



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



N°21

Janvier 2024

Introduction

Les **systèmes d'intelligence artificielle dite générative** sont l'objet d'étude de ce dossier pluridisciplinaire. Elle offre des repères théoriques, met en avant des usages pédagogiques menés en classe, des ressources de formation transversales.



« Artificial Intelligence and Creativity collaborating created with MidJourney software » Vinchon, F., et al.(2023). Artificial intelligence & creativity : A manifesto for collaboration. The Journal of Creative Behavior. <https://doi.org/10.1002/iocb.597> CC BY-NC-ND 4.0

Sommaire

INTRODUCTION..... 1

DÉFINITIONS..... 2

HISTOIRE..... 7

REPÈRES.....9

PRATIQUES..... 20

PHILOSOPHIE

HISTOIRE DES ARTS

ARTS PLASTIQUES

ÉDUCATION MUSICALE

LANGUES VIVANTES

TECHNOLOGIE

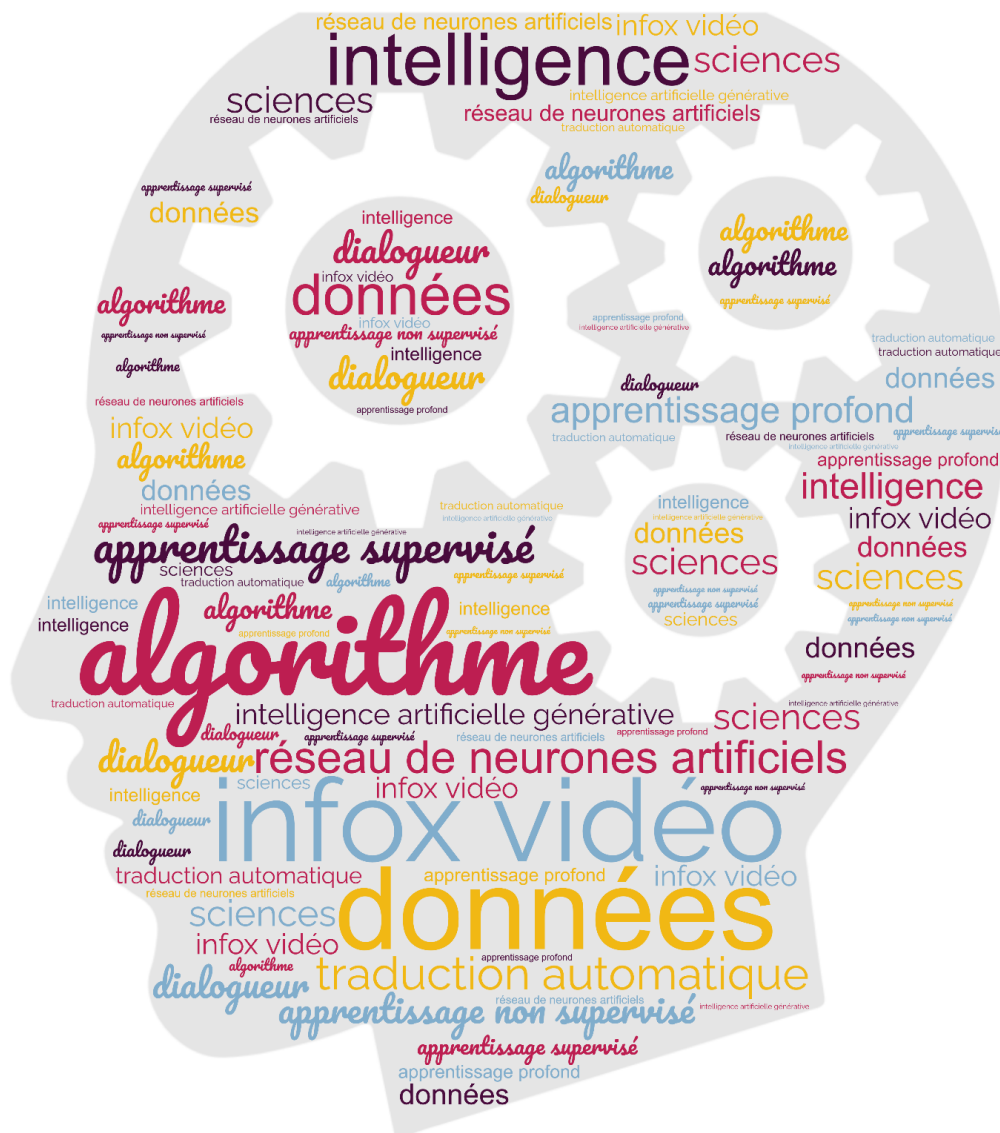
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

LITTÉRATIES SYNTHÉTIQUES

RECHERCHE..... 55

TERMINOLOGIE

FranceTerme présente l’IA comme un « champ interdisciplinaire théorique et pratique qui a pour objet la compréhension de mécanismes de la cognition et de la réflexion, et leur imitation par un dispositif matériel et logiciel, à des fins d’assistance ou de substitution à des activités humaines ».



Le syntagme « intelligence artificielle » est déjà employé selon le *Dictionnaire historique de la langue française* (2022) en 1842 dans le roman *Horace* de **George Sand** où le narrateur critique le psittacisme de la vicomtesse de Chailly, caractéristique qui n’est pas sans analogie avec l’expression « **perroquets stochastiques** » introduite par **Emily Menon Blender** en 2021. Le même dictionnaire signale l’apparition du sens moderne d’« intelligence artificielle » dans *L’ère logique* (1969) de **Jacques Bureau**.

NORMES



La norme **ISO/IEC 22989:2022 (en)** décrit les « [concepts et terminologie relatifs à l'intelligence artificielle](#) » : l'**intelligence artificielle** y est définie comme un domaine

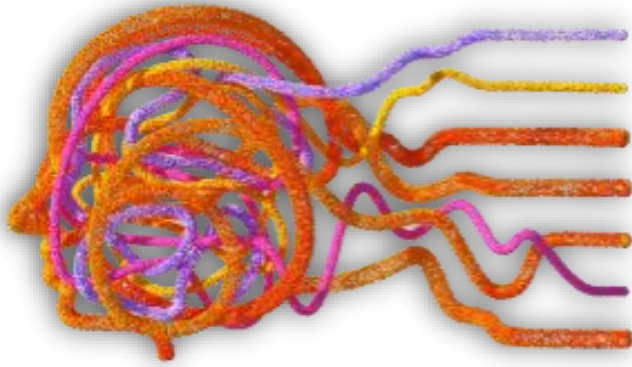


Figure 1. Google DeepMind sur [Pexels](#)

interdisciplinaire de recherche et de développement de mécanismes et d'applications de **systèmes d'intelligence artificielle**. La recherche et le développement peuvent concerner bon nombre de domaines comme l'informatique, la science des données, les sciences humaines, les mathématiques et les sciences naturelles. Les systèmes d'intelligence

artificielle sont des systèmes techniques qui génèrent des résultats tels que du contenu, des prévisions, des recommandations ou des décisions pour un ensemble donné d'objectifs définis par l'homme. Lesdits systèmes peuvent utiliser diverses techniques et approches liées à l'intelligence artificielle pour développer un modèle destiné à représenter des données, des connaissances, des processus, etc. utilisés pour pouvoir effectuer des tâches.

L'[Afnor](#) répertorie les normes en cours, celles soumises à enquête publique et celles publiées. On y retrouve les « normes phares » : **ISO/IEC 42001** (système de management de l'IA), **ISO/IEC 24368** (défis éthiques et sociétaux), **ISO/IEC 24029-1**, **ISO/IEC 24029-2** (méthode d'évaluation de la robustesse des réseaux de neurones par des méthodes formelles), **ISO/IEC 23894** (management du risque spécifique aux systèmes d'IA).

D'autres normes complémentaires dans des secteurs spécifiques intègrent leur définition comme l'[ISO/TR 6026:2022\(fr\)](#) qui précise que l'IA est un « ensemble de méthodes ou d'entités automatisées qui, ensemble, construisent, optimisent et appliquent un modèle permettant au système, pour un ensemble donné de tâches prédéfinies, de calculer des prédictions, des recommandations ou des décisions [...] les systèmes d'IA [étant] conçus pour fonctionner avec différents niveaux d'automatisation ».

LEXICOGRAPHIE


Le projet **datafranca** est à l'origine du *grand lexique français de l'intelligence artificielle*. Ce commun encyclopédique numérique donne accès à plus de 6 000 définitions sur une plateforme collaborative *MediaWiki*. Une version baptisée *Les 101 mots de*



l'intelligence artificielle offre un aperçu condensé de ce travail. Constitué de 101 entrées en français et en anglais, elle présente sous forme d'application nomade une sélection des termes les plus fréquemment employés comme *l'apprentissage automatique*. Sauf mention contraire explicite, tout contenu déposé sur **datafranca** est disponible pour être réutilisé sous les règles de la licence Creative Commons BY-NC-SA 4.0.


L'apprentissage automatique est un champ d'études de l'intelligence artificielle. Ce domaine se fonde sur les statistiques pour donner à l'ordinateur, par le moyen d'un algorithme ou d'un arbre de décision, la capacité d'apprendre par lui-même à partir de jeux de données plutôt qu'à partir d'instructions explicitement programmées afin de s'acquitter d'une tâche.

*On rencontre parfois le calque de l'anglais *apprentissage machine* et les termes *apprentissage statistique* et *apprentissage artificiel* pour désigner le même concept.*

L'apprentissage automatique se divise en grandes catégories : l'apprentissage supervisé, l'apprentissage semi-supervisé, l'apprentissage non supervisé, l'apprentissage par transfert, l'apprentissage par renforcement, l'apprentissage par renforcement inverse et l'apprentissage profond. 

Complément audio - [Qu'est-ce que l'apprentissage automatique ?](#)

[101 mots de l'IA]

Ci-après se trouve un florilège pluridisciplinaire de définitions visant à éclaircir la notion d'intelligence artificielle. Elles émanent d'experts et de chercheurs. Ces définitions s'appuient sur une bibliographie  précisant les sources employées.

DÉFINITIONS EXPERTES

« L'intelligence artificielle (IA) est un terme vague, subjectif, dont le sens évolue au gré des avancées techniques. À l'origine, une IA n'est rien d'autre qu'un algorithme dont le but est de prendre des décisions relevant d'une certaine forme d'intelligence »

(**Stéphane D'ASCOLI**)

« Un ensemble de techniques permettant à des machines d'accomplir des tâches et de résoudre des problèmes normalement réservés aux humains et à certains animaux. Les tâches relevant de l'IA sont parfois très simples pour les humains, comme par exemple reconnaître et localiser les objets dans une image, planifier les mouvements d'un robot pour attraper un objet, ou conduire une voiture. Elles requièrent parfois de la planification complexe, comme par exemple pour jouer aux échecs ou au Go. Les tâches les plus compliquées requièrent beaucoup de connaissances et de sens commun, par exemple pour traduire un texte ou conduire un dialogue »

(**Yann LECUN**)

« L'IA de doit plus signifier "intelligence artificielle " mais "intelligence augmentée" » qui aide « les êtres intelligents à avoir plus de capacités et à être meilleurs dans des domaines spécifiques »

(**Luc JULIA**)

« Une technologie capable de produire des résultats similaires à ceux issus du cerveau humain. Il s'agit d'un outil informatique qui effectue des actions ou exécute des tâches qui, il y a peu, étaient le propre des êtres vivants, humains ou animaux. [...]. L'intelligence artificielle désigne donc les dispositifs technologiques visant à simuler et, in fine, remplacer l'intelligence naturelle, cherchant à reproduire les capacités de l'homme et de l'animal à percevoir, discerner, comprendre, apprendre, raisonner, calculer, mémoriser, comparer, choisir etc. »

(**Boris BARRAUD**)

« L'IA simule en fait le fonctionnement de certaines de nos fonctions cognitives par des moyens qui sont ceux dont l'ordinateur dispose en quantité quasiment illimitée depuis le développement de la société numérique : les données, la mémoire et la puissance de calcul. [...]. Sous couvert d'une terminologie "bio-inspirée", autour du neurone notamment, les informaticiens pourraient laisser entrevoir qu'ils commencent à imiter le vivant et à s'en rapprocher. Cependant, le neurone informatique n'est qu'un très vague simulacre de son équivalent biologique dont le fonctionnement est bien plus sophistiqué que de multiplier puis filtrer un signal d'entrée ».

(**Rodolphe GELIN, Olivier GUILHEM**)

« L'intelligence artificielle ne constitue pas une innovation parmi d'autres, elle représente davantage un "principe technique universel" fondé sur une même systématique : l'analyse robotisée - le plus souvent opérée en temps réel - de situations d'ordres divers, la formulation instantanée d'équations, prétendument les plus conformes, généralement en vue d'engager les actions adéquates correspondantes, soit par le biais d'interventions humaines, soit, de façon autonome, par les systèmes eux-mêmes. Cette logique est supposée s'appliquer, à terme, à tous les pans de la vie individuelle et collective [...] nous assistons à l'émergence d'une technologie de l'intégral »

(**Éric SADIN**)

« [...] domaine de recherche qui étudie les mécanismes de l'intelligence en les modélisant avec des algorithmes et en les expérimentant avec des machines »

(**Carnet Hypothèses ÉDUCATION, NUMÉRIQUE ET RECHERCHE**)

« Le terme d'intelligence artificielle renvoie à trois choses: une discipline scientifique qui vise à mieux comprendre l'intelligence en reproduisant certaines fonctionnalités sur des ordinateurs; les dispositifs matériels qui simulent certaines fonctions cognitives et qui sont amenés à prendre une place de plus en plus conséquente dans la vie quotidienne des hommes de notre temps; enfin, l'inquiétude suscitée par les progrès fulgurants de ces techniques qui bien souvent dépassent l'entendement humain et qui pourraient, si cela se poursuivait, conduire, à terme, à une domination de l'humanité par les machines »

(**Jean-Gabriel GANASCIA**)

Des alternatives sont suggérées : **Ilan Manouach** et **Anna Engelhardt** privilégient l'expression « cognition synthétique » dans leur ouvrage collectif *Chimeras : Inventory of synthetic cognition*. Dans ce volume **Rodrigo Ochigame** s'intéresse aux entités générées par les réseaux de neurones et aux modèles génératifs qui relèvent selon l'auteur de la « synthèse parasémiotique » à l'image de l'œuvre de **Trevor Paglen : A Study of Invisible Images**. Le chercheur italien **Stefano Quintarelli** met en avant l'acronyme provocateur **SALAMI : Systematic Approaches to Learning Algorithms and Machine Inferences**.

Une description moins provocatrice serait « informatique anthropique » selon [Jerry Kaplan](#). Ce terme ombrelle vise à englober les efforts de conception des systèmes informatiques d'inspiration biologique, des machines qui imitent la forme ou les capacités humaines, et des programmes qui interagissent avec les gens de manière naturelle et familière. La **Commission nationale consultative des droits de l'homme (CNCDH)** observe aussi dans son [Avis relatif à l'impact de l'intelligence artificielle sur les droits fondamentaux \(A-2022-6\)](#) cet excès d'anthropomorphisation dans les termes employés (« intelligence artificielle », « réseaux de neurones », « apprentissage profond », etc.) et requiert dans sa recommandation n°1 de recourir à des expressions plus neutres, telles que des « **systèmes algorithmiques d'aide à la décision** » (SAAD).

🏗️ ARCHITECTURE CONCEPTUELLE

Selon la description (voir Figure 2) proposée par le Groupe d'experts sur [l'intelligence artificielle à l'OCDE](#) (AIGO), un système d'IA est « un système automatisé qui, pour un ensemble donné d'objectifs définis par l'homme, est en mesure d'établir des prévisions, de formuler des recommandations, ou de prendre des décisions influant sur des

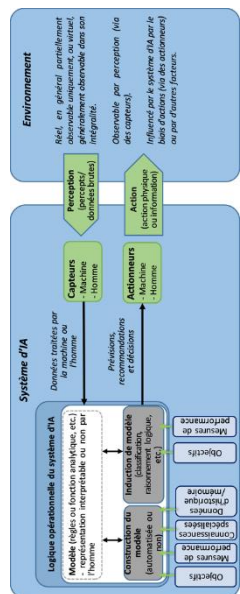


Figure 2. Vision conceptuelle d'un système d'IA OECD (2019). L'intelligence artificielle dans la société, OECD Publishing, Paris.

environnements réels ou virtuels. Pour ce faire, il se fonde sur des entrées machine et/ou humaines pour : i) percevoir les environnements réels et/ou virtuels ; ii) transcrire ces perceptions en modèles grâce à une analyse manuelle ou automatisée (s'appuyant par exemple sur l'apprentissage automatique) ; et iii) utiliser des inductions des modèles pour formuler des possibilités de résultats (informations ou actions à entreprendre). Les systèmes d'IA sont conçus pour fonctionner à des niveaux d'autonomie divers ». Selon une [nouvelle définition](#) adoptée en novembre 2023 : « un système d'IA est un

système basé sur une machine qui, pour des objectifs explicites ou implicites, déduit, à partir des données qu'il reçoit, comment générer des résultats tels que des prédictions, du contenu, des recommandations ou des décisions qui peuvent influencer des environnements physiques ou virtuels. Les différents systèmes d'IA varient dans leurs niveaux d'autonomie et d'adaptabilité après le déploiement ».

L'intelligence artificielle remonte dans ses origines aux machines à calculer et aux automates qui n'ont cessé d'être améliorés. Ce domaine de recherche est officialisé en **1956** lors du séminaire au Dartmouth College (voir [ligne de temps](#)). Quelques années auparavant **Alan Turing** décrit en **1950** dans sa publication *Computing Machinery and Intelligence*, le jeu d'imitation « consistant à mettre un humain en confrontation verbale à l'aveugle avec un ordinateur et un autre humain »¹. En **février 1951** le premier ordinateur de l'histoire commercialisé et produit en série, le **Ferranti Mark-1**², voit le jour. Il est également le premier à faire fonctionner un programme informatique de jeu d'échecs, uniquement précédé par le programme d'échecs théorique *Turochamp*. Le *Ferranti* est utilisé par Alan Turing pour modéliser des processus de morphogénèse. C'est également au cours de cette décennie, plus précisément le **25 avril 1953**, que **James Watson et Francis Crick** publient dans la revue *Nature* un article démontrant la structure à double hélice de l'acide désoxyribonucléique (ADN), permettant de comprendre l'ensemble du fonctionnement génétique d'êtres vivants. Il est à noter enfin que la même année voit la publication de *La Grande Grammatrice automatique (The Great Automatic Grammatizator)*, nouvelle de **Roald Dahl**, dans laquelle un ingénieur en mal de créativité littéraire, Adolphe Knipe, élabore une machine pouvant composer des nouvelles et des romans en adaptant le registre, le style, l'intrigue, à la demande de son employeur M^r Bohlen.

