue.fr/pratiques-pedagogiques/interdisciplinarite-les-pim/>)

*Le traitement de texte, la création d'images et la rédaction du rapport ont été réalisés en partie avec l'aide de l'IA-G*



## ***I. Introduction***

L'intelligence artificielle générative (IA-G) représente un domaine technologique qui suscite à la fois fascination et appréhension. Cet outil puissant est au cœur de nombreux débats, soulignant la nécessité de l'utiliser avec précaution et de modérer les émotions qu'elle peut engendrer. Il est crucial de comprendre que l'IA-G demeure avant tout un instrument, ni plus ni moins, et son utilisation nécessite une approche éthique et réfléchie. Selon l'OCDE (2023), *“un système d'IA est un système basé sur la machine qui, ayant des objectifs explicites ou implicites, déduit, à partir des entrées qu'il reçoit, comment produire des sorties telles que des prédictions, des contenus, des recommandations ou des décisions pouvant influencer les environnements physiques ou virtuels. Les différents systèmes d'IA varient dans leur niveau d'autonomie et d'adaptabilité après déploiement.”*

Pour comprendre le fonctionnement de l'IA-G, il est essentiel d'examiner son processus de développement. La première phase, appelée pré-entraînement, consiste à former le modèle sur un large ensemble de données, souvent désigné sous le terme de "corpus". Cette étape permet au modèle d'acquérir des modèles linguistiques généraux et de comprendre les relations sémantiques.

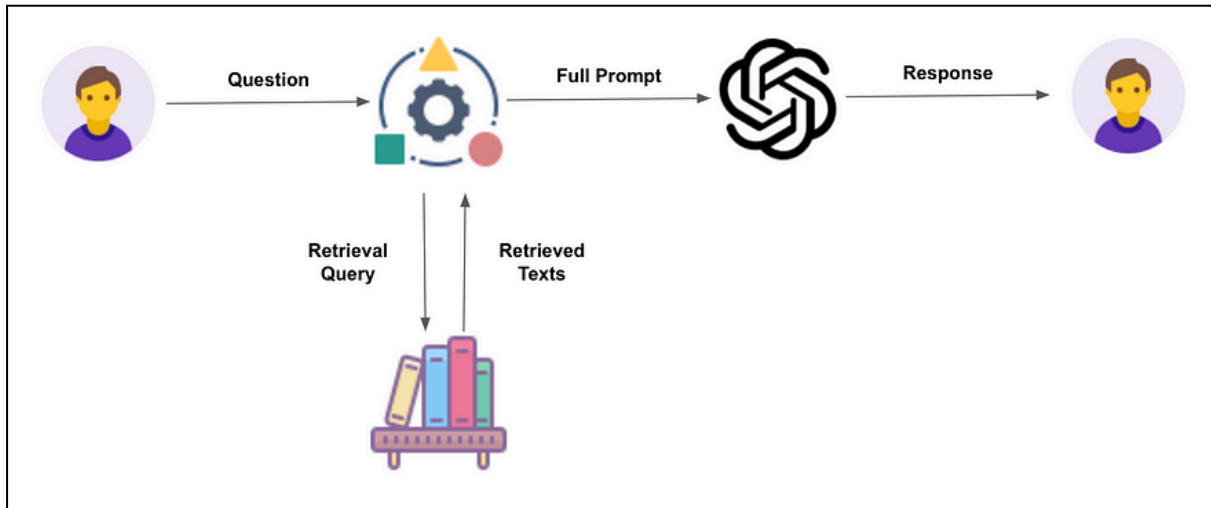
Suite au pré-entraînement, le modèle passe par une phase d'affinage, au cours de laquelle il est ajusté pour des applications spécifiques grâce à des ensembles de données plus ciblés et spécialisés. Cette étape rend le modèle apte à exécuter des tâches spécifiques, telles que la traduction automatique, la génération de texte, le résumé automatique, et bien d'autres.

La majorité des systèmes d'IA, y compris les modèles GPT, s'appuient sur une architecture de type Transformer, fondée sur des mécanismes d'attention. Ces transformateurs permettent au modèle de tenir compte de l'intégralité du contexte lors de la génération de réponses, améliorant significativement leurs performances dans les tâches liées au traitement du langage naturel.

