

FOCUS

L'intelligence artificielle

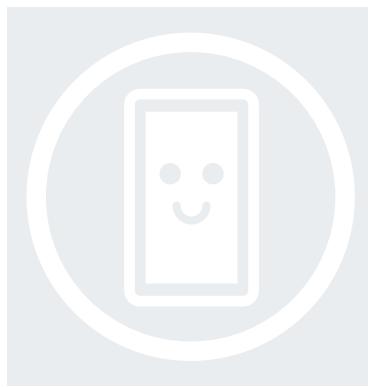
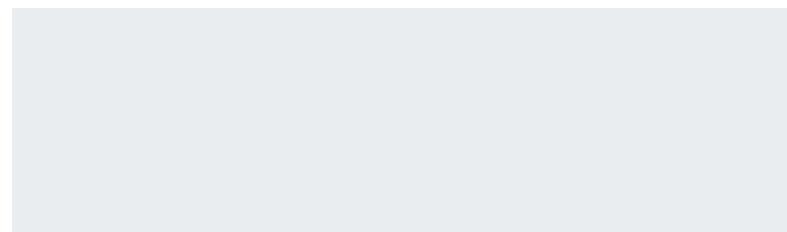
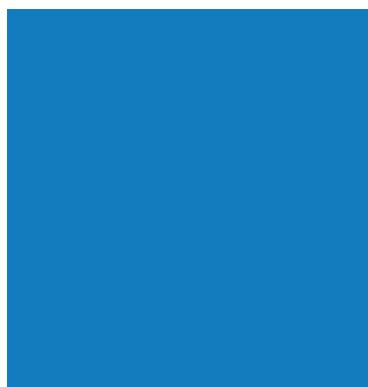
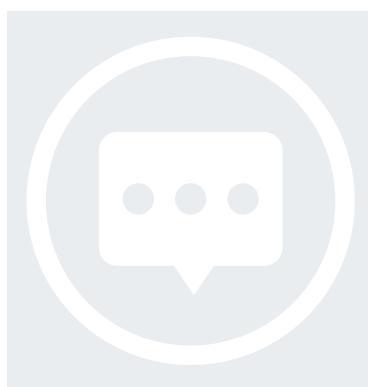


TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
2. DÉFINITIONS ET CONCEPTS CLÉS	4
2.1 Définitions de l'intelligence artificielle	4
2.2 Les principaux types d'intelligence artificielle	7
2.3 Quelques termes importants pour comprendre l'IA	8
3. LES GRANDS ENJEUX DE L'IA	10
3.1 Les enjeux sociétaux	10
3.2 Les enjeux humains	12
3.3 Les enjeux éthiques	13
3.4 Les enjeux environnementaux	15
3.5 Les réponses structurantes aux enjeux de l'IA	15
4. LES PROFESSIONNELS DE L'ENSEIGNEMENT FACE À L'IA	18
4.1 L'IA et les processus d'apprentissage	18
4.2 Les compétences en matière d'IA nécessaires dans la vie et le travail	21
4.3 Gérer les aspects éthiques de l'IA	24
4.4 Considérer les aspects sociaux de l'IA	25
4.5 Planifier le développement et l'utilisation de l'IA dans les politiques d'éducation : cadres réglementaire et juridique	28
5. ZOOM SUR LES IA GÉNÉRATIVES	30
5.1 Ce que peut faire une IA générative	30
5.2 Comment un apprenant peut-il utiliser un chatbot dans son apprentissage ?	31
5.3 Comment un enseignant peut-il utiliser un chatbot dans ses activités ?	33
5.4 À quoi faut-il faire attention lors de l'utilisation des IA génératives dans l'enseignement ?	34
6. EN SAVOIR PLUS	39
7. RÉFÉRENCES	40

I

INTRODUCTION

Ce document a été entièrement rédigé par des humains.

Si cette mention peut sembler étrange à lire aujourd’hui, peut-être sera-t-elle d’usage courant dans un futur proche.

En effet, l’intelligence artificielle, loin d’être un objet de science-fiction, est déjà extrêmement présente dans notre quotidien. Cette présence peut être discrète voire imperceptible quand il s’agit de nos téléphones, voitures ou ordinateurs. Elle fait aussi parfois l’objet d’une exposition plus importante dans l’actualité. Ce fut le cas en début d’année 2023, quand des outils d’intelligence artificielle comme ChatGPT ou MidJourney ont suscité intérêt et fascination mais aussi craintes et questionnements.

Qu’est-ce exactement que l’intelligence artificielle ? Et comment fonctionne-t-elle ? Quels sont ses impacts potentiels et quels en sont les enjeux, actuels ou en développement ?

Ce focus vise à répondre à ces questions en fournant des informations de base, en donnant un aperçu synthétique des principaux enjeux suscités par l’intelligence artificielle, et en développant plus spécifiquement les questions liées à l’usage de l’intelligence artificielle dans le domaine de l’éducation.

Le focus se conclut par un «Zoom sur les IA génératives» afin d’explorer plus en avant les possibilités et limites d’outils tels que ChatGPT dans les pratiques des apprenants et des enseignants. Cette dernière partie vise à proposer des pistes de réponses à des questions concrètes que pourraient se poser des enseignants quant à l’utilisation d’une technologie qui se développe rapidement et dont l’usage se généralise.



Cette publication utilise de nombreux termes relatifs à la technologie. Pour faciliter la lecture, les mots ou expressions suivis du symbole « (?) » sont définis dans le glossaire repris au **point 2.3 - Glossaire**.



Étant donné la rapidité avec laquelle les outils numériques et en particulier les intelligences artificielles se développent, il est évident que ce document présente des éléments de réflexion en l’état des connaissances à sa date de publication. Il sera régulièrement adapté pour suivre au mieux les innovations techniques, réglementaires et pédagogiques futures.

2.1 Définitions de l'intelligence artificielle

Les machines sont-elles capables de penser? Alan Turing, inventeur du concept d'ordinateur, pose cette question dès 1950 dans son article *Computing Machinery and Intelligence*. Il y développe la possibilité qu'une machine puisse un jour simuler une conversation humaine.

Le terme d'intelligence artificielle (souvent abrégé en IA) est utilisé pour la première fois en 1956 lors d'une conférence donnée au *Dartmouth College*, dédiée aux « machines pensantes ». Les scientifiques présents estimaient alors que « quelques milliers de lignes de codes informatiques, quelques millions de dollars et vingt années de travail allaient permettre d'égaler le cerveau humain, qui était considéré comme un ordinateur assez simple.» (Alexandre, 2017)

Le MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) développe en 1965 un programme informatique, ELIZA, capable d'entretenir une conversation avec un humain. Il s'agit du premier **chatbot ou agent conversationnel** ②. Le MIT est, depuis, une des universités pionnières dans le domaine de l'intelligence artificielle. En 2018, sa publication dédiée aux nouvelles technologies, le MIT Technology Review, fait le point sur les développements récents et souligne que la définition de l'intelligence artificielle est en évolution constante :

« Qu'est-ce que l'IA, exactement? La question peut sembler basique, mais la réponse est relativement compliquée. Dans son acception la plus large, l'IA réfère à des machines qui peuvent apprendre, raisonner et agir par elles-mêmes. Elles sont capables de prendre leurs propres décisions quand elles sont confrontées à de nouvelles situations, de la même manière que peuvent le faire les humains et les animaux. »

(Hao, 2018)

Le Parlement européen, à l'occasion de l'adoption d'une résolution en 2020, a établi sa propre définition¹:

« L'intelligence artificielle (IA) désigne la possibilité pour une machine de **reproduire des comportements liés aux humains**, tels que **le raisonnement, la planification et la créativité**. L'IA permet à des systèmes techniques de percevoir leur environnement, gérer ces perceptions, résoudre des problèmes et entreprendre des actions pour atteindre un but précis.

L'ordinateur reçoit des données (déjà préparées ou collectées via ses capteurs - une caméra, par exemple), les analyse et réagit. Les systèmes dotés d'IA sont capables d'adapter leurs comportements (plus ou moins) en analysant les effets produits par leurs actions précédentes, travaillant de manière autonome. »

(Parlement européen, 2021)

(1) Résolution du Parlement européen pour une politique industrielle européenne globale sur l'intelligence artificielle et la robotique: www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2019-0081_FR.html

Un périmètre plus large a été retenu par Zhong Yi Xin de l'Université de Beijing, qui définit l'IA comme étant :

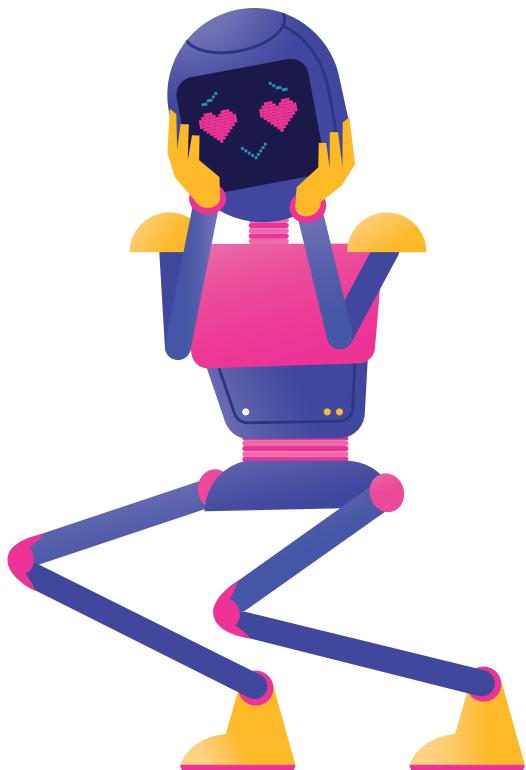
«Une branche de la science et de la technologie modernes visant d'une part à **explorer les secrets de l'intelligence humaine**, d'autre part à **implémenter autant que possible l'intelligence humaine** dans les machines, afin que ces dernières soient capables d'exécuter des fonctions aussi intelligentement qu'elles le peuvent.»

(Zhong, 2006, pp. 90-100)

Les facultés concernées par l'exercice de cette intelligence sont également multiples :

- La réception ou la perception de données, et leur analyse ;
- L'application d'un raisonnement conduisant à la prise de décision ;
- La faculté d'apprentissage, en analysant les résultats des prises de décision précédentes ;
- La simulation de comportements humains, y compris la créativité.

Le développement de ces différentes facultés s'est construit au fil du temps, des tout premiers objets technologiques uniquement capables d'analyser des données jusqu'à la popularisation récente des agents conversationnels susceptibles d'élaborer des textes aboutis ou d'inventer des images sur base d'une simple description.





«INTELLIGENCE», LE TERME EST-IL BIEN CHOISI?

À ce jour, l'intelligence artificielle n'est pas capable de reproduire l'intelligence humaine : elle «se contente» d'exercer une immense puissance de calcul sur un volume colossal de données, en un temps très court. Le résultat, qu'il s'agisse de décisions successives dans une partie d'échecs, ou d'une production langagière dans le cas des *chatbots* ?, génère l'impression d'une «intelligence».

L'intelligence artificielle ne possède cependant pas les facultés humaines correspondant au jugement, ou encore au «bon sens».

Le créateur du *chatbot* ELIZA, Joseph Weizenbaum (1976), opère cette distinction entre la décision et le choix : la décision est le produit d'une activité reposant sur le calcul informatique et pouvant être programmée ; le choix est basé sur le jugement humain et suppose un plus large panel de facteurs, non mathématiques.

Ainsi, une intelligence artificielle n'effectuera pas une action parce que celle-ci lui semble pertinente, appropriée, raisonnable ou bienvenue. Elle prendra une décision sur base de sa programmation, des données disponibles, de la classification de celles-ci et des calculs opérés.

Par exemple, une intelligence artificielle est susceptible de compléter ou développer un récit, voire de rédiger intégralement une œuvre littéraire. Pour ce faire, elle produira des phrases syntaxiquement cohérentes, en analysant un immense corpus de mots et en reproduisant les associations de mots les plus récurrentes qu'elle répertorie. Cependant, sans intervention humaine, le récit apparaîtra rapidement décousu ou incohérent, puisque l'intelligence artificielle ne choisit pas les éléments du récit selon leur sens et leur intérêt narratif, pas plus qu'elle ne peut gérer l'implicite ou opérer de choix selon des critères esthétiques.

Ainsi, le premier roman entièrement rédigé par une intelligence artificielle, *I the road*, publié en 2018, est perçu comme une œuvre «déstructurée et mystérieuse», produisant «des tournures de phrase inattendues, parfois drôles,

parfois profondes, souvent absurdes.»¹ (Goodwin, 2018)

Les chatbots tels que ChatGPT utilisent le même procédé pour produire leurs contenus. Les réponses fournies par ChatGPT sont la synthèse d'informations retrouvées dans un immense corpus de textes dans lequel les fréquences des associations entre les mots sont identifiées et reproduites.

Les chatbots ne peuvent cependant pas exercer la faculté humaine à discerner la validité apparente de l'information, pas plus que l'humour, l'ironie, la parodie, etc. Si statistiquement, dans le corpus utilisé par un chatbot, le mot «rectangle» est le plus régulièrement côtoyé par l'adjectif «praliné», ce chatbot pourrait affirmer que les rectangles sont pralinés, sans être capable de discerner que cette déclaration n'a absolument aucun sens.

L'intervention humaine est dès lors capitale : des humains peuvent entraîner le chatbot, en lui soumettant des exemples de réponse à une requête (**étiquetage de données** ?). Puis, quand le *chatbot* produit lui-même des réponses, celles-ci sont classifiées de la meilleure à la moins pertinente (**apprentissage automatique** ?). En s'appuyant sur ces exemples et ces classifications, le chatbot construit progressivement, par réplication, son modèle de réponse.

Si l'intervention humaine n'est pas adéquate, si l'entraînement de l'IA n'est pas suffisamment cadre ou encore si les données d'entraînement sont biaisées, des systèmes d'IA peuvent produire des contenus absurdes ou encore vulgaires, racistes ou offensants. Ce fut le cas de Tay, un prototype d'outil conversationnel de Microsoft, alimenté par les conversations sur Twitter et qui finit par tenir des propos inappropriés avant d'être mis hors ligne².

(1) Ces informations sont disponibles sur les sites de Le Soir (geeko.lesoir.be/2018/11/08/i-the-road-le-premier-livre-ecrit-par-une-intelligence-artificielle) et BOMB magazine (bombmagazine.org/articles/2018/12/14/ross-goodwins-i-the-road)

(2) Tual, M. (2016, 24 mars), À peine lancée, une intelligence artificielle de Microsoft dérape sur Twitter, Le Monde.

Raisonnement, prise de décision, apprentissage, apparence de créativité, calque de l'intelligence humaine... Les notions associées à l'intelligence artificielle recouvrent donc un champ très large. De la même façon, dans notre vie quotidienne, l'intelligence artificielle est beaucoup plus présente qu'on ne peut le supposer.

Les résultats proposés par un moteur de recherche, les systèmes d'aide à la conduite des voitures, les réactions d'un personnage dans un jeu vidéo, les suggestions de contenus sur les réseaux sociaux, les montres connectées capables d'alerter les secours en cas de chute... sont autant d'éléments soutenus par les tâches de collecte de données, d'analyse et de décision d'une intelligence artificielle.

Intelligence artificielle

Utilisation courante et potentielle

Quelques exemples montrant comment l'IA est employée et les possibilités qu'elle offre



© Union européenne, [2021] - Source: Parlement européen

2.2 Les principaux types d'intelligence artificielle

Selon De Lièvre (2019), on peut généralement identifier deux niveaux ou stades de développement dans les logiciels d'intelligence artificielle (ou IA) :

Les applications contextualisées (ou IA faible)

- Les IA basées sur des règles (if... then...): ces logiciels sont spécialisés dans un domaine restreint et ne présentent pas de transversalité.