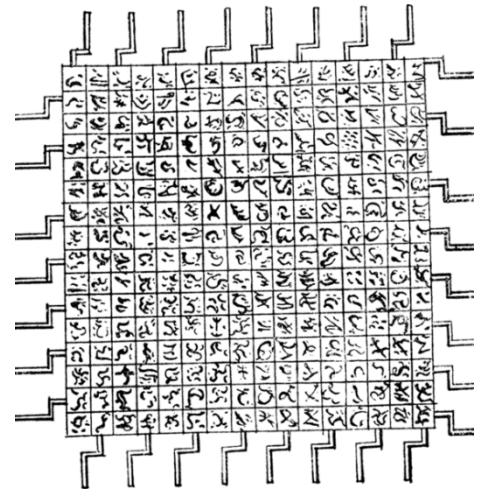


Figure 3 Illustration de la machine à écrire dans la première édition des *Voyages de Gulliver* (1726)

Tout comme le *versificateur* dans *1984* ou *The Engine* de **Jonathan Swift** les auteurs s'interrogent sur la qualité des contenus produits. Le texte du conteur gallois préfigure pour ainsi dire les interfaces comme *ChatGPT* qui devient lors de son lancement en **2022** la première IA générative mise à disposition auprès du grand public.

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Test_de_Turing

² https://www.wikiwand.com/fr/Ferranti_Mark_I



Ligne de temps générée sur *ChatGPT*
au format *Markdown*, modifiée
et mise en forme avec *Xmind*

Sources : illustrations (Wikimédia)

1936



Alan Turing propose la notion de « machine universelle » et jette les bases du calcul et de l'intelligence artificielle

1943

Warren McCulloch et Walter Pitts proposent le premier modèle de neurone formel



1950

Alan Turing publie l'article *Computing machinery and intelligence*.
Les bases de la réflexion sur l'IA et l'introduction du « test de Turing »



31 août 1955

Première occurrence de l'expression « artificial intelligence »
John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon



John McCarthy

1956

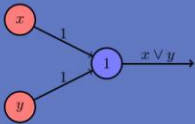
La conférence de Dartmouth College marque
le début officiel de l'IA en tant que domaine de
recherche distinct

1955-56

Allen Newell, Herbert Alexander Simon et John Clifford Shaw développent le programme *Logic theorist*
considéré comme le premier programme d'IA capable de démontrer des théorèmes mathématiques

1957

Le premier réseau de neurones artificiels fonctionnel, le *Perceptron* inventé par **Frank Rosenblatt**



Un perceptron qui
calcule le OU logique

1965 ->

Le système expert *Dendral* est développé pour l'interprétation de spectres de masse en chimie
Edward Feigenbaum, Bruce Buchanan, Joshua Lederberg et Carl Djerassi

1964-66

Joseph Weizenbaum crée le premier dialogueur (*chatbot*) *Eliza*

1966 ->

Le robot *Shakey* développé au laboratoire d'IA de Stanford, devient le premier robot mobile autonome



1972 ->

Le programme *MYCIN* développé à l'Université Stanford (**Edward Hance Shortliffe**)
devient l'un des premiers systèmes experts pour le diagnostic médical

1974-1980 : 1^{re} hibernation

1982

John Hopfield crée un des premiers modèles de réseaux de neurones artificiels récurrents

1987-1993 : 2^e hibernation

1996-1997

Deep(er) Blue, superordinateur d'IBM, bat le champion du monde d'échecs **Garry Kasparov**



2006

Le terme de *deep learning* (« apprentissage profond ») est forgé par **Geoffrey Hinton**

2011

Watson programme informatique d'intelligence artificielle d'IBM, remporte le jeu télévisé *Jeopardy!*

2012

Le réseau de neurones convolutif *AlexNet* remporte le concours *ImageNet*



2016

AlphaGo de **DeepMind** (filiale de *Google*) bat le champion du monde de Go **Lee Sedol**



2020

OpenAI développe *GPT-3*

Mars 2022

L'IA élaborée par la start-up française **NukkAI** ressort vainqueur
des 480 parties de bridge menées contre 8 champions du monde du jeu



30 novembre 2022

Lancement de *ChatGPT*

2022-2023 — Disponibilité grand public des IA génératives

Réseau de neurones
récurrents

DÉFINIR L'IA GÉNÉRATIVE

Un système d'intelligence artificielle générative est un système informatique capable de générer du texte, des images ou d'autres médias en réponse à des instructions (ou *prompts*) unimodales, bimodales ou multimodales rédigées manuellement ou (semi)automatiquement et dont la principale composante est généralement exprimée en langage naturel³ par l'entremise d'un dialogueur ou *chatbot* (voir [Figure 6](#)). Le système s'appuie sur des modèles de fondation. Selon **Laurence Devillers** un [modèle de fondation](#)⁴ (*foundation model*), expression introduite par l'université de Stanford, est un modèle de grande taille fondé sur une architecture de réseau de neurones profond, entraîné sur une grande quantité de données non annotées (généralement par apprentissage autosupervisé). Les grands modèles de langue (**LLM** pour *Large Language Model*) sont des cas particuliers des modèles de fondation qui sont entraînés sur un corpus de textes introduisant un nouveau paradigme dans le traitement de langue, mais aussi dans le traitement des signaux multimodaux – son, image, vidéo, etc.).⁵



Figure 4. Une œuvre de l'artiste Joseph Ayerle, montrant le visage de l'actrice Ornella Muti, calculée par un réseau neuronal artificiel. Ce réseau a reçu un apprentissage de façon à « peindre » à la façon de l'artiste Raphaël. [Wikimédia](#).



Figure 5. Raphaël. Portrait d'une jeune femme
La Fornarina, [Wikimédia](#).

³ Goujon, V. *Comment interagir avec les modèles génératifs ? Retour sur l'émergence de l'ingénierie du prompt*. (30 juin 2023). Penser et créer avec les IA génératives, Paris.

⁴ Les modèles de fondation font partie des **10 défis clés** pour l'avenir cités par **Gérard Biau** : vision, [traitement automatique des langues](#), [robotique sociale](#), apprentissage frugal, [apprentissage fédéré](#), IA périphérique, [IA explicable](#), éducation, régulation. *Éducation, données et intelligence artificielle*. (12 octobre 2023). Colloque scientifique In-Fine, Futuroscope.

⁵ Devillers, L. *LLM et ChatGPT : démythification et enjeux éthiques*. (30 juin 2023). Penser et créer avec les IA génératives, Paris.

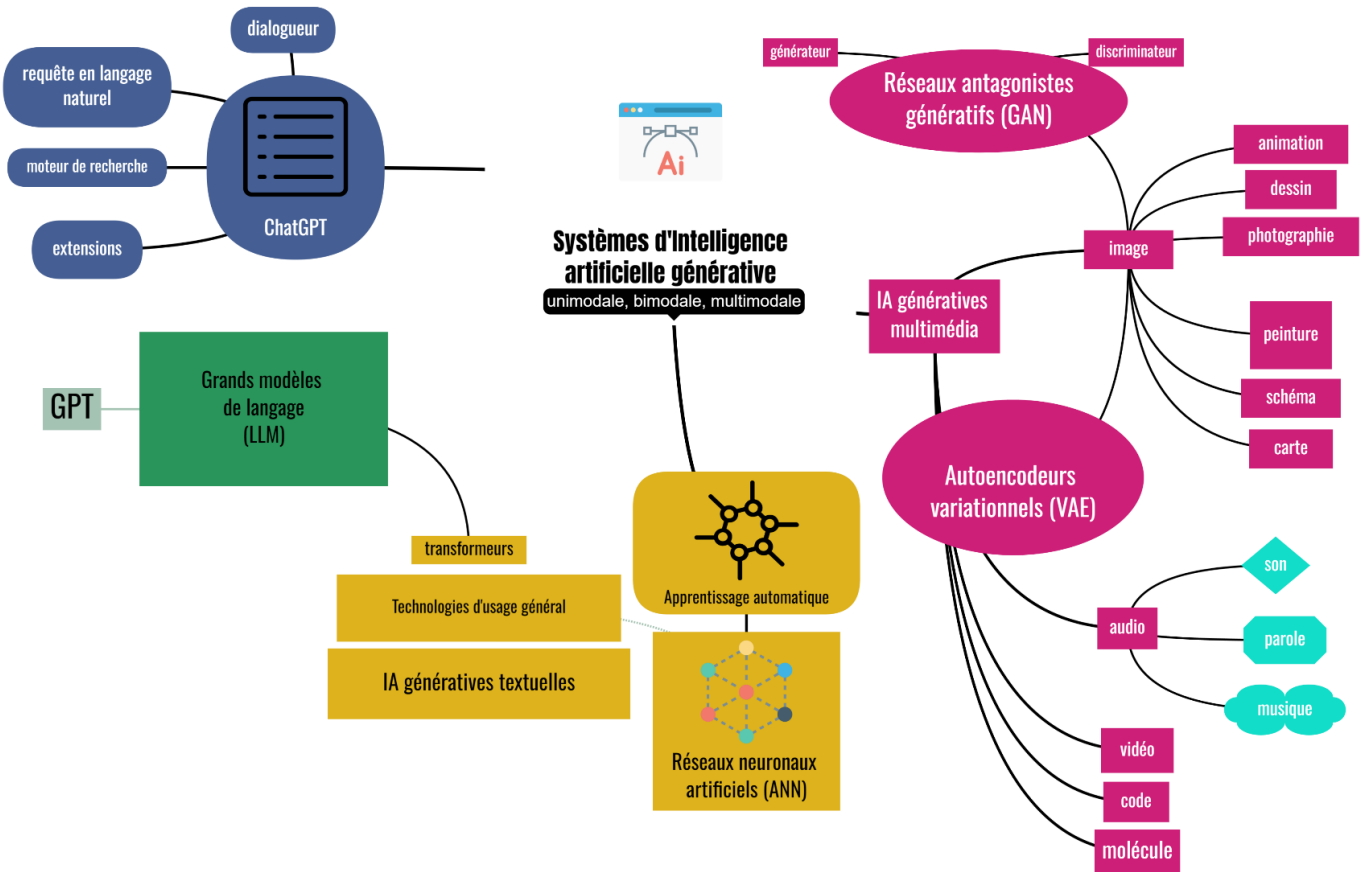


Figure 6. Essai de représentation schématique des SIAG adapté du Guide pour l'IA générative dans l'éducation et la recherche

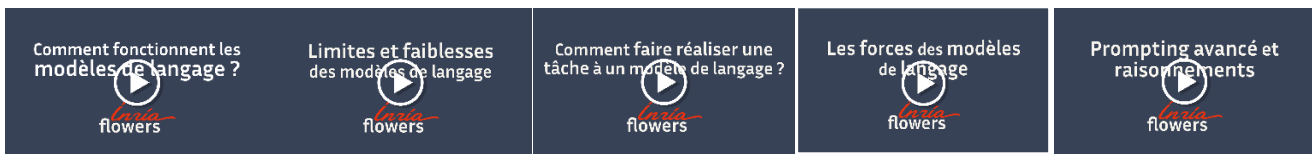


Figure 7 : Torres-Leguet, A., Romac, C., Carta, T., Oudeyer, P.-Y. (2023) ChatGPT en 5mn: une série pédagogique pour le grand public CC-BY, https://developmentalsystems.org/chatgpt_en_5_minutes

L'équipe de recherche *Flowers* de l'*Inria* propose de mieux comprendre comment fonctionnent les modèles de langage comme *ChatGPT* en 5 minutes au travers de vidéos pédagogiques courtes sous licence CC BY destinées à un public étendu non averti.

Dans le cadre d'un cycle de conférences-ateliers⁶ **Dany Baillargeon** (Université de Sherbrooke, 3IT) décrit plus en détail ce fonctionnement en s'intéressant au cheminement de la recherche sur *ChatGPT* (Figure 8). Il en souligne l'efficacité pour la *créativité routinière* et l'*adaptation intelligente* et ses limites en matière de *créativité proactive* et *réactive*.

⁶ Baillargeon, D. (2023). *Imaginer ChatGPT*. <https://ladigitale.dev/digiview/#/v/653be873eff6f>

Comment fonctionne ChatGPT de la requête à la réponse

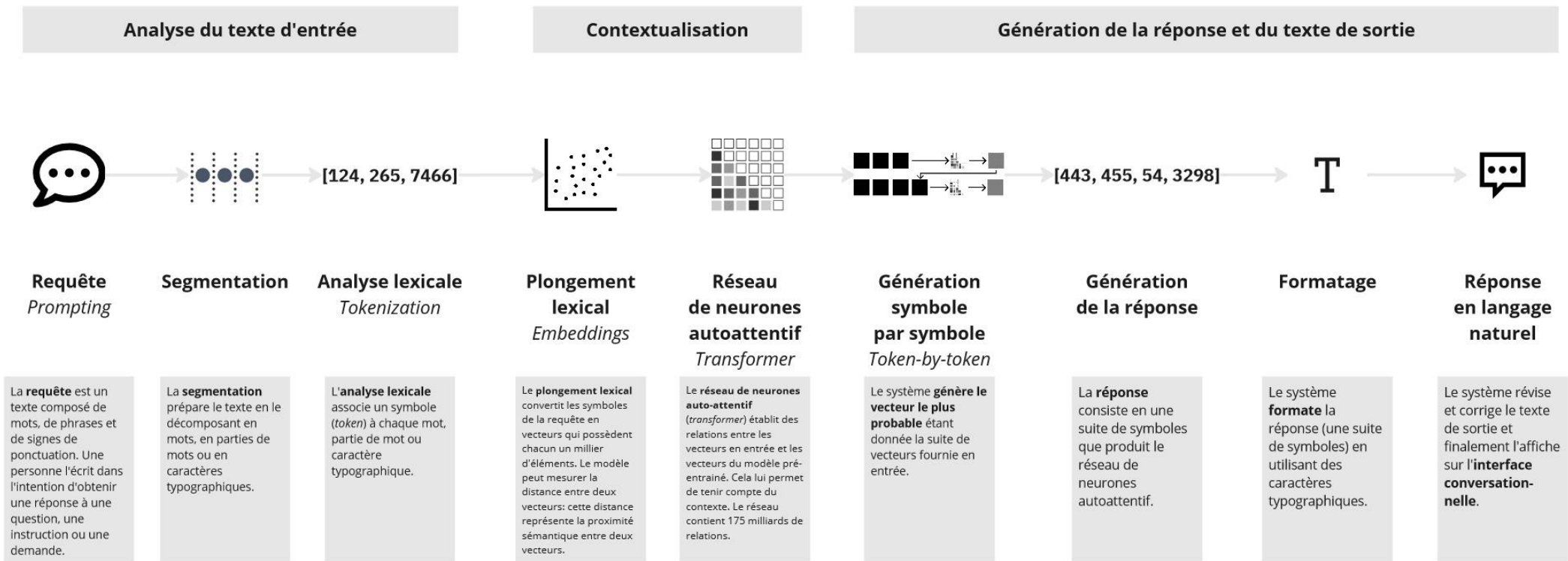


Figure 8

LES DÉFIS ÉTHIQUES, ÉCOLOGIQUES ET JURIDIQUES

ENJEUX ÉTHIQUES

L'avis⁷ du **comité national pilote pour l'éthique du numérique** (CNPEN) souligne le « lien entre la célérité de l'innovation technologique, le temps limité pour la réflexion sociétale et le poids des intérêts économiques ». Les grands modèles de langage fournissent en outre parfois des résultats inexacts, plus ou moins prononcés, désignés sous le terme d'*hallucination*. Le texte produit par la machine peut induire différents risques de manipulations : l'interaction faussement empathique en langage naturel, les biais algorithmiques et sociétaux⁸ comme la polarisation, les contenus imprécis ou erronés, l'« invisibilisation » complète ou partielle des sources⁹, les risques d'homogénéisation culturelle au détriment de la diversité.



Figure 9. Stroop_icon.svg, Grutness - Wikipedia

Un web synthétique

Dans un [article](#) sur son blogue **Olivier Ertzscheid** souligne le passage du rêve d'un **web sémantique** à la réalité d'un web presque **synthétique** : « C'est un **web synthétique** parce que l'essentiel de ce qui y est discuté comme de ce qui y est vu, est produit par la synthèse d'algorithmes artificiels et "d'agents" (bots) tout autant artificiels, les premiers et les seconds convergents au service d'intelligences artificielles opaques et qui malgré leur apparence de rationalité ne sont rien d'autre que des perroquets stochastiques opérant le plus souvent au service d'intérêts économiques ».

L'auteur poursuit ainsi : « il faut aller au bout de la métaphore de l'artificialisation et se rappeler ce qu'elle produit à l'échelle des sols ou des milieux naturels quand elle est mise en œuvre : elle les épuise, elle diminue leur capacité de résilience et elle réduit leur biodiversité. Le web est certes un environnement technique fait de protocoles, de

⁷ Avis 7 du CNPEN. *Systèmes d'intelligence artificielle générative : Enjeux d'éthique* (2023).

⁸ Les attaques typographiques peuvent être par exemple utilisées pour tester les modèles d'IA à la recherche de biais et de vulnérabilités

⁹ La fondation Blaise Pascal et la Chaire IA HUMAINE du CNRS-LISN, ont décidé de créer une série de [capsules vidéos](#) destinée à sensibiliser les élèves du cycle 3 (CM1, CM2 et 6^e) au numérique dans leur vie. Voir aussi les [formations courtes ePoc de l'Inria](#).

serveurs, d'algorithmes et d'immenses jeux de données ; mais il est aussi et avant tout un écosystème social, informationnel, affectif et cognitif ».

La question de l'alignement

L'alignement des IA fait référence à l'objectif de s'assurer que les systèmes d'intelligence artificielle soient en harmonie avec les valeurs, les objectifs et les besoins humains. Son objectif est de garantir que les IA agissent de manière éthique et responsable, conformément aux attentes humaines. Les principaux défis¹⁰ en la matière sont liés à la sécurité, la fiabilité, l'écoresponsabilité, le contrôle et l'adaptation des systèmes à de nouveaux contextes. Des chercheurs évoquent un possible comportement de recherche de pouvoir et des manières dont une IA pourrait essayer de l'accroître (Figure 10).