Une fois formée, l'IA est capable de générer des contenus de manière contextuellement pertinente. Le GPT, par exemple, opère en prédisant le mot ou la séquence suivante dans une phrase, basé sur le contexte fourni. Cette capacité rend le modèle apte à compléter des phrases, répondre à des questions, produire du texte cohérent, et même accomplir des tâches créatives telles que la rédaction de poèmes.

Cependant, l'évolution rapide des technologies soulève la question de l'obsolescence des recommandations actuelles dans un avenir proche. Face à cette accélération du développement technologique, il est recommandé d'aborder les informations générées par l'IA-G avec prudence, adoptant une approche d'essai et d'erreur, étant impossible de maîtriser entièrement les productions d'une IA-G.

Avant de plonger dans les applications concrètes de l'IA-G dans la vie quotidienne, examinons les exemples qui confirment l'omniprésence de cette technologie, tels que les assistants vocaux, la traduction automatique, les recommandations d'achats en ligne, l'intégration dans la domotique, et l'utilisation de chatbots pour un support client automatisé.



Fonctionnement simplifié de l'IA-G ((24) *What Is Retrieval Augmented Generation?* | *LinkedIn*, n.d.)(<https://www.zotero.org/google-docs/?u4Ogac>)

## ***II. Un outil pour la génération de texte***

Les IA génératrices de texte, ou IA-G, fonctionnent en sélectionnant le mot suivant le plus probable sur une base statistique.

**ChatGPT** (<https://chat.openai.com/>) est conçu pour reformuler, rédiger ou traduire des textes. La version Chat GPT 4 permet d'intégrer un document PDF (article, rapport, procédure, etc.) et de formuler une requête en rapport avec le document pour s'en inspirer. Cela facilite l'élaboration d'idées pour débiter une rédaction et peut servir de base pour approfondir une recherche d'informations. Cependant, ChatGPT peut ne pas utiliser de termes scientifiques ou techniques spécifiques et, en reformulant, il peut remplacer des termes clés par des synonymes qui altèrent le message original.

### **A. Risques de l'utilisation de l'IA-G**

L'utilisation de l'intelligence artificielle générative (IA-G) ne se fait pas sans risques, et il est essentiel de prendre conscience des écueils potentiels.

- Le contenu généré par une IA-G peut être sujet à des erreurs ou être dépourvu de fondement, entraînant ainsi un phénomène d'hallucination. Cette caractéristique soulève des préoccupations quant à la fiabilité des informations produites, nécessitant une vigilance accrue lors de l'évaluation des résultats.
- Le plagiat présente également un risque majeur. La capacité de ces systèmes à générer du texte de manière fluide et cohérente peut conduire à la reproduction non intentionnelle de contenus existants. La lutte contre le plagiat devient alors une préoccupation incontournable pour maintenir l'intégrité intellectuelle des travaux générés par ces technologies.
- Un aspect crucial à considérer est la présence de biais sexistes, racistes ou homophobes dans les résultats produits par l'IA-G. Cécile Plaud, enseignante-chercheuse en sciences de l'éducation à l'ENSTA Bretagne, met en évidence la possibilité que ces biais résultent des bases de données biaisées utilisées lors de l'entraînement de l'IA. Un exemple concret de ce problème réside dans la traduction générée, susceptible de refléter des stéréotypes indésirables. La vigilance face à de tels biais est essentielle pour éviter la propagation involontaire de préjugés et de discriminations.

## **B. Précautions d'utilisation**

Pour minimiser les risques liés à l'utilisation de l'IA-G, des précautions spécifiques doivent être prises. Tout d'abord, il est impératif de vérifier attentivement les informations fournies par l'IA et de ne pas les accepter de manière inconditionnelle. La fiabilité des résultats doit être constamment évaluée pour éviter la propagation de données incorrectes.

Le contrôle des sources constitue une étape essentielle dans le processus d'utilisation de l'IA-G. En s'assurant de la qualité des bases de données sur lesquelles le modèle a été formé, il est possible de réduire les risques de biais indésirables et d'erreurs de contenu.

La relecture et la modification du contenu généré s'avèrent également cruciales. En intervenant lorsque nécessaire, l'utilisateur peut rectifier des incohérences, des erreurs factuelles ou des formulations problématiques, renforçant ainsi la qualité globale des productions.

Pour guider efficacement l'IA-G, l'utilisation de prompts bien construits est recommandée. Le prompt engineering, qui consiste à spécifier clairement le rôle, la tâche et le contexte, permet d'obtenir des résultats plus pertinents et adaptés à l'objectif visé.