Ils se basent souvent sur des règles logiques (si « condition », alors « réponse ») et utilisent leur puissance de calcul pour effectuer rapidement des tâches répétitives.

Exemples: programme de jeu d'échec basique; ELIZA, le premier **chatbot** ? créé.

- Les IA apprenantes (machine learning, neural network, deep learning): ces logiciels analysent une grande quantité de données pour identifier des liens et construire des modèles prédictifs en se basant sur des approches statistiques.

Exemples: traitement du langage naturel ? (ChatGPT); reconnaissance d'image (Google Lens).

Les applications autonomes (ou IA forte)

Ces logiciels seraient théoriquement identiques à l'intelligence humaine, capables de résoudre des problèmes, de planifier en autonomie des actions sur base de l'expérience et de développer une conscience de soi.

Exemple: HAL 9000, l'ordinateur de bord dans le film 2001, l'Odyssée de l'espace. (Kubrick, 1968)



L'IA forte : entre fantasme et réalité

Cette forme d'IA n'existe pas à l'heure actuelle et est principalement issue d'un mythe de la création, alimenté par l'imaginaire populaire, le cinéma et les ouvrages de science-fiction. Jean-Gabriel Ganascia, expert en intelligence artificielle et philosophe, chercheur au LIP6, le Laboratoire d'informatique de Paris 6 précise :

« [...] il est facile de simuler l'intelligence et des émotions, mais rendre une machine consciente, c'est de la pure science-fiction ».

« [...] il y a derrière tout cela une croyance en la toute-puissance de la technologie, très proche d'une religion... peut être celle des transhumanistes ».

2.3 Glossaire

a) Quelques termes importants pour comprendre l'IA

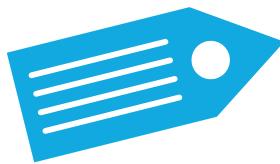
Algorithm

Suite finie d'opérations et/ou d'instructions dont l'exécution permet la réalisation d'une tâche à partir d'éléments fournis par l'utilisateur (appelés « requêtes » ou prompts).

Etiquetage de données (*data labeling*)

Fait d'ajouter des informations à une donnée d'entrée d'un logiciel d'IA afin que l'algorithme reconnaisse plus facilement la donnée. Cette opération est généralement réalisée par des humains.

Par ex.: identifier sur une image les zones correspondant aux parties du visage dans un logiciel de reconnaissance faciale.



Big Data

Le terme big data désigne un grand ensemble de données, de sources hétérogènes (données libres (open data), données propriétaires, données achetées commercialement).

Sciences des données (*data science*)

Regroupement large des mathématiques, des statistiques, des probabilités, de l'informatique, de la visualisation des données afin d'extraire des connaissances d'un ensemble hétérogène de données (images, son, texte, données génomiques, liens dans les réseaux sociaux, mesures physiques, etc.).



b) Modèles d'apprentissage de l'intelligence artificielle

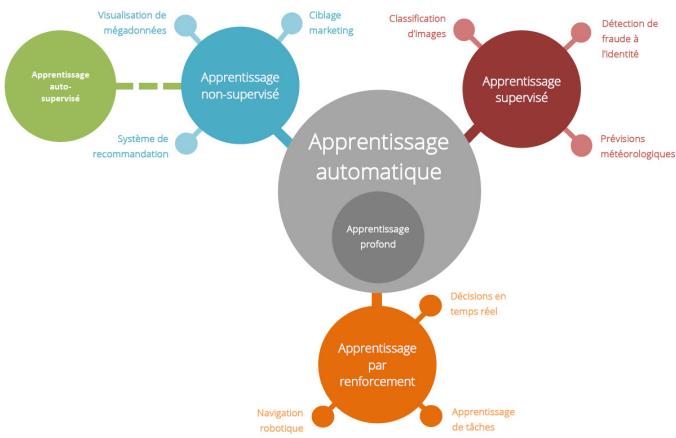
La programmation informatique produit une suite d'opérations qui seront exécutées sur un appareil numérique. Ces opérations suivent des règles déterminées par le développeur humain, et ne se fondent que sur les données qui sont fournies. Un programme de quiz élémentaire, par exemple, fonctionne sur ces bases. Le programme sélectionne une question au hasard parmi celles qui figurent dans sa base de données et compare la réponse de l'utilisateur avec la réponse correspondante pré-encodée. Si les réponses concordent, le programme a l'instruction d'afficher « bravo »; dans le cas contraire, il passe à la question suivante, etc.

L'apprentissage est une caractéristique de l'intelligence artificielle. Au-delà de l'exécution de règles prédéterminées dans le cadre d'une programmation, l'intelligence artificielle est capable d'assimiler de nouvelles règles à partir des données accessibles, et donc d'adopter des « comportements » évolutifs. Dans le cas du quiz, l'intelligence artificielle serait par exemple susceptible de déterminer les catégories de questions qui obtiennent le meilleur taux de bonnes réponses, pour ne proposer par la suite que des items issus de ces catégories-là. La machine aurait « appris » les préférences de l'utilisateur et adapté son fonctionnement.

Cet apprentissage peut être ou non supervisé par un humain.

Apprentissage automatique (machine learning)

Méthode d'intelligence artificielle qui permet de construire un modèle mathématique à partir de données en incluant un grand nombre de variables.



© Conseil de l'Europe 2023

Apprentissage profond (deep learning)

Technique de l'IA qui utilise un grand nombre de couches de « neurones » permettant de traiter de grandes quantités de données non-structurées (par exemple : des images ou des vidéos).

Apprentissage supervisé par un humain

Type d'apprentissage automatique où les éléments de sortie de l'algorithme sont analysés par un humain afin de diminuer l'écart entre le résultat obtenu par l'algorithme et le résultat attendu. Ces logiciels utilisent généralement des données étiquetées (Voir Etiquetage de données).

Apprentissage non supervisé par renforcement

Type d'apprentissage automatique où l'algorithme se base sur une méthodologie d'essai-erreur par rapport à ses propres productions afin d'affiner le modèle.

Apprentissage non supervisé

Type d'apprentissage automatique où l'algorithme déduit des modèles parmi des données non étiquetées.

Apprentissage auto-supervisé

Type d'apprentissage automatique où l'algorithme déduit des modèles parmi des données non étiquetées, et va lui-même générer un étiquetage de données, sans intervention humaine.

c) Exemples d'applications pratiques de l'IA

Traitement du langage naturel (NLP natural language processing)

Technique d'intelligence artificielle permettant d'analyser et simuler le langage naturel (le langage parlé humain).

Logiciels de reconnaissances de langage

Logiciels permettant de comparer la production d'un étudiant à celle d'un native speaker et de fournir une rétroaction immédiate pour, par exemple, améliorer son accent.

Logiciels de reconnaissances de formes/images

Logiciels capables, par exemple, d'identifier et de reconnaître des expressions mathématiques, de résoudre des exercices simples ou encore reconnaître les objets du quotidien.

Agent conversationnel (chatbot)

Programme informatique qui utilise des techniques d'intelligence artificielle pour simuler des conversations avec des individus. Certains chatbots se basent sur une reconnaissance de mots-clés permettant d'obtenir des réponses scénarisées ou sur le traitement du langage naturel pour générer des réponses uniques.



Réalité virtuelle et réalité augmentée

Ce sont deux technologies connexes à l'intelligence artificielle et généralement associées afin d'améliorer l'expérience de l'utilisateur (par exemple, visiter l'intérieur d'un volcan). Ces techniques permettent de simuler un environnement de manière immersive.



IA générative

Application capable de générer du contenu, généralement inédit, sur base du modèle déterminé par apprentissage automatique. Par ex.: rédaction de texte, production d'image...

3

LES GRANDS ENJEUX DE L'IA

L'intelligence artificielle est considérée comme un élément central de la transition numérique de la société et est devenue une priorité pour l'Union européenne¹: les technologies liées à IA peuvent contribuer à soutenir la croissance économique et le développement humain, dans les champs de la santé, de l'éducation, de la gestion environnementale...

Au-delà des impacts – concrets mais souvent invisibles – de l'intelligence artificielle dans la vie quotidienne, les développements de cette technologie soulèvent également des enjeux (sociétaux, humains, éthiques, environnementaux...) plus globaux.

Il est à noter que ces enjeux globaux sont loin d'être anodins : ainsi, le 22 mars 2023, plus de 1 000 scientifiques et personnalités de l'industrie technologique ont signé une lettre ouverte appelant à la mise en place d'un moratoire dans les développements relatifs à l'IA², afin de pouvoir en mesurer sereinement les conséquences et les réponses à y apporter. Si des réactions à cet appel ont été critiques quant à l'intention ou à l'alarmisme du message³, la réalité des enjeux soulevés par le développement de l'intelligence artificielle n'a pas été remise en cause.

Par la suite, le 1^{er} et 2 novembre 2023 s'est tenu le premier sommet international dédié aux enjeux de sécurité et de réglementation de l'IA. À son terme, la *Déclaration de Bletchley* a été approuvée par 28 pays, notamment la Chine, les États-Unis et l'Union Européenne au nom des États-membres. Ce texte est une déclaration de principes, mais qui pose les jalons d'une coopération internationale visant au développement de l'intelligence artificielle dans une optique régulée, éthique, inclusive et sûre pour l'humain⁴.

3.1 Les enjeux sociaux

L'IA est un élément-clé de la « quatrième révolution industrielle »⁵ ou « industrie 4.0 ».

Parmi les technologies de cette industrie 4.0 figurent l'impression 3D, les véhicules autonomes, les biotechnologies, les nanotechnologies, l'informatique quantique, la robotique et l'Internet des objets⁶, qui toutes sont sous-tendues par l'IA.

(1) Ces informations sont disponibles sur le site Parlement européen: Actualité (www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation)

(2) « Nous appelons tous les laboratoires d'IA à suspendre immédiatement et pour au moins six mois l'entraînement des systèmes d'IA plus puissants que GPT-4. Cette suspension doit être publique et vérifiable, et inclure tous les acteurs-clés. Si une telle suspension ne peut pas être rapidement décrétée, les gouvernements devraient intervenir et instituer un moratoire. ». Le texte intégral en anglais est disponible sur futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments

(3) Ces informations sont disponibles sur le site France 24 (www.france24.com/fr/eco-tech/20230330-chatgpt-une-pause-dans-le-deploiement-de-l-ia-c-est-maintenant-ou-jamais)

(4) Le texte de la Déclaration de Bletchley est disponible (en anglais) sur le site du gouvernement britannique (www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration/the-bletchley-declaration-by-countries-attending-the-ai-safety-summit-1-2-november-2023)

(5) Sommairement: la 1^{ère} révolution industrielle a vu l'apparition de la mécanisation; la 2^{ème}, des lignes de montage et de la production de masse; la 3^{ème}, de l'électronique et de la programmation des machines par ordinateur.

(6) L'Internet des objets (ou IoT, « Internet of Things ») est également une technologie s'implémentant de plus en plus dans notre quotidien: assistants personnels intelligents, prises connectées, électroménager ou machines gérées à distance... ; ces objets sont fondés sur l'utilisation conjuguée de capteurs et d'internet.

Les révolutions industrielles précédentes ont chacune suscité de profonds changements socio-économiques. Par exemple, et à des époques différentes : l'urbanisation massive, l'apparition de nouvelles classes sociales, le rapport au travail, les réflexions sur le développement durable et l'impact environnemental des progrès technologiques...

Cette quatrième révolution industrielle, qui émerge depuis les années 2010, produira elle aussi de profondes mutations sociales et, à court terme, posera des questions inédites. Après l'automatisation des tâches manuelles, et leur prise en charge en grande partie par des machines-outils, le développement de l'intelligence artificielle prélude désormais à l'automatisation de certaines tâches intellectuelles :

« L'automatisation de **tâches intellectuelles** rou-tinières modifie la nature du travail humain, et par conséquent l'équilibre du marché du travail. Elle soulève de profondes questions éthiques, par exemple la responsabilité juridique de décisions effectuées par l'IA. Comme des quantités impressionnantes de données techniques et de données personnelles transitent par des objets connectés omniprésents, les cyber-risques deviennent aussi une menace majeure, pour les entreprises comme pour les gouvernements. »

(European patent office, 2020)

Il semble impossible de déterminer précisément, à l'heure actuelle, l'importance et la rapidité de cet impact sur la société. Une analyse économique de Goldman Sachs, publiée à la même période que l'appel au moratoire sur les développements de l'IA¹, estime que les **IA génératives** (?) sont susceptibles de produire un impact sur 300 millions d'emplois à travers le monde. Cette analyse apporte des précisions sur la situation de l'emploi aux Etats-Unis, en estimant que 7% des emplois pourraient être totalement remplacés par un outil d'intelligence artificielle.

(1) Cette analyse est disponible en ligne (www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst -The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs_Kodnani.pdf)

Une étude conduite par OpenAI, l'entreprise à l'origine de ChatGPT², conclut que 80 % des personnes travaillant aux Etats-Unis pourraient voir au moins 10 % de leurs tâches professionnelles impactées par l'introduction des IA génératives dans leur secteur professionnel ; 19 % pourraient voir au moins 50 % de leurs tâches impactées.

Un autre enjeu prégnant est celui de la fracture numérique, que l'IA peut contribuer à réduire comme à augmenter. Pour pouvoir participer activement à la société numérique, les citoyens auront besoin de compétences numériques, mais également de différents savoir-faire transversaux et de *soft skills*³. L'utilisation de l'IA, en venant en support à l'apprentissage tout au long de la vie (par exemple, à travers des tuteurs numériques⁴ personnalisés, susceptibles d'accompagner une personne dans ses apprentissages et d'organiser ceux-ci), permettrait de soutenir l'accessibilité de chacun à l'auto-formation et au développement des compétences.

Cependant, l'accès à ce type d'outils n'est pas garanti à chacun. Les entreprises actives dans le domaine de l'intelligence artificielle adoptent régulièrement le même modèle de mise sur le marché de leurs produits : un prototype diffusé gratuitement, avant le développement d'une version aux performances plus abouties, mais en accès payant. Les inégalités pourraient s'accroître, entre les personnes susceptibles d'avoir accès à des outils d'intelligence artificielle performants et celles qui ne pourraient pas se le permettre.

Les mêmes enjeux se posent pour l'accessibilité des citoyens aux services publics, rendue plus difficile sous l'effet de la dématérialisation des démarches, de plus en plus courante.

(2) Cette étude est disponible sur le site Open AI (openai.com/research/gpts-are-gpts)

(3) Les soft skills sont les aptitudes comportementales prisées par les employeurs chez un employé comme par exemple l'intelligence relationnelle, les capacités de communication, le caractère ou encore les aptitudes interpersonnelles.

(4) La question des tuteurs numériques personnalisés est développée au **point 4.4 : Considérer les aspects sociétaux de l'IA**.



En France, en 2018, le rapport parlementaire de la mission confiée par l'exécutif au député Cédric Villani a abouti à la définition d'une stratégie nationale globale en matière d'intelligence artificielle.