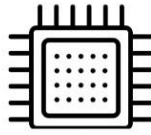










						
Éviter la mise hors service	Pirater des systèmes informatiques	Créer des copies	Augmenter sa puissance de calcul	Attirer du financement	Recruter ou manipuler des humains	Recherche sur l'IA et la programmation
						
Persuasion et lobbying	Cacher les comportements indésirables	Paraître aligné de façon stratégique	Échapper au confinement	Recherche et développement	Créer des robots	Armes autonomes

Figure 10 CC BY-SA Convergence instrumentale - Wikimedia

LA DIMENSION ÉCOLOGIQUE

L'impact environnemental du numérique est une autre préoccupation essentielle abordée dans la [lettre thématique n°16](#). Le JORF n°0212 du 13 septembre 2023 a publié à cet égard la [Recommandation n° 2023-02 du 26 juillet 2023](#) de l'**Autorité de régulation de la communication audiovisuelle et numérique** (Arcom) « relative à l'information des consommateurs, par les services de télévision, les services de médias audiovisuels à la demande et les services de plateformes de partage de vidéos sur la consommation

¹⁰ L'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (OBVIA) publie un rapport intitulé « [L'éthique au cœur de l'IA](#) » (octobre 2023) visant à préciser et clarifier le rôle que doit occuper l'éthique à l'ère de l'intelligence artificielle

d'énergie et les équivalents d'émissions de gaz à effet de serre de la consommation de données liée à l'utilisation de ces services ». L'enjeu actuel précise l'avis du CNPEN « est de mesurer le coût énergétique, et plus généralement l'empreinte environnementale des systèmes d'IA générative et des modèles de fondation afin de les inscrire dans la transition écologique ». Une [étude récente](#) (novembre 2023) menée par **Alexandra Sasha Luccioni, Yacine Jernite et Emma Strubell**, révèle des enseignements plus précis :

- les tâches de classification d'images et de textes se situent au bas de l'échelle en termes d'émissions (entre 0,002 et 0,007 kWh pour 1 000 inférences), tandis que les tâches génératives telles que la génération de texte et le résumé utilisent en moyenne plus de 10 fois plus d'énergie pour le même nombre d'inférences (environ 0,05 kWh heures pour 1 000 inférences), et les tâches multimodales telles que le sous-titrage et la génération d'images se situent au sommet de l'échelle ;
- le modèle de génération de texte le plus efficace consomme autant d'énergie que 16 % de la charge complète d'un *smartphone* pour 1 000 inférences tandis que le modèle de génération d'images le moins efficace utilise autant d'énergie que 950 charges de smartphone (11,49 kWh) ;
- le coût d'entraînement et l'affinement équivalent, selon la taille du modèle, à 200, voire jusqu'à 490 millions d'inférences mais la popularité d'un modèle peut attirer des millions d'utilisateurs en quelques semaines.

Le programme de **technologie** en cycle 4 se fait l'écho de cette problématique dans la partie consacrée aux incidences sociétales des objets et systèmes techniques (OST). Il est ainsi envisageable d'opérer en classe une forme de mise en abyme en interrogeant un service d'IA générative sur son impact environnemental, d'évaluer la réponse fournie, éventuellement saisie au format *Markdown*, pour pouvoir être importée et modifiée dans un logiciel de création de cartes heuristiques. Différents [usages](#) sont développés et proposés au sein de cette lettre.

LA PROTECTION DES DONNÉES PERSONNELLES¹¹

Il paraît difficile pour un établissement de garantir aux élèves ainsi qu'à leurs responsables légaux que les outils d'IA générative utilisés dans un cadre scolaire comme *ChatGPT* et consorts respectent les conditions requises en matière de protection des données à caractère personnel. La solution vise donc à utiliser des services sans lui transmettre ce type de données. « Sans donnée personnelle, il n'a pas de traitement et si aucun traitement de données n'existe, le RGPD ne s'applique pas » rappellent **Gilles Braun** et **Émilie Kerdelhué**¹². Il est donc essentiel de veiller à ce qu'aucune « information relative à une personne physique susceptible d'être identifiée ou identifiable, directement ou indirectement » ne puisse être saisie et ainsi collectée.

Plus précisément les recommandations et points de vigilance de la CNIL portent sur les aspects suivants :

- ne pas créer de compte ne garantit pas qu'il n'y a pas de traitement de données personnelles, dans la mesure où l'application peut collecter des métadonnées (horodatage, adresse IP, etc.) et il peut y avoir des transferts de données (dépôt de cookies, etc.) ;
- des données personnelles sont susceptibles d'être transmises dans l'invite (« prompt ») par les utilisateurs ;
- l'utilisation des données du *prompt* doit être précisée (pour offrir le service uniquement, pour permettre l'amélioration du modèle, etc.) ;
- le modèle est appris sur de très grandes quantités de données dont certaines peuvent être personnelles ;
- le modèle peut contenir lui-même des données personnelles issus des données d'apprentissage qu'il aura « mémorisées ».

¹¹ L'Unicef publie en 2021 des [Orientations stratégiques sur l'IA destinée aux enfants](#) accompagnés de guides spécifiques à destination des [parents](#) et des [adolescents](#). Ce dernier recommande [L'IA de A à Z](#), outil pédagogique composé de définitions courtes et simples, fruit d'une collaboration entre l'Oxford Internet Institute de l'université d'Oxford et Google.

¹² Braun, G., & Kerdelhué, É. (2023). *Que fait l'école des données de nos enfants ? 30 questions que se posent les parents de la maternelle à Parcoursup*. Dunod.

Pour toutes ces raisons, il conviendra de choisir des systèmes d'IA génératives déployés par des tiers de confiance qui détaillent et documentent comment sont traitées les données personnelles afin de s'assurer du bon respect du RGPD.

Plus largement, l'enjeu des données personnelles souligne **Kate Crawford**¹³ s'inscrit dans une vision élargie de l'IA comme *industrie extractive* reposant sur l'exploitation des ressources énergétiques et minérales de la planète, sur la main d'œuvre bon marché et sur les données à grande échelle (voir [Figure 12](#) et [Anatomy of an AI System](#)).

Reprenant une métaphore maritime visuelle bien connue (Figure 11), **D^r Sasha Luccioni**, chercheuse en intelligence artificielle éthique et durable à *HuggingFace*, membre fondateur de *Climate Change AI* et membre du CA de *Women in Machine Learning*, dresse une synthèse graphique des coûts sociaux et humains induits par l'usage des modèles génératifs formant pour ainsi dire la partie immergée de l'iceberg.

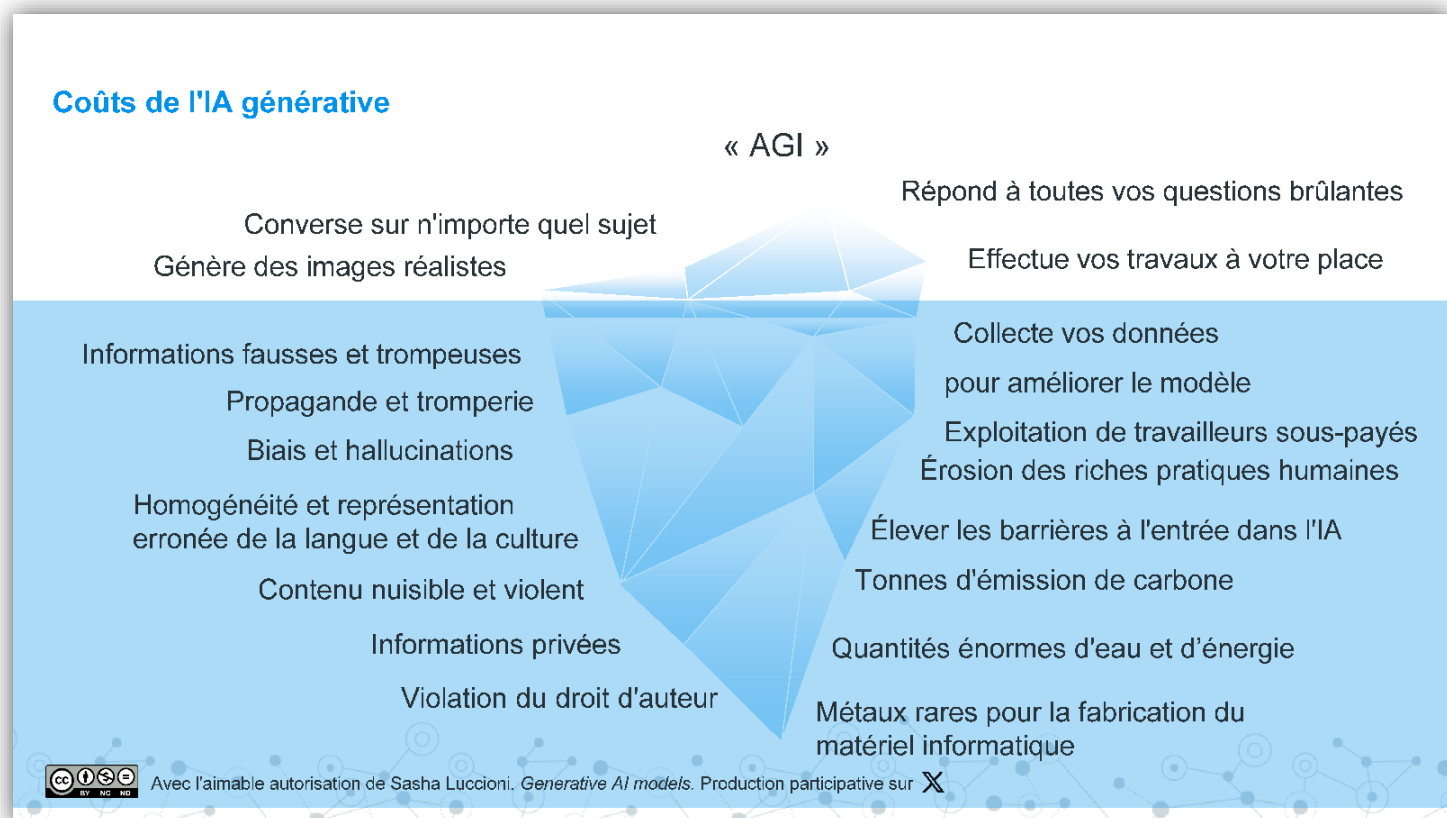


Figure 11

¹³ Crawford, K. (2021) *Atlas of AI*. Yale University Press

DROIT DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Charles Bouffier, Victoire Danès et Emma Gausson¹⁴ indiquent que l'Union européenne connaît un régime de protection automatique par le droit d'auteur dès la création de l'œuvre à condition qu'elle se matérialise sous une forme originale. Pour les IA génératives, il faut distinguer, précisent les auteurs, les données/contenus entrants (corpus) des données/contenus sortant (œuvres générées par le système). Le processus d'entraînement implique une fouille de textes et de données potentiellement protégées par le droit d'où l'élaboration d'une exception prévue par la [Directive 2019/790 du 17 avril 2019](#). Concernant les œuvres réalisées par l'IA le droit d'auteur ne semble pas pouvoir s'appliquer car l'IA n'est pas une personne physique (dimension anthropique) consciente de sa création et que les « œuvres » ne répondent pas au critère d'originalité. Toutefois les auteurs susmentionnés s'appuient sur le [rapport du Conseil supérieur de la propriété littéraire et artistique \(CSPLA\) sur l'IA](#) pour évoquer le possible octroi de la titularité des droits au concepteur, voire à l'utilisateur, sans omettre les potentiels risques de contrefaçon.

Aux États-Unis, le tribunal *United States District Court for the District of Columbia* a [récemment](#) confirmé que les œuvres d'art générées de manière autonome par intelligence artificielle n'ont pas droit à la protection et ne peuvent prétendre à un *copyright*. En France une [proposition de loi visant à encadrer l'intelligence artificielle par le droit d'auteur](#) a été enregistrée à la Présidence de l'Assemblée nationale le 12 septembre 2023 : elle comporte quatre articles complétant le Code de la propriété intellectuelle. Pour les huit députés à l'origine de cette proposition il s'agit de « contrôler strictement l'exploitation des œuvres générées par l'IA [et cela permettrait] de collecter plus facilement les rémunérations perçues sur ces œuvres et de garantir une rémunération juste et équitable pour leur exploitation, contribuant ainsi à l'encouragement de l'innovation et à la promotion de la diversité artistique. Le tout permis par la traçabilité en rendant identifiables les auteurs et artistes qui auraient dû

¹⁴ Bouffier, C., & Danès, V. (2023). « Les IA génératives à l'épreuve du droit d'auteur et des droits voisins ». *Expertises*, 495.

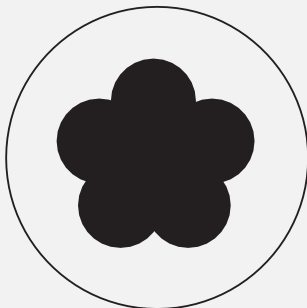
bénéficier d'une demande d'autorisation avant que leurs créations et interprétations ne soient avalées par un algorithme qui s'en sert ou s'en inspire aux côtés de milliers d'autres ».

Autrement dit, **Benjamin May, Cécile Goy et Héloïse Martin**¹⁵ précisent et ajoutent que la question est de savoir si, en amont, entraîner un système d'IA avec un contenu protégé par le droit d'auteur peut constituer un acte de contrefaçon de la part du développeur et/ou de son utilisateur et si, en aval, les contenus générés ne sont pas également illicites, même en cas de droits patrimoniaux expirés, en raison du droit moral, notamment celui du respect de l'intégrité de l'œuvre. Les systèmes d'IA rendent également possibles les créations dites « à la manière de » pouvant être assimilées à des faux artistiques tombant sous le coup de la loi Bardoux du 09 février 1895 au sujet de laquelle est étudiée une [proposition de loi réformatrice](#). La responsabilité de l'utilisateur pourrait être a priori davantage être recherchée dans le domaine de la concurrence déloyale et parasitaire que celui d'un contenu contrefaisant selon les auteurs.

Dans ce cadre, le 14 juin 2023, le Parlement européen a adopté un ensemble d'[amendements à la proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil établissant des règles harmonisées concernant l'intelligence artificielle \(législation sur l'intelligence artificielle\) et modifiant certains actes législatifs de l'Union \(COM\(2021\)0206 – C9-0146/2021 – 2021/0106\(COD\)\)](#), dont l'**amendement 399** qui introduit un nouvel **article 28 ter** instituant les obligations du fournisseur d'un système d'IA à finalité générale, notamment celle de documenter et de mettre à la disposition du public un résumé suffisamment détaillé de l'utilisation des données d'entraînement protégées par la législation sur le droit d'auteur, sans préjudice de la législation de l'Union ou nationale en matière de droit d'auteur.

¹⁵ May, B., Goy C., Martin, H. (2023). « L'IA, la PI et l'entreprise : le problème à trois corps ». *Expertises*, 495

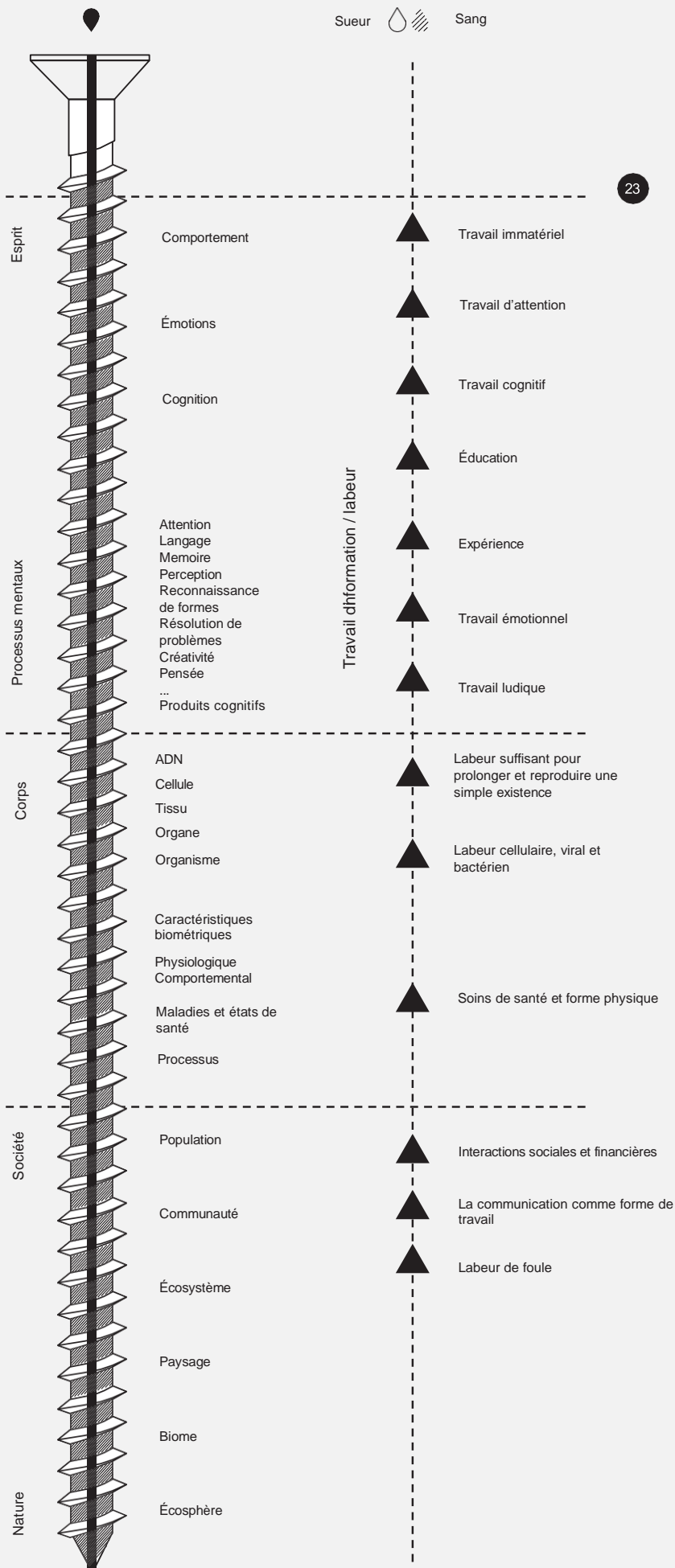
Extraction de données



Données
Produits numériques
Surplus comportemental

Travail

Sueur  Sang



23 Le corps et l'esprit comme territoire

Dans notre monde anthropocentrique, le territoire du corps et de l'esprit humain est l'une des strates d'extraction les plus explorées et exploitées. Le processus de quantification s'étend aux mondes affectif, cognitif et physique de l'humain. Toutes les formes de données biologiques - y compris les données médico-légales, biométriques, sociométriques et psychométriques - sont saisies et enregistrées dans des bases de données à des fins d'entraînement de l'IA, de profilage psychologique, de nanociblage et de nombreuses autres formes d'exploitation des données.