Des techniques avancées, telles que "Chain of Thought" et "Chain of Density", peuvent être employées pour améliorer la cohérence et la densité d'information dans les réponses générées. De plus, poser des questions étape par étape, demander des précisions supplémentaires et interroger l'IA sur le prompt le plus adapté pour une réponse précise contribuent à affiner les résultats.

Un exemple illustratif de cette approche proactive consiste à formuler des requêtes spécifiques, telles que : "Quel prompt me permettrait de savoir en combien de jours on peut faire le tour du monde avec un bateau de type Figaro 1 en partant de Brest un 10 janvier 2024 ?" Cette méthodologie proactive contribue à orienter l'IA-G vers des réponses précises et fiables, renforçant ainsi la confiance dans son utilisation.



### ***III. Une aide pour la documentation***

#### **A. Outils d'exploration documentaire**

**Scispace** (<https://scispace.com/>) est spécialement conçu pour la recherche d'articles et l'analyse de l'état de l'art sur un sujet spécifique. Cet outil facilite la synthèse d'articles en décomposant leurs différentes parties (comme l'introduction, la méthodologie, etc.), et permet également de synthétiser un sujet de recherche en intégrant les sources pertinentes.

**Research Rabbit** (<https://www.researchrabbit.ai/>) peut être utilisé pour trouver des références bibliographiques sur une variété de sujets, y compris les sciences, les sciences sociales, les arts et les lettres. Il peut également être utilisé pour trouver des références bibliographiques sur des sujets spécifiques, tels que les maladies, les technologies ou les événements historiques.

Pour utiliser Research Rabbit afin de trouver des références bibliographiques, il suffit de saisir une question ou un sujet dans la barre de recherche. Research Rabbit générera ensuite une liste de résultats, classés par pertinence. Chaque résultat comprend le titre de l'article, l'auteur, l'année de publication et les liens vers le texte intégral de l'article ou vers la page de résumé de l'article.

#### **B. Feedback et critique d'un écrit**

ChatGPT peut être utilisé comme outil de feedback. Par exemple, après avoir travaillé sur un sujet, un prompt peut être formulé pour demander à l'IA de vérifier si tous les éléments importants ont été abordés. ChatGPT peut alors fournir des informations complémentaires et identifier les aspects potentiels qui n'ont pas été couverts, favorisant ainsi une exploration plus approfondie du sujet.

#### **C. Recherche d'information**

Plusieurs outils sont disponibles pour extraire et synthétiser des informations à partir de documents, permettant de produire des résumés et de poser des questions spécifiques. Scispace, par exemple, peut fournir un résumé succinct de deux lignes d'un abstract, offrant une compréhension rapide de l'essentiel de l'article. Toutefois, il peut arriver que Scispace propose des articles peu nombreux et peu cités, en particulier sur certains sujets.