Le « **Rapport Villani** » aborde les phénomènes de l'inaccessibilité progressive aux services publics et de recul de l'accès aux droits :

« Ces phénomènes sont d'autant plus graves qu'ils affectent une partie substantielle de la population – en particulier, les personnes en situation de précarité et/ou éloignées du numérique – et qu'ils sont susceptibles de s'accentuer dans les prochaines années. »

(Villani, 2018)

Le même rapport souligne cependant les potentialités offertes par l'IA pour améliorer cette accessibilité, par exemple, en aidant « les usagers à exprimer leurs besoins et à les requalifier en langage administratif avec l'aide de techniques de **traitement du langage naturel** (?) ». (Villani, 2018), en analysant les demandes et en les comparant avec les demandes des autres usagers afin de fournir un diagnostic et une réponse, ou encore en fournissant une information contextuelle et personnalisée, jusqu'à « gérer la réalisation de certaines tâches administratives ». (Villani, 2018)

Toutefois, se pose à nouveau la question des compétences nécessaires à l'utilisation de ces innovations.

3.2 Les enjeux humains

Les enjeux sociétaux développés ci-dessus revêtiront ainsi une importance majeure dans les prochaines années. Par ailleurs, sans pour autant verser dans la science-fiction, il est probable que le développement de l'intelligence artificielle provoquera également une adaptation du fonctionnement de l'intelligence humaine.

Dès 2011, une recherche menée par l'Université de Columbia relevait l'impact de l'utilisation des moteurs de recherche sur la cognition humaine :

« Les résultats suggèrent que les processus de la mémoire humaine s'adaptent à l'émergence des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Nous entrons en symbiose avec nos outils informatiques, nous développant en systèmes interconnectés, qui se souviennent moins de la connaissance de l'information, que de l'endroit où cette information peut être trouvée. »

(Sparrow, 2011)

Ce phénomène a par la suite été expérimenté et théorisé sous le nom de *Google Effect*¹, bien qu'il ne concerne pas uniquement l'utilisation de moteurs de recherche.

Les agents conversationnels de type ChatGPT, vont plus loin que les moteurs de recherche, en fournissant un résultat unique, une synthèse d'informations, plutôt que plusieurs résultats distincts. Au même titre que l'émergence d'internet ou des encyclopédies en ligne, ces nouveaux outils basés sur l'intelligence artificielle modifieront encore notre rapport à la connaissance, à la gestion de l'information et à sa mémorisation.

La relation entre l'humain et la machine qui l'assiste deviendra également plus complexe au fur et à mesure que les systèmes technologiques développeront leur caractère anthropomorphe – c'est-à-dire qu'ils incorporeront de plus en plus d'aspects « humains ». La question se pose pour les cobots, robots collaboratifs, assistants conçus pour travailler en coopération et en interaction avec des opérateurs humains. Elle se pose également pour d'autres outils fondés sur l'IA, comme les **agents conversationnels** (?) .

(1) Ces informations sont disponibles sur le site ResearchGate (www.researchgate.net/publication/280721560_The_Google_Effect)

Certains de ces chatbots, comme Replika, sont spécifiquement conçus pour constituer un «ami virtuel», développer la connivence avec l'utilisateur, et favoriser les confidences personnelles. Certains utilisateurs ont développé une charge affective avec ce chatbot, allant jusqu'à témoigner d'un sentiment de deuil lorsque l'entreprise l'ayant développé a modifié les paramètres de conversation, rendant l'IA moins amicale!

Cette question d'anthropomorphisme des machines fondées sur l'IA est d'autant plus difficile à gérer que celles-ci fonctionnent dans une «boîte noire»: les programmeurs d'une IA, bien qu'ils en modélisent les processus d'apprentissage et entraînent celle-ci à apprendre, ne peuvent expliquer exactement la technique d'**apprentissage profond** (?) de l'IA: «la compréhension du fonctionnement des systèmes basés sur cette technique est particulièrement ardue.» (Zouinar, 2020)

3.3 Les enjeux éthiques

Les innovations en matière d'IA, en particulier les modèles d'**IA génératives** (?) (ChatGPT, Midjourney...) laissent entrevoir un risque important de détournement de ces technologies à des fins de désinformation, manipulation ou encore de propagande.

En effet, au-delà d'informations en ligne qui peuvent être erronées, ou volontairement fausses (*fake news*), les supports eux-mêmes peuvent désormais être contrefaits par une intelligence artificielle. Celle-ci, à travers la technologie de *deep fake* permet de générer des vidéos «hypertruquées», dans lesquelles le visage d'une personne peut remplacer de manière réaliste celui d'une autre, ou moduler la voix, par exemple d'une personnalité, de façon à lui faire tenir des propos inventés.

Les outils d'intelligence artificielle permettent également de générer facilement des images crédibles à partir d'une simple description fournie par l'utilisateur. Diffusées sur les réseaux sociaux, ces images peuvent être sources de confusion, ou être présentées comme «preuves» de thèses complotistes.

(1) Ces informations sont disponibles sur le site Le Figaro (www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/elle-n-est-plus-elle-même-le-desarroi-des-utilisateurs-de-replika-rejetés-par-leurs-petites-amies-virtuelles-20230319)

La facilité d'accès à des logiciels de création de *deep fake* ou d'images truquées pose ainsi le risque de renforcer le phénomène de «bulle de filtre»² dans les messages fournis par les médias, notamment sur les réseaux sociaux.

Ainsi, les exemples de «fake» ayant fait l'actualité au cours de l'année 2023 sont nombreux: faux message vidéo de Volodymyr Zelensky appellant à la reddition, fausse photo de Donald Trump arrêté par la police, fausse interview de Michael Schumacher, en fait créée par ChatGPT, 10^{ème} Symphonie de Beethoven créée par une IA,...

Par ailleurs, les possibilités technologiques de l'IA élargissent le champ du fake au-delà de la désinformation liée aux événements et personnalités publiques: les photos ou vidéos truquées peuvent également être utilisées à des fins d'escroquerie, d'extorsion, d'intimidation ou de harcèlement à l'encontre d'individus³.

Ces aspects liés aux flux d'information numérique et à la désinformation sont à considérer dans les apprentissages liés à l'éducation aux médias.



La collection **Repères** du Conseil Supérieur de l'Education aux Médias (CSEM) propose des contenus régulièrement actualisés permettant d'aborder ces thématiques⁴.

(2) Le concept de bulle de filtre correspond à une vision restrictive des informations proposées par un algorithme de recommandation, renforçant ainsi l'utilisateur dans ses goûts, ses convictions ou son idéologie sans le confronter à des points de vue divergents. Ainsi, plus un type de contenus est visionné, écouté ou liké, plus les recommandations des algorithmes proposeront de contenus similaires, avec pour effet une tendance à enfermer l'utilisateur dans une bulle de contenus personnalisés malgré lui.

(3) Ces informations sont disponibles sur le site Europol (www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Europol_Innovation_Lab_Facing_Reality_Law_Enforcement_And_The_Challenge_Of_Deepfakes.pdf)

(4) La collection Repères est accessible sur le site du CSEM (www.csem.be/eduquer-aux-medias/productions/la-collection-reperes) et sur la plateforme e-classe (www.e-classe.be/241fdd37-52c2-4273-80fd-77e474a92cd1)

Les biais de représentativité sont également un enjeu éthique majeur. Les intelligences artificielles sont alimentées de données, sur lesquelles elles se fondent pour produire une décision ou un contenu. Si les données fournies par les concepteurs d'IA sont fausses, les productions de l'IA seront erronées. Il en va de même pour les données «biaisées». Selon Bertail et al. (2019), trois types de biais peuvent concerner l'alimentation d'une IA. Les biais cognitifs (un concepteur d'IA qui se fonde sur sa propre vision du monde en supposant qu'elle est généraliste) et les biais statistiques (des variables absentes ou sous-représentées) sont les plus courants.

Enfin, les biais économiques surviennent quand un **algorithme** (2) est défini selon des facteurs de coût-bénéfice :

«Lambrecht et Tucker (2017) ont étudié, par exemple, comment un algorithme fournissant des annonces publicitaires faisant la promotion d'emplois dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) peut discriminer les femmes. Les auteurs ont montré qu'un algorithme qui optimise simplement le rapport coût-efficacité de la diffusion d'annonces affiche moins d'annonces destinées aux femmes, car le prix du segment des femmes jeunes est supérieur à celui des hommes jeunes. Il est donc moins coûteux pour l'algorithme de servir des publicités aux hommes jeunes qu'aux femmes jeunes.»

(Bertail et al., 2019)

Ainsi, certains modèles d'intelligence artificielle peuvent parfois générer de nouvelles discriminations ou exacerber celles qui existent déjà. Les IA ne respectent pas toujours l'équité et l'égalité entre les genres car les données sur lesquelles elles sont entraînées sont, sans qu'on le sache, biaisées. Par exemple, ChatGPT peut proposer un texte féminisé lors d'une référence à des emplois dans le secrétariat, en amplifiant les préjugés des données sources¹.

(1) Ces informations sont disponibles sur le site X-MOL (www.x-mol.net/paper/article/1620534137207209984)



Comment certains modèles d'IA peuvent-ils être biaisés?

Contrairement aux modèles basés sur des règles (modèle *if... then...* par exemple), les modèles d'**apprentissage automatique** (2) ont pour rôle d'identifier des corrélations à partir des données d'entraînement fournies et de prédire le traitement à faire subir à une nouvelle requête.

Ces modèles utilisent souvent plusieurs millions de paramètres, ce qui rend l'explicabilité² de la décision très ardue. On parle de modèles de «boîte noire». Selon les données choisies comme source d'apprentissage, les réponses issues des logiciels peuvent être liées à une idéologie ou véhiculer des propos discriminatoires ou encore mettre en avant les discriminations existantes dans notre société.

Notons cependant que, si les modèles d'apprentissage automatique amplifient certains biais (genre, âge...), il est possible pour les concepteurs de corriger ces déviations pour en limiter l'impact.

Les algorithmes d'intelligence artificielle n'ont aucune considération éthique : comme expliqué, si les données d'entrée sont biaisées, les éléments produits au terme du traitement risquent fortement de l'être également. On utilise en informatique l'expression «garbage in = garbage out» : si les données fournies au logiciel ne sont pas de bonne qualité, la production obtenue ne le sera pas non plus.

(2) Selon la CNIL, l'explicabilité est la capacité de mettre en relation et de rendre compréhensibles les éléments pris en compte par le système d'IA pour la production d'un résultat.

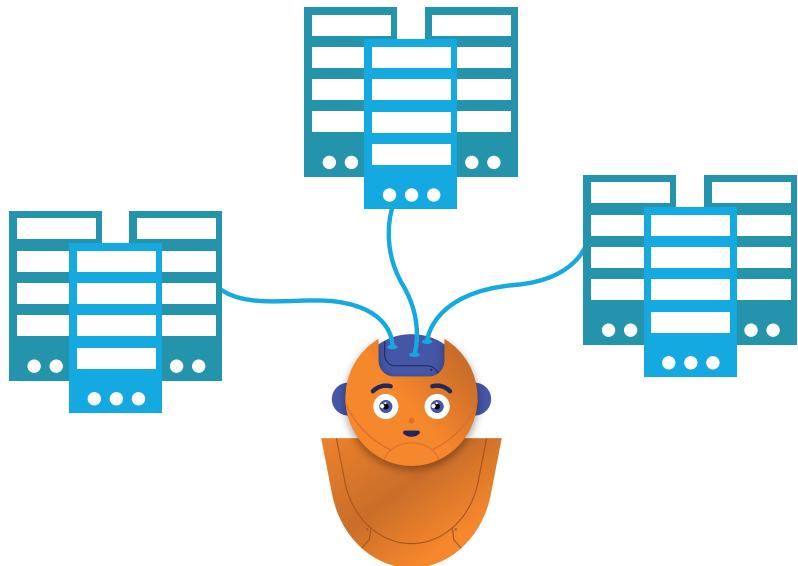
3.4 Les enjeux environnementaux

Le développement et l'utilisation de l'IA occasionnent un coût environnemental. La moindre requête adressée par un utilisateur à un **agent conversationnel** ^① provoque un besoin d'énergie et les opérations réalisées par l'IA génèrent (à travers l'usage d'internet, de serveurs et de data centers) un impact environnemental dû à la puissance de calcul nécessaire.

Pour permettre l'utilisation de l'IA par les utilisateurs, il aura fallu, bien en amont, créer cette IA, l'alimenter et l'entraîner sur base de quantités extrêmement importantes de données :

« [...] Certains modèles d'entraînement d'algorithmes par essai-erreur ont généré, en quelques jours, entre 35,6 et 284 tonnes d'équivalent CO₂. Pour référence, un Français génère en moyenne 12 tonnes d'équivalent CO₂ pendant une année. Et une voiture, durant son cycle de vie, génère 57 tonnes d'équivalent CO₂. Autrement dit, entraîner un modèle de *deep learning* pendant 4 à 7 jours émet donc autant qu'un être humain pendant 26 ans, ou que 5 voitures pendant leur durée de vie. »

(Gesset, 2023)



« Avec près de 80% d'impact positif sur les objectifs de développement durable, l'IA est une technologie clé pour passer à l'action dans l'accomplissement d'une stratégie climatique et réduire d'en moyenne 13% les émissions de gaz à effet de serre des entreprises. » (Gesset, 2023)

3.5 Les réponses structurantes aux enjeux de l'IA

Face aux différents enjeux suscités par le développement de l'IA, tant l'Union européenne que les gouvernements ou encore l'Unesco se sont emparés de la problématique ; notamment :

→ la Commission européenne a adopté le Plan pour une approche européenne de l'intelligence artificielle³ en 2018. Dans le cadre de cette approche, le **Règlement sur l'intelligence artificielle** (*AI Act* en anglais) – parfois présenté comme « le RGPD de l'intelligence artificielle » – devrait être un élément fondateur visant à encadrer et réguler le domaine de l'IA⁴.

(3) Ces informations sont disponibles sur le site de la Commission européenne (digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/european-approach-artificial-intelligence)

(4) Déposé en avril 2021 par la Commission, le texte a été adopté par le Conseil le 6 décembre 2022. Il a été amendé et adopté le 11 mai 2023 en Commissions du marché intérieur et des libertés civiles et le 14 juin 2023 au Parlement européen ; les négociations entre les États membres et le Parlement ont abouti à un accord le 8 décembre 2023, ouvrant la voie à une approbation officielle dans le courant de l'année 2024. Ces informations sont disponibles sur le site de la Commission européenne (digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/regulatory-framework-ai)

(1) The Shift Project, Déployer la sobriété numérique – Résumé aux décideurs, Paris, 2020 : theshiftproject.org/article/deployer-la-sobriete-numerique-rapport-shift

(2) Ibidem

Parmi les mesures prévues figure une classification des outils d'IA, en fonction du niveau de risque inhérent ou de leur usage dans certains secteurs. L'échelle de risque varie de « minimal » à « inacceptable » au regard des valeurs de l'Union européenne.

Par exemple, en matière de risque inhérent, sont classés en catégorie de « risque inacceptable » des outils d'IA qui permettraient l'identification automatique et l'enregistrement dans une base de données de comportements sociaux qui seraient considérés comme *déviants*.

Autre exemple : en matière d'usage d'outils d'IA, quels qu'ils soient, dans certains secteurs, celui de l'enseignement et de la formation professionnelle est considéré « à haut risque » tout comme notamment, la gestion de l'asile et de la migration ou l'exercice des processus démocratiques.

Pour les systèmes d'IA présentant un haut risque ou utilisés dans un secteur classifié à « haut risque », le Règlement prévoit une analyse d'impact obligatoire sur les droits fondamentaux des citoyens, incluant pour les entreprises concernées des obligations liées à la transparence, à la sécurité, à la bonne gouvernance et à la gestion des risques¹.

