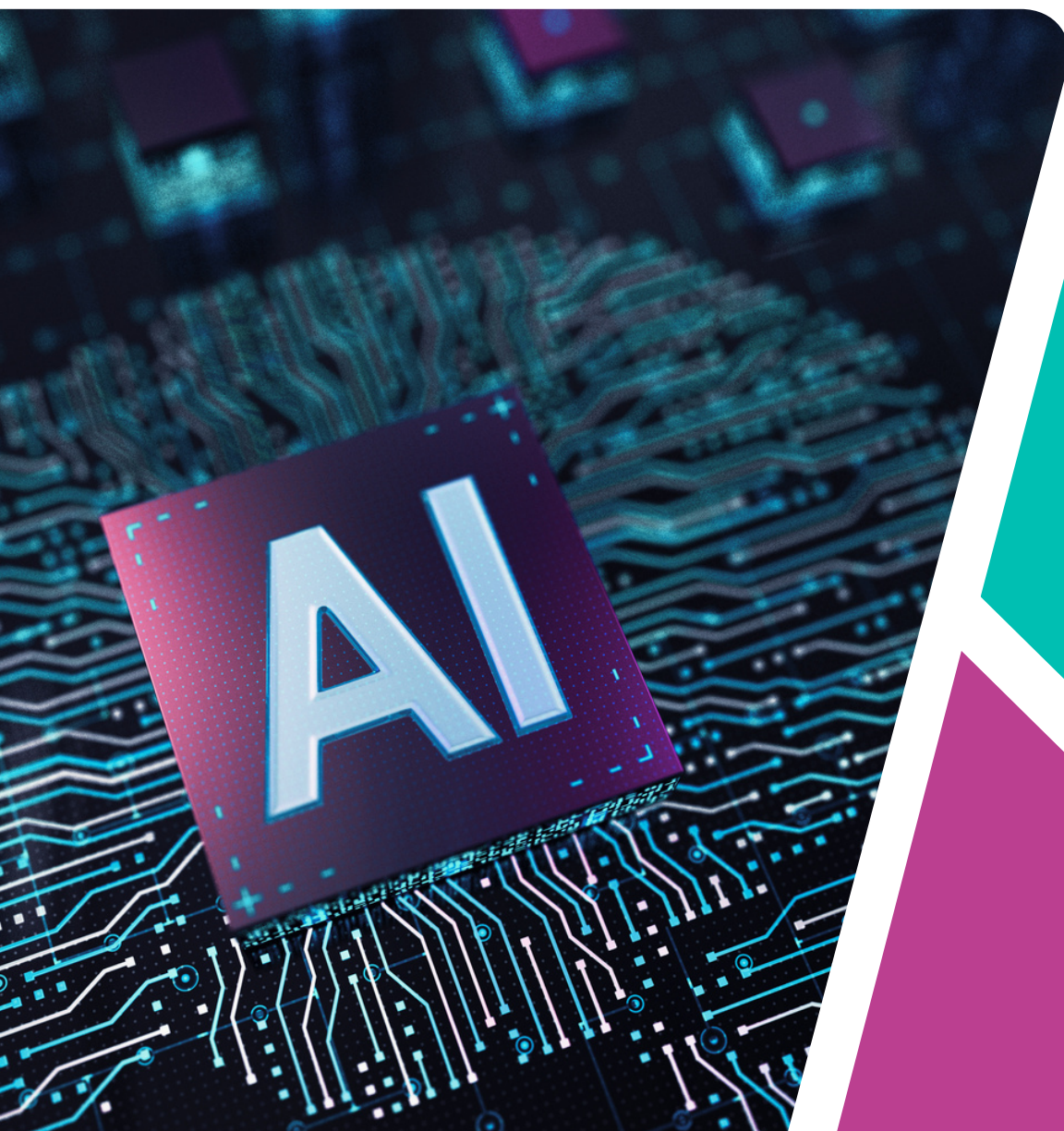


POURQUOI ET COMMENT ENSEIGNER L'IA À L'ÉCOLE

Livret



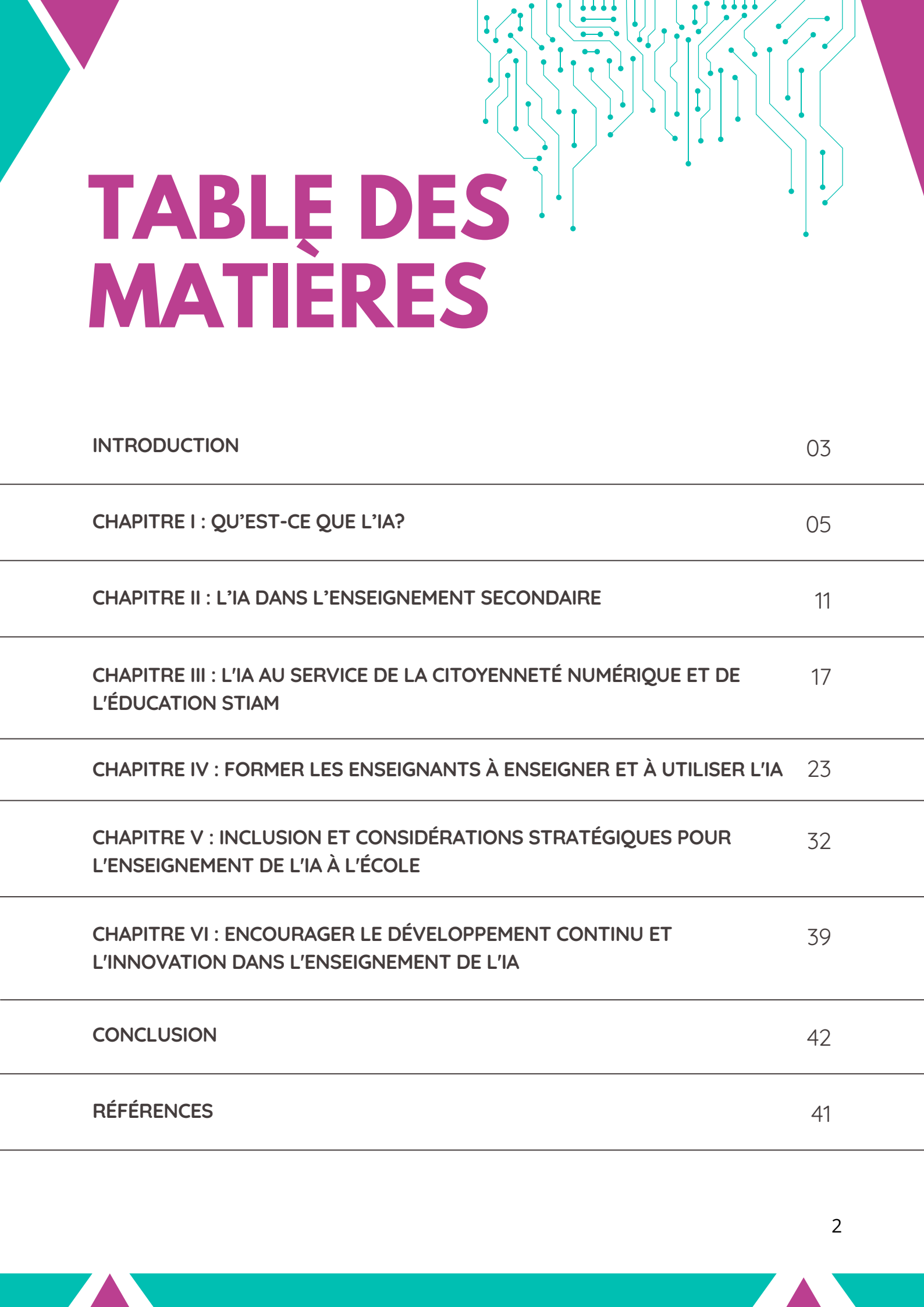


TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	03
CHAPITRE I : QU'EST-CE QUE L'IA?	05
CHAPITRE II : L'IA DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE	11
CHAPITRE III : L'IA AU SERVICE DE LA CITOYENNETÉ NUMÉRIQUE ET DE L'ÉDUCATION STIAM	17
CHAPITRE IV : FORMER LES ENSEIGNANTS À ENSEIGNER ET À UTILISER L'IA	23
CHAPITRE V : INCLUSION ET CONSIDÉRATIONS STRATÉGIQUES POUR L'ENSEIGNEMENT DE L'IA À L'ÉCOLE	32
CHAPITRE VI : ENCOURAGER LE DÉVELOPPEMENT CONTINU ET L'INNOVATION DANS L'ENSEIGNEMENT DE L'IA	39
CONCLUSION	42
RÉFÉRENCES	41

Introduction

L'intelligence artificielle s'intègre rapidement au quotidien, influençant la manière dont les gens apprennent, travaillent, communiquent, créent et résolvent des problèmes. Des moteurs de recherche et outils de traduction aux plateformes éducatives, en passant par les applications créatives et la prise de décision fondée sur les données, l'IA n'est plus un concept technologique lointain. C'est une réalité concrète qui touche les élèves, les enseignants, les établissements scolaires et la société dans son ensemble. C'est pourquoi la compréhension de l'IA devient aujourd'hui un élément essentiel de l'éducation.

Ce livret vise à offrir une introduction claire et accessible à l'intelligence artificielle et à son rôle dans l'enseignement secondaire. Il s'adresse aux enseignants, aux chefs d'établissement, aux élèves et aux autres acteurs du système éducatif désireux de comprendre non seulement ce qu'est l'IA, mais aussi comment l'utiliser de manière responsable, créative et inclusive dans les environnements d'apprentissage. L'objectif n'est pas de présenter l'IA comme un substitut aux enseignants ou à la pensée humaine, mais comme un outil capable de soutenir l'enseignement, de favoriser l'innovation, de personnaliser l'apprentissage et d'ouvrir de nouvelles perspectives de collaboration et de créativité.

Le premier chapitre, « Qu'est-ce que l'IA ? », présente les concepts fondamentaux de l'intelligence artificielle de manière simple et accessible. Il explique le fonctionnement des systèmes d'IA, leurs domaines d'application et leur importance dans le monde actuel. Ces bases permettent aux lecteurs d'aborder les chapitres suivants en toute confiance, même s'ils ne possèdent aucune connaissance technique.