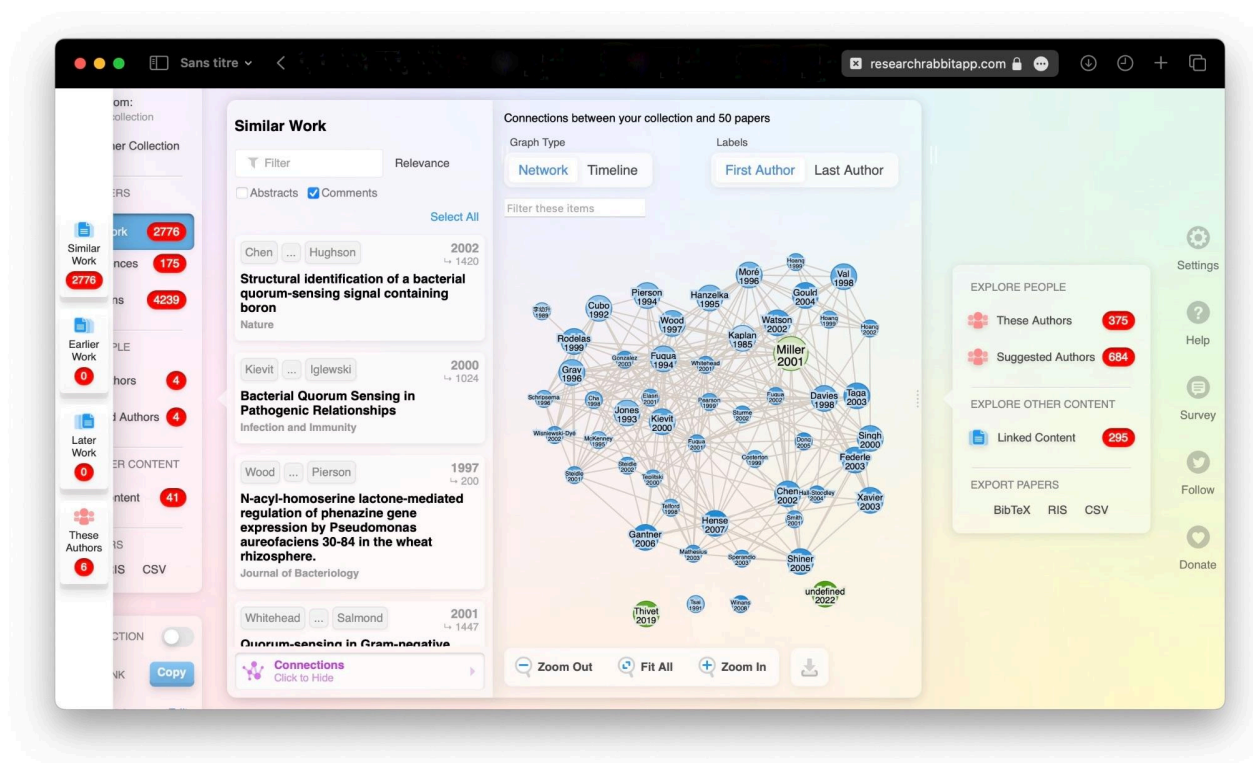
#### **D. Apprentissage et éducation**

Les IA peuvent être utilisées pour vulgariser des concepts complexes, comme expliquer la relativité générale à un enfant de 10 ans. Des chatbots spécialisés peuvent également faciliter l'acquisition de nouvelles connaissances, comme dans le cas de la documentation de **bibliothèques informatiques**.

## E. Limitations

Les IA, y compris GPT, peuvent rencontrer des difficultés pour identifier des informations importantes situées au milieu d'un texte plutôt qu'à ses extrémités. De plus, l'utilisation d'une IA ne remplace pas la lecture détaillée d'un article scientifique. Des problèmes de contresens peuvent également survenir.

GPT4, qui est un service payant, s'est révélé être l'outil le plus performant pour l'analyse de documents, en particulier avec **les GPTs, des petits bots spécialisés**.



Capture d'écran démonstratif de l'interface de Research Rabbit (Rakotomanga, 2024)

## ***IV. Un assistant dans la création de programme***

**L'IA-G est un assistant au développeur informatique. On peut utiliser chatGPT mais des outils spécialisés augmentent la productivité du codeur.**

**Github Copilot**, en utilisant les versions GPT 4 et 3.5, représente un outil avancé dans le domaine de la génération de code.

### **A. Explication du code**

Ces outils sont capables de fournir des explications sur les paramètres et les retours d'une fonction, mais leur efficacité reste limitée en ce qui concerne la description du fonctionnement interne du code.

### **B. Exemples d'utilisation**

- Traduction de code LaTeX : L'utilisateur peut soumettre un code LaTeX dans une langue donnée et demander sa traduction. Le système génère alors un nouveau code où seules les chaînes de texte sont modifiées, les noms de fonction restent inchangés. Ce code est presque directement compilable.
- Documentation de fonction : Avec ChatGPT 3, par exemple, en fournissant le code d'une fonction, l'utilisateur peut obtenir une version documentée de cette fonction.

### **C. Risques**

- Il existe un risque de violation des droits d'auteur sur les codes créés par GitHub Copilot, notamment en cas de réutilisation de codes open source.
- Les résultats produits ne sont pas toujours viables ou opérationnels.

Il est important de noter que les outils de génération de code ne favorisent pas nécessairement l'innovation. Par conséquent, il reste essentiel de maintenir et de développer les compétences en programmation, plutôt que de s'en désintéresser à cause de ces technologies.

## *V. Un nouveau paradigme pour la création d'images*

Dans le domaine de la génération d'images par IA, plusieurs modèles se distinguent, notamment **Stable Diffusion** (<https://www.stable-diffusion-france.fr/>), **Midjourney** (<https://www.midjourney.com/>), **Dall-E** (<https://openai.com/dall-e-2>), **Leonardo AI** (<https://leonardo.ai/>) et **Mage.space** (<https://www.mage.space/>).