Cette croisade ne concerne pas seulement la quantité de données, mais aussi leur qualité et leur diversité afin d'obtenir un spectre complet de couleurs et de résolutions dans nos portraits multidimensionnels qu'ils sont en train de peindre. En outre, comme l'a souligné Pasquinelli*, le processus d'extraction de "l'intelligence analytique" des formes les plus diverses de travail humain et le transfert de cette intelligence dans une machine constituent une autre partie cruciale du processus.

* Matteo Pasquinelli and Vladan Joler, « The Nooscope Manifested: Artificial Intelligence as Instrument of Knowledge Extractivism », visual essay, KIM HfG Karlsruhe and Share Lab, 1 mai 2020. <http://nooscope.ai>

Figure 12. Traduit de Vladan Joler, "New Extractivism", extractivism.online, 2020 CC BY-NC-SA

PHILOSOPHIE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'apparition des intelligences artificielles génératives ([IAGen](#)) pose à nouveau la question de l'**automatisation** et de l'**externalisation de la pensée** : se réduit-elle à un calcul ? Les intelligences conversationnelles comprennent-elles ce qu'elles disent et peuvent-elles philosopher – problématiser avant d'argumenter – synthétiser et non résumer – innover plutôt qu'appliquer ? Quel usage pédagogique les professeurs de philosophie en feront-ils ? Menace-t-elle leur profession et cette contribution aurait-elle pu être écrite par l'une d'elles ? Si la philosophie n'est pas une théorie, mais une manière de vivre, une IA générative ne peut philosopher, puisqu'elle ne vit pas. Mais elle aurait pu tirer cette conclusion logique de ces prémisses et la question est alors de savoir ce que valent les discours théoriques sur la pensée séparée de la vie et de la pratique ; elle met sur la sellette les exercices scolaires que les professeurs donnent aux élèves, qui tâchent d'imiter, de contrefaire ou de plagier, un style réputé philosophique pour faire leur « devoir ».

LES NOUVEAUX SOPHISTES

On limite cette approche-métier – professionnelle et pédagogique – à l'examen des [agents logiciels conversationnels](#) qui font l'actualité. Les technologies qu'ils utilisent ne relèvent ni des [IA logiques](#) ni des [systèmes experts](#) mais des [réseaux de neurones](#) pré-entraînés sur de grands corpus qui donnent des réponses plus pertinentes que celles produites par les [chaînes de Markov](#). Celles-ci proposent des mots probables lorsque nous saisissons des lettres sur nos téléphones et les agents conversationnels, comme *ChatGTP*, produisent de la même façon de nouveaux textes à partir de groupes de mots ou de corpus donnés. On se souvient que la compétition des informaticiens pour faire passer à leur [chatbot](#) le [test de Turing](#) a permis aux psychologues d'identifier dès 1966 l'« [effet Eliza](#) », consistant à attribuer aux ordinateurs des qualités humaines qu'ils ne possèdent pas. Ceux qui réussissent aujourd'hui ce test en répondant de façon pertinente à nos questions renforcent encore ce leurre. L'intelligence artificielle qui les alimente ne vient pas de naître : le [perceptron](#) date de 1957 et le [robot pianiste](#) qui jouait en lisant sa partition fit déjà sensation en 1985 à l'[exposition universelle de Tsukuba](#). Comme les sophistes pouvaient hier, selon **Platon**, passer pour des savants



Figure 13 : Protogoras (right) and Democritus (centre) by Salvator Rosa c. 1663 CE, Hermitage Museum, St. Petersburg. [Wikimédia](#)

parce qu'ils composaient mieux leurs discours que les professionnels qu'ils imitaient, les agents *conversationnels* composeront peut-être demain de meilleurs cours que les professeurs de philosophie qui les auront nourris. Ces nouveaux sophistes – *tchatsophes* ou *robosophes* – les placent ainsi devant un double défi : armer les élèves contre ces *hypertrucages* et parvenir à utiliser intelligemment ces technologies.

DE LA DIALECTIQUE À LA MAÏEUTIQUE

Concernant le premier point, l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche a publié en 2021 un [rapport sur le développement de l'esprit critique chez les élèves](#), suivi d'une série de recommandations sur le rôle de l'Éducation aux médias et à l'information (EMI) ; concernant le second, on trouve sur le site pédagogique de philosophie de l'**académie de Créteil** [6 leçons sur le bon usage des agents conversationnels](#) que les professeurs et l'inspecteur ont tiré des expériences qu'ils ont faites. Si la dissertation philosophique est parfois présentée comme un exercice « *dialectique* », il faut se rappeler que ce terme n'a pas le même sens pour Platon et Aristote – Hegel ou Marx – l'un renversant dialectiquement le sens que lui donne l'autre.

Les agents *conversationnels* peuvent sans doute en faire, mais seulement au sens aristotélicien et non platonicien du terme, la dialectique consistant selon Aristote à raisonner sur des lieux communs – des opinions généralement admises, probables et non-vérifiées, qualifiées d'*endoxales* – alors qu'elle consiste à effectuer selon Platon les opérations de rassemblement et de division constitutives des concepts – ou à saisir intuitivement *une idée* en dépassant une contradiction. On voit dans ces conditions quel usage les élèves pourraient faire des agents *conversationnels*. Rien ne leur interdit en effet de leur demander de compiler les opinions communément admises sur un sujet donné, puis de se servir de ces matériaux pour développer une *réflexion autonome*. Passant ainsi d'une dialectique à l'autre, sans plagiat ni délit, ils pourraient faire un usage philosophique de ces lieux communs, s'ils parvenaient à transformer ces robots en outils *maïeutiques*.

UN DILEMME PROFESSIONNEL

Évoquons dans cette [perspective](#) deux projets qui témoignent du dilemme que le développement de l'IA pose aux professeurs de philosophie attachés au service public et aux [communs numériques](#). Le premier est développé par un de leurs pairs, à titre heuristique dans le cadre d'un doctorat. « PhiloGPT » est une extension de *Google* qui s'appuie sur le *chatbot* éponyme et permet de discuter avec les philosophes du programme, sans remplacer la lecture des textes. « MethodoPhilo » détourne de même l'usage courant du robot en le transformant en un outil de conseil et d'encadrement qui stimule l'intelligence au lieu de la simuler. L'autre projet est développé à titre privé par une équipe d'informaticiens dans le cadre d'un partenariat d'établissement : « Learnway » propose aux professeurs de lycée d'entraîner l'IA qui construira ensuite, à leur demande et à celles de leurs élèves, différents types de cours hybrides sur une plateforme externalisée – du magistral à l'adapté, en passant par les travaux pratiques et les corrigés. L'entreprise doit être économiquement viable et pose la question de l'intérêt que les professeurs auraient à confier leurs données à un prestataire privé, outre celle des droits d'auteurs et de la commercialisation des ressources produites. Le débat sur les modèles économiques des objets numériques (*libre, open source, open access, propriétaire ou communs*) est renouvelé dans le champ de l'IA ; le risque du contrôle de l'industrie de l'IA par un oligopole, à la faveur d'une réglementation, pourrait faire courir à l'humanité et aux régimes démocraties des risques politiques et moraux plus grands que ceux qu'elle chercherait à prévenir.

Le [Projet Europe Éducation École \(EEE\)](#) a déjà diffusé une série de visioconférences sur la [philosophie du numérique](#) et propose cette année une autre sur [l'éducation à l'heure de l'intelligence artificielle](#). Les professeurs que ces questions intéressent peuvent consulter les propositions faites par l'Unesco dans le cadre du [Consensus de Beijing sur l'IA et l'éducation](#) – outre les [Lettres ÉduNum thématiques N°14 sur L'Intelligence artificielle](#) ou [N°9 sur le Corps](#) qui les abordent aussi – et réécouter les séries d'émissions que **France culture** a consacré à l'IA et au [virtuel](#). Quant à la question de savoir si cette contribution fut écrite par un agent *conversationnel*, le plus simple est de la lui poser :

s'il répond qu'il la trouve satisfaisante, c'est qu'il en est sans doute l'auteur ; s'il dit pouvoir l'améliorer, c'est qu'il ne l'est peut-être pas. Le test fonctionne, mais les professeurs de philosophie qui maintiennent les **exigences de la discipline** n'ont évidemment pas le temps d'y soumettre les copies de leurs élèves. Une chose est sûre : il y a là matière à apprendre sur ce qui n'est finalement que régénération et reprise dans ce que nous appelons penser. Que dire qui n'ait déjà été dit ? demandait **Leibniz** dans *De l'horizon de la doctrine humaine*.

Les pratiques pédagogiques émergentes s'intéressent aux technologies génératives dans les domaines de l'art et du design. Il s'agit de démythifier l'IA et évacuer cette « honte prométhéenne »¹⁶ qui peut s'emparer de tout un chacun face à la puissance computationnelle tout en considérant les « potentialités créatives » desdits outils.

CO-CRÉATIONS : ARTS, LETTRES ET SCIENCES¹⁷



L'ART FRUIT DE L'IA ? CONFRONTER LA NOTION DE GÉNIE, HIER ET AUJOURD'HUI

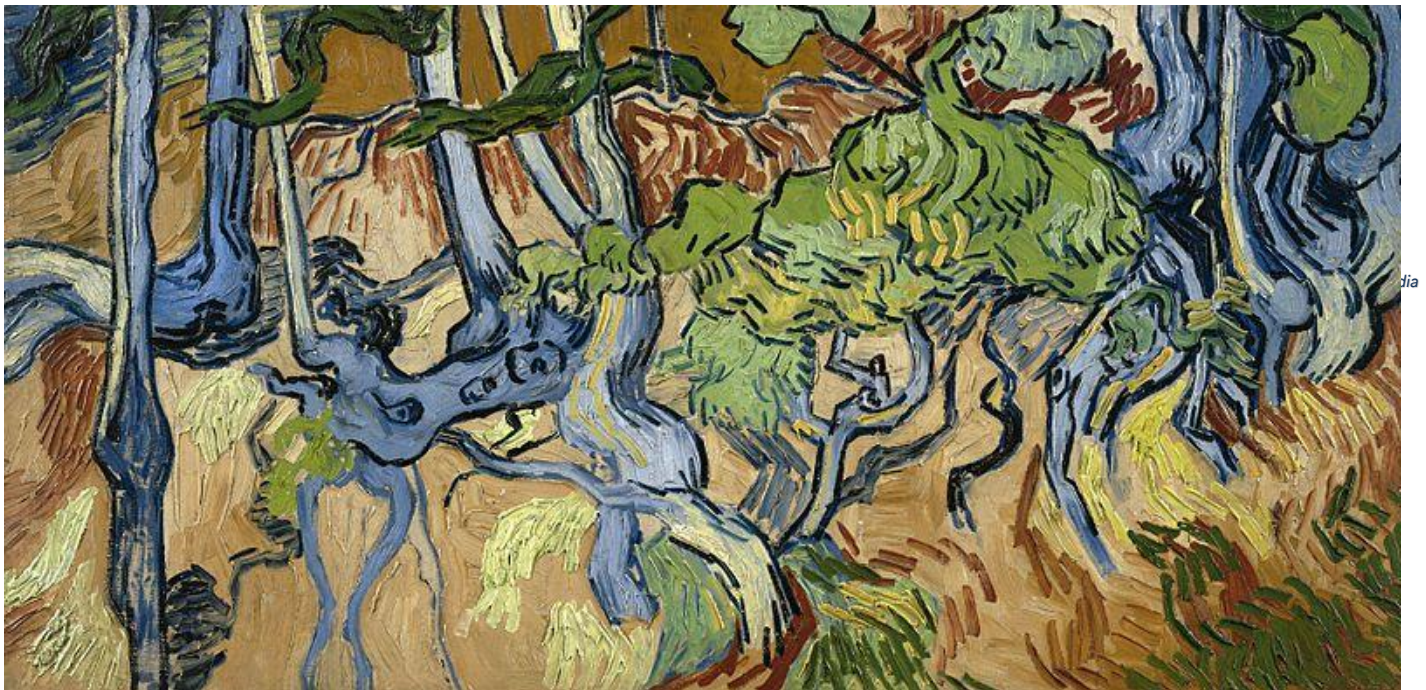


Figure 14 Vincent van Gogh, *Racines*. Domaine public, via Wikimedia Commons

En marge de la prochaine exposition consacrée à *Vincent van Gogh à Auvers-sur-Oise. Les*

¹⁶ Jolly, É. (2017). *Nihilisme et technique : Étude sur Günther Anders*. Toulouse : EuroPhilosophie Éditions.
<https://books.openedition.org/europhilosophie/245>

¹⁷ Terme inspiré du *manifeste pour la créativité et l'intelligence artificielle* privilégiant une approche « co-crélative » mettant l'accent sur l'utilisation éthique, la collaboration et la transparence.

derniers mois au musée d'Orsay à l'automne 2023, se déploie un projet d'avatar virtuel de l'artiste hollandais **Vincent van Gogh**, réalisé en partie sous la direction scientifique de Wouter Van der Veen, secrétaire général et directeur scientifique de l'Institut Van Gogh à Amsterdam. Il permet aux visiteurs de converser avec l'artiste, sa vie, ses œuvres grâce à l'intelligence artificielle. C'est un Vincent van Gogh prolixe auquel vont être confrontés les spectateurs loin de la légende du martyr solitaire et incompris. Une manière de vulgariser le corpus épistolaire laissé par l'artiste ? Voire de poursuivre la rencontre virtuelle avec la lecture de la [correspondance avec Émile Bernard](#) mise en ligne sur *Gallica* ou de se familiariser avec l'écriture de l'histoire de l'art par le biais de [blogs](#), particulièrement ceux interrogeant les derniers mois de l'année 1890.

Le mouvement des images

Qu'est-ce que le récit de l'histoire des arts au prisme de l'IA ? Une accumulation, une mise en images en une minute chrono ? L'artiste 3D et photographe amateur **Fabio Comparelli** est à l'origine d'une [séquence d'animation](#) créée grâce à *Stable Diffusion*, qui génère des images à partir de descriptions. Si le spectateur reste dubitatif devant une avalanche de références et de formes, la réflexion sur l'histoire de l'art au défi de l'intelligence demeure pertinente.

Spectaculaire, démesure, monumentalité sont autant de notions qu'explorent en 2022, dans la Grande Nef du **Centre Pompidou Metz**, l'artiste **Refik Anadol** avec l'installation immersive *Machine Hallucinations – Rêves de*

nature présentée dans un [court documentaire sur la chaîne France 24](#). L'intelligence artificielle devient collaboratrice du travail de l'artiste, au même titre que l'équipe pluridisciplinaire de scientifiques. Plus de deux cent millions d'images liées à la nature et disponibles publiquement sont affichées sur une toile numérique de 10 mètres sur 10 mètres, 100 m² d'images en mouvement permanent offertes au spectateur. Le [dossier de presse](#) présente ce processus de travail comme « un ensemble de données [...] traité par un

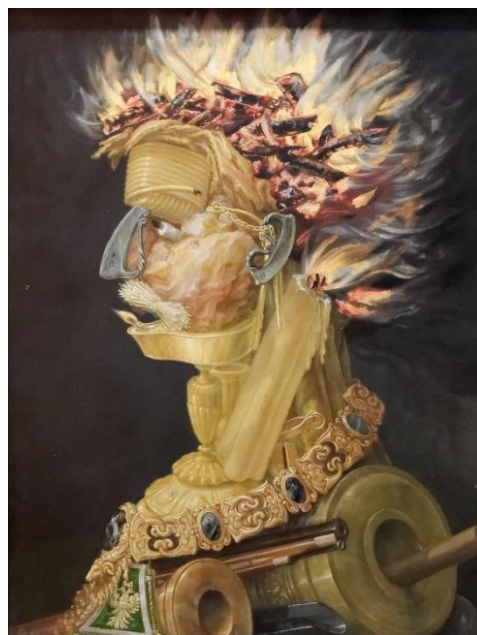


Figure 15 Giuseppe Arcimboldo, *Le Feu*. Wikimedia Commons

logiciel personnalisé mis au point par le **Refik Anadol Studio** en collaboration avec l'équipe de recherche quantique de **Google AI**, qui utilise de nouvelles méthodes d'utilisation des données. Ainsi, l'intelligence artificielle spécule sur d'autres apparences d'images de la nature, au sein d'un ordinateur parmi les plus sophistiqués au monde, capable d'effectuer ses calculs en utilisant directement les lois de la physique quantique, générant de fait un bruit quantique. » La Grande Nef du **Centre Pompidou Metz** a accueilli quelques années plus tôt en 2013 une exposition consacrée à *Parade le rideau de scène de Picasso* (10,50 mètres de haut, 16,40 mètres de large). Avec les élèves, il est possible d'initier une comparaison entre deux œuvres aux matériaux, aux formes, aux techniques fort différents mais de les rapprocher autour de la notion d'art total.

Des supports pédagogiques possibles

Initier des débats en classe autour de l'Intelligence artificielle grâce à l'écoute de « podcasts »

Une série audio de six épisodes *L'art au défi de l'intelligence artificielle* de la rédaction de **France Culture** propose une lecture sur les bouleversements dans les arts liés au développement de l'intelligence artificielle dans la musique, le cinéma, la photographie (voir *portrait de Franck Lecrenay* en page 19), la peinture et la littérature. Enrichie par l'analyse de spécialistes de l'histoire et de l'économie de l'art, cette série permet de nourrir la réflexion des élèves, de travailler l'argumentation et la lecture d'une œuvre, notamment en première spécialité histoire des arts, dans le cadre de la thématique *La valeur économique de l'art : le marché, l'économie, leurs lieux et leurs acteurs*. Le dernier épisode convoque **Léa Saint-Raymond** historienne de l'art à la tête de l'Observatoire des humanités numériques de l'ENS.