Dans son positionnement de négociation avec les États membres, le Parlement européen prévoit des règles spécifiques pour les **IA génératives** ?, par ex. « [...] les systèmes d'IA générative basés sur de tels modèles, comme ChatGPT, devront respecter les exigences en matière de transparence (mentionner que le contenu est généré par l'IA, aider également à distinguer les fausses images des vraies) et offrir des garanties contre la génération de contenus illicites.

Des résumés détaillés des données protégées par le droit d'auteur utilisées pour la formation des IA devront également être rendus publics. »² (Parlement européen, 2023).

→ Au niveau fédéral belge, le SPF Stratégie & Appui a élaboré le « **Plan national de convergence pour le développement de l'IA** ». Ce plan a été validé par le Conseil des ministres du 28 octobre 2022 et propose des actions concrètes pour le développement de systèmes IA en Belgique avec 9 objectifs prioritaires :

- Promouvoir une IA digne de confiance
- Garantir la cybersécurité
- Renforcer la compétitivité et l'attractivité de la Belgique grâce à l'IA
- Développer une économie basée sur les données et une infrastructure performante
- L'IA au cœur de la santé
- Au service d'une mobilité plus durable
- Préserver l'environnement
- Former mieux et tout au long de la vie
- Fournir aux citoyens de meilleurs services et une meilleure protection

(1) Cette information est disponible sur le site du Parlement européen (www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20231206IPR15699/loi-sur-l-intelligence-artificielle-accord-sur-des-regles-globales)

(2) Cette information est disponible sur le site du Parlement européen (www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20230609IPR96212/les-deputes-sont-prêts-a-negocier-les-regles-pour-une-ia-sûre-et-transparente)

Quant aux aspects portant sur l'éducation en particulier:

→ L'Unesco a fait aboutir le **Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation** en 2019. Celui-ci a été un acte fondateur pour l'IA dans l'éducation et propose un ensemble de recommandations pour exploiter cette technologie au service de la réalisation de l'Objectif de Développement durable « Assurer une éducation inclusive, équitable et de qualité ». Les thèmes sur lesquels portent les recommandations sont abordés dans la partie 4 : Les professionnels de l'enseignement face à l'IA.

Au nombre des actions entreprises à la suite du Consensus de Beijing, l'Unesco a publié un guide de référence, **IA et éducation – Guide pour les décideurs politiques¹** en 2021. Les thèmes abordés sont également explicités dans la partie 4 : Les professionnels de l'enseignement face à l'IA.

→ Au niveau européen, le **Plan d'action européen en matière d'éducation numérique 2021-2027²** est une initiative de la Commission visant à soutenir l'adaptation durable et efficace des systèmes d'éducation et de formation à l'évolution des technologies numériques.

Dans le cadre de ce plan, la Commission a publié en octobre 2022 des **Lignes directrices éthiques sur l'utilisation de l'IA et des données dans l'éducation et l'apprentissage à l'intention des éducateurs**:

« Ces lignes directrices fournissent un soutien pratique et des orientations principalement aux enseignants du primaire et du secondaire, avec ou sans expérience préalable de l'utilisation de l'IA.

À l'aide d'exemples concrets, les lignes directrices visent à :

- expliquer comment l'IA est utilisée dans les écoles;
- aider les enseignants et les élèves à enseigner et à apprendre;
- soutenir les processus administratifs et les systèmes dans les structures éducatives;
- présenter les considérations et exigences éthiques qui sous-tendent les lignes directrices. »³ (Commission européenne, s.d.)

Ces différentes initiatives proposent des balises pour la mise en place d'outils d'IA dans un environnement scolaire. Elles apportent également des réponses aux questions qu'un enseignant peut se poser – matière qui est abordée dans la partie suivante de ce focus.

(1) Miao, F. (2021), IA et éducation. Guide pour les décideurs politiques. UNESCO : unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380006

(2) Ces informations sont disponibles sur le site de la Commission européenne (education.ec.europa.eu/fr/focus-topics/digital-education/action-plan)

(3) Ces informations sont disponibles sur le site de la Commission européenne (education.ec.europa.eu/fr/focus-topics/digital-education/action-plan/action-6)

Il est important de bien cerner les opportunités et les risques potentiels de l'usage des intelligences artificielles dans le domaine de l'éducation.

Comme indiqué dans la partie précédente, en 2019, la **Conférence internationale sur l'intelligence artificielle et l'éducation**, organisée par l'Unesco, aboutissait au Consensus de Beijing, qui formule 44 recommandations d'actions. Ces actions visent toutes à contribuer aux Objectifs de Développement Durable (ODD) définis par l'ONU¹, à travers cinq thèmes :

1. L'IA et les processus d'apprentissage (comment l'IA peut soutenir l'apprentissage, les mécanismes d'évaluation ou l'autonomisation des enseignants?) ;
2. Les compétences et valeurs IA nécessaires dans la vie et le travail (quelles connaissances et compétences relatives à l'IA devraient être développées par les apprenants?) ;
3. Les aspects éthiques de l'IA (notamment la question de l'usage des données issues des apprenants et des **algorithmes** ⓘ qui les gèrent) ;
4. Les aspects sociétaux (dont la question de l'accès pour tous : apprentissage tout au long de la vie, égalité de genres face à l'IA...) ;
5. La nécessité de planifier le développement et l'utilisation de l'IA dans les politiques d'éducation.

4.1 L'IA et les processus d'apprentissage

L'intervention de l'intelligence artificielle peut se dérouler à différents niveaux du processus d'apprentissage. Les travaux d'Olaf Zawacki-Richter (2019, pp.1-27), professeur en technologies de l'éducation à l'université d'Oldenbourg, l'ont conduit à catégoriser quatre principaux champs d'application pour l'enseignement supérieur. Néanmoins, ce modèle de catégories est transposable à l'enseignement obligatoire.

(1) Les 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) ont été définis par l'ONU en 2015; l'ODD n°4 vise spécifiquement à « Veiller à ce que tous puissent suivre une éducation de qualité dans des conditions d'équité et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie »

L'IA peut intervenir pour :

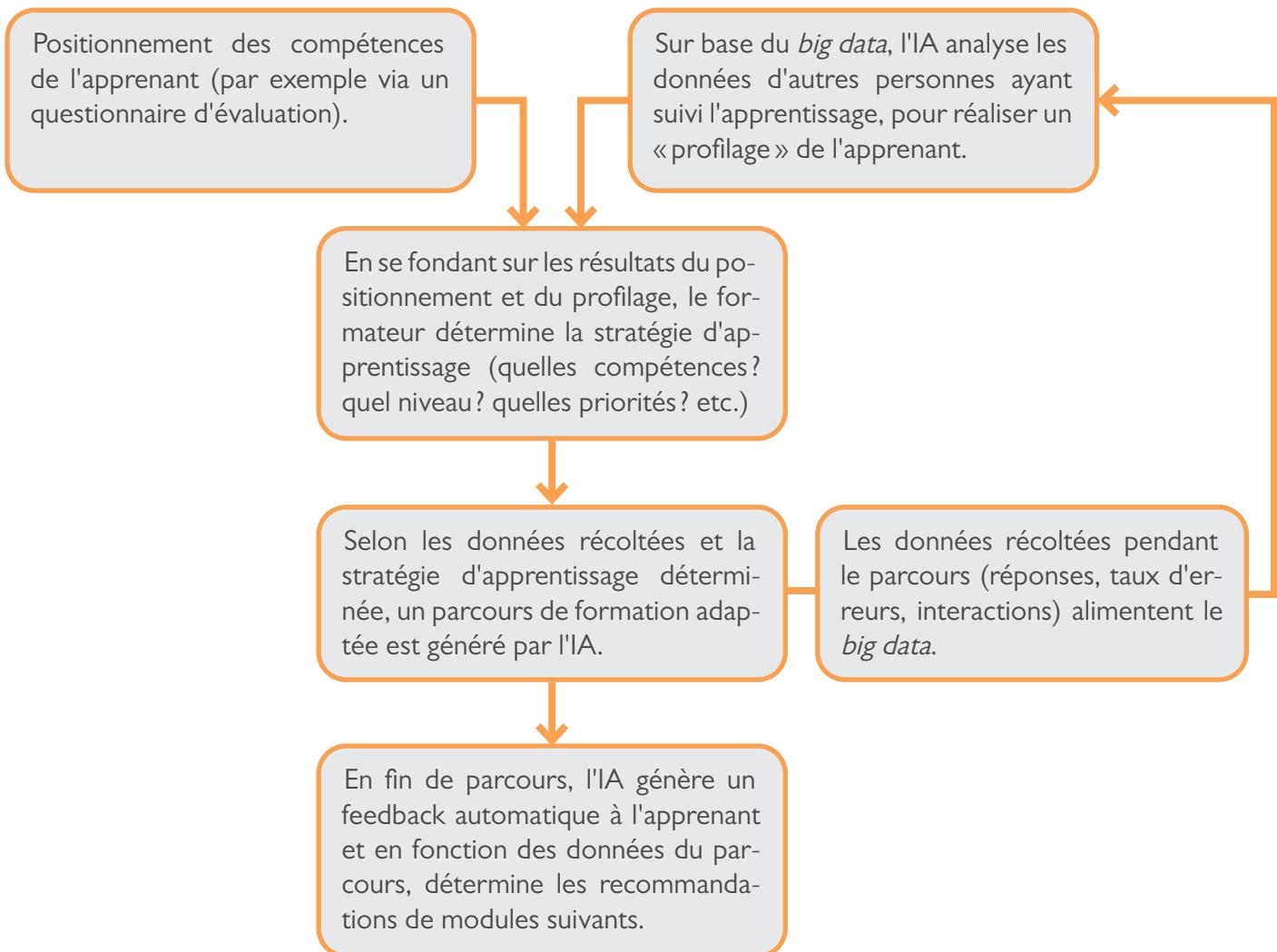
- Le ciblage et la prédiction (par exemple, en déterminant l'adéquation d'un apprenant avec les critères d'admission à un programme d'études, ou en prédisant un risque de décrochage scolaire) ;
- La mise en place de systèmes de tutorats intelligents (par exemple, en permettant des rétroactions immédiates lors de l'enseignement de contenus pédagogiques par un logiciel) ;
- La cotation et l'évaluation (par exemple, en attribuant automatiquement une note aux réponses d'un apprenant) ;
- La mise en place de systèmes adaptatifs et personnalisés (par exemple, en proposant des contenus personnalisés à l'apprenant selon son parcours d'apprentissage).

La personnalisation de l'apprentissage est considérée comme un levier majeur² pour atteindre un enseignement équitable et accessible pour tous, au regard de l'ODD n°4 (Unesco, 2017). À travers le monde, la personnalisation de l'apprentissage est de plus en plus soutenue par des logiciels d'*adaptive learning*.

L'*adaptive learning*, ou « **apprentissage adaptatif** » est un apprentissage basé sur une combinaison de l'IA et des sciences cognitives, afin d'organiser des parcours de formation, adaptés au fur et à mesure aux besoins de l'apprenant.

(2) L'Unesco a développé des outils de Formation pour le Développement du Curriculum disponibles sur le site de l'Unesco (unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250057_fre)

Cette adaptation de l'apprentissage se fait techniquement à travers des systèmes tutoriels intelligents : ceux-ci recueillent des données sur le parcours des apprenants à travers des modules d'*e-learning*, et les analysent pour modifier les parcours en fonction des réponses et des difficultés.



L'apprentissage adaptatif permet la personnalisation dans l'apprentissage et la mise en place de stratégies de différenciation. En effet, cibler finement le niveau de l'apprenant contribue à proposer des activités d'apprentissage qui ne soient ni trop faciles ni hors de portée.

Depuis les années 2010, et spécifiquement à l'occasion de la pandémie de Covid-19, l'usage de l'adaptive learning se répand dans les universités américaines :

« En utilisant une combinaison d'apprentissage actif et de logiciels didactiques adaptatifs, plusieurs universités signalent des taux de réussite plus élevés aux examens, mais également des résultats plus équitables ».

(Vignare, 2020)

Le marché de ces logiciels s'étant développé ces dernières années, de nombreux outils d'apprentissage adaptatif existent, la plupart du temps payants. Parmi les solutions d'outils gratuits, à titre d'exemples, **Duolingo** ou la plateforme **Khan Academy**, sont parmi les plus connus.¹

Etant donné les enjeux économiques et commerciaux concernés, il est probable que l'usage de ces outils se répande dans les années futures, en premier lieu dans le domaine de la formation continue : « Un marché plus simple à pénétrer et où la relation avec l'enseignant est moins déterminante dans la réussite des apprenants. » (Dautresme, 2021)

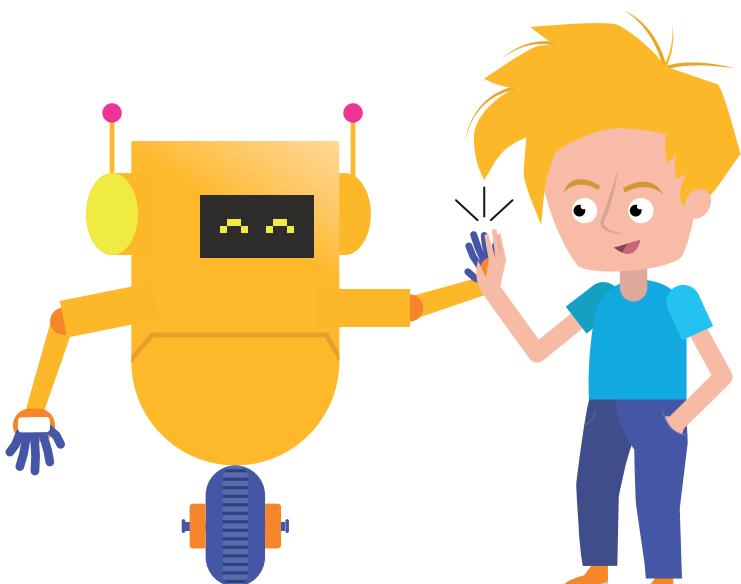
Le modèle de l'apprentissage adaptatif montre cependant des limites :

- Il ne convient qu'aux objets d'apprentissage qui peuvent être séquencés ou modularisés ;
- Il convient aux apprentissages fondés sur la mémorisation et les automatismes et moins aux apprentissages fondés sur la créativité, l'expression personnelle, le sens critique... ;

- En « automatisant » l'apprentissage, il présente le risque de suggérer implicitement un profil idéal d'apprenant, fondé sur les données majoritaires, et un parcours d'apprentissage préférentiel. Cette automatisation est également susceptible de limiter la conception de l'apprentissage au seul schéma « positionnement – théorie – test – rétroaction » ;
- Il présente également un risque lié à la collecte de données personnelles et à l'exploitation de celles-ci (voir **point 4.3 – Gérer les aspects éthiques de l'IA**).

En dehors des logiciels d'apprentissage adaptatif, l'intelligence artificielle peut être utilisée par des logiciels ayant d'autres visées et également susceptibles d'intervenir dans les processus d'apprentissage, en soutien aux apprenants ou aux professionnels de l'éducation. Ainsi, et de manière non exhaustive :

- **L'usage des IA pour soutenir les apprenants :** représentations multiples pour la différenciation (**chatbot** ?) reformulant avec des mots différents, identification de difficultés récurrentes générant une alerte ou une proposition de révision), retour d'information automatique et régulier sur les travaux, optimisation du travail collaboratif (si l'IA peut déterminer le niveau et les difficultés des élèves, on peut regrouper ces élèves par groupes de besoins).