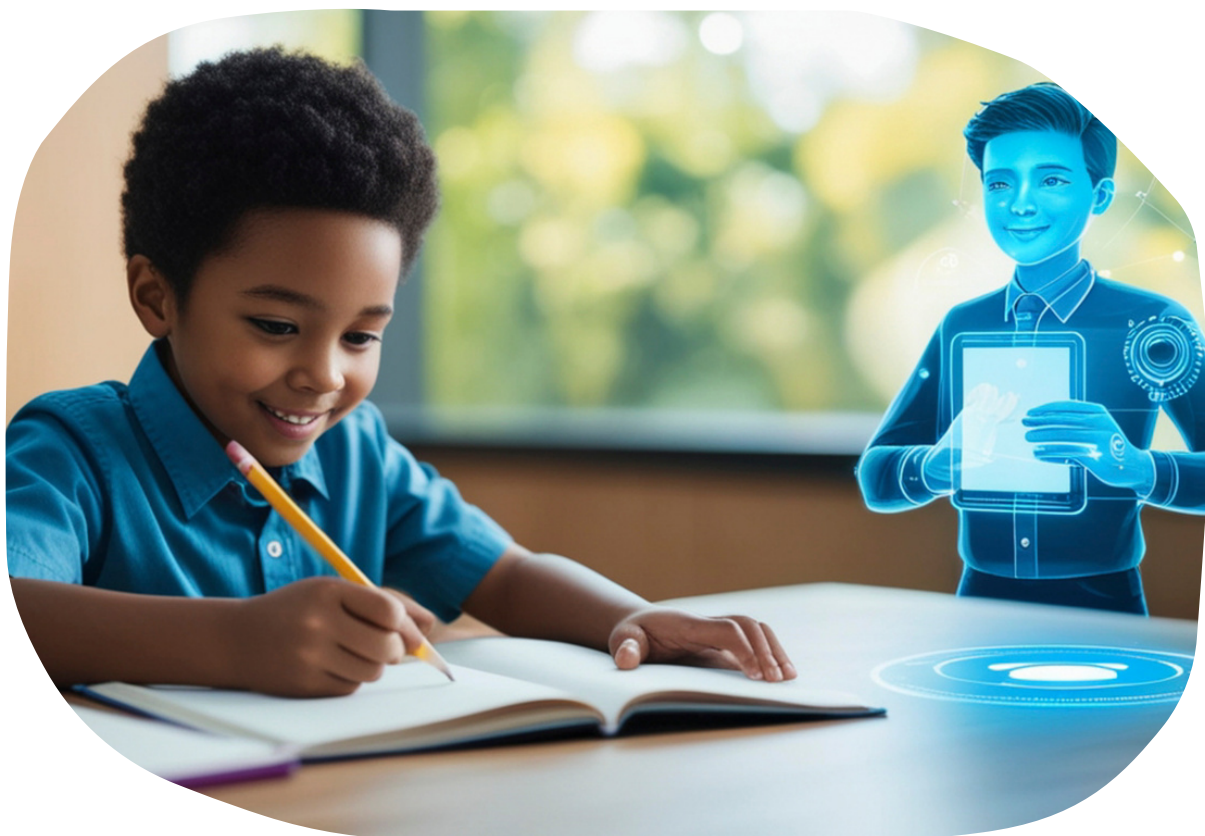
Le livret aborde ensuite l'IA dans l'enseignement secondaire, en se concentrant sur des applications concrètes en milieu scolaire. Il examine comment l'IA peut soutenir la préparation des cours, l'évaluation, le retour d'information, l'engagement des élèves et la différenciation pédagogique. Parallèlement, il souligne l'importance de l'esprit critique, de la responsabilité numérique et de la prise de conscience des limites et des risques associés aux outils d'IA.

La citoyenneté à l'ère de l'IA et les disciplines STIAM constituent un volet essentiel de cette réflexion. Les élèves doivent devenir non seulement des utilisateurs de l'IA, mais aussi des citoyens éclairés et responsables, capables de remettre en question, d'évaluer et de façonner la technologie. Grâce à l'enseignement des STIAM, l'IA peut être articulée avec les sciences, la technologie, l'ingénierie, les arts et les mathématiques, aidant ainsi les élèves à développer leur créativité, leurs compétences en résolution de problèmes, leur conscience éthique et leur pensée interdisciplinaire.

Le chapitre consacré à la formation des enseignants à l'enseignement et à l'utilisation de l'intelligence artificielle souligne le rôle central des éducateurs. Ces derniers ont besoin de soutien, de formation et d'assurance pour intégrer l'IA de manière pertinente dans leurs pratiques pédagogiques. Le développement professionnel doit porter aussi bien sur les usages concrets en classe que sur des enjeux plus larges tels que l'éthique, l'inclusion, les biais, la protection des données et les pratiques numériques responsables.

Enfin, la brochure aborde les questions d'inclusion et d'évolutions futures, ainsi que l'importance de garantir que l'IA profite à tous les apprenants. À mesure que l'IA continue d'évoluer, les systèmes éducatifs doivent veiller à ce que l'innovation reste centrée sur l'humain, inclusive et accessible. L'avenir de l'IA dans l'éducation doit être guidé par l'équité, la participation et la conviction que la technologie doit soutenir le potentiel de chaque élève.

En somme, ce livret invite les lecteurs à considérer l'IA à la fois comme une opportunité et comme une responsabilité. Plutôt que de traiter l'IA comme un sujet intimidant et isolé, notre approche intègre l'enseignement de l'IA directement dans les matières au programme. En intégrant ces concepts au cursus existant, les établissements peuvent favoriser la culture de l'IA de manière plus souple et plus naturelle. On s'assure ainsi que les élèves sont préparés non seulement à utiliser l'IA, mais aussi à exercer un esprit critique à son égard, à créer grâce à elle et à contribuer de manière responsable à un avenir façonné par l'IA.



I. Qu'est-ce que l'IA?

Cette section vise à fournir une base de connaissances théoriques et pratiques. Elle cherche à passer d'une compréhension intuitive ou médiatique de l'IA à une compréhension scientifique et critique, permettant de transmettre ces concepts avec précision aux élèves.

1. Une perspective historique : de l'automatisation à l'algorithme

L'intelligence artificielle est souvent perçue comme une émergence technologique soudaine, portée par la révolution des données du XXI^e siècle. Pourtant, **elle s'inscrit dans une longue tradition scientifique et philosophique** cherchant à reproduire mécaniquement les mécanismes de la pensée humaine.



Les origines et la quête ancestrale

Bien avant l'avènement de l'informatique, l'idée de créer des entités artificielles dotées de raison a hanté l'imaginaire humain, depuis les automates de l'Antiquité (qui reposaient sur des mécanismes spécifiques et mettaient en œuvre diverses techniques anciennes telles que la pneumatique, l'hydraulique, ainsi que les systèmes de poids et de contrepoids) jusqu'aux machines à calculer de Pascal et de Leibniz. Cette quête n'était pas seulement technique, mais aussi philosophique : si l'esprit humain obéit à des règles logiques, alors une machine capable d'appliquer ces règles pourrait, en théorie, « penser ».



Naissance officielle : Dartmouth 1956

Ce domaine a été officiellement établi en tant que discipline scientifique lors de **la conférence de Dartmouth en 1956**. C'est à cette époque que le terme « intelligence artificielle » a été inventé. Les pionniers de l'époque, tels que John McCarthy et Marvin Minsky, étaient animés d'un immense optimisme, convaincus que les capacités cognitives humaines pourraient être reproduites en quelques décennies.



Les cycles de l'IA : « Hauts et bas »

L'histoire de l'IA n'est pas linéaire. Elle est jalonnée de périodes d'enthousiasme (les « printemps de l'IA ») suivies de désillusions budgétaires et techniques (les « hivers de l'IA »).

→ **Les années 1960 et 1970** : développement des premiers programmes de résolution de problèmes et de traitement du langage naturel.

→ **Les années 1980** : l'ère des « systèmes experts », qui visaient à mémoriser les connaissances de spécialistes sous forme de règles de décision. Au lieu d'apprendre à partir de données (comme l'IA moderne), ces systèmes fonctionnaient en mémorisant le savoir des experts sous forme de règles explicites.

Par exemple : « Si la situation A se produit, alors effectuer l'action B » ou « Si un patient présente le symptôme X + le symptôme Y → ALORS suspecter la maladie Z ».

→ **Le XXI^e siècle** : l'essor actuel. Ce regain d'activité s'explique par la convergence de trois facteurs : une multiplication par dix de la puissance de calcul, la disponibilité massive de données (Big Data) et l'amélioration des algorithmes d'apprentissage profond (ou “deep learning”, qui seront expliqués plus loin).

2. Les bases de l'architecture et la terminologie technique

Pour enseigner l'IA, il est essentiel de distinguer les différentes couches qui composent ce domaine. L'IA n'est pas une technologie unique, mais **un ensemble de méthodes et d'outils**.

» Définition générale de l'IA

La définition de l'IA fait encore l'objet de débats aujourd'hui ; il n'existe donc pas de définition universellement acceptée. Toutefois, de manière générale, l'IA est une branche de l'informatique consacrée à la création de systèmes capables d'accomplir des tâches qui, si elles étaient réalisées par un être humain, nécessiteraient de l'intelligence : percevoir une image, raisonner sur un problème complexe, apprendre de ses erreurs ou comprendre une langue.

» La hiérarchie des technologies d'apprentissage

Pour bien comprendre la force motrice à l'origine des outils actuels, il faut visualiser une structure rappelant celle des « poupées russes ».



Machine Learning

C'est là que réside le cœur du changement de paradigme. Contrairement à l'informatique traditionnelle, où les humains définissent des règles strictes (si A, alors B), l'apprentissage automatique permet à la machine de découvrir elle-même des règles à partir des données. Elle apprend à identifier des modèles statistiques pour effectuer des prédictions.

Deep Learning

Une sous-catégorie de l'apprentissage automatique inspirée de la structure des réseaux de neurones biologiques. Ces modèles sont capables de traiter des données non structurées (telles que des pixels d'image ou des ondes sonores) en les analysant à travers de nombreuses couches de neurones artificiels.