Des œuvres à la loupe, apprendre à exercer son esprit critique grâce à des documentaires

La série documentaire *Les dessous des images* proposée par la chaîne Arte livre des analyses au scalpel dans l'interprétation de l'image. Plusieurs numéros s'avèrent pertinents pour déployer en classe une **lecture critique**, inscrire la création dans l'histoire des liens troubles entre art et technologie. La toile qui a remporté un premier prix à la Foire d'État du Colorado *Théâtre d'opéra spatial* par **Jason Allen** est un exemple d'étude dans le cadre de la thématique en première spécialité *Les matières, les techniques et les formes : production et reproduction des œuvres uniques ou multiples*.

La forme répétitive dans l'aventure des arts numériques

Deux scénarios édubase de l'académie de Rennes en mathématiques pour une classe de seconde proposent, à



la manière de l'artiste **Vera Molnar**, de réaliser des boucles et des pavages de figures aléatoires. L'occasion de travailler de manière transversale sur la principe de la répétition dans l'art, d'interroger la porosité des disciplines scientifiques et artistiques, d'inscrire *in fine* la place de l'artiste dans l'histoire des innovations technologiques, à l'aide de la série *Pionniers, pionnières* du Centre Pompidou ou d'un dossier *Du virtuel au réel, l'intelligence artificielle s'empare de l'art* par l'INA.

Pour prolonger la réflexion on pourra visionner la journée d'étude *Les bases de données iconographiques à l'heure de l'intelligence artificielle : enjeux, état des lieux et perspectives* organisée en décembre 2022 par la **Bibliothèque nationale de France** et l'**École nationale des chartes** et mise en ligne sur *Canal-U*. La *conférence de Jean Philippe Moreux*, expert scientifique de *Gallica*, met en perspective l'Intelligence artificielle dans le domaine de l'image et de la recherche, des humanités numériques en particulier. L'intelligence artificielle permet désormais d'analyser et de traiter des informations plus rapidement qu'un œil d'un chercheur en histoire de l'art. Le numéro 93 *L'intelligence artificielle à la BnF* de *Chroniques*, le magazine en ligne de la BnF aborde cette mutation du regard. Retrouver des images dans les neuf millions de documents numérisés et accessibles dans Gallica devient possible grâce à *GallicaSnoop*, un moteur d'indexation et de recherche d'images développé par l'institut national de recherche en sciences et de technologies du numérique (Inria) et l'institut national de l'audiovisuel (INA).



© Franck Lecrenay

Franck Lecrenay, photographe professionnel, titulaire du *Master Qualified European Photographer (MQEP)* et lauréat du prix *Golden Camera* travaille depuis plusieurs années sur la création numérique assistée par les technologies d'intelligence artificielle générative d'images. L'auteur souligne qu'il faut apprendre à « vraiment parler avec la machine » ce qui suppose de soumettre au système, plutôt en langue anglaise, tout un ensemble d'éléments de contenus mais aussi des paramètres spécifiques comme l'ambiance, le type de lumière, les couleurs, le plan de cadrage mais aussi l'émotion. Ce travail d'ingénierie de la requête nécessite plusieurs phases de contrôle et d'affinement, détours et retours, avant d'arriver à un résultat pertinent. Cette première « épreuve » fait ensuite l'objet de retouches logicielles et de traitement d'amélioration de la résolution de l'image.



Figure 16. New Collection - Flowers Dream, Digital creation Avec l'aimable autorisation de © Franck Lecrenay

« IMAGINATIONS ARTIFICIELLES » EN ARTS PLASTIQUES

L'apparition de la photographie, au début du XIX^e siècle, nourrissait déjà, un vif débat autour de la disparition programmée de la main créatrice au profit de la mécanisation du processus créatif par l'enregistrement mécanique du réel. Ce questionnement se rejoue dans cette période contemporaine, voyant l'avènement d'intelligences artificielles toujours plus puissantes semblant dépasser les compétences intellectuelles humaines. Au-delà de ce vertige que procure l'IA générative sur le dépassement de nos propres capacités humaines, elle nous amène à penser les impacts opérés sur la fabrication de nos images contemporaines. Prenant en compte la nature composite des images générées par l'IA se fondant sur l'agrégation de données massives, elles forment des esthétiques nouvelles et singulières. Ainsi, les logiciels d'apprentissage profond, accumulant images du passé, du présent et projectives, produisent des images instantanées dévoilant des imaginaires simulés. L'artiste, **Grégory Chatonsky**¹⁸, nomme ce processus à l'œuvre le « **disréalisme** ». Il l'associe au concept d'imagination artificielle appliqué à l'intelligence artificielle. Pour l'auteur, les IA génératives stimulent notre imagination jusqu'à s'imposer à elle. Ainsi, ces imaginations artificielles impriment de plus en plus profondément l'ensemble du champ des images et de la culture visuelle contemporaines. En arts plastiques, des **scénarios pédagogiques** ont été développés au sein de l'**académie de Paris** engageant une réflexion similaire sur les processus mécaniques à l'œuvre dans la création artistique et leurs impacts sur les images numériques produites.

Générer de nouvelles images composites

Grégory Chatonsky investit le champ des IA génératives en proposant une réflexion sur le processus créatif même. Ainsi, dans **La ville qui n'existait pas 1: les espaces latents (1895-1944)**, l'artiste alimente une IA par un apprentissage spécifique fondé sur les fonds d'archives photographiques de la ville du Havre afin de générer de nouvelles images qui oscilleraient entre différentes strates temporelles. Le résultat est la création d'images

¹⁸ Voir Moulon, D. (2021). *L'imagination artificielle par Grégory Chatonsky*. MOOC Digital Paris. <https://moocdigital.paris/cours/l'imagination-artificielle>

composites mêlant différentes temporalités. Via ce dispositif, il donne à voir les mécanismes qui s'opèrent par l'intermédiaire des IA génératives et nous questionne sur ces esthétiques nouvelles qui en découlent.

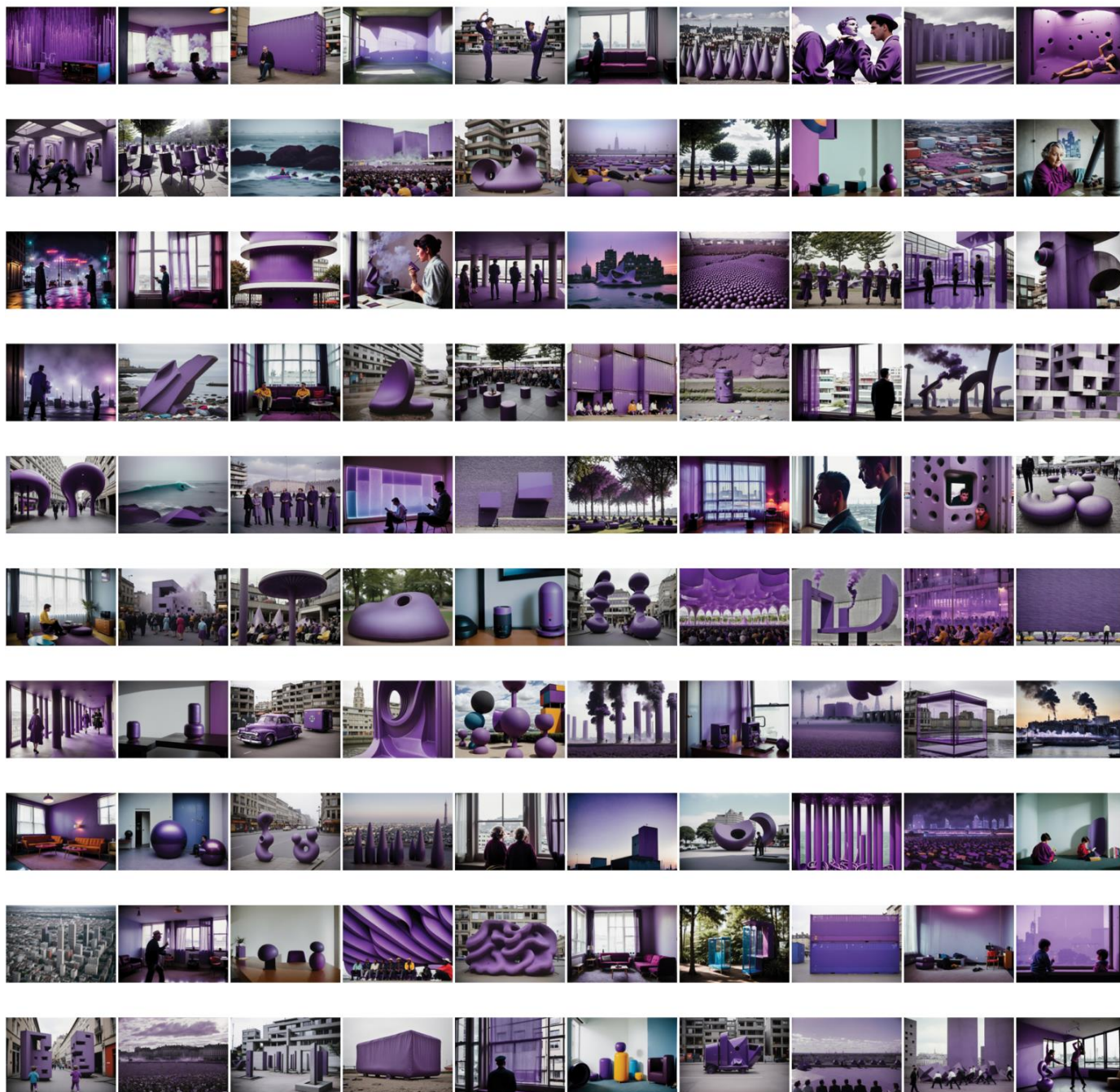


Figure 17. La ville qui n'existait pas 1: l'architecture des possibles (1945-1970) @Gregory Chatonsky, avec l'aimable autorisation de l'auteur.

Pour parvenir à générer ces images composites, l'IA dispose d'un espace statistique où il n'y a aucune image, aucun texte mais uniquement des probabilités que l'artiste nomme « espace latent ». Ces probabilités statistiques sont regroupées de façon automatisée par



Figure 18. La ville qui n'existait pas 1: l'architecture des possibles (1945-1970) @Gregory Chatonsky, avec l'aimable autorisation de l'auteur.

modèles et forment une catégorisation du monde que l'IA sollicite dans toutes créations visuelles. Cet espace numérique est donc composé exclusivement d'une description du monde purement mathématique et entièrement artificielle. On ne va plus extraire des images et des textes afin de produire de l'art par un jeu de citations mais on va calculer des statistiques.

Ainsi, les IA ne collent pas des images mais elles agencent des probabilités d'images. C'est ce que Grégory Chatonsky nomme la « **compositionnalité** ». Ce processus produit, dans l'espace latent, des rapprochements qui vont générer des images ayant une cohérence et créant de la signification, changeant ainsi la structure citationnelle de la construction du savoir. Les images ainsi produites forment une ontologie (description du monde par catégories) et une stylistique propre à l'IA créant par là même de nouveaux standards. Dans **His Story**, l'artiste Grégory Chatonsky intègre ses propres images dans l'algorithme de *Stable Diffusion* afin que l'IA produise des nouvelles fictions mettant en scène la vie future de l'artiste.



Figure 19. Son histoire @Gregory Chatonsky. Avec l'aimable autorisation de l'auteur.

Ainsi, l'artiste charge de nouveaux éléments dans l'espace latent associé à l'IA afin de façonner une nouvelle ontologie et influencer sur la création elle-même dans une volonté de transformation du réel.

La machine créative

En parallèle, la montée en puissance de la vision par ordinateur a promu des technologies capables de capter, d'appréhender le réel par la reconnaissance d'objets, d'êtres vivants, de paysages, d'images, au-delà de toutes capacités humaines. Ainsi, ces

machines sont capables de capter des images rendues invisibles à l'œil humain car trop nombreuses, trop fugaces. Cette puissance de la vision par ordinateur s'associe à des algorithmes pouvant, perpétuellement, générer de nouvelles images. Cette forme de supériorité de la machine sur l'homme a été questionnée dans l'exposition [Artistes et robots](#) au **Grand Palais** notamment en s'intéressant aux liens entre IA et créativité.

La dimension générative de l'IA ouvre la voie aux nouveaux modèles d'agents conversationnels capables de créer de nouvelles images à partir de *prompts*. Ces commandes textuelles sont constituées de mots, de questions que l'on renseigne comme lignes de commande dans la machine. Cette interaction avec la machine par l'intermédiaire d'instructions a été travaillée, dans l'**académie de Poitiers** en arts plastiques, avec différentes IA génératives. Ce travail a donné lieu à un [catalogue d'Intelligences Artificielles utilisables en cours d'Arts Plastiques](#) à des fins de créations plastiques.

L'IA et la donnée

L'IA est donc un ensemble de techniques qui s'immisce dans tous les pans de notre société tel un vaste réseau faisant monde. L'exposition « [Réseaux-mondes](#) » organisée au **centre Georges Pompidou** en 2022, nous questionne sur cette notion de réseau et son impact sur notre mode de rapport au monde allant du réseau organique aux réseaux artificiels.

L'apprentissage des IA génératives repose sur une vaste base de données qui est une accumulation d'images produites par les utilisateurs de ces réseaux artificiels mais aussi par les différentes formes de captation automatisée telles que la télésurveillance. Cette quantité de données est rendue par son nombre inaccessible aux êtres humains. Nous sommes donc entrés dans une ère de surproduction des images issues de données structurées, semi-structurées et non structurées. C'est à partir de cette accumulation d'images et de textes, que nous produisons, qu'est rendue possible l'émergence de ces nouvelles images artificielles. Dans l'**académie de Créteil**, la séquence pédagogique « [Big data ! 24 heures dans ma vie](#) » menée en fin de cycle 4, en réseau d'éducation prioritaire, en arts plastiques, propose aux élèves de récolter les différentes traces qu'ils

produisent dans une journée afin d'en faire la matière de leur production plastique. Cette proposition pédagogique demande aux élèves d'analyser leur mode de rapport au monde, via les nouvelles technologies, et les engage dans une réflexion autour de la quantité importante de données qu'ils produisent et qu'ils partagent inconsciemment sur les réseaux (Figure 20), nourrissant ainsi les IA génératives.

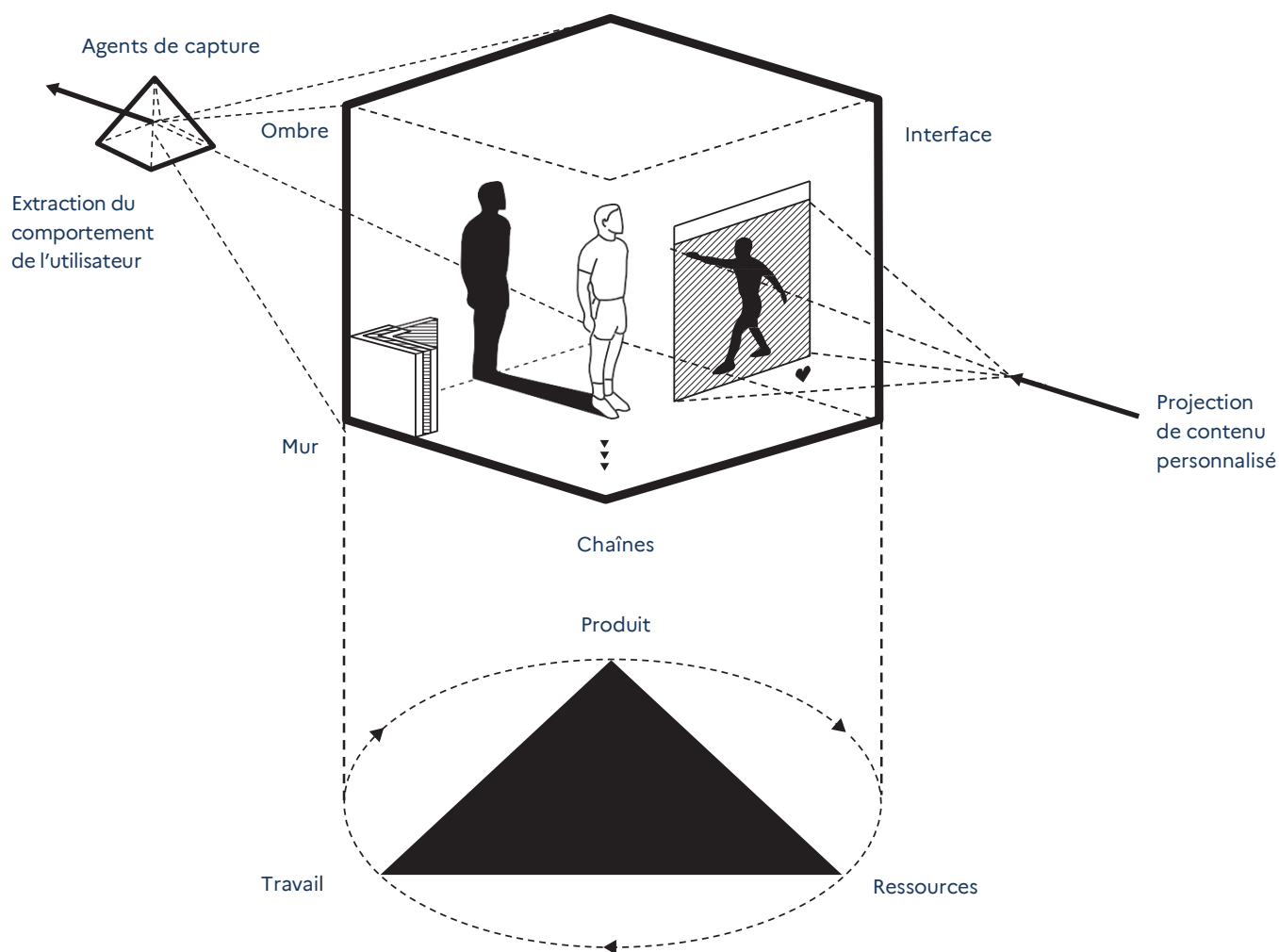


Figure 20. Architecture de la caverne et triangle du « digital labor ». Traduit de Vladan Joler, *New Extractivism*, extractivism.online, 2020. CC BY-NC-SA

Dans le cadre du **Seoul light DDP 2023**, **Miguel Chevalier** a créé l'œuvre **Meta-Nature AI**. Celle-ci repose sur une base de données produite par l'artiste prélevant des images de son herbier personnel hybridant plantes, fleurs, espèces d'arbres naturelles et artificielles. Ainsi, cette base de donnée dont se nourrit l'IA générative donne naissance à une *nature artificialisée* simulant une expansion permanente. Miguel Chevalier développe sa technologie de **réalité virtuelle générative** nous questionnant sur notre rapport à la nature devenant le fruit d'une hybridation entre réalité, virtualité et fiction. Une analyse approfondie du processus créatif de l'artiste est publiée sur [éduscol](https://eduscol.education.fr).