### **A. Différents IA pour la génération d'image**

**Stable Diffusion**, développé par Stability AI, est un modèle open-source codé en Python. Il génère des images à partir de prompts textuels, la qualité et la précision de l'image dépendant des mots utilisés dans le prompt.

**Midjourney**, créé par le laboratoire éponyme, se distingue par sa spécialisation dans la création d'images artistiques de haute qualité. Accessible via Discord, ce modèle s'inspire d'œuvres artistiques existantes sur internet, soulevant des questions relatives au droit d'auteur.

**Dall-E**, conçu par OpenAI, repose sur l'architecture GPT et génère des images à partir de descriptions textuelles. Intégrant GPT 4, Dall-E permet de modifier les images en dialoguant avec l'IA.

**Leonardo AI**, s'appuyant sur le framework de Stable Diffusion, offre une interface utilisateur plus intuitive, facilitant la création d'images.

**Mage.space** est un site qui regroupe une centaine de modèles liés à Stable Diffusion. Ces modèles servent de guides pour orienter l'IA vers des styles d'images spécifiques.

### **B. Démonstration d'utilisation**

Pour illustrer la génération originale, un exercice de comparaison de prompts pourrait être réalisé : deux images générées par le modèle SDXL, l'une avec un prompt standard et l'autre avec un prompt plus détaillé.



**SDXL**



**SDXL**

Dans un second temps deux prompts identiques ont été proposés (“Painting of a sea storm”) à deux interfaces différentes (SDXL et Stable Diffusion), voici les résultats obtenus :



**SDXL**



**Stable Diffusion**

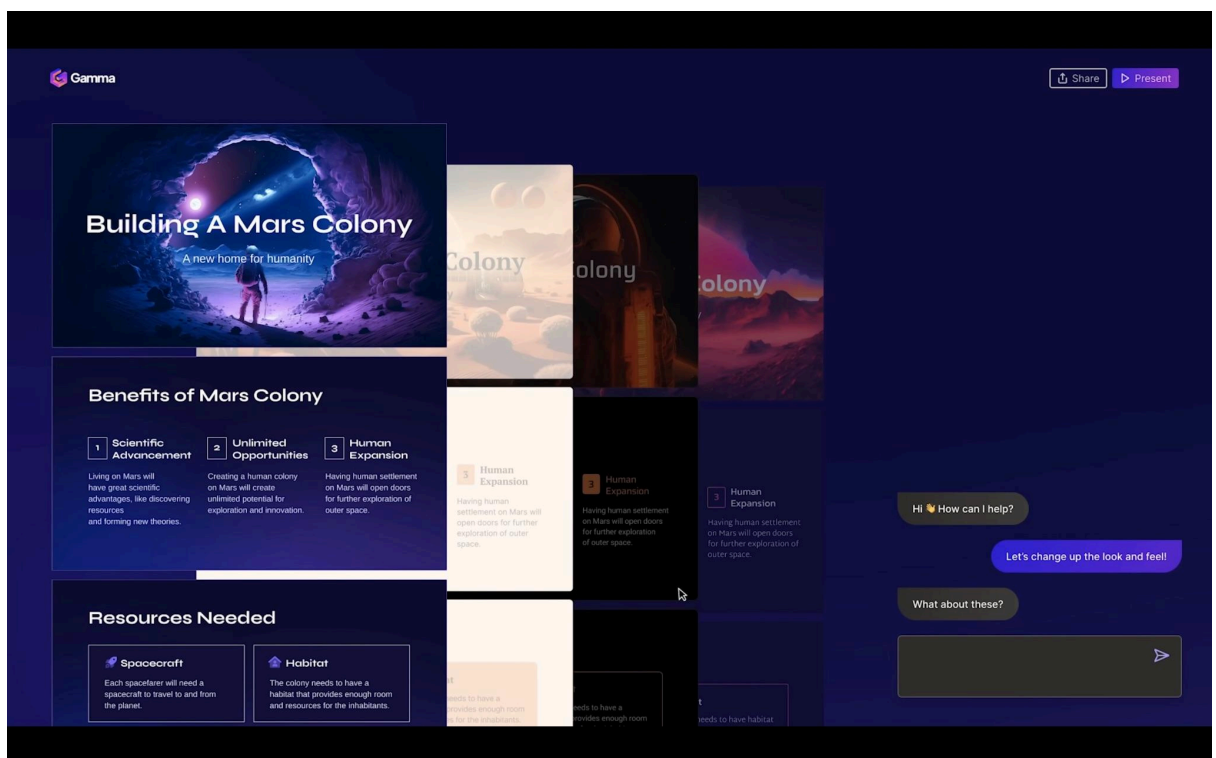
L'utilisation d'IA pour la génération d'images présente des risques liés à la confidentialité et à la propriété intellectuelle. En effet, l'IA a la capacité de reconstruire des images à partir de celles utilisées lors de son entraînement, même si la divulgation de ces images est restreinte pour des raisons de confidentialité. De plus, elle peut s'inspirer ou même imiter le style artistique d'autres créateurs de contenu, tirant profit de leurs œuvres sans leur attribuer le crédit dû, ce qui soulève des questions éthiques et légales sur les droits de propriété intellectuelle.