Generative AI

La forme la plus récente et la plus visible. Ces modèles (tels que ChatGPT ou Midjourney) ne se contentent plus de classer des données ; ils en créent de nouvelles (texte, images, son) en se fondant sur les probabilités de séquences d'éléments apprises lors de leur entraînement.

3. Déconstruction des mythes et des réalités techniques

L'un des principaux obstacles à la compréhension de l'IA est l'influence de la science-fiction, qui tend à anthropomorphiser les machines. Il est crucial de ramener le débat à la réalité technique.

» IA « anthropomorphe » vs IA « outil »

Le cinéma dépeint souvent l'intelligence artificielle sous les traits de machines dotées de conscience, de libre arbitre et d'émotions ; un concept connu sous le nom d'IA forte (ou intelligence artificielle générale) qui demeure, pour l'heure, purement théorique. En réalité, nous vivons actuellement à l'ère de l'IA faible (ou spécialisée). Il s'agit de systèmes conçus pour exceller dans des tâches précises plutôt que de systèmes dotés d'une véritable intelligence humaine ; ainsi, un algorithme peut battre le champion du monde d'échecs, mais il est incapable de comprendre réellement des blagues ou de nouer des lacets.

Cette distinction s'estompe aisément lors des échanges par messagerie, où l'IA peut donner l'impression d'exprimer des sentiments, de faire preuve d'empathie ou de posséder une personnalité. Il est toutefois crucial de préciser qu'il ne s'agit là que d'un style conversationnel programmé, conçu pour fluidifier les échanges, et non de la manifestation d'émotions authentiques. En définitive, l'IA actuelle est un outil statistique puissant, et non une entité autonome et douée de sensibilité.

► Le mythe de la neutralité et de l'infailibilité

Une idée reçue courante veut que l'IA soit mathématiquement objective. C'est faux. L'IA reflète **les biais** inhérents aux données qui ont servi à son entraînement. Si les données historiques sont sexistes, racistes ou incomplètes, l'IA reproduira et amplifiera ces préjugés. Elle n'est pas non plus infailible ; elle produit des « hallucinations » (des résultats erronés présentés avec assurance) car elle ne comprend pas le sens profond de ce qu'elle génère.

► Le problème de l'« IA boîte noire »

À l'opposé de l'IA « boîte blanche » (ou IA explicable/XAI), qui facilite l'audit, la correction et l'optimisation des modèles, l'IA « boîte noire » représente l'exact contraire. Certains développeurs créent délibérément des modèles de type « boîte noire », en gardant secrets le code source et le processus décisionnel ; ils y voient une forme de protection de la propriété intellectuelle. Par ailleurs, certains modèles complexes d'apprentissage profond sont d'une telle ampleur qu'il devient difficile, même pour leurs concepteurs, d'expliquer précisément pourquoi l'IA a pris une décision donnée. Ce manque de transparence soulève des enjeux éthiques majeurs, notamment dans les secteurs de la justice et de la santé.

► L'absence d'intentionnalité

L'IA ne « veut » rien. Elle ne possède ni conscience de soi ni compréhension du monde réel. Elle traite des jetons numériques et des probabilités. Les jetons sont les unités de base qui permettent à l'IA de décomposer de longs textes en segments plus faciles à gérer. Lorsqu'elle génère un poème, elle n'éprouve aucune émotion ; elle calcule statistiquement quel mot a le plus de chances de succéder au précédent dans un contexte donné.

4. L'IA dans le monde réel : applications et défis

Pour rendre l'IA concrète aux yeux des élèves, nous devons explorer la manière dont elle influence déjà leur vie quotidienne et les structures de la société.

► Applications dans la vie quotidienne

→ **Recommandation de contenu** : les algorithmes des réseaux sociaux et des plateformes de streaming analysent des milliers de points de données pour prédire ce qui retiendra notre attention. Cela influence nos goûts, nos opinions et nos habitudes de consommation.

→ **Traitement du langage naturel** : la traduction automatique (DeepL, Google Translate) a atteint une fluidité impressionnante grâce à l'IA, transformant ainsi la communication internationale. Les assistants vocaux utilisent également l'IA pour traduire la parole en texte, puis en commandes.

► Applications professionnelles et sociétales

→ **Santé et médecine** : l'IA excelle dans l'analyse d'images médicales, permettant de détecter des tumeurs ou des pathologies avec une précision dépassant parfois celle de l'œil humain.

→ **Environnement et climat** : l'IA est utilisée pour modéliser des systèmes climatiques complexes, optimiser la production d'énergies renouvelables et surveiller la biodiversité grâce à l'analyse de données sonores ou d'images satellitaires.

→ **Industrie et logistique** : optimisation de la chaîne d'approvisionnement et maintenance prédictive des machines.

► L'IA comme partenaire éducatif

Dans divers contextes d'apprentissage, l'IA peut agir comme un partenaire de développement. Qu'il s'agisse d'acquérir des compétences techniques, analytiques ou autres, elle peut offrir un soutien personnalisé, adapté au rythme de chaque apprenant. Pour les personnes ayant des besoins spécifiques ou un handicap, elle peut jouer le rôle d'assistant personnel, réduisant ainsi l'anxiété liée à la performance et rendant les connaissances plus accessibles.

Par exemple, dans le cadre de l'apprentissage des langues, des applications ou des agents conversationnels vocaux permettent de simuler des échanges professionnels (comme un entretien d'embauche en anglais ou une négociation de contrat) avec des corrections en temps réel et sans jugement humain.

5. Gouvernance : apprivoiser l'inconnu

Compte tenu du rythme rapide des déploiements technologiques, la question du contrôle est devenue centrale. Les cadres réglementaires sont essentiels pour garantir que l'IA demeure au service de l'intérêt général.

» Réglementation et éthique

La gouvernance de l'IA vise à établir des règles pour garantir la sécurité, la protection de la vie privée et la responsabilité juridique des systèmes. Il s'agit de veiller à ce que le développement technologique ne se fasse pas au détriment des droits fondamentaux. Le bureau européen de l'IA et les autorités nationales de surveillance du marché sont chargés de la mise en œuvre, du suivi et de l'application de la législation sur l'IA. Des organisations internationales, telles que l'UNESCO, élaborent des référentiels de compétences afin que les enseignants et les élèves puissent utiliser ces outils de manière responsable et critique.

» Vers une IA centrée sur l'humain

Le défi est non seulement technique, mais aussi politique : comment orienter l'IA de manière à ce qu'elle favorise l'inclusion sociale et la justice ? La culture de l'IA constitue la première étape de cette gouvernance ; elle permet aux citoyens de comprendre les systèmes qui les entourent afin de mieux les contester ou de les utiliser à bon escient.

L'intelligence artificielle peut donc être considérée comme un domaine scientifique solide, vieux de près de 70 ans, qui transforme notre rapport à l'information et au savoir. Pour les enseignants, il est essentiel de comprendre ses mécanismes (statistiques plutôt que cognitifs), ses limites (biais et absence de compréhension) et ses opportunités (apprentissage personnalisé) afin de préparer les élèves à devenir des citoyens éclairés dans un avenir façonné par ces algorithmes.

Maintenant que nous avons clarifié les fondements techniques de l'intelligence artificielle et son omniprésence dans notre vie quotidienne, il convient d'examiner comment cette réalité technologique s'intègre concrètement dans le cadre de l'enseignement secondaire pour répondre aux nouveaux besoins d'apprentissage des élèves.

II. L'IA dans l'enseignement secondaire

1. Pourquoi est-il important d'enseigner l'IA ?

La diffusion rapide des technologies fondées sur l'intelligence artificielle dans la vie quotidienne a mis en évidence leur potentiel à figurer parmi les innovations les plus bouleversantes, tant sur le plan social qu'économique, depuis l'avènement d'Internet. Le milieu scolaire n'échappe pas à ce phénomène. L'IA ne se résume plus à une simple technologie parmi d'autres ; elle s'impose de plus en plus comme une infrastructure cognitive qui façonne la manière dont les élèves recherchent des informations, rédigent, synthétisent, traduisent, prennent des décisions et organisent leur travail. L'OCDE souligne que l'IA générative est déjà largement accessible et souvent utilisée en dehors de tout cadre institutionnel, précisément en raison de sa nature intuitive et polyvalente ; cette situation rend urgente une réponse éducative, et non pas seulement réglementaire.

Une telle réponse pédagogique s'inscrit pleinement dans la continuité des objectifs historiques de l'école : développer l'esprit critique, la culture numérique et la capacité à construire des arguments fondés sur des preuves plutôt que sur une prose fluide mais dénuée de fondement. Lorsque le « transfert de la charge de travail » vers l'IA générative améliore les performances (par exemple, en produisant une dissertation finale plus aboutie) sans pour autant susciter un véritable apprentissage, l'école risque de devenir un lieu axé sur les résultats plutôt que sur la compréhension. L'OCDE met en garde et les enseignants en sont déjà bien conscients : si l'usage de l'IA générative n'est pas guidé par des principes pédagogiques clairs, l'externalisation des tâches risque d'accroître la performance sans pour autant générer de gains d'apprentissage significatifs.

L'IA n'est pas, en réalité, un outil neutre. Les étudiants doivent apprendre à porter un regard critique sur ses implications éthiques, à en comprendre les limites et à envisager ses répercussions socio-économiques potentielles, notamment au regard de leurs futurs choix éducatifs et professionnels. Il ne s'agit pas de diaboliser cette technologie, mais de rester conscient de ses limites et d'accompagner son adoption de manière à protéger les droits et à atténuer les effets négatifs potentiels : respect de la vie privée, équité, non-discrimination, transparence et sécurité.

Par ailleurs, le règlement (UE) 2024/1689 (règlement sur l'intelligence artificielle) classe certains systèmes utilisés dans le domaine de l'éducation comme étant « à haut risque » (par exemple, les systèmes utilisés pour l'accès et l'admission, les devoirs, l'évaluation et la surveillance lors des examens), car ils sont susceptibles d'influer sur les trajectoires de vie et d'amplifier les discriminations.