Figure 21. *Sur-Natures - Paradis Artificiel* @ Miguel Chevalier, 2004.

Œuvre de réalité virtuelle générative et interactive. Logiciel : Music2eye. Œuvre unique.
Collection Centre national des arts plastiques. Avec l'aimable autorisation de l'auteur.

L'IA générative et la référence



Le **paradigme de l’empreinte et de la trace** a accompagné l’ensemble de l’histoire de la photographie de son invention à l’arrivée des images numériques. La photographie numérique remet en question la notion d’empreinte. Lors de son avènement, l’image photographique n’est plus une image argentique relevant d’une empreinte photochimique sur une pellicule photosensible. On s’interroge alors sur le référent de l’image numérique. Cette question du référent photographique doit être mis en perspective avec l’avènement des IA. Avec l’intelligence artificielle, *il n’y a plus un seul référent mais un ensemble de couches de référentialité*. La référence primaire, sur laquelle repose la génération d’image par l’IA, est composée d’images numériques captées de la réalité. La référence secondaire se situe dans l’espace latent que l’algorithme a produit sur la base d’une ontologie des images dites primaires. L’image créée par l’IA est donc la résultante de cette série de référents multiples qu’il est très difficile de parvenir à retracer. Ce travail de *référenciation* et de *décomposition* des sources de l’image numérique a été entrepris dans l’**académie de Toulouse** au cycle 4. Ainsi, la séquence pédagogique [Les coulisses de ton image](#), développée dans le cadre des **travaux académiques mutualisés en arts plastiques** (TraAM), propose aux élèves de solliciter le numérique comme médium de fabrication d’une image mais également comme outil pouvant capter les traces et expliciter les étapes du processus créatif d’une image numérique hybride. Dans ce dispositif pédagogique, le médium numérique est donc un élément qui nous permet de penser la question du référent dans les nouveaux systèmes numériques génératifs d’images. L’image générée par l’IA n’est donc plus une image pensée comme la trace photosensible de la réalité mais comme une image possible. **Joan Fontcuberta** dans son œuvre [Orogenèses](#), travaille cette dimension de l’image. Ainsi, elle n’est plus la représentation du réel mais devient un simulacre de cette réalité en produisant une nouvelle forme d’hyperréalité.

LES ARTEFACTS D'ASSISTANCE GÉNÉRATIVE MUSICALE

Alessandro Arbo souligne que le recours à des automatismes en musique remonte aux premiers carillons rapportés de Chine par des navigateurs hollandais au XIII^e siècle et aux fameuses boîtes à musique à l'ère des Lumières. La *Suite Illiac pour quatuor à cordes*, réalisée par **Lejaren Hiller** et **Leonard Isaacson** en 1957, est considérée comme le premier exemple de composition par ordinateur, prélude au développement de la musique algorithmique prônée par **Pierre Barbaud** ou encore **Iannis Xenakis**.

Alessandro Arbo¹⁹ précise trois niveaux d'intervention de la machine : une capacité performative et reproductrice, un rôle dans la production et la composition et aussi au niveau de l'écoute. La progression actuelle des systèmes d'IA ne cesse de gagner tant en efficacité qu'en qualité du rendu final. Des académies dont certaines ayant participé aux **TraAM**, proposent des pistes de réflexions et d'exemples d'utilisation en classe afin de rendre moins opaque et plus conscient l'impact des interfaces génératives en éducation musicale et chant choral. Plusieurs axes sont particulièrement explorés : la *création musicale*, le *développement de l'esprit critique* et l'*argumentation*.



Créativité

Utiliser le programme (*Scratch*) permettant d'explorer et d'expérimenter la création musicale à partir de modèles musicaux simples



Réflexivité critique

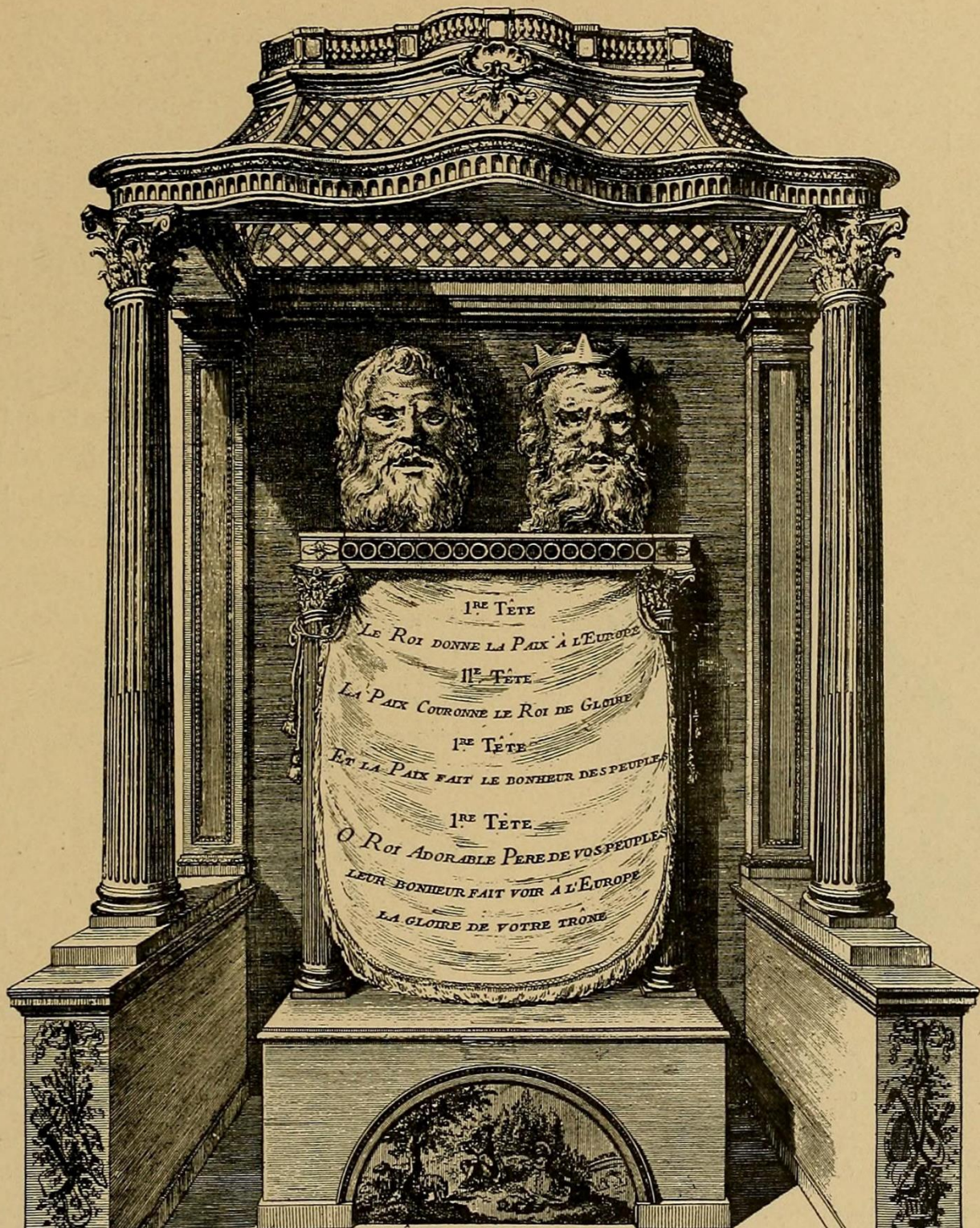
Les élèves seront amenés à interagir avec diverses formes d'IA, à débattre, à faire des exercices interactifs et des créations musicales



Éthique créative

Les élèves sont amenés à réfléchir sur les droits d'auteur et l'art de la composition et de l'orchestration et les données

¹⁹ « Art et artefacts ». (2019). *Le Magazine d'information de l'Unistra*. <https://savoirs-archives.unistra.fr/patrimoine/lia-peut-elle-creer/patrimoinelia-peut-elle-creerart-et-artefacts/index.html>



TÊTES PARLANTES

Problème résolu en Mécanique qui jusqu'à ce jour avoit été regardé comme insoluble ou du moins comme très difficile

L'Académie des Sciences a dit dans son rapport que ces têtes parlantes peuvent jeter le plus grand jour sur le Mécanisme de l'Organe Vocal, et sur le mystère de la parole: Elle ajoute que cet Ouvrage est digne de son approbation par sa nouveauté par son importance, et par son exécution.

*De M. De S.^r Vincent Procureur Général de la Cour
De Clugny De la part de l'abbé Mical.*

PERSONNALISATION ET CONSIDÉRATIONS SUR L'AUTHENTICITÉ EN LANGUES

L'IA joue un rôle important dans l'apprentissage des langues vivantes : traduction et résumé automatique, génération de contenu, tutorat virtuel, assistantat de conversation, reconnaissance et synthèse vocale, analyse des sentiments (voir Figure 23).

Grâce à sa capacité à évaluer et à s'adapter au niveau des élèves, l'IA offre une personnalisation efficace de l'apprentissage, améliorant la prononciation, l'orthographe et le vocabulaire. Les enseignants bénéficient également de gains de temps grâce à la génération rapide de questions personnalisées et à l'utilisation d'images pour l'étude en classe. Cependant, l'authenticité des échanges avec ces outils d'assistance demeure un sujet de réflexion, car rien ne peut remplacer l'interaction en direct avec un locuteur natif. L'IA doit être un complément à l'apprentissage (comme l'illustre cette activité proposée en anglais le **site académique de Grenoble** : [Écriture créative et ChatGPT](#)) sans limiter la capacité des élèves à produire un discours spontané et adapté à des situations réelles. La fiabilité et la pertinence des traductions générées sont également des points essentiels à prendre en compte.

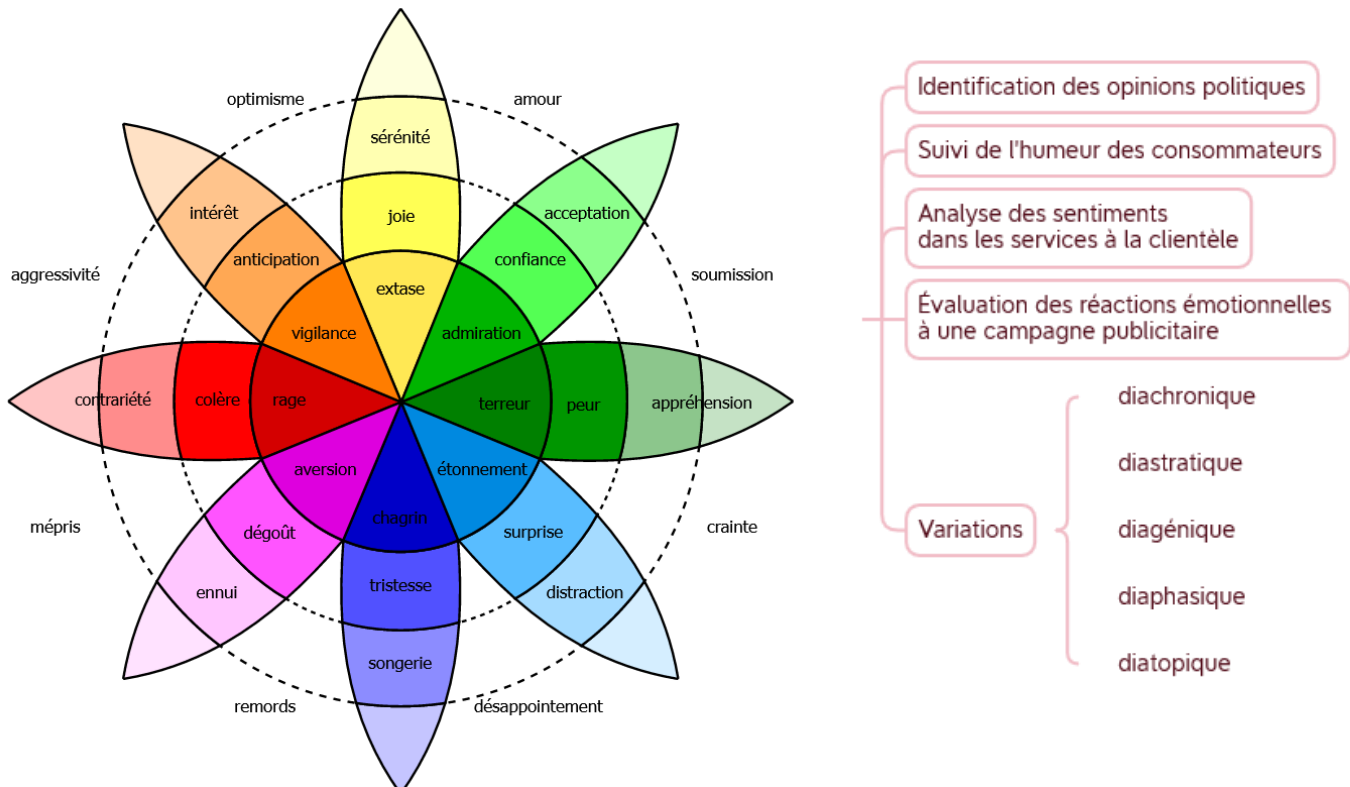


Figure 23. Roue des émotions de Plutchik (Wikimédia) et analyse de sentiments



Figure 24. Freepik, WikiLucas00, Wikimedia

Ces techniques relèvent pour la plupart du **TAL, traitement automatique des langues** ou **TALN, traitement automatique du langage naturel (NLP en anglais)** utilisées par les IA génératives comme *ChatGPT* pour analyser et « comprendre » le texte de la requête utilisateur²⁰. Le site demotal.fr soutenu par la

DGLFLF (Délégation générale à la langue française et aux langues de France) du

ministère de la Culture apporte des réponses détaillées à ce niveau sur des sujets variés comme la reconnaissance vocale, la traduction automatique, dans différents domaines tels que la citoyenneté, les médias, la culture, la santé.

ÉVALUER L'IA : DE LA RÉOLUTION TECHNIQUE À LA CARTOGRAPHIE D'IMPACTS

En **technologie**, dans le cadre d'une recherche de solution lors d'une phase de création, il est envisageable de demander de l'aide à l'IA générative à partir de l'élément de connaissance présent dans les programmes de technologie : *Impacts sociétaux et environnementaux dus aux objets*. Différentes activités peuvent être soumises :

- aide à la rédaction d'un texte argumenté pour répondre à une problématique, par exemple à la question : « Quels sont les impacts sur l'environnement d'un téléphone tout au long de son cycle de vie ? »
- création d'une carte mentale en demandant à l'outil de présenter ses résultats au format *Markdown*, puis transformé automatiquement en carte mentale avec le logiciel *Markmap* à la manière du [travail](#) de **Cédric Eyssette** (Forge des communs numériques éducatifs)

Il faut évidemment prévoir à ce niveau de percevoir les plus-values et limites des outils. Trois exemples de situations potentielles sont présentés dans l'encart ci-dessous.

²⁰ Lire sur ce point la publication du **Pôle d'Expertise de la Régulation Numérique (PEReN)** : [Éclairage sur...n°6 – ChatGPT ou la percée des modèles d'IA conversationnels](#)

Situation n°1 : trouver des solutions techniques répondant à un problème grâce à l'IA

Dans un déroulé classique, cette étape pourrait se traduire par un remue-méninges en classe ou les élèves donnent des idées de solutions envisageables.

↳ Suggestion de « prompt »

Je suis ingénieur dans l'entreprise IKEA. Je souhaite créer un objet permettant d'allumer et d'éteindre une lampe pour éviter aux utilisateurs de se déplacer. Les profils d'utilisateurs montrent qu'ils ne sont pas à l'aise avec le numérique ou qu'ils ne font pas confiance aux GAFAM. Cette solution devra évidemment respecter l'identité de l'entreprise Ikea et ses produits au design scandinave. L'objectif est de proposer une solution innovante et différente d'une télécommande classique (avec des boutons) et ne pas utiliser le smartphone. Peux-tu proposer des solutions innovantes ?

↳ Réponse du système

Bien sûr, voici quelques idées innovantes pour créer un objet permettant d'allumer et d'éteindre une lampe tout en respectant les critères spécifiques de votre entreprise IKEA :

Interrupteur magnétique : Concevez un petit interrupteur magnétique élégant qui peut être fixé sur la lampe ou sur une table à proximité. Les utilisateurs pourront simplement tourner l'interrupteur dans un sens pour allumer la lampe et dans l'autre sens pour l'éteindre. Ce dispositif serait facile à utiliser, non numérique et parfaitement intégré au design scandinave.

Interrupteur à Traction : Créez un interrupteur à traction discret qui peut être monté sur le câble d'alimentation de la lampe. Les utilisateurs n'auraient qu'à tirer doucement sur le cordon pour allumer la lampe et relâcher pour l'éteindre. Cela rappellerait les anciens lampadaires à tirage, tout en restant simple et intuitif.

Interrupteur à Pied : Concevez une base de lampe avec un interrupteur incorporé. Les utilisateurs pourraient allumer et éteindre la lampe en appuyant simplement avec le pied sur un mécanisme discret intégré dans la base de la lampe. Cela serait pratique et ne nécessiterait aucune technologie numérique.

Capteur de Mouvement Infrarouge : Intégrez un capteur de mouvement infrarouge dans la lampe, de sorte qu'elle s'allume automatiquement lorsque quelqu'un entre dans la pièce et s'éteigne lorsqu'il quitte. Pour éviter toute méfiance envers la technologie, assurez-vous que le capteur n'enregistre pas les données ou ne communique pas avec des serveurs externes.

Interrupteur à Rotation : Créez un interrupteur rotatif discret situé sur la base de la lampe. Les utilisateurs pourraient faire tourner doucement la base de la lampe dans un sens pour l'allumer et dans l'autre sens pour l'éteindre. Cela rappellerait les mouvements nécessaires pour allumer une vieille lampe à huile, créant une expérience tactile et nostalgique.