## VI. Un nouvel outil pour les présentations

**Gamma** (<https://gamma.app/>) et **Slide.AI** (<https://www.slidesai.io/fr>) sont deux outils d'intelligence artificielle conçus pour faciliter et accélérer la création de présentations. Ces deux outils tirent parti de l'IA pour générer du contenu à partir de textes, d'images ou de liens. L'utilisation de Gamma et Slide.AI présente l'avantage d'un gain de temps significatif lors de la phase initiale de création et offre une large marge de personnalisation.

Toutefois, ces outils d'IA présentent certains inconvénients. Ils ne sont pas infaillibles et peuvent produire des illustrations non pertinentes, ainsi que modifier le contenu en ajoutant ou supprimant des informations, qui peuvent être soit intéressantes, soit superflues. De plus, ils ne fournissent pas un outil structuré pour l'organisation du discours et peuvent parfois inventer du contenu.

En parallèle, ChatGPT offre la possibilité de générer un code LaTeX Beamer, une alternative utile pour la création de diapositives structurées et personnalisées.



Capture d'écran démonstratif de l'interface de Gamma(Gamma, 2023)

## ***VII. L'écologie et l'IA***

Le développement des technologies de l'intelligence artificielle, notamment des modèles de type "Transformer" utilisés pour le traitement du langage naturel, soulève un paradoxe notable : ces technologies, bien que destinées à relever les défis écologiques, sont elles-mêmes fortement consommatrices d'énergie. Les centres de données, qui sont au cœur de ces technologies, se révèlent particulièrement gourmands en ressources. Ils nécessitent d'importantes quantités d'énergie pour le fonctionnement des serveurs, qui, en surchauffe, requièrent également de grandes quantités d'eau pour leur refroidissement.

En termes d'impact écologique, la mise au point d'un modèle d'IA de type "Transformer" génère une quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> comparable à celle produite par cinq voitures sur toute leur durée de vie, soit l'équivalent de 315 allers-retours en avion entre New York et San Francisco. Ces informations, rapportées par le site HAL et GEO, mettent en lumière l'empreinte carbone significative de ces technologies (Pachot & Patissier, 2022).

De plus, la consommation d'eau liée à ces technologies est tout aussi préoccupante. Selon un rapport de GEO, l'utilisation de services comme ceux d'OpenAI peut entraîner la consommation de 500 millilitres d'eau pour chaque série de 5 à 50 prompts (Michaels, 2023a). Par ailleurs, l'entraînement de modèles tels que BLOOM, de taille comparable à GPT-3, nécessite jusqu'à 433 MWh (Michaels, 2023b - <https://www.zotero.org/google-docs/?pLPC26>) pendant la phase d'entraînement, contribuant ainsi à une consommation annuelle d'énergie estimée à 85 TéraWattheures.

Ces chiffres illustrent l'urgence de trouver des solutions pour réduire l'impact environnemental des technologies d'intelligence artificielle, en parallèle de leur contribution potentielle à la résolution des problèmes écologiques.