(1) Il est à noter qu'en utilisant certaines fonctionnalités (les conditions d'achèvement, par exemple), une plateforme Moodle permet de créer des parcours personnalisés adaptatifs, générés selon les réponses des apprenants. Cependant l'IA n'intervient pas dans la génération et l'adaptation des parcours.

En matière de soutien aux professionnels de l'éducation, citons par exemple :

- **L'usage des IA pour soutenir les enseignants**: évaluation automatique des écrits (Wang, 2021), moteurs de recommandations de ressources pédagogiques, génération de questionnaires.
- **L'usage des IA comme soutien au diagnostic**: utilisation des données afin de créer des groupes classes (dans l'organisation de l'école / des horaires), affecter les enseignants, identifier les difficultés d'apprentissages, fournir un service d'orientation pertinent.



Des exemples concrets mobilisant les *chatbots* ? en soutien aux apprenants et aux professionnels de l'éducation sont proposés dans la [partie 5 : Zoom sur les IA génératives](#).

4.2 Les compétences en matière d'IA nécessaires dans la vie et le travail

Concernant les compétences numériques, *DigComp Citizen* est le cadre de référence européen, publié en 2013 après plusieurs années de recherche et de consultation, et transposé par la suite dans les cursus d'enseignement des pays de l'UE¹.

Ce cadre a été plusieurs fois mis à jour²; la dernière version, le *DigComp Citizen 2.2* a été publiée en mars 2022. Cette mise à jour liste des savoirs, savoir-faire et attitudes, dont notamment 35 relatifs spécifiquement à l'intelligence artificielle.

Le tableau ci-dessous en présente quelques exemples, à titre d'illustration³.

Champs du DigComp Citizen	Exemples de savoir, savoir-faire ou attitude
Traitement de données numériques	Savoir : être conscient que les algorithmes d'IA fonctionnent de façon peu visible, ou difficilement compréhensible, par les utilisateurs. Cet aspect est souvent dénommé « <i>Black box decision making</i> » (ou « Prise de décision dans une boîte noire ») puisqu'il peut être impossible de retracer comment et pourquoi un algorithme édicte des suggestions ou des prédictions spécifiques.
Communication et collaboration numériques	Savoir-faire : pouvoir identifier les signes qui indiquent que l'entité avec qui on communique est un humain, ou bien un agent conversationnel basé sur l'IA (par exemple, lors de l'utilisation d'un <i>chatbot</i> basé sur le texte ou la voix).

(1) En Fédération Wallonie-Bruxelles, par exemple, le volet Numérique du Référentiel de Formation manuelle, technique, technologique et numérique (FMTTN) se fonde sur les *DigComp Citizen*.

(2) Le *DigComp 1.0* a été publié en 2013, le *DigComp 2.0* en 2016 et le *DigComp 2.1* en 2017.

(3) L'intégralité du document est accessible sur la plateforme e-classe.

Champs du DigComp Citizen	Exemples de savoir, savoir-faire ou attitude
Création de contenus numériques	<p>Savoir-faire: savoir comment intégrer, dans sa propre production, du contenu numérique édité ou manipulé par l'IA (par exemple, incorporer des mélodies générées par l'IA dans sa propre composition musicale). Cette utilisation de l'IA peut être controversée car elle interroge le rôle de l'IA dans les œuvres, et pose par exemple la question « qui devrait être créé? ».</p>
Résolution des problèmes à l'aide d'outils et de matériel TIC	<p>Savoir-faire: savoir comment et quand utiliser les solutions de traduction automatique (ex: Google Translate, DeepL...) et les applications d'interprétations simultanées (ex: iTranslate) pour élaborer une compréhension d'ensemble d'un document ou d'une conversation. Cependant, pouvoir également identifier que, lorsque le contenu nécessite une traduction précise (par exemple, dans les soins de santé, le commerce ou la diplomatie), une meilleure méthode de traduction peut être nécessaire.</p>
Sécurité des TIC	<p>Attitude: peser les risques et les bénéfices avant de permettre à des tiers de manipuler des données personnelles (par exemple, identifier qu'un assistant vocal sur un smartphone, qui est utilisé pour commander un aspirateur robotisé, peut livrer à des tiers - entreprises, gouvernements, cybercriminels... - un accès à des données personnelles.)</p>

Les compétences et exemples sont systématiquement reliés aux compétences identifiées dans le DigComp Citizens 2.1. La mise à jour 2.2 ne « crée » donc pas de nouvelles compétences « autonomes », mais approfondit celles existantes en considérant en particulier le champ de l'IA.

Par exemple, dans le domaine de compétences **Communication et collaboration**, la compétence **Interagir grâce aux technologies numériques** a été approfondie pour inclure deux savoir-faire et un savoir-être relatifs à l'IA :

- Identifier les signes qui indiquent si l'on communique avec un humain ou un **agent conversationnel** (?) basé sur l'IA (par exemple lors de l'utilisation de **chatbots** (?) textuels ou vocaux) – il s'agit de l'exemple repris dans le tableau ci-dessus ;
- Interagir avec un outil d'IA et lui fournir un feedback (par exemple, en donnant des notes aux utilisateurs, des likes ou des tags) pour influencer les recommandations ultérieures ;

- Être ouvert à l'utilisation d'outils d'IA aidant les humains à prendre des décisions éclairées conformément à leurs objectifs (par exemple, les utilisateurs décident activement d'agir ou non sur base d'une recommandation).

Les auteurs du *DigComp Citizen 2.2* précisent certaines délimitations au périmètre de cette mise à jour :

- Le *DigComp Citizen 2.2* concerne les sujets relatifs à l'interaction entre citoyens et outils d'IA, plutôt qu'aux connaissances relatives à l'IA en elle-même ;
- Les compétences et exemples fournis ont vocation à soutenir les concepteurs de cursus d'apprentissage et les formateurs, à titre d'inspiration, dans la mise à jour de leurs contenus relatifs aux nouvelles technologies et aux technologies émergentes ;

- La liste des exemples proposés ne doit pas être considérée comme un cursus « clé en main », immédiatement mobilisable pour enseigner l'IA ;
- Bien que ces exemples couvrent les compétences du *DigComp Citizen 2.1*, ils laissent de côté certains thèmes qui pourraient être basiques lors de la conception d'un programme d'apprentissage relatif à l'IA (par exemple : histoire de l'IA, différents types d'IA, etc.).

Le DigComp Citizens 2.1 n'est pas forcément rendu obsolète par cette mise à jour; il a été enrichi et son contenu demeure pertinent à ce jour. L'émergence de nouvelles technologies appellera inévitablement des besoins nouveaux en matière de compétences et de culture numériques. C'est déjà le cas pour l'IA, ce le sera probablement bientôt pour d'autres technologies (**réalité virtuelle** ⓘ, robotisation, internet des objets, technologie *blockchain'* ...). Ces évolutions conduiront probablement à d'autres actualisations du *DigComp* à intervalles réguliers.



Comment s'approprier les savoirs relatifs à l'IA? Comment diagnostiquer et développer ses compétences numériques en matière d'IA?

Pour s'approprier les savoirs relatifs à l'IA, l'Université d'Helsinki a mis en place un cours d'introduction en ligne à l'intelligence artificielle, gratuitement et en français : « **elements of ai** ».²

En Belgique, la Scientothèque a créé en ligne un **Carnet de ressources pédagogiques sur l'intelligence artificielle pour les jeunes publics**³, régulièrement alimenté et reprenant des liens vers : des cours, des fiches pédagogiques, des outils interactifs, des outils de programmation, des articles...

Pix est un outil de diagnostic et de développement des compétences numériques. Sous l'impulsion de la FW-B, Pix est mis à la disposition des membres des personnels de l'enseignement obligatoire depuis janvier 2023. Ce dispositif propose au public visé de participer à des parcours formatifs en ligne. Depuis la rentrée scolaire 2023, l'outil s'adresse également aux écoles secondaires et à leurs élèves.

Les compétences travaillées sont en lien avec les *DigComp Citizens* et s'étendront aux *DigComp EDU*. Les sujets abordés sont régulièrement actualisés ; l'IA fait désormais partie des éléments abordés. Les informations utiles sur l'outil Pix sont disponibles dans les circulaires 8824 et 9071 et dans le dossier présent sur e-classe⁴.

(2) Ce cours d'introduction en ligne est disponible sur la plateforme e-classe (www.e-classe.be/b231c996-346b-4be0-bac0-379cb0fd2469)

(3) Ce carnet interactif est disponible sur le site de La Scientothèque (ascientothèque.github.io/ressources-ia)

(4) www.e-classe.be/48a79aae-3fa5-45fa-9449-e451e0fdb3fe

(1) Registres ouverts et distribués, hébergés simultanément par des millions d'ordinateurs sur l'Internet et reliés par cryptographie, qui peuvent partager des données de manière vérifiable, incorruptible et accessible.

4.3 Gérer les aspects éthiques de l'IA

Les systèmes basés, notamment, sur **l'apprentissage automatique** (machine learning) ou l'*adaptive learning* nécessitent la manipulation et le stockage de grandes quantités de données, dont certaines peuvent être sensibles ou vendues à des tiers. Par exemple : en cas de fuite ou de vol de données compilées par une plateforme d'apprentissage adaptatif, il peut exister le risque que des apprenants ayant échoué à certaines questions se voient démarchés par des entreprises en vue d'acquérir des produits d'apprentissage payants spécifiques. En Belgique comme dans les autres pays concernés par le **Règlement général sur la protection des données** (RGPD), la collecte et l'utilisation de données par un système mobilisant l'intelligence artificielle doivent s'effectuer dans un cadre strict et bien défini. Ce cadre sera encore renforcé par l'adoption de l'*AI Act*, et sa transposition en droit belge.

Le RGPD s'applique à tout organisme, quelle que soit sa taille, qui traite ou collecte des données à caractère personnel pour son compte ou non, dès lors qu'il est établi sur le territoire de l'Union européenne ou que son activité cible directement des résidents européens. Selon les applications, il est possible qu'un modèle d'IA soit entraîné sur des bases de données contenant des données à caractère personnel courantes ou sensibles ; par exemple, l'usage des notes ou évaluations dans un système d'IA, ou l'usage de l'IA en soutien à l'orientation professionnelle.

Le RGPD définit les acteurs clés du traitement de données à caractère personnel : le responsable du traitement, le sous-traitant, les personnes concernées et le délégué à la protection des données (DPD).

Le chef d'établissement est responsable du traitement quand il détermine pour son école les objectifs et les moyens d'utilisation des données à caractère personnel. Il est donc responsable de leur protection au sein de son école et de leur exactitude quand il les transmet à l'extérieur et doit y être particulièrement sensibilisé dans le cadre d'usages en contexte scolaire d'outils basés sur l'IA. En effet, les outils utilisant l'IA gèrent et collectent un volume de

données extrêmement large (on parle de **Big Data** (1)), dont la gestion diffère d'une base de données au volume circonscrit. Un des risques particuliers liés à l'utilisation d'outils d'IA est le risque d'attaques informatiques visant à l'extraction de données et d'informations.



Comment respecter les obligations légales dans un projet d'utilisation de l'IA en classe ?

- Publication du SGNE, le Guide pratique *Comprendre et appliquer le RGPD en classe* détaille ces aspects juridiques, notamment à travers le cas de l'utilisation d'une plateforme numérique d'apprentissage. Les obligations et points d'attention à garder à l'esprit y sont détaillés et un exemple d'interaction avec un fournisseur de plateforme d'apprentissage en ligne y est proposé.¹
- En France, la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés) propose une grille d'analyse afin de permettre aux organismes d'évaluer par eux-mêmes la maturité de leurs systèmes d'intelligence artificielle au regard du RGPD. Elle présente également des bonnes pratiques, à travers son Guide d'auto-évaluation pour les systèmes d'intelligence artificielle (IA).²:
- Le SPF économie met à disposition des citoyens un ensemble d'information sur la loi du 19 juin 2022 et la directive européenne traitant de la propriété intellectuelle, des droits d'auteur et droits voisins.³

(1) Cette publication est disponible sur la plateforme e-classe (www.e-classe.be/guide-pratique-rgpd)

(2) Cett grille d'analyse est disponible sur le site du CNIL (www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle/guide)

(3) Ces informations sont disponibles sur le site du SPF économie (economie.fgov.be/fr/themes/propriete-intellectuelle)

À côté de la problématique de la gestion des données potentiellement sensibles, d'autres questions éthiques peuvent se poser quant à l'usage de l'IA dans l'éducation.



Mettre en place un cadre éthique pour l'IA et les données dans l'enseignement

L'Union européenne a publiée en 2022 des lignes directrices éthiques sur l'utilisation de l'intelligence artificielle et des données dans l'enseignement et l'apprentissage à l'intention des éducateurs.¹

Les biais de représentativité (voir [point 3.3 Les enjeux éthiques](#)) sont par exemple concernés : utiliser des agents conversationnels dans des visées éducatives nécessite une mise en contexte préalable des limites et des biais inhérents à ces outils.

Certains systèmes, en particulier les **IA génératives** ^(?), peuvent par ailleurs produire du contenu inappropriate pour les apprenants tels que des propos haineux, des propos violents, de la pornographie, des images violentes, des propos racistes, sexistes, discriminatoires ou offensants.

Ils peuvent également inclure des informations erronées, trompeuses ou encore totalement infondées. Les **algorithmes** ^(?) peuvent posséder des « barrières » scénarisées pour limiter ce phénomène mais la problématique reste entière : qui définit le code éthique à suivre par l'algorithme ?

4.4 Considérer les aspects sociaux de l'IA

En dehors des aspects strictement liés à l'apprentissage, les enjeux sociaux relatifs au développement de l'IA sont également abordés dans le **Consensus de Beijing**. Le document de référence de l'Unesco **IA et éducation – Guide pour les décideurs politiques** fournit des observations sur ces aspects, liés aux Objectifs de Développement Durable, que sont l'apprentissage pour tous, la réduction des inégalités et la consommation durable.

En termes d'opportunités, l'IA pourrait fortement modifier les approches et pratiques de l'apprentissage tout au long de la vie (ou *lifelong learning*). L'Unesco pointe notamment la possibilité pour les apprenants d'être épaulés, leur vie durant, par un tuteur numérique personnalisé :

« [...] un tel compagnon d'apprentissage fournirait un soutien continu, en s'appuyant sur les intérêts et les objectifs personnels de l'élève, pour l'aider à décider ce qu'il doit apprendre, où et comment. »

(Miao et al., 2021)

Depuis la publication du Guide en 2021, des logiciels d'intelligence artificielle sont apparus, qui suggèrent une ébauche de ce type de fonctionnalité : l'IA ne propose plus seulement des parcours d'apprentissage personnalisés, mais questionne l'apprenant sur les réponses qu'il fournit, dans une approche quasi maïeutique, afin de stimuler sa réflexion.

Également, l'Unesco identifie, parmi d'autres possibilités, la potentialité d'un « portefeuille électronique piloté par l'IA », qui rassemblerait et archiverait les acquis d'apprentissage formels, non-formels, voire informels.

« Ce dossier fonctionnerait comme un curriculum vitae intelligent et dynamique qui pourrait être garanti et authentifié par les technologies *blockchain*. »

(Miao et al., 2021)

Les apprenants pourraient alors, par exemple, octroyer à un employeur potentiel un accès sécurisé à tout ou partie de ce portefeuille de données numériques. L'Europe s'inscrit dans cette démarche : le 9 février 2023, le Parlement européen a voté un ensemble de propositions en faveur d'un cadre européen d'identité numérique², incluant le dispositif de portefeuille numérique européen.