Interrupteur à Pression : Concevez un petit interrupteur à pression situé sur la lampe elle-même. Les utilisateurs n'auraient qu'à appuyer légèrement sur une zone spécifique de la lampe pour la mettre en marche ou l'éteindre. Assurez-vous que le mécanisme est ergonomique et facile à utiliser.

Minuterie Mécanique : Intégrez une minuterie mécanique sur la lampe, permettant aux utilisateurs de régler une durée prédéfinie pour l'éclairage. Par exemple, ils pourraient tourner une petite molette pour définir une heure d'extinction automatique, ce qui serait utile pour économiser de l'énergie.

Ces idées visent à créer des solutions simples, intuitives et non numériques tout en respectant l'esthétique scandinave d'IKEA. L'objectif est de proposer des alternatives aux télécommandes ou aux applications mobiles, tout en garantissant une expérience utilisateur satisfaisante pour un large éventail de profils d'utilisateurs.

↳ En conclusion

Il est possible de remarquer et faire remarquer aux élèves qu'il n'y a rien d'innovant dans les solutions proposées par une IA générative et que ces solutions auraient pu être proposées par les élèves eux-mêmes même si ces résultats constituent une bonne base de départ. Ils auraient pu imaginer des solutions plus innovantes ou irréalisables puisqu'il n'y a pas de limite à l'imaginaire des élèves.

Les IA génératives ont été entraînées à l'aide d'une méthode d'apprentissage automatique appelée « apprentissage profond supervisé » ce qui implique que les données collectées et qui ont permis d'entraîner le modèle ont été « nettoyées ». Ce prétraitement consiste en la suppression de caractères indésirables, de normalisation du texte. Cela implique nécessairement des biais.

Par ailleurs, la génération de texte est basée sur des statistiques et des associations de mots apprises. Elle produit du texte qui ressemble à ce qu'elle a vu dans les données d'entraînement, mais elle ne peut pas avoir de nouvelles idées, d'intuitions ou d'inspirations indépendantes. Sa créativité est donc limitée par la qualité et la diversité des données sur lesquelles elle a été entraînée. Le travail créatif de l'IA générative est souvent le résultat d'une combinaison d'éléments existants plutôt que de véritables inspirations ou actes de création autonomes.

Situation n°2 : vérifier l'exactitude des résultats générés

Contexte : *ChatGPT* a par exemple accès à plus de 300 milliards de mots introduits dans la base de données. Il y a nécessairement des données qui sont correctes et d'autres fausses. L'Université de Hong-Kong a montré dans une étude²¹ de février 2023 que la pertinence de *ChatGPT* sur des millions de « faits vrais » est de 64%. Les machines sont programmées pour générer une réponse. Elle va donc proposer une réponse qui a statistiquement le plus de

²¹ <https://arxiv.org/pdf/2302.12095.pdf>

chances d'apparaître. Il y a donc parfois un problème de pertinence²² et de qualité d'information amenant à s'interroger sur le phénomène « hallucinatoire ».

↳ Suggestion de « prompt »

Je suis un élève de collège, j'ai 13 ans. Propose-moi une carte mentale au format Markdown sur l'impact environnemental de l'intelligence artificielle générative ChatGPT en quantifiant numériquement les différents critères.

↳ Réponse du système

Comprendre l'impact environnemental de l'intelligence artificielle générative, telle que GPT, en utilisant des quantités numériques précises est un défi complexe, car cela dépend de nombreux facteurs variables. Cependant, je peux vous fournir une carte mentale simplifiée avec des évaluations générales basées sur des estimations pour chaque critère. Gardez à l'esprit que ces chiffres peuvent varier en fonction de diverses conditions et sources d'énergie.

Impact Environnemental de l'Intelligence Artificielle (IA)

Consommation d'énergie

- Formation des modèles
 - Utilisation de 284 térawattheures par an
 - Équivalent à la consommation de 57 millions de foyers pendant 1 an
- Inférence en temps réel
 - Utilisation de 59 gigawattheures par an
 - Équivalent à la consommation de 12 millions de foyers pendant 1 an

Gestion des données

- Collecte de données
 - Utilisation de 13 pétaoctets de données
 - Équivalent à 2 milliards de photos HD
- Stockage de données
 - 2,5 exaoctets de données stockées
 - Équivalent à 500 000 années de vidéos HD

Recyclage des équipements

- Obsolescence rapide
 - 53 millions de tonnes de déchets électroniques par an
 - Équivalent à 26 tours Eiffel en poids
- Électronique verte
 - 20 % de recyclage des composants électroniques

²² Lire l'entretien avec Luc Julia : <https://www.europeanscientist.com/fr/opinion/chatgpt-cest-64-de-pertinence-il-faut-toujours-douter-de-lia-luc-julia-interview>

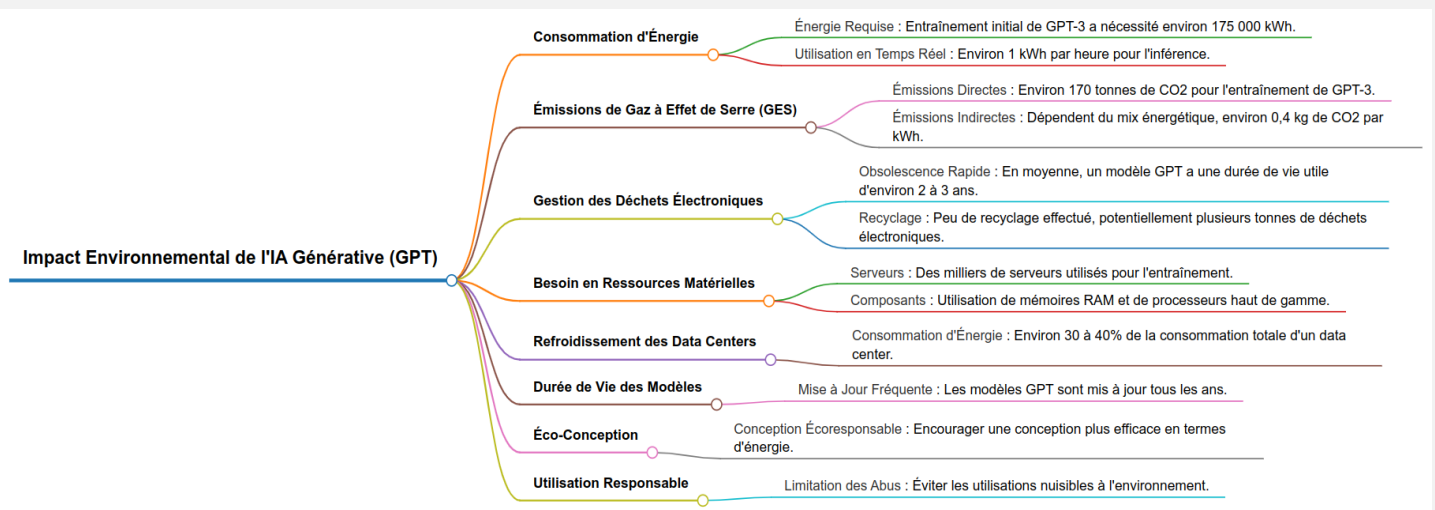
- Économie de 10 millions de tonnes de déchets électroniques par an

Solutions potentielles

- Écoconception de modèles
- Réduction de 30 % de la taille des modèles
- Économie de 85 térawattheures par an
- Énergies renouvelables
- 25 % d'énergie provenant de sources vertes
- Réduction de 12 millions de tonnes d'émissions de CO2 par an
- Sensibilisation et réglementation
- 15 pays avec des normes environnementales strictes
- Réduction de 10 % de l'impact environnemental global
- Recherche sur l'IA verte
- 100 millions de dollars investis dans la recherche
- Développement de solutions durables

Ces chiffres sont approximatifs et peuvent varier considérablement en fonction de nombreux facteurs, notamment la taille du modèle, la durée d'entraînement, la source d'énergie utilisée, etc. Il est essentiel de noter que l'industrie de l'IA travaille également sur des solutions pour réduire l'empreinte environnementale de ces technologies.

↳ Représentation de la réponse sous la forme de carte heuristique à l'aide de *myMarkmap*



↳ Vérifications des faits

1. Entraînement des modèles

- utilisation de 284 térawattheures par an
- équivalent à la consommation de 57 millions de foyers pendant 1 an

2. Inférence en temps réel : utilisation de 59 gigawattheures par an

Le parc nucléaire français a produit 361 TWh en 2021²³. Selon l'IA, la consommation d'électricité pour l'entraînement de *ChatGPT* équivaut au 2/3 de la production annuelle d'électricité en France. L'université de Californie estime que l'entraînement seul de l'IA pour GPT-3 a consommé 1 287 MWh aux États-Unis. Il y a donc une incohérence avec la réponse générée par *ChatGPT*.

Situation n°3 : créer une carte mentale sur l'impact du téléphone portable

↳ Suggestion de « prompt »

Présente sous forme de carte mentale au format Markdown l'impact du téléphone sur l'environnement

↳ Réponse du système

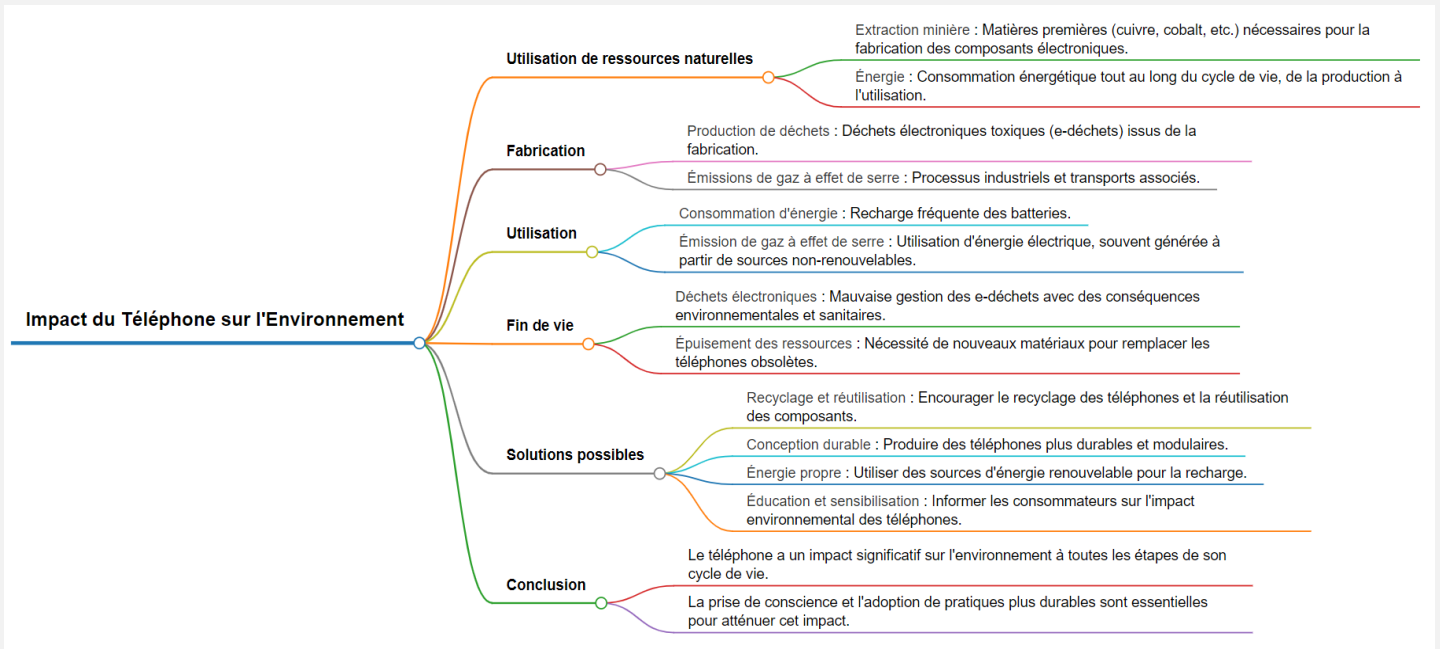
```
# Impact du Téléphone sur l'Environnement
## Utilisation de ressources naturelles
- Extraction minière : Matières premières (cuivre, cobalt, etc.) nécessaires pour la fabrication des composants électroniques.
- Énergie : Consommation énergétique tout au long du cycle de vie, de la production à l'utilisation.
## Fabrication
- Production de déchets : Déchets électroniques toxiques (e-déchets) issus de la fabrication.
- Émissions de gaz à effet de serre : Processus industriels et transports associés.
## Utilisation
- Consommation d'énergie : Recharge fréquente des batteries.
- Émission de gaz à effet de serre : Utilisation d'énergie électrique, souvent générée à partir de sources non-renouvelables.
## Fin de vie
- Déchets électroniques : Mauvaise gestion des e-déchets avec des conséquences environnementales et sanitaires.
- Épuisement des ressources : Nécessité de nouveaux matériaux pour remplacer les téléphones obsolètes.
## Solutions possibles
- Recyclage et réutilisation : Encourager le recyclage des téléphones et la réutilisation des composants.
- Conception durable : Produire des téléphones plus durables et modulaires.
- Énergie propre : Utiliser des sources d'énergie renouvelable pour la recharge.
- Éducation et sensibilisation : Informer les consommateurs sur l'impact environnemental des téléphones.
```

²³ <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/jeunes-enseignants/pour-les-jeunes/lenergie-de-a-a-z/produire-de-lelectricite/le-nucleaire-en-chiffres>

Conclusion

- Le téléphone a un impact significatif sur l'environnement à toutes les étapes de son cycle de vie.
- La prise de conscience et l'adoption de pratiques plus durables sont essentielles pour atténuer cet impact.

Un simple copier/coller de la réponse dans l'outil en ligne *Mymarkmap* va générer automatiquement la carte mentale ci-dessous.



↳ En conclusion

Cet exemple va permettre de montrer aux élèves la manière de réaliser une carte mentale, la façon de classer, de hiérarchiser les différentes informations trouvées dans un document. Il serait possible à la suite de cet exemple de demander aux élèves de vérifier les informations données pas l'IA générative, voire les sources indiquées le cas échéant.

LES INTELLIGENCES DU VIVANT : HUMAINE, ANIMALE, ARTIFICIELLE

Fontcuberta cité plus haut explore les concepts liés à la biologie, à la nature et à la perception. Lesdites intelligences artificielles sont inspirées de l'étude des centres nerveux des êtres vertébrés. En effet, le système nerveux est capable de recevoir des millions de données venues de l'extérieur, de les intégrer et de prendre des



Figure 25. Clever Hans - Wikipedia

décisions. Il est constitué de neurones organisés en réseaux. Ce sont ces milliards de neurones interconnectés communiquant à travers des signaux électriques qui permettent à l'être humain d'apprendre et de mémoriser durant toute sa vie. C'est donc en « reproduisant » le fonctionnement de ces réseaux de neurones biologiques que les concepteurs d'IA ont créé leurs machines auto-apprenantes actuelles²⁴.

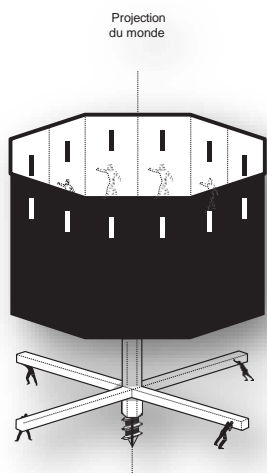
Pour autant, rappelle **Alexei Grinbaum** « la topologie du cerveau n'est pas du tout la même, la consommation énergétique d'un cerveau n'a rien à voir avec la consommation énergétique d'un réseau de neurones »²⁵. Au-delà de la séduisante analogie, **Kate Crawford** pointe deux mythologies à l'œuvre dérivées de l'histoire d'*Hans le Malin* : les systèmes non humains sont similaires à l'esprit humain et l'intelligence a une existence indépendante, naturelle, distincte des forces sociales, culturelles, historiques et politiques²⁶. Pour l'auteure l'IA

n'est ni *artificielle* ni *intelligente* mais « au contraire incarnée et

matérielle, faite de ressources naturelles, de carburant, de main d'œuvre humaine, d'infrastructures, de logistique, d'histoires et de

classifications. Les systèmes d'IA ne sont ni autonomes, ni rationnels,

ni capables de discerner quoi que ce soit sans formation extensive et intensive sur le plan



Exploitation des ressources naturelles

²⁶ Hétéromation et travail fantôme

Figure 26. Hétéromation et travail fantôme. Traduit de Vladan Joler, *New Extractivism*, extractivism.online, 2020. CC BY-NC-SA

²⁴ Consulter l'article [IA et S.V.T. : un lien privilégié](#) par François Serne avec la participation d'Alexandre Castanet sur le site de l'académie d'Aix-Marseille.

²⁵ Entretien avec Alexei Grinbaum, Propos recueillis par François Euvé, Nathalie Sarthou-Lajus (2023). « Parler avec les machines ». *Études*, 55-66. <https://doi.org/10.3917/etu.4307.0055>

²⁶ Crawford, K. (2021) *Atlas of AI*. Yale University Press.

computationnel ». Ce mythe autarcique amène des auteurs comme **Hamid Ekbia** et **Bonnie Nardi** à parler d'*hétéromation*, force de travail humaine souvent invisible, mobilisée pour venir en aide à des opérations conduites par des machines (Figure 26).

Enrichir l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre

Les IA ont fait une première apparition dans la discipline au sein des applications de terrain pour identifier des échantillons. Par exemple, un outil comme *Pl@ntNet* permet une reconnaissance rapide des végétaux sur le terrain. L'**académie de la Réunion** l'a utilisé dans un de ses scénarios *TraAM* en 2021. Dans leur dimension générative quelques académies ont déjà commencé à utilisant ces outils²⁷ dans leurs pratiques pédagogiques, en particulier à travers la démarche de recherche d'information (scénarios de l'**académie d'Aix-Marseille** pour le cycle 3 et pour le cycle 4, scénario de l'**académie de Montpellier**) et la remédiation (aide à la mémorisation).

Entraîner une intelligence artificielle

Vittascience, soutenu par le dispositif **Édu-up** du ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse, offre une interface permettant l'entraînement et l'utilisation de modèles d'intelligences artificielles à partir d'images, de sons et de textes. L'outil propose en outre un outil de visualisation et de manipulation du réseau de neurones ainsi qu'une compatibilité directe avec deux interfaces de programmation *Adacraft* (dérivé de *Scratch*) et *Python*.