## ***VIII. Conclusion***

La conclusion de ce rapport souligne l'immense potentiel des outils basés sur l'intelligence artificielle, un potentiel si grand qu'il peut parfois susciter un sentiment de vertige. Toutefois, l'enthousiasme et l'appréhension que suscite l'IA peuvent être modérés. En effet, notre analyse a montré que les IA sont essentiellement des outils conçus pour répondre à une variété de problématiques. Bien qu'elles offrent des résultats prometteurs, il est crucial de maintenir un contrôle rigoureux sur ces outils pour moduler les résultats qu'ils peuvent engendrer. Comprendre en profondeur le fonctionnement de l'IA atténue les craintes et permet une meilleure anticipation de l'avenir. Cette compréhension est également cruciale pour maîtriser l'attrait de l'IA, tant sur le plan personnel pour optimiser les performances, que sur le plan sociétal pour contrer les risques associés aux "Fake News", à la dépendance et au respect du droit d'auteur.



## ***IX. Ouverture: Évolution du rôle des chercheurs et chercheuses dans le contexte de l'intelligence artificielle***

Les IA, outils d'une puissance considérable, facilitent une variété impressionnante de tâches et apportent une aide significative dans le domaine de la recherche. D'une part, elles optimisent efficacement la recherche d'articles scientifiques grâce à divers outils. Parmi eux, on trouve des ChatBots capables d'extraire rapidement des informations spécifiques d'un document, d'interpréter des figures ou des graphiques, de résumer des sections ciblées d'un article ou de contextualiser certains éléments. De plus, certaines interfaces offrent la possibilité de visualiser les réseaux de chercheurs, facilitant la compréhension des liens entre les centres de recherche et mettant en évidence les arborescences de citations ainsi que les articles et auteurs les plus influents.

D'autre part, l'IA contribue grandement à la rédaction de rapports de recherche et d'articles scientifiques. Les systèmes GPT, par exemple, aident à structurer la rédaction d'articles, générant des plans détaillés ou organisant les références bibliographiques. Les IA-G de texte, quant à elles, offrent des fonctionnalités de correction, reformulation, mise en forme ou rédaction de paragraphes, accélérant ainsi le processus de rédaction tout en répondant aux exigences des revues de publication.

Bien que ces outils soient variés et puissants, ils ne remplacent pas le travail méthodologique, critique et réflexif inhérent à la recherche scientifique. Les IA, fondées sur des modèles probabilistes et statistiques, ne peuvent pas se remettre en question ni pondérer les informations traitées. Le sens critique et la créativité des scientifiques demeurent donc essentiels à l'avancée de la science. L'introduction des intelligences artificielles dans la recherche scientifique entraîne une évolution notable du métier de chercheur, automatisant et optimisant de nombreuses tâches auparavant rébarbatives. Cela permettra de consacrer davantage de temps aux expérimentations pratiques, d'augmenter le nombre de publications et d'accélérer ainsi les progrès scientifiques et la diffusion des connaissances.

## ***Bibliographie***

- (24) *What is Retrieval Augmented Generation?* | *LinkedIn*. (n.d.). Retrieved January 14, 2024, from <https://www.linkedin.com/pulse/what-retrieval-augmented-generation-grow-right/>
- Gamma (Director). (2023, March 26). *Gamma: AI for presenting ideas, beautifully*.  
<https://www.youtube.com/watch?v=r9VOYJM6nZc>
- Michaels, N. (2023a, September 12). *6,4 milliards de litres pour Microsoft: L'IA générative a-t-elle fait exploser la consommation d'eau des géants de la tech ?* *Geo.fr*.  
<https://www.geo.fr/environnement/eau-ia-generative-a-t-elle-fait-exploser-consommation-eau-geants-de-la-tech-openai-microsoft-google-chatgpt-216592>
- Michaels, N. (2023b, October 10). *L'IA peut-elle consommer autant d'électricité qu'un pays comme l'Irlande, comme le suggère un chercheur ?* *Geo.fr*.  
<https://www.geo.fr/environnement/ia-peut-elle-consommer-autant-electricite-irlande-openai-chatgpt-google-moteur-recherches-consommation-217016>
- Pachot, A., & Patissier, C. (2022). *Intelligence Artificielle & Protection de l'Environnement: Le paradoxe d'une technologie énergivore au service des défis écologiques de demain*. OpenStudio. <https://hal.science/hal-03914062>
- Polaria : site listant les meilleures IA du moment:  
<https://lespetitsbots.notion.site/Les-meilleures-applications-IA-g-n-ratives-du-moment-e28c90df87f44dd8879c6ae82a2ac2c4>