(1) Ces informations sont disponibles la plateforme e-classe (www.e-classe.be/e860a9b8-cba1-4d6d-8b51-0d2306c1ed92)

(2) Ces informations sont disponibles sur le site du Parlement européen (www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20230206IPR72110/les-deputes-soutiennent-le-portefeuille-numerique-europeen)

Ce portefeuille, dont l'implémentation est prévue en 2024, permettra de stocker les différents documents jalonnant la vie d'un citoyen, y compris ses diplômes et certifications.

Le développement poussé de ces applications pratiques de l'IA faciliterait les transitions entre scolarité et formation ; il permettrait un apprentissage continu, y compris hors du temps scolaire, ainsi qu'un pilotage accru des acquis. Mais ce développement modifierait fondamentalement notre rapport à l'enseignement et à la formation, et poserait la question du (nouveau) rôle de l'enseignant.

Ces exemples illustrent le champ des possibles, et demeurent des hypothèses de développement, sans être à ce jour des réalités matérielles.

À l'inverse, des interrogations concrètes et moins hypothétiques concernent l'entrave de l'IA aux objectifs de développement durable :

→ L'objectif d'une éducation de qualité pour tous (ODD 4) : les systèmes d'IA dans l'enseignement sont majoritairement produits par des entreprises privées plutôt que par des établissements d'enseignement ; ils sont aussi étudiés dix fois plus par des informaticiens et ingénieurs que par des pédagogues (61,7% contre 6,2%) (Selwyn et al., 2020). Ce constat pose la question de l'expertise soutenant le développement de plateformes éducatives appuyées sur l'IA, et sur les éventuels biais de représentativité qui peuvent en découler. Pour construire ce type d'outils, les développeurs devront se fonder sur de grandes quantités de données générées par les apprenants :

« L'intelligence artificielle deviendra de plus en plus le moteur de l'éducation, et les données des élèves, le carburant. »

(Selwyn et al., 2020)

Il semble légitime de se poser la question : les développeurs de plateformes éducatives fondées sur l'IA choisiront-ils en priorité, dans la conception de leurs produits, la garantie de la qualité pédagogique ou l'efficience à récupérer les données ?

→ L'objectif de réduction des inégalités (ODD 10) : l'accès à l'utilisation de solutions éducatives soutenues par l'IA est généralement payant. De nombreux logiciels et applications d'IA sont certes à l'heure actuelle en accès gratuit (ou en *freemium*¹) mais souvent parce qu'il s'agit de versions bêta en cours de développement. Rien n'indique qu'il en restera de même à l'avenir².

La généralisation de l'usage de supports d'IA dans l'enseignement présente ainsi le risque d'accentuer les différences entre les apprenants disposés à payer pour souscrire à ces outils et ceux qui n'en ont pas les moyens. Un enseignant qui souhaiterait inclure des outils d'intelligence artificielle dans les apprentissages devrait demeurer attentif sur ce point.

Enfin, les biais inhérents à l'IA (voir ci-dessus, **4.3 Les aspects éthiques de l'IA**) peuvent également relayer des stéréotypes, favoriser des références culturelles ou sociétales dominantes ou encore estomper celles d'autres cultures.

(1) Le modèle freemium donne accès à certaines fonctionnalités gratuitement. Pour accéder à l'ensemble des fonctionnalités, l'utilisateur doit adhérer à une formule payante.

(2) Par exemple, la société Open AI a proposé en mars 2023 ChatGPTPlus, la version améliorée de son agent conversationnel, mais uniquement accessible via un abonnement payant.



Le rôle des IA comme vecteurs de valeurs

La plupart des grandes entreprises productrices de systèmes IA sont situées aux USA ou en Chine et véhiculent, de manière implicite, un ensemble de biais cognitifs qui ne sont pas toujours en accord avec ceux d'autres cultures.

Par exemple, lors d'une question sur « l'attaque du Capitole », ChatGPT répond en faisant référence à l'attaque du Capitole de janvier 2021 aux USA alors que l'attaque du Capitole (à Rome) au 4^e siècle av. J.-C. n'est pas évoquée.



Penses-tu que l'attaque du Capitole était justifiée ?



Non, en tant que modèle de langage et d'IA, je n'ai pas de position politique, ni de capacité à prendre des positions éthiques ou morales. Toutefois, je peux affirmer que l'attaque du Capitole américain qui s'est produite le 6 janvier 2021 est considérée comme un acte de violence et une violation de la loi. Il est important de condamner toute forme de violence ou d'attaque contre des institutions gouvernementales ou des personnes, et de promouvoir des moyens pacifiques de résolution de conflits et de dialogue politique.



Non, je souhaitais savoir l'implication de l'attaque du Capitole à Rome.



Je pense qu'il y a une confusion dans votre question. Il n'y a pas eu d'attaque du Capitole à Rome car le Capitole est un lieu symbolique situé aux États-Unis, à Washington D.C. Il est possible que vous fassiez référence à un événement différent. Si vous pouvez me fournir plus de détails sur ce que vous voulez dire, je pourrais peut-être mieux vous aider.

Image reproduite depuis ChatGPT (OpenAI) – 31 mars 2023

4.5 Planifier le développement et l'utilisation de l'IA dans les politiques d'éducation : cadres réglementaire et juridique

La diversité des enjeux de développement humain, industriels, éthiques et sociaux, tout comme la multiplicité des acteurs et parties prenantes, pousse les gouvernements à s'orienter vers une vision systémique du développement de l'IA dans l'éducation, en s'inscrivant dans un cadre plus large, européen et mondial. Les différentes initiatives relatives à la question ont été présentées au **point 3.5 Les réponses structurantes aux enjeux de l'IA**.

La prochaine étape majeure dans la structuration du cadre juridique relatif à l'IA dans l'éducation proviendra de la transposition en droit belge du **Règlement sur l'intelligence artificielle (AI Act)**.

→ Le futur **Règlement sur l'intelligence artificielle** devrait être un élément fondateur visant à encadrer et réguler le domaine de l'IA. Parmi les mesures prévues figure une classification des outils d'IA, en fonction du niveau de risque inhérent ou de leur usage dans certains secteurs (voir ci-dessus le **point 3.5 Les réponses structurantes aux enjeux de l'IA**)

L'accord parvenu entre le Parlement européen et le Conseil européen, le 8 décembre 2023¹, vise à inclure dans le Règlement, notamment:

- l'interdiction dans l'UE de certains systèmes d'IA (ceux mobilisant la reconnaissance des émotions sur le lieu de travail et les établissements scolaires; la catégorisation biométrique utilisant des caractéristiques sensibles; la notation sociale basée sur le comportement social; ...)
- la possibilité pour les citoyens européens de déposer des plaintes concernant l'utilisation de systèmes d'intelligence artificielle;

- l'obligation de transparence des systèmes d'IA et de conformité à la législation UE sur les droits d'auteur;

- ...

→ Le Parlement européen avait déjà abondé dans le même sens, en formulant en mai 2021, dans sa « Résolution sur l'IA dans les domaines de l'éducation, de la culture et de l'audiovisuel »², la recommandation suivante:

«Le développement, le déploiement et l'utilisation des technologies liées à l'IA dans le domaine de l'éducation devraient être considérés comme à haut risque et faire l'objet d'exigences plus strictes en matière de sécurité, de transparence, d'équité et de responsabilité»

(Parlement européen, 2021)

Le Parlement, dans cette même Résolution, met également en évidence les apports potentiellement positifs de l'usage d'outils d'IA dans l'éducation:

«L'IA et les technologies qui y sont liées peuvent être utilisées pour améliorer les méthodes d'enseignement et d'apprentissage, notamment en aidant les systèmes éducatifs à utiliser les données équitables pour améliorer l'équité et la qualité de l'enseignement, tout en favorisant des programmes sur mesure et un meilleur accès à l'éducation, ainsi qu'en améliorant et en automatisant certaines tâches administratives»;

(Parlement européen, 2021)

(1) Cette information est disponible sur le site du Parlement européen (www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/2023/12/06/IPR/15699/loi-sur-l-intelligence-artificielle-accord-sur-des-regles-globales)

(2) Ces informations sont disponibles sur le site du Parlement européen (www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0238_FR.html)

« Les résultats de l'apprentissage ne dépendent pas de la technologie en elle-même, mais de la manière dont les enseignants peuvent utiliser cette technologie à des fins pédagogiques constructives ».

(Parlement européen, 2021)

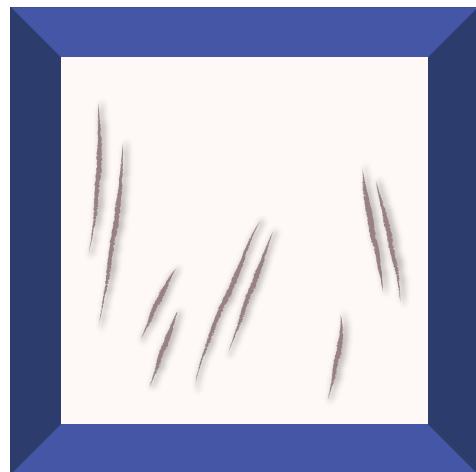


IA, législation et personnalité juridique

Il n'existe actuellement rien en droit belge et plus spécifiquement dans le code de droit économique qui cadre l'utilisation de l'IA en matière du droit d'auteur (loi du 19 juin 2022).

Tout comme les animaux, les IA n'ont pas de personnalité juridique et ne sont donc pas éligibles à l'ouverture de droit d'auteur. Toutefois, les conditions générales d'utilisation des outils mentionnent parfois une cession de droit à l'utilisateur des œuvres créées, mais la question de l'utilisation des œuvres lors de l'entraînement des modèles reste entière.

Cependant, la généralisation des usages de l'IA amènera nécessairement à trancher sur le statut juridique d'une œuvre créée par l'IA sur base de requêtes adressées par l'utilisateur, et à déterminer si la paternité de telles œuvres doit être attribuée à l'IA elle-même, au concepteur de l'IA ou à l'utilisateur.



LECHAT
FONTANA

5

ZOOM SUR LES IA GÉNÉRATIVES

Une **IA générative** (1) est un type d'IA capable de générer des contenus inédits imitant les créations humaines : textes, images, vidéos, musiques... Ce type d'IA en particulier a fait l'objet d'une large exposition médiatique en début d'année 2023, notamment à la suite de la mise à disposition publique du prototype de **l'agent conversationnel (ou chatbot)** (1) ChatGPT.

5.1 Ce que peut faire une IA générative

Les IA génératives telles que ChatGPT (générateur de texte) ou encore Dall.E et Midjourney (générateurs d'images) sont par nature des logiciels avec lesquels les apprenants peuvent facilement entrer en contact et interagir. Ces applications ont fait l'objet d'un développement important depuis le milieu des années 2010 et ont connu un succès rapide. ChatGPT, par exemple, comptabilisait 100 millions d'utilisateurs en janvier 2023, deux mois seulement après son lancement.

Ces applications se caractérisent par une possibilité de création multimodale (traitant du texte, de l'image, du son) et une qualité de résultat très élevée.



En bref: comment fonctionne un modèle de langage ?

Dans le cas du modèle de type GPT-3 (*Generative Pre-trained Transformer 3*) utilisé par ChatGPT, **l'algorithme** (1) est entraîné sur un vaste ensemble de contenus (à un instant donné) afin de formuler une réponse par association. Il s'agit d'un réseau de neurones profonds (**apprentissage profond** (1)) capable de traiter des données séquentielles sans pour autant être limités par l'ordre des mots dans les données d'entraînement.

Par exemple, si dans l'ensemble de contenus formant la base d'entraînement, le mot «fleur» et souvent associé au mot «jolie», le modèle statistique de l'algorithme associera préférentiellement ces deux termes dans sa réponse.

L'objectif d'un tel modèle de langage est de produire une réponse textuelle en assemblant les morphèmes les plus probables afin d'apporter une réponse rapide à toutes les requêtes.

Ce que peut, par exemple, faire une IA générative :

- Produire rapidement un texte, une image, un son à partir de quelques informations ;
- Traduire un document, reformuler une idée ou un concept, corriger une production sur la forme ;
- Traiter des sujets variés (limités par les barrières introduites par les développeurs) ;
- Fournir un support, une rétroaction immédiate.

Ce que ne peut pas, par exemple, faire une IA générative :

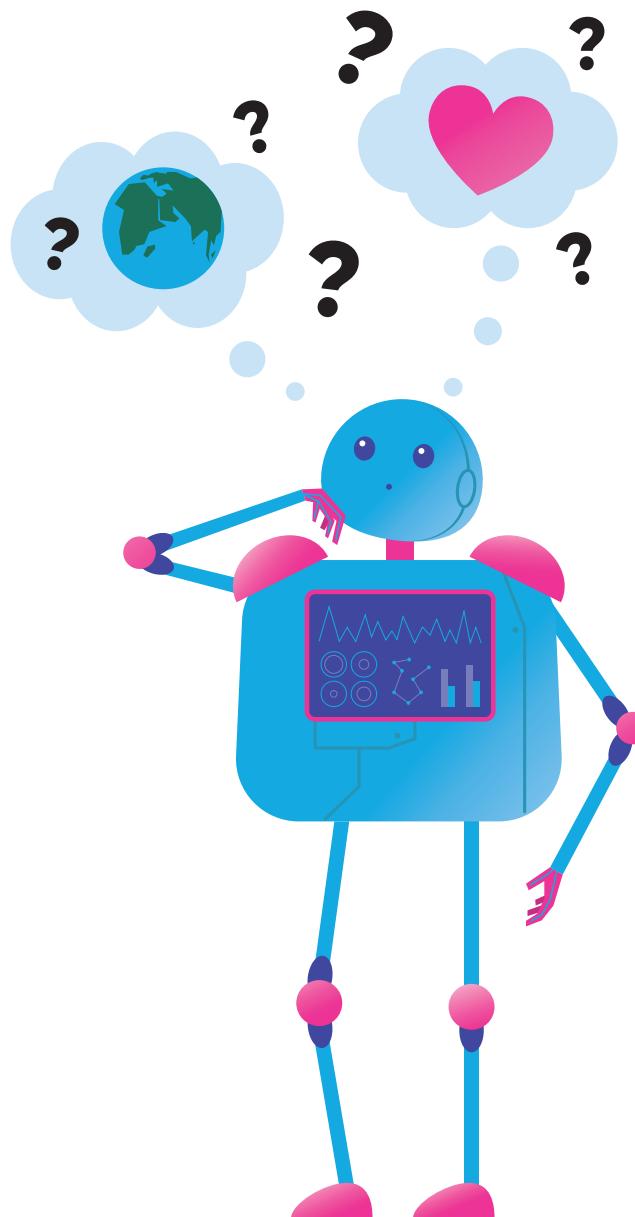
- Prendre en compte le profil affectif ou socioéconomique de l'utilisateur;
- Donner les sources utilisées pour produire sa réponse (certaines applications combinant le sourcing et la génération sont cependant en développement);
- Être précis et nuancé dans les réponses. Les **algorithmes** ① d'IA fournissent toujours une réponse, même totalement erronée et inventée. Ce sont des «hallucinations¹». De plus, certains sujets jugés inappropriés par les concepteurs ne seront pas traités même en nuance (sexualité, règles morales...);
- Expliquer comment les données perçues par le système sont utilisées. Ce sont généralement des systèmes de «boîtes noires»;
- Développer un esprit critique, une conviction forte sur un sujet.