Il définit également la « culture de l'IA »¹ et instaure une obligation (article 4) pour les fournisseurs et les déployeurs de prendre des mesures visant à garantir un niveau suffisant de culture de l'IA chez les personnes qui exploitent et utilisent ces systèmes. À cette fin, il est nécessaire de rendre visible ce que la facilité d'utilisation tend à occulter : la nécessité de regarder à l'intérieur de la « boîte noire » de l'IA. Compte tenu de l'opacité de cette technologie, les élèves, tout comme les enseignants et, plus largement, le personnel scolaire, doivent comprendre comment les modèles sont entraînés et testés afin d'en évaluer la précision et la fiabilité.

En somme, l'IA à l'école ne relève pas uniquement de la pédagogie ; elle relève aussi de la responsabilité institutionnelle.

2. Pourquoi l'enseignement secondaire ?

Bien que l'éducation au numérique devrait idéalement débiter dès l'école primaire, le secondaire constitue un point d'intervention stratégique, car il coïncide avec trois changements décisifs dans le parcours scolaire des élèves.

Maturité cognitive. Le premier aspect concerne le développement des fonctions exécutives (planification, contrôle attentionnel, gestion des objectifs et des stratégies), qui se poursuit de l'enfance à l'adolescence et est étroitement lié à la réussite scolaire. C'est l'étape où les élèves deviennent capables de mener à bien des tâches plus longues et plus complexes (projets de recherche, travaux de longue haleine, dissertations argumentatives), tout en évoluant dans un cadre éducatif propice à façonner leurs habitudes et leurs critères de qualité.

Développement épistémique. Dans l'enseignement secondaire, des questions telles que « Comment le sais-je ? », « Quelles preuves étayent cette affirmation ? » et « Quelle est la fiabilité de cette source ? » deviennent centrales. L'IA pose ici un défi direct : les textes générés peuvent sembler faire autorité, alors même que leur qualité épistémique (sources, vérifiabilité, cohérence avec des données externes) peut être médiocre, voire inexistante, si les élèves ne disposent pas des outils nécessaires pour les évaluer. Les données de l'enquête PISA de l'OCDE, présentées dans *PISA in Focus* (2021), montrent que la capacité à évaluer la crédibilité et à distinguer les faits des opinions est loin d'être acquise et varie considérablement, notamment en fonction du milieu socio-économique ; l'enseignement explicite de stratégies de lecture critique et d'évaluation de la crédibilité devient donc un enjeu tant d'équité que de qualité.

[1] « On entend par “culture de l'IA” les compétences, les connaissances et la compréhension qui permettent aux fournisseurs, aux déployeurs et aux personnes concernées, compte tenu de leurs droits et obligations respectifs dans le cadre du présent règlement, de procéder à un déploiement éclairé des systèmes d'IA, ainsi que de prendre conscience des opportunités et des risques liés à l'IA et des préjudices éventuels qu'elle peut causer ». Règlement (UE) 2024/1689 (règlement sur l'IA), art. 3, point 56.

Autonomie. Dans le secondaire, la charge de travail à effectuer en dehors de la classe s'accroît (travail en autonomie, devoirs, préparation aux examens) et l'IA générative peut aisément être adoptée dans ces contextes, sans supervision. Les données disponibles indiquent que l'utilisation de l'IA générative augmente considérablement au cours du secondaire, les élèves y ayant recours pour simplifier des tâches, générer des idées ou effectuer des traductions. En l'absence d'encadrement, cela peut engendrer une forme de « paresse métacognitive », où les réponses immédiates fournies par l'IA se substituent à l'effort mental nécessaire à un apprentissage approfondi. Il va sans dire que ce phénomène affecte non seulement l'acquisition des compétences des élèves, mais aussi les capacités qu'ils mettront à profit dans leur future vie professionnelle.

3. Compétences et objectifs d'apprentissage

Une manière efficace de traduire des objectifs généraux et souvent vagues, tels que la « sensibilisation à l'IA », en pratiques pédagogiques et d'évaluation consiste à organiser les compétences en quatre domaines fondamentaux, en cohérence avec les principaux cadres internationaux et le contexte réglementaire européen.

» Compréhension de base de l'IA (ce qu'elle est / ce qu'elle n'est pas).

L'objectif est d'aider les élèves à comprendre que l'intelligence artificielle ne se confond pas avec une forme d'« intelligence humaine », mais s'apparente davantage à un ensemble de techniques capables de reconnaître des schémas, de générer des résultats et de fonctionner à partir de données. Dans cette optique, il est essentiel que les élèves prennent conscience des différences entre les principales catégories de systèmes, telles que la classification, la recommandation et la génération, ainsi que du rôle des données d'entraînement. À cet égard, le cadre de l'UNESCO destiné aux élèves propose des dimensions englobant à la fois des aspects techniques et appliqués et, surtout, une progression articulée autour des niveaux « Comprendre », « Appliquer » et « Créer », ce qui permet de définir des résultats d'apprentissage réalistes et adaptés à l'âge des élèves.

» Vérification critique et qualité épistémique (fiabilité, preuves, biais).

Un deuxième objectif fondamental consiste à développer chez les élèves la capacité de considérer les productions de l'IA comme des textes à examiner de manière critique, plutôt que comme des sources faisant intrinsèquement autorité. Ce domaine englobe des compétences telles que la vérification des faits, la confrontation avec des sources indépendantes, l'évaluation de la fiabilité des sources, l'identification des omissions d'information ainsi que l'analyse des biais et des stéréotypes. Il s'agit, en somme, de compétences déjà au cœur des démarches d'apprentissage de la maîtrise de l'information encouragées par les établissements scolaires, mais qu'il convient désormais d'étendre aux systèmes d'IA générative.

► Éthique et droits (vie privée, équité, non-discrimination, sécurité).

Un autre objectif est de permettre aux étudiants de reconnaître les situations dans lesquelles l'utilisation de l'IA peut porter atteinte aux droits fondamentaux, par exemple en matière de protection des données personnelles, de profilage ou de génération de discriminations. Les étudiants devraient également être en mesure d'identifier les principales mesures correctives pouvant être adoptées, telles que la minimisation des données, la supervision humaine, la possibilité de contester les décisions et l'exigence de transparence. Le règlement sur l'IA (2024) souligne explicitement tant la nécessité de promouvoir la culture de l'IA que la sensibilité particulière du secteur de l'éducation, dans la mesure où les décisions et les évaluations reposant sur des systèmes automatisés peuvent affecter de manière significative le parcours de vie des étudiants et contribuer à la reproduction des inégalités.

► Utilisation responsable dans le contexte scolaire (intégrité, transparence, documentation).

Le dernier volet concerne la définition et l'évaluation de pratiques d'étude équitables et transparentes. Il ne s'agit pas simplement de décider s'il convient d'interdire ou d'autoriser l'usage de l'IA. Il s'agit plutôt d'apprendre aux étudiants à discerner les situations où son utilisation est acceptable, par exemple pour la génération d'idées, la révision ou la simulation de questions. Il convient également de préciser quelles formes d'utilisation doivent être déclarées, comment le processus doit être documenté et comment distinguer un usage d'appoint d'une substitution induite au travail personnel. À cet égard, les données recueillies par l'OCDE s'avèrent particulièrement utiles : de nombreux enseignants reconnaissent le potentiel pédagogique de ces outils tout en s'inquiétant des risques pour l'intégrité académique, en l'absence de cadre réglementaire clair. Une utilisation de l'IA encadrée et structurée sur le plan pédagogique apparaît donc essentielle pour limiter les usages contraires à l'éthique ainsi que les formes de dépendance excessive à l'outil.

4. Exemples internationaux de bonnes pratiques

L'intégration de l'intelligence artificielle dans les systèmes scolaires progresse actuellement à des rythmes et selon des modalités variés. Toutefois, les comparaisons internationales mettent en évidence plusieurs tendances récurrentes : premièrement, l'intégration de l'IA en tant que contenu explicite des programmes scolaires ; deuxièmement, le renforcement de la formation des enseignants et des infrastructures ; et troisièmement, l'élaboration de cadres éthiques et pédagogiques visant à éviter que l'adoption de l'IA ne se réduise à une utilisation purement instrumentale ou non régulée des technologies génératives. Les cas examinés ci-après diffèrent par leur ampleur ou leur degré d'institutionnalisation, mais ils revêtent une importance particulière en ce qu'ils illustrent divers modèles d'intégration éducative de l'IA.

Les Émirats arabes unis représentent l'un des exemples les plus aboutis d'intégration systémique de l'IA dans le parcours scolaire. Le programme CCDI (*Computing, Creative Design and Innovation* – Informatique, design créatif et innovation) avait déjà été distingué par l'UNESCO comme un modèle d'approche interdisciplinaire, capable d'articuler informatique, design, ingénierie, développement durable et communication visuelle dans une logique d'apprentissage par projet. Plus récemment, le pays a renforcé cette dynamique en introduisant, dès l'année scolaire 2025-2026, un enseignement de l'IA dans les écoles publiques couvrant l'ensemble du cursus (de la maternelle à la fin du secondaire). Ce programme met l'accent sur les concepts fondamentaux, les données et les algorithmes, l'utilisation de logiciels, la sensibilisation aux enjeux éthiques, les applications concrètes ainsi que le design. Ce qui rend ce cas particulièrement intéressant, ce n'est pas seulement la présence de la discipline en tant que telle, mais le fait qu'elle s'inscrive dans une stratégie plus large de culture technologique et d'innovation éducative, dépassant la simple dimension technique.

La Corée du Sud a adopté une approche différente, dans laquelle l'IA est étroitement liée à la personnalisation de l'apprentissage et à la transformation numérique du système scolaire. Le ministère coréen de l'Éducation a prévu l'introduction de manuels numériques intégrant l'IA ainsi que de modèles pédagogiques favorisant la collaboration entre les enseignants et des outils d'aide fondés sur l'IA ; dès 2023, le plan de réforme mentionnait explicitement un apprentissage personnalisé coordonné par les enseignants et des « enseignants assistants dotés d'une IA ». En 2024, le ministère a confirmé l'adoption de 76 de ces manuels numériques, destinés à être utilisés à partir de 2025 dans certaines classes du primaire et du secondaire pour des matières telles que l'anglais, les mathématiques et la programmation, le tout s'accompagnant d'investissements dans la formation des enseignants et les infrastructures. Sur le plan réglementaire, la Corée du Sud avait déjà défini, entre 2022 et 2024, des principes régissant l'utilisation sûre de l'IA dans le domaine de l'éducation.