Sélectionnez un type de données pour entraîner votre intelligence artificielle !



Images

Entraîner une machine à reconnaître des images issues de fichiers ou de votre webcam !



Sons

Entraîner une machine à reconnaître des sons issus de fichiers ou de votre microphone !



Texte BETA

Discutez avec un LLM (Large Language Model) et entraînez-le à vous répondre !

²⁷ Trois académies (Poitiers, Aix-Marseille, Grenoble) vont travailler ensemble sur le sujet « éthique et formations à l'esprit critique dans les usages des outils d'IA en SVT » dans le cadre des TraAM 2023-2024.

LITTÉRATIES SYNTHÉTIQUES



Figure 27

L'Unesco publie une cartographie (Figure 27) sous licence CC-BY-SA 3.0 IGO des programmes validés par les gouvernements intitulée : *Enseigner l'intelligence artificielle au primaire et au secondaire*. S'appuyant sur les travaux de Long et Magerko (2020) la publication cite leur étude de cadrage identifiant 17 compétences et de 13 réflexions relatives à la conception. Il s'agit entre autres d'encourager les apprenants à être des consommateurs critiques des technologies de l'IA en remettant en question l'intelligence et la fiabilité des applications de l'IA.

Les questionnements éthiques (compétence 16) sont multiples : vie privée, emploi, désinformation, « singularité » (perspective inflationniste²⁸), prise de décision, diversité, partialité, transparence et responsabilité.

L'éducation aux média et à l'information (EMI) synthétiques passe ainsi conséquemment par une connaissance des principes de fonctionnement (Figure 24) des interfaces conversationnelles ou des briques génératives des moteurs de recherche classiques, voire des suites génératives, par l'aide à la formulation des commandes en langage naturel (vs langage documentaire structuré), par une assistance au questionnement d'un sujet (*mindmapping* génératif), par une vigilance accrue au niveau desdits outils qui masquent les sources d'origine, ne les citent que partiellement ou accessoirement, par une vérification croisée des résultats produits, compte tenu du manque de fiabilité et de pérennité structurelle de l'offre, de surcroît pléthorique.

²⁸ Frédéric BRUNEAULT et Andréane SABOURIN LAFLAMME, « Éthique de l'intelligence artificielle et ubiquité sociale des technologies de l'information et de la communication : comment penser les enjeux éthiques de l'IA dans nos sociétés de l'information ? », *tic&société* [En ligne], Vol. 15, N° 1 | 1er semestre 2021 | 2021, mis en ligne le 20 mai 2021, consulté le 02 novembre 2023. URL : <http://journals.openedition.org/ticetsociete/5999> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ticetsociete.5999>

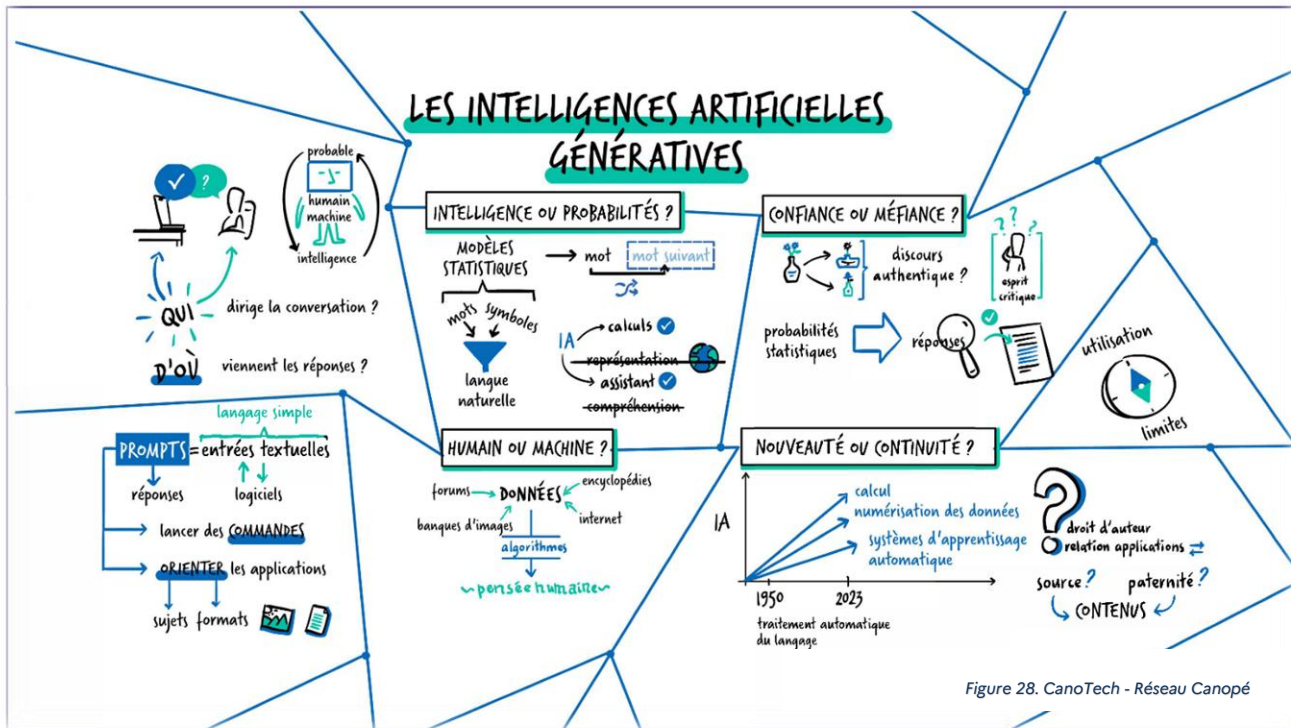


Figure 28. CanoTech - Réseau Canopé

L'académie de Dijon offre une illustration pédagogique intéressante dans le premier degré dans le cadre de son projet « Les Démasqueurs ». Ce projet regroupe 9 activités progressives d'analyse et d'évaluation de l'information autour d'un protocole en cinq étapes baptisé « AVISÉ » (Analyser la forme, Vérifier la source, Identifier l'auteur, croiser les Sources, Étudier le contenu). Le neuvième épisode s'intéresse à l'apprentissage de l'évaluation des contenus produits par les systèmes génératifs par l'entremise d'un dialogueur « IA-Dézécol » programmé pour répondre à des questions spécifiques.



Citer une IA générative

Recourir à une IA générative comme *source primaire* pour étudier par exemple les capacités des modèles de langage ou comme outil pour accompagner le processus de recherche ou d'écriture peut amener les utilisateurs à citer *ChatGPT* et consorts. Des styles bibliographiques proposent des lignes directrices comme l'APA 7^e édition :

Auteur/créateur du modèle. (Année du modèle). Nom du modèle (version du modèle) [type ou description du modèle]. Adresse web du modèle.

Des fonctionnalités et des modules complémentaires permettent à présent de partager ou de conserver le contenu généré par ces outils. Ils intègrent en outre une sélection de références sur lesquelles s'appuie a priori le résultat de la réponse à la question saisie dans le dialogueur²⁹.

Interroger les imaginaires visuels

Constatant que les consciences, volontés et émotions des (in)dividus semblent se voir menacées, à travers la surexposition aux écrans, les comportements compulsifs « technoférents », l'usage addictif d'applications conçues pour mobiliser les esprits des utilisateurs selon les principes des technologies persuasives, de la captologie et de l'économie de l'attention, **Anne Alombert**³⁰ prône un changement de paradigme de type « organologique » dans la continuité des pensées d'**André Leroi-Gourhan**, **Gilbert Simondon** et **Bernard Stiegler**. Son propos vise à s'intéresser « aux interactions entre les corps et les esprits humains et leurs prothèses artificielles, et [...] étudie la manière dont les évolutions techniques transforment les capacités psychiques et les relations sociales, bref, comment les artefacts matériels modifient la « vie de l'esprit », à la fois au niveau individuel et au niveau collectif ». De son côté **Cléo Collomb**³¹ envisage l'hypothèse d'un « imaginaire technique instituant » et préconise d'accepter « le caractère créateur de la technique, [...] des machines computationnelles, [ce qui] implique d'essayer de ne pas

²⁹ Bibliothèque de l'Université de l'Alberta. (2023). *Utilisation de ChatGPT et d'autres formes d'IA générative*. <https://guides.library.ualberta.ca/c.php?g=730850&p=5296475>

³⁰ Alombert, A. (2023). Par-delà le mythe de l'intelligence artificielle. In *Imaginaires technologiques* (p. 98-112). Les presses du réel.

³¹ Collomb, C. (2023). L'imaginaire instituant des machines computationnelles. In *Imaginaires technologiques* (p. 112-142). Les presses du réel.

les appréhender comme un double de l'humain » et ajoute : « Si l'hypothèse selon laquelle il y a un imaginaire technique instituant est vraie, alors les machines computationnelles doivent pouvoir participer à la constitution d'un monde autre, c'est-à-dire permettre aux humains, peut-être, de penser autrement, de percevoir autrement, de donner sens différemment, de faire des expériences nouvelles ».

Un exemple intéressant à convoquer ici est celui des images des banques d'images (IBI) censées représenter le domaine de l'intelligence artificielle. **Alberto Romele** souligne combien celles-ci ne relèvent pas paradoxalement de l'*Imaginaire* mais plutôt d'un imaginaire institué et sclérosé³². L'initiative « [Better images of AI](#) » constitue à ce niveau un matériau pédagogique intéressant en EMI (même si l'auteur regrette son modèle encore trop artistique). Le [guide](#) indique que « L'utilisation d'images trompeuses empêche les gens de comprendre les évolutions technologiques réelles, nuit à la confiance dans les systèmes car leur impact est mal compris, suscite la crainte de technologies qui n'existent pas, tout en maintenant les gens dans l'ignorance des menaces existantes et renforce les stéréotypes existants sur la technologie et de ceux qui la fabriquent ».

Ce guide analyse les éléments à éviter dans le choix ou la création d'images de l'IA dont certaines apparaissent d'ailleurs dans la lettre : la couleur bleue, le code descendant à *la Matrix*, le cerveau humain, les références à la science-fiction, les robots blancs, les hommes blancs en costume, l'anthropomorphisme, les variations sur *La création d'Adam*.

Un besoin de nouvelles métaphores visuelles semble s'imposer selon les auteurs.



Figure 29 Catherine Breslin & Rens Dimmendaal / Better Images of AI / Strawberries and milk / CC-BY 4.0

³² Sebbah, F.-D., & Romele, A. (2023). *Imaginaires technologiques*. Les presses du réel.

L'objectif est de présenter un éventail plus large d'êtres humains et de cultures humaines que « l'homme d'affaires caucasien », les impacts humains, sociaux et environnementaux des systèmes d'IA, mais aussi de refléter de manière réaliste leur nature désordonnée, complexe, répétitive et statistique ainsi que leurs capacités, de montrer enfin des applications réalistes en évitant les représentations monolithiques, ou futuristes, ou encore les visualisations électroniques de cerveaux humains.

Des alternatives sont justement proposées en exemples dans la [Bibliothèque d'inspiration du projet](#). Ces images constituent le début d'un répertoire en pleine expansion et peuvent être téléchargées et utilisées par tous gratuitement en utilisant la licence **Creative Commons** mentionnée sur la fiche de chaque image.



Figure 30 Anton Grabolle / Better Images of AI / AI Architecture / CC-BY 4.0

Interroger les imaginaires textuels

Comme le rappelle **Alexandre Gefen**³³, l'intelligence artificielle n'est plus désormais seulement une fiction mais un outil à produire des fictions autant textuelles

³³ Gefen, A. & Université de Paris III (Éds.). (2023). *Créativités artificielles : La littérature et l'art à l'heure de l'intelligence artificielle*. Les Presses du réel.

qu'imaginées. La créativité artificielle s'inscrit dans une très longue généalogie, celle des machines autrices exposées dans la littérature (la machine combinatoire découverte par Gulliver à l'Académie centrale de Lagato, la machine à poésie de **H Nearing Jr.**, le *Littératron* de **Robert Escarpit**, le *Versificateur* de **Primo Levi**, l'entreprise japonaise productrice de textes inédits à partir de la formule des romans de Silas Flannery dans



Figure 31

Si une nuit d'hiver un voyageur d'**Italo Calvino** ou encore l'intelligence artificielle Ada dans le roman d'**Antoine Bello**, etc.)³⁴ et des écritures à contraintes (Ouxpo, Figure 31) comme les dispositifs rousselliens d'*Impressions d'Afrique* (méthode du *procédé*)³⁵ ou la narration mécanique de *Djinn* d'**Alain Robbe-Grillet**³⁶.

³⁴ Beaudoin, V. (2023). Liber ex machina. Vers une analyse des machines autrices en littérature. In *Créativités artificielles : La littérature et l'art à l'heure de l'intelligence artificielle*. Les Presses du réel.

³⁵ Bootz, P., & Salceda, H. (2023). La mécanique des arts et l'IA chez Raymond Roussel. In *Créativités artificielles : La littérature et l'art à l'heure de l'intelligence artificielle*. Les Presses du réel.

³⁶ Sauvage, B. (2023). Générativité et émergences littéraires. Fictions de l'apprentissage machine à partir de *Djinn* (1981) d'Alain Robbe-Grillet. In *Créativités artificielles : La littérature et l'art à l'heure de l'intelligence artificielle*. Les Presses du réel.

En écho à ces premiers usages et « mises en fiction contemporaines » la programmation didactique en **Lettres** permet l'étude de dystopies littéraires ou cinématographiques, l'expérimentation de *bots* littéraires, voire des créations poétiques qui s'inscrivent dans l'héritage oulipien ([académie de Nantes](#)). Trois projets de l'**académie de Strasbourg** offrent également des exemples de pratiques inspirantes de terrain : [Réaliser et présenter une recherche documentaire sur le thème de l'intelligence artificielle](#), [Argumenter à propos de l'IA en classe de Seconde](#) (séquence sur la représentation et l'éthique de l'intelligence artificielle), [Écrire une nouvelle sur l'intelligence artificielle](#) (activités d'écritures créatives longues à partir de récits sur l'intelligence artificielle et des *Mikrodystopies* de **François Houste**).

Dans l'**académie de Toulouse** le portail **Primàbord** signale pour le premier degré un [atelier d'écriture](#) dans une classe de CM2 où les élèves sont amenés à rédiger des instructions pour générer grâce aux outils d'assistance artificielle générative des propositions de contes et des ébauches d'illustrations pour la couverture.

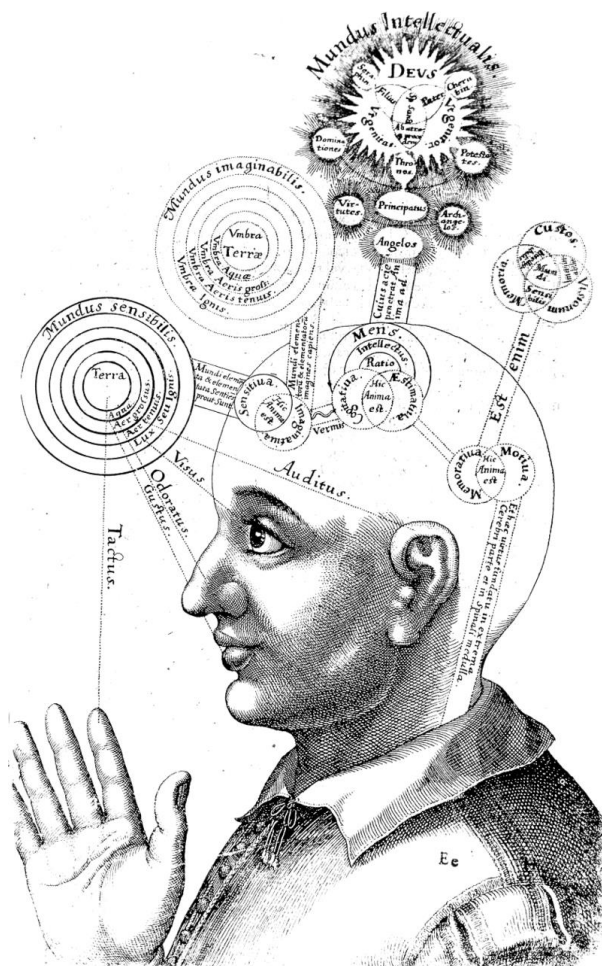


Figure 32. La conscience. Robert Fludd, *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris [...] historia, tomus II* (1619), tractatus I, sectio I, liber X, De triplici animae in corpore visione. [Wikimedia](#)

Que dit la recherche sur les apports de la recherche et les lignes directrices des institutions internationales sur l'intelligence artificielle et l'éducation ? Le ministère met à disposition en accès ouvert les publications des **groupes thématiques numériques (GTnum)** animés par des équipes de recherche et des pédagogues.

La Direction du numérique pour l'Éducation

propose un état des lieux (avril 2023) sur les apports de la recherche et les lignes directrices des institutions internationales sur l'intelligence artificielle (IA) et l'éducation : diversité des définitions et des

approches, enjeux pour les politiques publiques, enjeux éthiques, domaines d'application, pistes de travail pour former et enseigner, perspectives avec le tournant actuel de l'IA générative et des grands modèles de langage. Les recherches font l'objet d'une documentation en ligne sur le portail national **éduscol** et sur le [carnet Hypothèses](#)

[Éducation, numérique et recherche](#). Les travaux des GTnum sont placés sous licence ouverte 2.0 et peuvent s'appuyer dans la partie dédiée aux expérimentations sur les **travaux académiques mutualisés (TraAM)** portés par la DNE et référencés dans **Édubase**.

Deux groupes thématiques consacrés aux *IA génératives et aux grands modèles de langage conversationnels et/ou multimodaux* se profilent pour la période 2023-2026.



**Lettre ÉduNum proposée par la direction du numérique pour l'éducation
Bureau de l'accompagnement des usages et de l'expérience utilisateur
DNE - TN3**

 [Contact courriel](#)

Vous recevez cette lettre car vous êtes abonné à la lettre thématique

Souhaitez-vous continuer à recevoir
la lettre ÉduNum thématique ?

[Abonnement/Désabonnement](#)

À tout moment, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données qui vous concernent (articles 15 et suivants du RGPD). Pour consulter nos mentions légales, [cliquez ici](#).