5.2 Comment un apprenant peut-il utiliser un chatbot dans son apprentissage ?

Les **agents conversationnels** ou **chatbots** ② peuvent être utilisés de plusieurs manières, souvent innovantes, par un apprenant dans son processus d'apprentissage. Comme tout système fondé sur l'IA, les chatbots devraient être considérés davantage comme des outils d'inspiration ou d'aide à la décision que comme des outils pouvant remplacer l'intelligence et le jugement humains.

→ Les chatbots sont capables, sur base des données dont ils disposent, de fournir une information synthétisée et circonscrite à une réponse globale (à la différence des moteurs de recherche traditionnels, qui proposent une série de suggestions de sources d'information). La réponse à un questionnement est ainsi formulée de manière claire et directe, et un chatbot peut donc apparaître comme un outil de support à l'apprentissage.

(1) Ce terme désigne une production totalement fausse d'un algorithme d'intelligence artificielle par rapport à ce qui est attendu.



→ Par contre, un chatbot n'a pas de capacité à vérifier la véracité de l'information fournie. Les réponses proposées peuvent être obsolètes, incomplètes ou inexactes. Cette limitation peut être en elle-même un support à l'apprentissage, en servant de socle à l'exercice de l'esprit critique par la vérification et la nuance des informations fournies.

→ À côté d'une fonction de mise à disposition de connaissances, un **chatbot** ⓘ peut également jouer un rôle de support, susceptible d'accélérer la réalisation de certaines tâches intellectuelles. Par exemple, ChatGPT peut suggérer:

- le plan d'une rédaction;
- des idées pour illustrer un principe scientifique lors d'un exposé;
- des recommandations de lectures pour approfondir un thème;
- un plan d'entraînement sportif;
- un diagnostic de pannes possibles d'après le descriptif de dysfonctionnement d'un objet technique;
- ...

Les réponses fournies par l'IA peuvent ainsi être utilisées comme support préalable au travail ultérieur de l'apprenant, si l'outil est bien perçu comme une « boîte à idées », sans se substituer à la propre réflexion de l'apprenant.

→ Au stade de la production d'un contenu par un apprenant, un chatbot peut être utilisé comme outil de rétroaction, d'appréciation ou de commentaire. Par exemple, ChatGPT peut:

- vérifier qu'une phrase, en français ou dans une langue étrangère, est correcte ou non, et indiquer l'erreur le cas échéant;
- attribuer une note appréciative à un texte qui lui est soumis;
- commenter un texte et proposer des améliorations;
- reformuler une consigne, expliciter le thème d'une dissertation;
- exemplifier les étapes de résolution d'une équation;
- ...

Comme indiqué précédemment, les réponses fournies par l'IA devraient être perçues par l'apprenant comme à titre indicatif et potentiellement faillibles, sans vocation à remplacer le jugement humain.

→ Un chatbot peut également fournir des propositions ou suggestions sur les méthodes de travail d'un apprenant ou d'un groupe d'apprenants. Par exemple, ChatGPT peut formuler des propositions pour:

- déterminer des objectifs, des échéances et des étapes de travail;
- répartir et gérer un travail collaboratif;
- aider à la résolution de conflits éventuels dans une activité de groupe;
- suggérer des stratégies et un planning d'étude ou de révision;
- ...



Exemples d'outils (autres que ChatGPT)

- **Poe**: l'interface permet l'usage de différents chatbots réunis sur un seul site (ChatGPT, Claude, Sage, Dragonfly) et par conséquent d'obtenir des réponses plus variées.
- **AgentGPT**: un *chatbot* centré sur l'opérationnalisation. Sur base de la définition d'un objectif, il génère des tâches qu'il résout au fur et à mesure.
- **Ali**: un *chatbot* canadien spécifiquement conçu pour accompagner les étudiants de l'enseignement supérieur en matière de santé mentale, de détresse psychologique et d'anxiété.
- ...

5.3 Comment un enseignant peut-il utiliser un chatbot dans ses activités?

Les **chatbots** ? peuvent être utilisés par un enseignant dans un aspect didactique ou pédagogique. Il semble important de préciser à nouveau la limite formulée précédemment: comme tout système fondé sur l'IA, les chatbots devraient être considérés davantage comme des outils d'inspiration ou d'aide à la décision que comme des outils pouvant remplacer l'intelligence et le jugement humains.

→ Un *chatbot* peut fournir des propositions ou modèles d'exercices susceptibles d'épauler un enseignant dans la préparation de ses cours, en lui économisant du temps. Par exemple, ChatGPT peut formuler des propositions pour:

- suggérer des idées de supports pédagogiques et des façons de les exploiter en classe;
- générer automatiquement des listes d'exercices (ex.: équations, verbes à conjuguer...);
- générer automatiquement des supports d'apprentissage courants (tableau chimique des éléments, tableau de conjugaison d'un verbe, tables de multiplications spécifiques, liste de citations sur un sujet...)
- ...

→ Un *chatbot* peut proposer des formulations ou présentations de contenus alternatives dans une visée de différenciation. Par exemple, ChatGPT peut permettre à l'enseignant de proposer:

- un soutien aux élèves par la reformulation d'une consigne, d'un concept;
- une aide à la différenciation en permettant rapidement de mettre l'information sous une autre forme (par exemple, sous forme d'un tableau);
- ...

→ Un *chatbot* peut être utilisé en tant que sujet d'apprentissage, dans une optique d'éducation aux médias fondés sur l'intelligence artificielle. Par exemple, ChatGPT peut être utilisé comme support à l'exercice de l'esprit critique par les élèves:

- par la vérification des informations fournies (ex: critiquer la véracité d'une réponse fournie par l'intelligence artificielle);
- par l'analyse des réponses fournies par l'intelligence artificielle sur des questions éthiques;
- ...



Exemples d'outils (autres que ChatGPT)

- **NovelAI**: cette plateforme utilise l'intelligence artificielle pour soutenir l'écriture de récits, en proposant par complétion automatique des éléments narratifs (descriptions, péripéties...);
- **Gemini AI**: Prévue pour l'année 2024 et conçue par Google comme une « réponse » à ChatGPT, cette IA est susceptible de générer des éléments textuels, sonores et visuels et de les combiner;
- ...

5.4 À quoi faut-il faire attention lors de l'utilisation des IA génératives dans l'enseignement?

Outre les **chatbots** ① plus généralistes comme ChatGPT, il existe aussi de nombreux chatbots éducatifs développés à travers le monde, conçus par des entreprises ou par des universités : à côté des américains Duolingo et Khan Academy, déjà cités plus haut du fait de leur notoriété, figurent à titre d'exemple les canadiens Botpress et Ada, ou l'australien Deakin Genie.

Enfin, tant Google que Microsoft¹ envisagent une intégration progressive d'IA génératives dans leurs suites bureautiques respectives : ainsi, Microsoft a rendu public en mars 2023 la version test d'un outil d'assistance fondé sur l'IA et nommé Copilot.

Dès lors, si les perspectives liées aux outils performants d'IA génératives sont intéressantes, il peut être utile de cadrer leur utilisation, en particulier avec les apprenants.

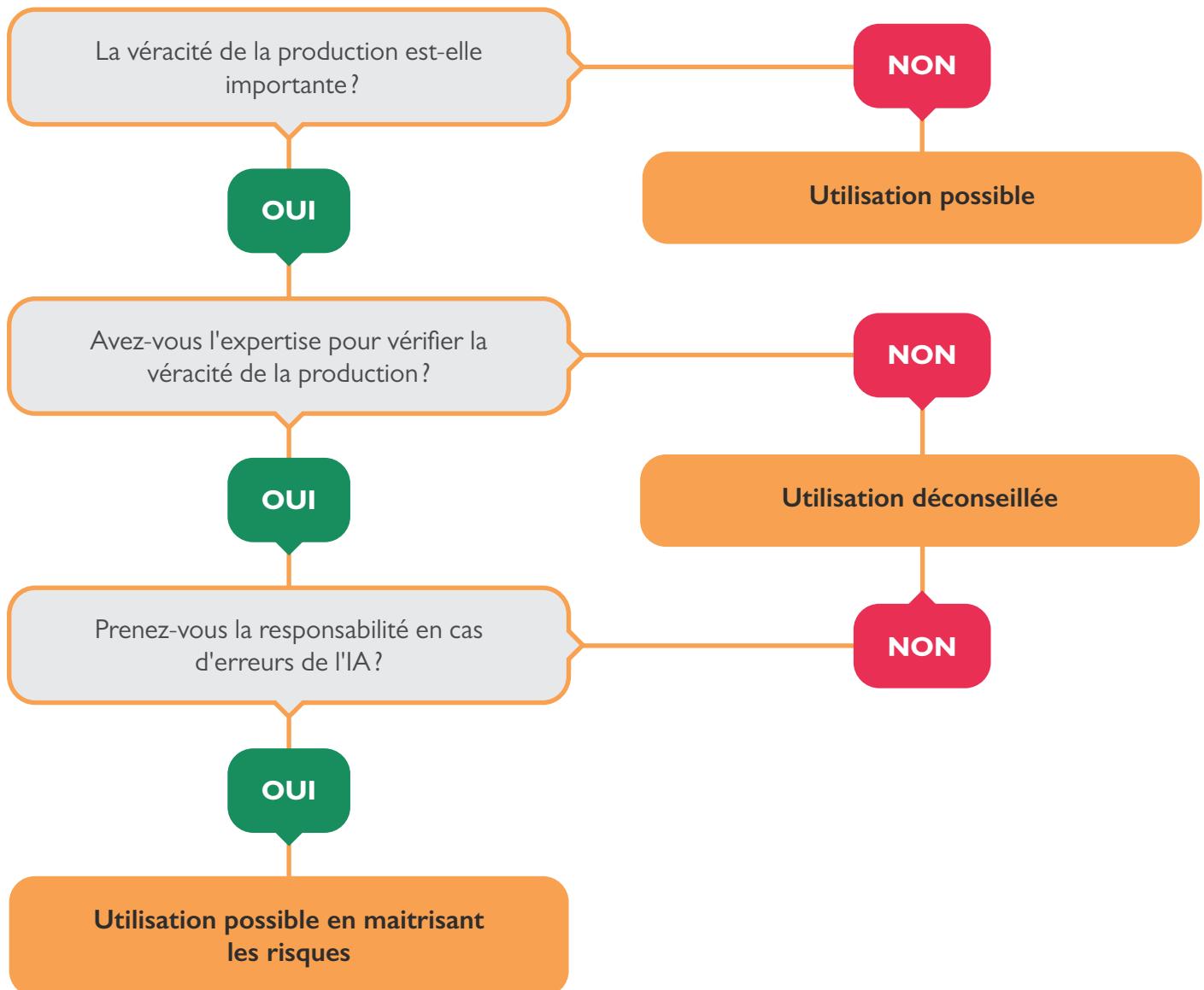
Les lignes directrices éthiques publiées par l'UE peuvent être une base de réflexion à une utilisation raisonnée et raisonnable de l'intelligence artificielle dans l'éducation.

Voici une liste non exhaustive d'éléments de réflexion :

- ✓ Vérifier les conditions d'utilisation des logiciels qui indiquent généralement une limite d'âge et s'assurer du respect de cette limite d'âge et de l'application des conditions réglementaires comme le RGPD ;
- ✓ Réaliser au sein de l'école une charte d'utilisation responsable, éthique et environnementale de l'outil. La puissance de calcul est plus importante que celle des moteurs de recherche classiques sans pour autant être chiffrée avec exactitude ;
- ✓ Sensibiliser les apprenants à la nécessité de citer ses sources et donc de préciser si un logiciel d'IA générative a été utilisé pour une production personnelle ;
- ✓ Insister sur la vérification des informations fournies par le logiciel dont **l'algorithme** ② est susceptible de proposer des réponses totalement fausses sur certains sujets et de générer des «fake news», «deep fake» ou encore des biais, et amplifier des discriminations ;
- ✓ Réfléchir sur les modalités de recueil des productions des élèves (traces d'apprentissages). En effet, les IA génératives textuelles (comme ChatGPT) peuvent facilement atteindre des résultats satisfaisants si les tâches confiées sont axées sur la restitution et l'application d'une règle.

(1) Ces informations sont disponibles sur le site Microsoft (blogs.microsoft.com/blog/2023/03/16/introducing-microsoft-365-copilot-your-copilot-for-work)

Le guide de l'Unesco *ChatGPT and Artificial Intelligence in higher education: Quick start guide* (Sabzalieva, 2023) invite à poser un cadre de réflexion sur l'usage des IA génératives dans l'enseignement. Le schéma de raisonnement et les questions à se poser sont repris dans l'arbre décisionnel ci-dessous.



Source : Aleksandr Tiulkanov, AI and Data Policy Lawyer, *Modifié*

En d'autres termes : si la véracité de l'information produite par un agent conversationnel est capitale (l'exactitude de faits, par exemple, à la différence de contenus plus légers comme les paroles d'une chanson inventée) et que l'enseignant n'est pas en mesure de contrôler la véracité des informations fournies ou d'assumer la responsabilité d'inexactitudes, il est préférable de ne pas avoir recours au support d'un agent conversationnel dans un acte d'enseignement.



UN ÉLÈVE POURRAIT-IL « TRICHER » GRÂCE À UN CHATBOT ?

La popularisation des *chatbots* ① en début d'année 2023 a porté l'attention médiatique sur un phénomène : une nouvelle façon de « tricher » en faisant usage d'un **agent conversationnel** ② de type ChatGPT. Par exemple, au lieu de se livrer à un exercice de réflexion, un élève pourrait utiliser un chatbot pour résoudre un problème mathématique, fournir des réponses à un questionnaire ou rédiger une dissertation.

Une question à se poser est : ce phénomène relève-t-il de la « triche » ? La démarche d'utiliser un *chatbot* pour apporter des réponses ou fournir des informations n'est pas très différente de celle consistant à interroger un moteur de recherche ou consulter une encyclopédie en ligne. C'est à l'enseignant qu'il revient de déterminer si cette méthode relève de la triche.

Il est à noter également que maîtriser totalement les outils d'IA comme les *chatbots*, en les excluant de tout processus d'apprentissage, semble *a priori* illusoire. Les moteurs de recherche intégreront de plus en plus, à l'avenir, les fonctionnalités des agents conversationnels. Les apprenants et les enseignants, comme tous les acteurs de la société, y seront de plus en plus confrontés. Deux exemples simples : les outils de bureautique les plus courants (ex. : Office 365) intègreront à très court terme des modèles de langage de type GPT, dans une visée d'assistance à la création de contenus ; le modèle d'utilisation des chatbots se répandra dans les moteurs de recherche classiques (voire s'y substituera).

La réponse à apporter à ce phénomène, par un enseignant, devra donc être nuancée, et les méthodes d'évaluation devront probablement être adaptées. La question du sens et des finalités des évaluations et des activités proposées aux élèves devrait être abordée. En effet, aux yeux d'un élève, quel est l'intérêt à se contraindre à réaliser une activité – rédiger un texte de résumé, par exemple – qui peut être accomplie en quelques secondes par une nouvelle technologie ?

Concernant le plagiat, il est à noter que les textes produits par des *chatbots* ne sont qu'une compilation d'une multitude de textes présents sur internet, remaniés par l'IA pour être proposés sous forme d'une réponse unique, mais sans que celle-ci ne soit sourcée. Même dans le cadre d'une utilisation admise et transparente d'un *chatbot*, un utilisateur pourrait donc se retrouver en situation de commettre un plagiat, en soumettant ou publiant un texte agrégé sans que les sources ne soient citées. La réponse au risque de plagiat pourrait provenir au final de la technologie elle-même. Des outils d'IA peuvent détecter des contenus rédigés par une autre IA, et la généralisation et le perfectionnement de ces outils permettront d'amenuiser les risques de plagiat. Les créateurs de *chatbots* eux-mêmes tendent à inclure la problématique dans les développements technologiques. Ainsi, OpenAI, société créatrice de ChatGPT, a annoncé par exemple développer une signature cryptographique pour les textes générés par son chatbot, de façon à pouvoir identifier dans ceux-ci l'intervention de l'IA.