Outre-Atlantique, les États-Unis ne disposent toujours pas de programme scolaire national centralisé, mais ils ont exercé une influence internationale considérable grâce à l'élaboration de cadres et de ressources largement adoptés. L'initiative AI4K12, en particulier, a structuré l'enseignement de l'IA autour de « cinq idées clés » et de grilles de progression adaptées aux tranches d'âge, dans le but d'offrir aux concepteurs de programmes et aux systèmes scolaires un cadre commun de concepts, de compétences et d'objectifs d'apprentissage. Parallèlement, le MIT a développé, via le programme RAISE, des programmes spécifiques pour le collège qui intègrent l'IA et l'éthique au travers d'activités pratiques et d'une démarche de conception axée sur des problèmes du monde réel.

[1] « K-12 » est un terme principalement utilisé aux États-Unis pour désigner l'ensemble du cursus d'enseignement primaire et secondaire, de la maternelle jusqu'à la 12e année. Il concerne généralement les élèves âgés d'environ 5 à 18 ans.

Enfin, dans le paysage éducatif européen fragmenté, le modèle estonien présente un intérêt particulier car il allie prudence pédagogique et expérimentation de pointe. Le programme « AI Leap » a été conçu comme une initiative nationale visant à intégrer des outils et des compétences liés à l'IA dans le système éducatif, impliquant initialement les élèves de 10^e et 11^e année et prévoyant un plan de formation pour des milliers d'enseignants.

L'aspect peut-être le plus pertinent réside dans le fait que cette initiative ne se contente pas d'offrir un accès à des agents conversationnels (chatbots) commerciaux ; elle cherche à développer des applications d'apprentissage conçues non pas pour fournir directement des réponses, mais pour guider les élèves dans la planification de leur travail, la recherche de solutions et la formulation autonome de conclusions. En ce sens, l'Estonie constitue un exemple d'intégration « maîtrisée » de l'IA, où l'objectif affiché n'est pas simplement d'accroître l'usage de la technologie, mais de lui donner un sens pédagogique et de la rendre compatible avec l'autonomie cognitive des élèves.

Dans leur ensemble, ces cas internationaux illustrent quatre modèles distincts d'intégration de l'IA dans l'éducation : un modèle d'intégration systémique, centralisée et précoce (Émirats arabes unis) ; un modèle d'apprentissage personnalisé étroitement lié à la réforme numérique (Corée du Sud) ; un modèle fondé sur un cadre de référence, axé sur l'orientation conceptuelle et le soutien aux programmes scolaires (États-Unis) ; et un modèle prudent, à vocation pédagogique, conçu pour préserver l'autonomie cognitive des élèves (Estonie).



[1] Une brève comparaison avec le cas de la Lituanie pourrait également s'avérer utile. En Lituanie, l'intégration de l'IA s'opère actuellement principalement par le biais de politiques plus larges en matière de compétences numériques, de programmes d'informatique et d'initiatives individuelles, plutôt que par un programme national systématique consacré à l'IA.

III. L'IA au service de la citoyenneté numérique et de l'éducation STIAM

1. L'IA au service de la citoyenneté numérique

L'intelligence artificielle fait déjà partie du quotidien numérique. Elle façonne ce que les internautes voient en ligne, qu'il s'agisse de recommandations, de résultats de recherche, de légendes, d'agents conversationnels ou de contenus suggérés, souvent sans même que les utilisateurs ne s'en aperçoivent. Par conséquent, la citoyenneté numérique implique aujourd'hui de comprendre comment l'IA influence les expériences, les informations et les décisions en ligne.

Cela revêt une importance particulière, car l'IA ne se limite pas à organiser du contenu ; elle peut également façonner les croyances, les émotions et les actions. Un étudiant pourrait accorder sa confiance à une vidéo réaliste, réagir à un message convaincant ou se fier à du contenu généré par l'IA sans en vérifier l'exactitude. À mesure que les textes, images, contenus audio et vidéo générés par l'IA se généralisent, il devient plus facile pour des contenus faux ou trompeurs de paraître crédibles.

Par conséquent, pour être des citoyens numériques responsables aujourd'hui, les élèves devraient adopter les habitudes suivantes :

- 1 Faites une pause avant de réagir :** prenez un moment pour assimiler les contenus à forte charge émotionnelle ou sensationnalistes avant de les aimer, de les partager ou de les commenter.
- 2 Vérifier l'exactitude (le test « Vrai » vs « Réaliste ») :** gardez à l'esprit que, bien que le contenu généré par l'IA soit un fichier numérique « réel », il ne reflète pas nécessairement un événement authentique. Procédez toujours à des recoupements avec des sources fiables.
- 3 Réfléchissez de manière critique :** interrogez-vous sur l'intention derrière un contenu médiatique. Pourquoi a-t-il été créé et à qui profite-t-il ?
- 4 Protégez votre vie privée :** soyez attentif aux données que vous partagez avec les outils et plateformes d'IA, et comprenez comment votre empreinte numérique est suivie.
- 5 Évaluer l'impact de l'IA :** réfléchissez à la manière dont les images ou les textes générés par l'IA pourraient affecter autrui, par exemple en propageant de la désinformation ou en créant des « deepfakes » qui nuisent à la réputation.
- 6 Pratiquez l'empathie numérique :** n'oubliez pas que derrière chaque écran se trouve une personne ; faites preuve de bienveillance, même lors d'interactions dans des espaces automatisés ou anonymes.

► Trois défis majeurs : la vérité, la vie privée et l'équité.

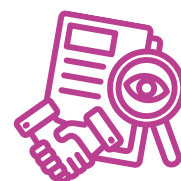
L'un des défis majeurs posés par l'IA est **la question de la vérité**. L'IA permet de générer très rapidement de grandes quantités de textes, d'images, de contenus audio et de vidéos, facilitant ainsi une propagation inédite de contenus faux ou trompeurs. Une citation inventée, une image retouchée ou une vidéo truquée (deepfake) peuvent paraître crédibles, surtout lorsqu'elles sont diffusées dans un contexte émotionnel ou d'urgence. Par conséquent, il devient plus difficile de déceler la **désinformation**, ce qui rend l'esprit critique d'autant plus essentiel.

Les deepfakes le démontrent clairement, comme le montre par exemple la vidéo « This is not Morgan Freeman – A Deepfake Singularity ».

L'IA permet de créer des vidéos ou des enregistrements audio donnant l'impression qu'une personne a dit ou fait quelque chose qui ne s'est jamais produit. Même lorsque ce contenu est ultérieurement démasqué comme étant faux, les dommages causés à la réputation d'une personne ou à la confiance du public peuvent déjà être irréversibles. Pour les élèves, cela signifie qu'ils ne peuvent plus accepter passivement les contenus en ligne. Voir ou entendre quelque chose ne suffit pas pour y croire ; ils doivent prendre l'habitude de remettre en question les informations, d'en vérifier la source et de les confronter à d'autres sources fiables avant de les partager ou de les tenir pour vraies.

La confidentialité constitue un deuxième défi majeur. De nombreux outils d'IA collectent ou stockent les données saisies par les utilisateurs ; le partage d'informations personnelles ou sensibles peut donc engendrer des risques réels. Il peut s'agir, par exemple, de noms, de mots de passe, de documents privés, de photos ou de conversations. Les citoyens numériques responsables comprennent que la commodité ne doit pas se faire au détriment de la sécurité ; ils doivent également respecter la vie privée d'autrui en s'abstenant de partager l'image, la voix ou les propos d'une autre personne sans son autorisation.

Le troisième défi est celui de **l'équité**. Comme les systèmes d'IA apprennent à partir de données, ils peuvent refléter ou renforcer des stéréotypes et des biais. Cela peut conduire à des résultats inéquitables ou préjudiciables, en particulier lorsque certains groupes sont mal représentés ou exclus. C'est pourquoi les utilisateurs responsables ne doivent pas considérer l'IA comme neutre. Ils doivent se demander qui pourrait être lésé, qui est absent et si les résultats traitent les personnes de manière équitable.



[1] https://www.youtube.com/watch?v=oxXpB9pSETo&list=PLxgMOEESA8vgmkkQM_jsD94AZfH9Ve2Vd&index=4

► Utilisation responsable : une boîte à outils pratique

L'IA faisant désormais partie du quotidien en ligne, une citoyenneté numérique responsable implique de l'utiliser avec discernement, honnêteté et respect d'autrui. L'objectif n'est pas d'éviter l'IA, mais de faire des choix réfléchis lors de la lecture, du partage ou de la création de contenu. Avant de partager du contenu en ligne, posez-vous la question suivante :

- **Ai-je fait une pause avant de réagir ?** Les bons citoyens numériques ne diffusent pas de contenu de manière impulsive.
- **Ai-je vérifié la source ?** Une participation responsable en ligne implique de se soucier de la vérité, de l'exactitude et des preuves.
- **Ai-je cherché des éléments probants ?** Une seule publication, une vidéo ou une image ne suffit pas. Il convient de les comparer avec des sources fiables.
- **Ai-je pris en compte l'intention ?** Demandez-vous pourquoi ce contenu a été publié et qui pourrait tirer profit du fait que les gens le croient ou le partagent.
- **Ai-je réfléchi à l'impact ?** Avant de partager, demandez-vous si le contenu pourrait nuire à la réputation, à la sécurité, à la vie privée ou à la dignité d'une personne.



La citoyenneté numérique englobe également la manière dont les individus utilisent eux-mêmes l'IA. Lorsque l'IA aide à rédiger, résumer, traduire ou créer des visuels, l'honnêteté est primordiale. Les citoyens responsables n'utilisent pas l'IA pour induire autrui en erreur, usurper l'identité d'autrui, diffuser des contenus nuisibles ou se soustraire à leurs responsabilités. Ils respectent aussi le consentement, en particulier lorsque l'image, la voix ou les propos d'une autre personne sont en jeu.

Ainsi, la citoyenneté numérique à l'ère de l'IA ne se résume pas à une bonne utilisation de la technologie. Elle implique de participer aux espaces numériques de manière honnête, respectueuse et responsable.

► Une activité simple en classe peut aider les élèves à mettre en pratique la citoyenneté numérique.

Les élèves examinent une publication, une image, une citation ou une affirmation générée par l'IA suspecte et recherchent des signaux d'alerte tels que l'absence de sources, un langage chargé d'émotion ou des preuves fragiles. Ils vérifient ensuite l'information à l'aide de deux sources fiables et déterminent si elle est digne de confiance, trompeuse, fausse ou peu claire.

Une seconde option consiste à examiner une réponse générée par l'IA pour en vérifier l'exactitude et déceler d'éventuels biais ou problèmes liés à la confidentialité. Cela aide les élèves à s'exercer à vérifier les informations, à remettre en question les résultats obtenus et à prendre des décisions responsables en ligne.

2. L'IA pour l'enseignement des STIAM

L'IA est étroitement liée à l'enseignement des disciplines STIAM, car elle conjugue résolution de problèmes, créativité, expérimentation et esprit critique. Dans les domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie, des arts et des mathématiques, les élèves sont amenés à explorer des idées, à tester des solutions et à expliquer leur raisonnement. L'IA peut soutenir ces démarches en les aidant à formuler des questions, à comparer différentes options et à élaborer de nouvelles idées.

Parallèlement, ce lien fonctionne également dans l'autre sens : les disciplines STIAM peuvent constituer un point d'entrée naturel pour appréhender l'IA. En mathématiques, l'étude des algorithmes aide les élèves à comprendre comment l'IA suit des étapes, détecte des schémas et prend des décisions. En biologie, l'étude des neurones peut ouvrir la voie à une discussion sur les réseaux de neurones artificiels et la manière dont ils s'inspirent du cerveau humain. Dans le domaine artistique, l'exploration du processus de création d'une image, d'une peinture ou d'un design peut susciter des interrogations sur la façon dont l'IA génère du contenu visuel. Ainsi, les STIAM ne tirent pas seulement profit de l'IA ; elles fournissent également aux élèves les outils et les exemples nécessaires pour comprendre le fonctionnement de cette technologie.

► Ce que l'IA peut faire dans les classes STIAM

L'IA peut soutenir les classes STIAM de manière pratique et flexible. Elle peut aider les élèves à formuler des questions, à résumer des informations, à expliquer des concepts, à visualiser des idées et à explorer différentes approches pour résoudre un problème. Cela s'avère particulièrement utile dans l'apprentissage STIAM, où les élèves passent souvent par des cycles de test, de révision et d'amélioration de leur travail.

En sciences, l'IA peut aider à repérer des modèles dans les données et faciliter l'interprétation des résultats. En ingénierie, elle peut suggérer des variantes de conception et aider les élèves à réfléchir aux contraintes ou aux améliorations possibles. En mathématiques, elle peut présenter plusieurs méthodes pour résoudre un problème ou expliquer un concept en termes plus simples. Dans le domaine artistique, elle peut inspirer de nouveaux styles, des ébauches et des expérimentations créatives.

Toutefois, l'objectif pédagogique n'est pas de laisser l'IA accomplir la tâche à la place de l'élève. Il s'agit plutôt d'utiliser l'IA de manière à renforcer la compréhension, le raisonnement et la participation active au processus d'apprentissage.

► L'IA comme outil d'investigation et de réflexion fondée sur les données

L'un des usages les plus pertinents de l'IA dans l'enseignement des disciplines STIAM réside dans l'apprentissage par investigation. Les élèves peuvent recourir à l'IA pour affiner leurs questions de recherche, formuler des hypothèses, organiser leurs investigations et réfléchir aux variables envisageables. Cela leur permet de passer de la simple curiosité à une exploration plus ciblée et structurée.

L'IA peut également favoriser une approche fondée sur les données en aidant les élèves à repérer des tendances, à comparer des résultats et à présenter leurs conclusions plus clairement. Elle peut, par exemple, aider à interpréter des graphiques, à expliquer des modèles ou à suggérer des méthodes pour organiser des mesures. Ces aides rendent l'analyse des données plus accessible et plus significative, en particulier pour les jeunes apprenants.

Toutefois, l'accompagnement de l'enseignant est essentiel pour transformer ces interactions avec l'IA en compétences d'apprentissage durables. Les enseignants aident les élèves à interpréter et à contextualiser les retours de l'IA dans le cadre spécifique de leur expérience, plutôt que de les accepter comme une réponse d'ordre général. Ils peuvent également établir un lien explicite entre les informations générées par l'IA et le raisonnement scientifique, en montrant comment les modèles, les variables et les preuves conduisent à des conclusions plus solides.

Parallèlement, les élèves doivent apprendre à vérifier les interprétations générées par l'IA. Ils doivent confronter les suggestions à des preuves concrètes, à des sources fiables et à leurs propres observations. Les enseignants peuvent renforcer ce processus en demandant aux élèves d'expliquer pourquoi ils ont accepté, adapté ou rejeté une suggestion de l'IA en s'appuyant sur des preuves empiriques. Utilisée de cette manière, l'IA devient un soutien à la démarche d'investigation et à la prise de décision critique, plutôt qu'un moyen de contourner la réflexion scientifique.

► L'IA dans la conception, l'ingénierie et la fabrication



Dans les projets de conception et d'ingénierie, l'IA peut aider les élèves à passer plus rapidement de l'idée au prototype. Elle permet de générer des solutions potentielles, de suggérer des matériaux ou des structures, d'apporter une aide à la programmation de base et de faciliter la résolution de problèmes lors de la phase de fabrication. Ces atouts la rendent particulièrement utile dans le cadre d'une pédagogie axée sur la création (« maker-centered learning »), où les élèves testent, révisent et améliorent leurs conceptions.

L'IA est précieuse notamment parce qu'elle favorise l'itération. Au lieu de se contenter d'une seule idée, les élèves peuvent explorer des alternatives, comparer les points forts et les points faibles, et perfectionner leurs projets étape par étape. Cette approche encourage une mentalité d'ingénieur plus authentique, fondée sur la résolution de problèmes et la révision.

Pour autant, l'essentiel de l'apprentissage repose toujours sur les décisions prises par les élèves. Il leur revient d'évaluer si une suggestion de l'IA est réaliste, sûre, fonctionnelle et adaptée à la tâche. L'outil peut soutenir le processus, mais l'apprenant demeure responsable de la conception finale.

► L'IA et la créativité dans les arts

L'IA peut également enrichir la créativité dans l'enseignement artistique en aidant les élèves à expérimenter la forme, le style et l'expression. Elle peut soutenir des activités telles que la génération de variantes visuelles, l'élaboration de storyboards, la suggestion d'idées musicales ou l'exploration de l'impact des changements de ton, de couleur ou de perspective sur le sens. Cela permet d'aborder le travail créatif dans une optique plus ouverte et exploratoire.

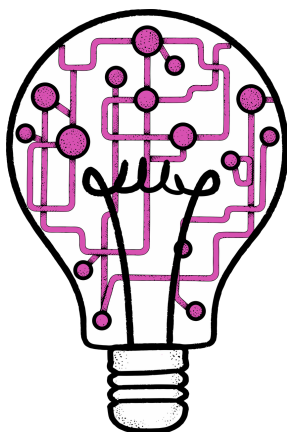
Lorsqu'elle est utilisée de manière réfléchie, l'IA aide les élèves à concevoir la créativité comme un processus consistant à tester, réviser et façonner des idées. Si elle peut être source d'inspiration, elle ne se substitue pas à la voix, à l'intention ou à l'interprétation personnelles. Les élèves demeurent les créateurs qui décident de la signification de leur œuvre et de la manière dont elle doit être développée.

Cela ouvre également la voie à des échanges importants sur l'originalité, la paternité de l'œuvre et l'éthique. En ce sens, l'IA dans le domaine artistique n'est pas seulement un outil de création, mais aussi un point de départ pour réfléchir à la manière dont les œuvres sont conçues et valorisées.

Conclusion

L'IA occupe une place importante dans l'éducation, tant en matière de citoyenneté numérique que dans l'enseignement des disciplines STIAM. Pour la citoyenneté numérique, elle aide les élèves à exercer leur esprit critique face aux informations, aux biais, à la protection de la vie privée, à l'éthique et aux comportements responsables en ligne. Dans le domaine des STIAM, elle favorise la démarche d'investigation, la résolution de problèmes, la conception, l'analyse de données et la créativité.

Ces deux domaines démontrent que l'IA doit être considérée à la fois comme un outil d'apprentissage et comme un sujet que les élèves doivent appréhender avec un esprit critique. L'objectif n'est pas de remplacer la pensée humaine, mais d'aider les apprenants à utiliser la technologie de manière éclairée, créative et responsable.



IV. Former les enseignants à enseigner et à utiliser l'intelligence artificielle

Introduction

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans l'éducation transforme à la fois les pratiques pédagogiques et le rôle professionnel des enseignants. On n'attend plus des éducateurs qu'ils se contentent de transmettre des connaissances ; ils deviennent de plus en plus des concepteurs d'environnements d'apprentissage, guidant les élèves dans une utilisation critique et responsable des technologies numériques. Comme le souligne l'OCDE, les enseignants sont appelés à créer des expériences d'apprentissage qui intègrent efficacement la technologie tout en favorisant l'engagement et la collaboration des élèves (OCDE, 2019).