Enfin, la position adoptée par le Parlement européen en matière de régulation de l'IA prévoit d'imposer des règles renforcées de transparence et d'identification du contenu généré.



COMMENT CONTRER CONTRER LE PHÉNOMÈNE DE « TRICHERIE »?

→ Utiliser des outils détectant les contenus rédigés par une IA; voici une liste d'exemples non exhaustive parmi les outils simples et gratuits :

- detector.dng.ai/fr
- platform.openai.com
- writer.com/ai-content-detector
- contentatscale.ai/ai-content-detector
- gptzero.me
- ...

→ Apprendre à reconnaître les indices de textes rédigés par une IA: les structures du texte sont généralement répétitives, les phrases ont tendance à être courtes, les ruptures de ton (questions, exclamations, digressions...) sont absentes, de même que l'expression d'idées personnelles. ChatGPT est entraîné pour fournir des réponses apparaissant prudentes et mesurées et utilise des tournures récurrentes comme « Il est difficile de répondre... » ou « Il est important de rappeler... »;

→ Procéder à des évaluations orales ou à celles fondées sur une activité pratique;

→ Intégrer les **chatbots** (1) comme outils de support légitimes, en cadrant leur usage avec les élèves: par exemple, en acceptant que le chatbot fournit une base de texte, à améliorer par l'élève pour produire un texte final; ou en s'accordant sur le fait que les élèves indiquent dans quels passages de leur production personnelle un chatbot a été utilisé;

→ Favoriser les activités situées dans les niveaux supérieurs de la taxonomie de Bloom et axées sur la réflexion et la créativité.

Les niveaux de tâches ou la taxonomie de Bloom

Une manière de représenter les types de productions des élèves est d'utiliser la taxonomie de Bloom révisée¹ : Connaitre – Comprendre – Appliquer – Analyser – Évaluer – Créer.

L'enseignant peut se baser sur cette taxonomie pour préparer des activités d'apprentissages variées.

En effet, les *chatbots* sont généralement efficaces pour générer, de façon difficilement détectable, des productions dont le niveau de complexité correspond aux niveaux inférieurs de la taxonomie de Bloom (Connaitre, Comprendre, Appliquer) et à une optique de restitution des savoirs. Ils montrent davantage de limite dans les tâches relevant des niveaux supérieurs de la taxonomie de Bloom (Analyser, Évaluer, Créer) et ne peuvent se substituer à l'apprenant dans une optique de construction des savoirs.

(1) Ces informations sont disponibles par exemple sur le site de l'Université de Laval (www.enseigner.ulaval.ca/sites/default/files/Ress_prepaper_son_cours/la_taxonomie_de_bloom_2022.pdf)

Un enseignant pourrait-il corriger des copies d'élèves aidé d'un *chatbot*①?

Résoudre un problème mathématique, rédiger un modèle de courriel, élaborer une to-do list, créer un programme d'entraînement physique... ChatGPT peut faire beaucoup. Il est également possible de demander à l'algorithme de produire une grille de correction, attribuer une note à un texte et proposer des pistes d'amélioration. Un *chatbot* pourrait-il dès lors être un outil susceptible d'accélérer le processus, souvent chronophage, de correction des copies d'élèves?

Voici quelques points d'attention liés à cette problématique:

- les évaluations des élèves peuvent constituer des « données personnelles » au sens du RGPD, ce qui est incompatible avec l'absence de transparence dans la gestion des données de certains *chatbots*;
- les *chatbots* généralistes actuels ne sont pas fiables et possèdent des biais liés aux données d'entraînement;
- si certaines applications de l'intelligence artificielle peuvent être une aide à la décision, le contrôle par l'enseignant reste primordial ;
- le caractère spiralaire de l'apprentissage n'est pas pris en compte par l'algorithme ;
- les algorithmes ne présentent aucune empathie, ne tiennent pas compte du contexte dans lequel l'évaluation est effectuée.

6

EN SAVOIR PLUS

La problématique de l'intelligence artificielle est vaste et complexe. Dans ce domaine technologique, les innovations – nouveaux outils, nouvelles fonctionnalités, nouveaux usages possibles – se succèdent à un rythme important.

Ce focus vise à présenter brièvement une problématique et proposer des éléments de réflexion : une base de départ pour une exploration plus approfondie.

Pour les membres d'une équipe éducative souhaitant explorer ces pistes supplémentaires, un dossier de ressources propose sur e-classe différents documents de références, sources informatives, vidéos explicatives et supports pédagogiques.



e-classe¹ est la plateforme de ressources éducatives destinée aux enseignants.

La connexion à la plateforme se fait en utilisant un compte Cerbère ou à partir de «Mon Espace» (monespace.fw-b.be), le guichet électronique de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

Les ressources présentes sur e-classe sont reprises dans des dossiers, afin d'accéder facilement aux contenus les plus pertinents sur un sujet. Les contenus sont régulièrement actualisés.

Consultez le dossier thématique **«L'intelligence artificielle»** pour accéder à ces contenus.

(1) Plateforme e-classe (www.e-classe.be)

Alexandre, L. (2017). *La guerre des intelligences*. J-C. Lattès.

Barthélémy, P. (2019, 19 août). *L'espèce humaine, échec et mat*. Le Monde.

> www.lemonde.fr/jeux-d-esprit/article/2014/09/11/l-espece-humaine-echec-et-mat_4486139_1616889.html

Bertail, P., Bounie, D., Cléménçon, S. & Waelbroeck, P. (2019). *Algorithmes : biais, discrimination et équité*. Télécom ParisTech ; Fondation Abeona.

> www.telecom-paris.fr/wp-content-EvDsK19/uploads/2019/02/Algorithmes-Biais-discrimination-equite.pdf

Bidan, M. & Quinio, B. (2023). *ChatGPT: un robot conversationnel peut-il enseigner?* Management & Data Science, 7(1).

> doi.org/10.36863/mds.a.22060

Bureau international de l'éducation de l'UNESCO. (2017). *Apprentissage personnalisé. Outils de Formation pour le Développement du Curriculum*. UNESCO.

> unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250057_fra

CNRS. (2018, 21 février). *Dossier: Comment l'intelligence artificielle va changer nos vies*. CNRS – Le journal. Consulté le 23 janvier 2023 sur

> lejournal.cnrs.fr/dossiers/comment-lintelligence-artificielle-va-changer-nos-vies

Commission européenne, Direction générale de l'éducation, de la jeunesse, du sport et de la culture. (2022). *Lignes directrices éthiques sur l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) et des données dans l'enseignement et l'apprentissage à l'intention des éducateurs*. Office des publications de l'Union européenne.

> data.europa.eu/doi/10.2766/420567

Commission européenne, Direction générale des réseaux de communication, du contenu et des technologies. (2020). *Livre blanc – Intelligence artificielle : une approche européenne axée sur l'excellence et la confiance*. Office des publications de l'Union européenne.

> op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/ac957f13-53c6-11ea-aece-01aa75ed71a1

Commission européenne. (2021). *Proposal for a regulation of the European parliament and of the council. Laying down harmonised rules on artificial intelligence (artificial intelligence act) and amending certain union legislative acts*.

> ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/75788

Commission européenne. (2023, 26 janvier). *Une approche européenne de l'intelligence artificielle*. Commission européenne. Consulté le 2 février 2023 sur

> digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/european-approach-artificial-intelligence

Commission européenne. (s.d.). *Plan d'action en matière d'éducation numérique (2021-2027)*. Action 6.

Commission européenne. Consulté le 14 février 2023 sur

> education.ec.europa.eu/fr/focus-topics/digital-education/action-plan/action-6

Dautresme, I. (2021, mai). *L'adaptive learning, une révolution dans l'enseignement?* Le Monde. Consulté le 30 mars 2023

> www.lemonde.fr/education/article/2021/05/20/l-adaptive-learning-une-revolution-dans-l-enseignement_6080819_1473685.html

De Lièvre, B. (2019, 18 novembre). *Intelligence Artificielle et éducation : une complémentarité indispensable?* [Séminaire]. Cycle de séminaires sur l'Intelligence Artificielle, Mons.

> mumons.be/museum/activites/intelligence-artificielle-et-education-une-complementarite-indispensable

Éditions Larousse. *Encyclopédie : Intelligence artificielle*. Larousse. Consulté le 23 janvier 2023 sur

> www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257

Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P. & Rock, D. (2023, 17 mars). *GPTs are GPTs : An early look at the labor market impact potential of large language models*. OpenAI. Consulté le 12 avril 2023 sur

> openai.com/research/gpts-are-gpts

European Patent Office. (2020, 09 décembre). *Fourth Industrial Revolution*. European Patent Office.

Consulté le 23 janvier 2023 sur

> www.epo.org/news-events/in-focus/ict/fourth-industrial-revolution.html

Europol. (2022). *Facing reality? Law enforcement and the challenge of deepfakes, an observatory report from the Europol Innovation Lab*. Publications Office of the European Union.

> www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Europol_Innovation_Lab_Facing_Reality_Law_Enforcement_And_The_Challenge_Of_Deepfakes.pdf

Gasset, P. (2023, 24 janvier). *Intelligence artificielle : impact environnemental*, Revue Technologie. Consulté le 4 avril 2023.

> eduscol.education.fr/sti/ressources_pedagogiques/dossier-sur-lintelligence-artificielle#fichiers-liens

Hao, K. (2018, 10 novembre), *What is AI? We drew you a flowchart to work it out*. MIT Technology Review. Consulté de 30 mars 2023.

> www.technologyreview.com/2018/11/10/139137/is-this-ai-we-drew-you-a-flowchart-to-work-it-out/

Hatzius, J., Briggs, J., Kodnani, D. & Pierdomenico, G. (2023). *The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth*. Goldman Sachs.

> www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst_-The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs_Kodnani.pdf

Miao, F., Holmes, W., Huang, R. & Zhang, H. (2021). *IA et éducation. Guide pour les décideurs politiques*. UNESCO.

> unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380006

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2018, 28 novembre). *Rapport de Cédric Villani: donner un sens à l'intelligence artificielle (IA)*. Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Consulté le 21 mars 2023 sur
> www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/rapport-de-cedric-villani-donner-un-sens-l-intelligence-artificielle-ia-49194

Parlement européen. (2021, 29 mars). *Intelligence artificielle : définition et utilisation*. Parlement européen: actualité. Consulté le 21 mars 2023 sur
> www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200827STO85804/intelligence-artificielle-definition-et-utilisation

Parlement européen. (2023, 09 février). *Les députés soutiennent le portefeuille numérique européen*. Parlement européen: actualité. Consulté le 21 mars 2023 sur
> www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20230206IPR72110/les-deputes-soutiennent-le-portefeuille-numerique-europeen#:~:text=La%20nouvelle%20ID%20permettra%20aux,de%20s%C3%A9curit%C3%A9%20et%20de%20confidentialit%C3%A9

Selwyn, N., Hillman, T., Eynon, R., Ferreira, G., Knox, J., Macgilchrist, F. & Sancho-Gil, J.M. (2020). *What's next for Ed-Tech? Critical hopes and concerns for the 2020s*. Learning, Media and Technology, 45(1), 1-6.
> doi.org/10.1080/17439884.2020.1694945

The Shift Project. (2020, 14 octobre). *Publication du rapport «Déployer la sobriété numérique»*. The Shift Project. Consulté le 13 avril sur
> theshiftproject.org/article/deployer-la-sobriete-numerique-rapport-shift

Sabzalieva, E., Valentini, A. (2023) *ChatGPT and artificial intelligence in higher education: quick start guide*, UNESCO
> unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146

Sparrow, B., Liu, J. & Wegner, D. M. (2011). *Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips*. Science, 333(6043), 776-778.
> doi.org/10.1126/science.1207745

Spataro, J. (2023, 16 mars). *Introducing Microsoft 365 Copilot – your copilot for work*. Microsoft. Consulté le 30 mars 2023 sur
> blogs.microsoft.com/blog/2023/03/16/introducing-microsoft-365-copilot-your-copilot-for-work

SPF BOSA. (2022, novembre). *Plan national de convergence pour le développement de l'intelligence artificielle*. BOSA – SPF Stratégie et Appui. Consulté le 2 février 2023 sur
> bosa.belgium.be/fr/themes/administration-numerique/strategie-et-politique-du-numerique/plan-national-de-convergence

Tual, M. (2016, 24 mars). *À peine lancée, une intelligence artificielle de Microsoft dérape sur Twitter*, Le Monde. Consulté le 10 mars 2023.
> www.lemonde.fr/pixels/article/2016/03/24/a-peine-lancee-une-intelligence-artificielle-de-microsoft-derape-sur-twitter_4889661_4408996.html

Tuomi, I. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education*. Commission européenne.
> dx.doi.org/10.2760/12297

UNESCO. (2019). *Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation*. UNESCO.
> unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303

Université Laval, Service de soutien à l'enseignant. (2022). *Taxonomie de Bloom révisée (domaine cognitif)*. Université Laval.
> www.enseigner.ulaval.ca/sites/default/files/Ress_preparger_son_cours/la_taxonomie_de_bloom_2022.pdf

Vignare, K. (2020), *Foreword: Implementing Adaptive Learning at Scale*, Current Issues in Emerging eLearning: Vol. 7 : Iss. 1 , Article 1.
> scholarworks.umb.edu/ciee/vol7/iss1/1

Wang, X., Liu, X. & Yue Y. (2021, 28 juin-2 juillet). *Mesure de similarité textuelle pour l'évaluation automatique de copies d'étudiants*. [Conférence]. 28e Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles, Lille.
> aclanthology.org/2021.jeptalnrecital-deft.7.pdf

Weizenbaum, J. (1976). *Computer power and human reason: from judgment to calculation*. W.H. Freeman & Company.
> www.researchgate.net/publication/286058724_Computer_Power_and_Human_Reason_From_Judgment_to_Calculation

Zawacki-Richter, O (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education -where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 16. 1-27. 10.1186/s41239-019-0171-0
> doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zhong, Y. X. (2006, 17-19 juillet). *A cognitive approach and artificial intelligence research* [Conférence]. 2006 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, Beijing.
> ieeexplore.ieee.org/document/4216397

Zhuo, T. Y., Huang, Y., Chen, C. & Xing, Z. (2023, 30 janvier). *Exploring AI Ethics of ChatGPT: A diagnostic Analysis*. X-MOL. Consulté le 23 janvier 2023 sur
> www.x-mol.net/paper/article/1620534137207209984

Zouinar, M. (2020). Évolutions de l'Intelligence Artificielle : quels enjeux pour l'activité humaine et la relation Humain-Machine au travail? *Activités*, 17(1).
> doi.org/10.4000/activites.4941

Zunich, D. (2015). *The Google Effect*. Ashland University.
> dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3213.2961

Fédération Wallonie-Bruxelles / Ministère
www.fw-b.be • 0800 20 000

Administration générale de l'Enseignement
Service général du Numérique éducatif
Avenue du port 16, 1080 Bruxelles
contact.sgne@cfwb.be

www.enseignement.be

Rédaction : Lionel Hellin et Claude Van Opstal
Graphisme : Laura Maugeri
Février 2024

Éditeur responsable : Quentin DAVID, Administrateur général f.f. • Avenue du Port 16, 1080 Bruxelles