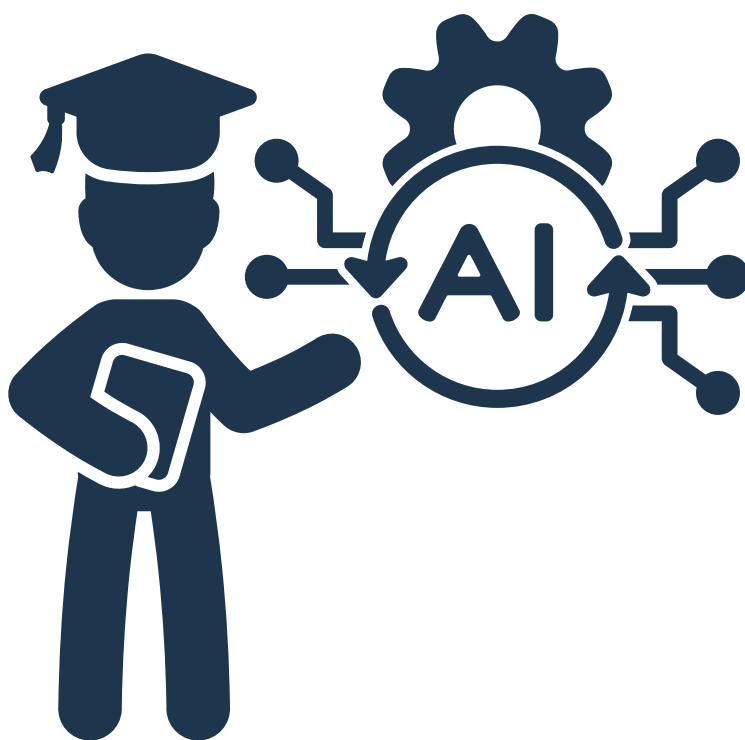
Les discussions internationales sur l'IA dans l'éducation soulignent systématiquement que la technologie doit soutenir les enseignants plutôt que les remplacer. Si les outils d'IA peuvent faciliter la différenciation, l'évaluation et l'apprentissage personnalisé, le jugement professionnel, la responsabilité éthique et la prise de décision doivent demeurer entre les mains des éducateurs.

Parallèlement, l'intégration de l'IA pose des défis importants. Les enseignants ont besoin de nouvelles compétences, les établissements scolaires doivent se doter de stratégies claires et les systèmes éducatifs sont tenus de repenser leurs approches en matière d'évaluation, de gestion de classe et de littératie numérique. La formation des enseignants doit donc conjuguer maîtrise technologique et réflexion pédagogique et éthique.

En pratique, les établissements scolaires qui intègrent l'IA avec succès ne se concentrent généralement pas uniquement sur les outils, mais aussi sur la collaboration et le développement professionnel. Par exemple, dans un collège, les enseignants ont participé à des ateliers réguliers au cours desquels ils ont testé ensemble des outils d'IA, débattu des questions éthiques et repensé leurs activités pédagogiques. Ils ont indiqué que cette expérimentation collaborative avait renforcé leur confiance et les avait aidés à identifier des usages pertinents de l'IA, plutôt que de l'utiliser simplement parce qu'il s'agissait d'une nouvelle technologie.

De même, de nombreux éducateurs commencent à adapter leurs pratiques en matière de devoirs et d'évaluation pour tenir compte de l'IA. Plutôt que de se limiter aux résultats finaux, les enseignants privilégient de plus en plus le processus d'apprentissage lui-même ; ils demandent aux élèves d'expliquer comment ils ont utilisé l'IA, de réfléchir à leurs décisions et d'évaluer de manière critique le contenu généré. Cette évolution favorise une plus grande responsabilisation des élèves ainsi que le développement de leur esprit critique.

En s'appuyant sur des principes internationaux, des expériences pratiques et des observations empiriques, ce chapitre présente une stratégie de préparation des enseignants à l'intégration de l'IA, englobant les dimensions technologique, pédagogique et éthique.



1. Formation des enseignants

La formation des enseignants englobe des dimensions technologiques, pédagogiques et éthiques. Les enseignants doivent comprendre les principes de l'IA et être capables de les intégrer dans les cours ainsi que dans les processus d'évaluation, tout en conservant un esprit critique. Une intégration réussie des technologies numériques exige non seulement des compétences techniques, mais aussi une compréhension pédagogique et une conscience éthique ; les enseignants doivent ainsi adapter leurs pratiques d'apprentissage et d'évaluation à ces nouveaux outils (OCDE, 2020).

Le contexte institutionnel (politique de l'établissement et soutien de la direction) joue également un rôle essentiel. Sans soutien structurel, l'intégration de l'IA reste souvent fragmentée et inefficace. Les établissements ont donc besoin de stratégies numériques claires, d'un encadrement par la direction et d'opportunités d'apprentissage professionnel collaboratif.

La culture de l'IA, définie comme la capacité à évaluer de manière critique les technologies d'IA, à en comprendre les capacités et les limites, ainsi qu'à appréhender les biais algorithmiques et la fiabilité des données, constitue une autre compétence essentielle. Les enseignants doivent non seulement comprendre le fonctionnement des outils d'IA, mais aussi savoir les utiliser de manière responsable dans un contexte éducatif.

La transformation éducative implique de passer du simple transfert de connaissances à la conception de situations d'apprentissage, à l'évaluation différenciée et au développement de l'esprit critique des élèves. L'intégration de l'IA dans l'éducation exige donc des enseignants qu'ils repensent leurs méthodes pédagogiques, leurs pratiques en matière de devoirs et leurs approches d'évaluation, de manière à favoriser l'apprentissage actif et la réflexion.

Une approche systémique souligne que l'intégration de l'IA ne se résume pas à l'utilisation d'une technologie ; il s'agit d'une refonte du processus d'enseignement et d'apprentissage où le professionnalisme, la réflexion et la responsabilité éthique de l'enseignant demeurent au cœur de la démarche.

Par exemple, un enseignant peut utiliser des contenus générés par l'IA pour différencier les tâches en fonction des capacités des élèves, tout en évaluant la qualité et la pertinence du matériel. L'IA peut également soutenir l'évaluation formative en fournissant une rétroaction immédiate ou en identifiant les lacunes d'apprentissage, mais la responsabilité de l'interprétation, de la notation et des décisions finales doit incomber à l'enseignant.

2. Connaissances et compétences requises pour les éducateurs en IA

Une formation efficace des enseignants doit aborder les dimensions technologiques, pédagogiques et éthiques de l'IA. Les éducateurs ont besoin d'une compréhension de base du fonctionnement de l'IA, de la capacité à intégrer des outils d'IA dans l'enseignement et l'évaluation, ainsi que des compétences nécessaires pour en évaluer l'usage de manière critique et responsable. L'intégration des technologies numériques dans l'éducation ne se limite pas au développement de compétences techniques ; elle requiert également des connaissances pédagogiques et une conscience éthique, afin d'adapter les méthodes d'enseignement et les pratiques d'évaluation aux opportunités et aux défis que présente l'IA (OCDE, 2020).

L'objectif de la formation à l'IA n'est pas de faire des enseignants des programmeurs ou des experts en IA. Il s'agit plutôt de les doter des connaissances, de la confiance et des compétences pratiques nécessaires pour utiliser l'IA efficacement et pour accompagner les élèves dans une société où cette technologie joue un rôle croissant dans l'apprentissage, la communication et la vie quotidienne.

La réussite de l'adoption de l'IA dans l'enseignement dépend également du contexte institutionnel, notamment des politiques scolaires et de l'engagement de la direction. Lorsque les établissements ne définissent pas d'orientations claires ni n'offrent de soutien organisationnel, les initiatives liées à l'IA manquent souvent de cohérence et ont un impact limité. C'est pourquoi les écoles devraient mettre en place des stratégies numériques cohérentes, favoriser un leadership porteur et créer des opportunités permettant aux enseignants d'apprendre les uns des autres grâce à la collaboration, à l'expérimentation et au partage d'expériences vécues en classe.

Il est tout aussi important pour les éducateurs de développer une culture de l'IA. Les enseignants doivent comprendre à la fois les capacités et les limites des technologies d'IA et savoir les utiliser de manière responsable dans le cadre de l'enseignement et de l'apprentissage. Cela implique d'évaluer de manière critique les contenus générés par l'IA, de repérer les biais éventuels, de prendre des décisions éclairées quant à la pertinence de son utilisation et de veiller à ce que les informations sensibles ou permettant d'identifier personnellement les élèves ne soient jamais communiquées à des systèmes d'IA. La préservation de la vie privée des élèves et la protection de leurs données doivent demeurer une responsabilité fondamentale.

La transformation de l'éducation nécessite également le développement de nouvelles compétences pédagogiques. Les enseignants doivent être capables de déterminer quand l'IA apporte une réelle valeur ajoutée sur le plan éducatif et quand son utilisation s'avère inutile ou contre-productive. Cela implique souvent de repenser les pratiques en matière de devoirs et d'évaluation. Plutôt que de se limiter au résultat final, les enseignants doivent davantage se concentrer sur le processus d'apprentissage lui-même, en prenant en compte le raisonnement, la réflexion, la créativité et la capacité des élèves à évaluer de manière critique les productions générées par l'IA.

L'IA peut également servir d'outil d'aide pour favoriser l'inclusion et la différenciation pédagogique. Par exemple, les enseignants peuvent utiliser des outils d'IA pour simplifier des textes, générer d'autres types d'explications ou adapter les supports pédagogiques aux besoins éducatifs particuliers des élèves. Parallèlement, les éducateurs doivent veiller à ce que les élèves continuent de développer leur esprit critique et leurs compétences en résolution de problèmes.

» Non requis

- Connaissances approfondies en programmation.
- Capacité à créer des modèles DI.

L'application du modèle TPACK (connaissances technologiques, pédagogiques et du contenu) dans le contexte de la différenciation pédagogique permet d'intégrer les connaissances relatives au contenu, à la pédagogie et à la technologie tout en conservant une maîtrise méthodologique. Mishra et Koehler (2006, p. 1020) affirment :

Un enseignement efficace intégrant la technologie nécessite une connaissance du contenu, de la pédagogie et de la technologie, ainsi que de la manière dont ces éléments s'articulent dans la pratique.



3. Surmonter les obstacles : ressources, confiance en soi et idées reçues



Les obstacles technologiques sont souvent moins importants que les défis méthodologiques et psychologiques. L'un des facteurs clés de la réussite de l'intégration de l'IA est la confiance des enseignants dans l'utilisation des technologies numériques. Cette confiance dépend non seulement de l'accès aux outils, mais aussi du soutien de l'établissement, des possibilités de formation et de la collaboration entre collègues (OCDE, 2020).

Les enseignants qui participent à des activités de mentorat, d'apprentissage entre pairs et de communautés professionnelles réflexives sont généralement plus enclins à expérimenter de nouvelles technologies et à les intégrer dans leur pratique pédagogique quotidienne. Les environnements scolaires favorables jouent donc un rôle crucial pour réduire l'incertitude et encourager l'innovation.

La confiance dans l'utilisation de la technologie peut également varier en fonction des expériences antérieures des enseignants avec les outils numériques et de leur parcours professionnel. Dans certains cas, les enseignants plus jeunes peuvent se sentir plus à l'aise pour expérimenter de nouvelles technologies, tandis que les enseignants plus expérimentés s'appuient souvent sur une expertise pédagogique et des compétences en gestion de classe plus solides. Toutefois, ces différences ne doivent pas être perçues comme des limites, mais plutôt comme des atouts complémentaires susceptibles de favoriser l'apprentissage collaboratif entre collègues.

Idées reçues courantes

- 1** L'IA remplacera les enseignants.
- 2** L'IA réduira la responsabilité pédagogique.
- 3** L'IA automatisera entièrement l'évaluation.

Plusieurs idées fausses continuent d'influencer les débats sur l'IA à l'école. Certains enseignants craignent que l'IA ne finisse par remplacer les éducateurs, ne réduise la responsabilité pédagogique ou n'automatise entièrement les processus d'évaluation et de prise de décision. D'autres redoutent qu'une utilisation croissante de l'IA n'affaiblisse l'esprit critique des élèves ou ne réduise la qualité des interactions entre enseignants et élèves.

Toutefois, ces suppositions peuvent être trompeuses. Des organisations internationales telles que l'UNESCO soulignent que l'IA doit être considérée comme un outil de soutien plutôt que comme un substitut aux enseignants. Le rôle de l'IA est d'épauler les éducateurs dans des domaines tels que la personnalisation, le retour d'information et les tâches administratives, tandis que le jugement professionnel, la responsabilité éthique et la prise de décision pédagogique demeurent entre les mains des enseignants.

Pour que l'IA soit mise en œuvre de manière responsable, les établissements scolaires ont besoin de directives éthiques claires, d'une formation des enseignants et d'un soutien institutionnel. Les enseignants doivent comprendre aussi bien les possibilités que les limites de l'IA, y compris les questions relatives à la confidentialité des données, aux biais, à la transparence et à l'intégrité académique. Des échanges ouverts sur ces défis peuvent contribuer à apaiser les craintes et à favoriser une compréhension plus équilibrée et réaliste de l'IA dans le domaine de l'éducation.

En fin de compte, la réussite de l'intégration ne repose pas sur le remplacement des enseignants par la technologie, mais sur le renforcement de leur capacité à utiliser l'IA de manière critique, responsable et pédagogique.

4. Exemples de formation et de développement professionnel

La formation professionnelle efficace pour l'intégration de l'IA repose sur l'expérience pratique, la collaboration et une réflexion continue. Les enseignants apprennent le plus efficacement lorsqu'ils peuvent appliquer directement les outils d'IA dans leur propre contexte d'enseignement, expérimenter la conception de leçons et échanger sur les résultats avec leurs collègues (OCDE, 2020).

Les communautés d'apprentissage collaboratif, le mentorat par les pairs et les échanges réflexifs aident les enseignants à renforcer tant leur confiance que leurs compétences pédagogiques. Le partage des réussites, des défis et des préoccupations éthiques favorise une intégration de l'IA plus significative et plus durable au sein des établissements scolaires.

En revanche, les ateliers ponctuels s'avèrent souvent insuffisants, car ils offrent rarement assez de temps pour la mise en pratique ou le développement de compétences à long terme. Le développement professionnel est donc plus efficace lorsqu'il s'inscrit dans la continuité, qu'il est axé sur la pratique et intégré au quotidien de l'enseignement.

Principes structurels de l'apprentissage continu

- 1 Cohérence** – des séances de réflexion régulières et des cycles de formation.
- 2 Inclusion** – participation active, échanges entre pairs et création de scénarios d'IA partagés.
- 3 Réflexion** – analyse des réussites et des échecs, et justification des décisions pédagogiques.

Exemple concret : un groupe d'enseignants intègre l'IA dans des cours de mathématiques en utilisant des tâches générées par des algorithmes. À la fin de chaque semaine, ils évaluent quelles tâches étaient appropriées et lesquelles ne l'étaient pas. Cette pratique renforce non seulement la confiance des enseignants, mais aide également à identifier les limites potentielles des outils d'IA. L'UNESCO (2021, p. 16) souligne :



La formation professionnelle continue, soutenue par une réflexion collaborative, est essentielle pour permettre aux éducateurs d'utiliser efficacement les outils d'IA tout en respectant les normes éthiques et en faisant preuve de discernement professionnel.

5. Pratiques générales dans les établissements scolaires et études de cas

L'intégration efficace de l'IA dans les établissements scolaires repose sur plusieurs décisions institutionnelles importantes. Tout d'abord, les écoles doivent se doter de politiques claires et de directives éthiques concernant l'IA. Les enseignants et les élèves doivent comprendre comment utiliser les outils d'IA de manière responsable, quelles données peuvent être partagées, ainsi que la manière dont la confidentialité et l'intégrité académique seront préservées. Des règles claires permettent de réduire l'incertitude et favorisent une utilisation plus cohérente de l'IA au sein de l'établissement.

Deuxièmement, les pratiques d'évaluation doivent s'adapter à l'utilisation croissante de l'IA. L'évaluation, qu'elle soit formative ou sommative, ne doit pas se limiter aux productions finales, mais également prendre en compte les processus d'apprentissage des élèves, leur esprit critique et leur usage responsable des outils d'IA. La transparence et l'équité demeurent essentielles.

Troisièmement, les établissements scolaires doivent définir clairement les responsabilités liées à l'utilisation de l'IA. Bien que l'IA puisse faciliter le retour d'information, la génération de contenu ou la préparation des cours, la responsabilité des décisions pédagogiques, de l'évaluation et des pratiques éthiques doit incomber aux enseignants.

La réussite de la mise en œuvre dépend donc non seulement de la technologie elle-même, mais aussi du soutien institutionnel, de directives claires, du développement professionnel continu et d'une culture scolaire favorisant une utilisation responsable et éthique de l'IA.

► Analyse de cas

Le département de mathématiques d'un collège a introduit des tâches générées par l'IA afin d'offrir des opportunités d'apprentissage plus personnalisées aux élèves ayant des niveaux de compétence variés. Avant de mettre en œuvre cette approche en classe, les enseignants ont participé à des séances de formation pratique axées sur l'utilisation d'outils d'IA, les considérations éthiques et les stratégies d'évaluation. Ils se sont également réunis régulièrement au sein de groupes de réflexion collégiale pour analyser leurs expériences en classe, partager les défis rencontrés et évaluer l'efficacité des activités.

Au fil du temps, les enseignants ont déclaré se sentir plus confiants dans l'utilisation des outils d'IA et plus à l'aise pour les adapter à leurs propres méthodes d'enseignement. Les élèves ont gagné en engagement, en particulier lorsque les tâches étaient différenciées en fonction de leurs besoins d'apprentissage et permettaient un retour plus immédiat. Les enseignants ont également constaté que la préparation assistée par l'IA allégeait certaines tâches routinières, leur permettant ainsi de se concentrer davantage sur l'accompagnement des élèves et la conception des cours.

Cet exemple met en évidence le fait que la réussite de l'intégration de l'IA ne dépend pas uniquement de l'accès à la technologie, mais aussi de la collaboration, de la réflexion et du soutien institutionnel. Les établissements scolaires sont plus susceptibles d'obtenir des résultats durables lorsque les enseignants bénéficient d'une formation continue, travaillent dans le respect de directives éthiques claires et ont la possibilité d'apprendre les uns des autres.

Conclusions

L'intégration de l'IA est un défi pédagogique, et non technologique.

Principales conclusions :

1. L'IA complète l'enseignant plutôt qu'elle ne le remplace, et une intégration réussie nécessite des lignes directrices éthiques claires ainsi qu'un soutien structurel (UNESCO, 2021, p. 15).
2. Les enseignants doivent devenir des concepteurs d'environnements d'apprentissage, en intégrant l'IA aux cours, à l'évaluation et aux stratégies d'engagement (OCDE, 2019, p. 14).
3. La réflexion, la collaboration entre pairs et le développement professionnel continu garantissent un renforcement durable des compétences et de la confiance dans l'utilisation de l'IA (Commission européenne, 2017, p. 16 ; Redecker, 2017, p. 14).

Il est crucial de noter que l'intégration de l'IA dans l'éducation constitue une **transformation pédagogique** dans laquelle la technologie est un outil, et non une fin en soi. Les recherches futures devraient examiner l'impact des outils d'IA sur **l'identité professionnelle des enseignants, l'engagement des élèves et les pratiques d'évaluation.**

V. Considérations relatives à l'inclusion et aux politiques pour l'enseignement de l'IA à l'école

Comment enseigner l'IA de manière à toucher et à autonomiser tous les élèves ? Sans une planification minutieuse, l'enseignement de l'IA risque d'aggraver les inégalités existantes, d'exclure les élèves en situation de handicap ou de décourager les groupes sous-représentés. C'est pourquoi l'inclusion doit guider chaque décision : choix des outils, manière d'expliquer les concepts, sélection des exemples, etc.

1. Accès à la technologie et équité numérique

Avant même de pouvoir enseigner la moindre notion d'IA, il est impératif que tous les élèves puissent participer pleinement. En Europe, la plupart des élèves (bien que pas tous) ont accès à Internet et aux technologies numériques à leur domicile (Eurostat, 2025). Toutefois, cet accès ne garantit pas nécessairement une connectivité ou une culture numérique équivalentes pour tous. L'utilisation d'Internet peut être limitée, de piètre qualité ou inadaptée à l'apprentissage, comme c'est le cas, par exemple, lorsque les élèves dépendent uniquement d'un smartphone. Par conséquent, **l'école demeure un lieu essentiel pour une participation numérique équitable**, ce qui confère une importance accrue aux choix d'aménagement des salles de classe.

Concrètement, pour **l'enseignant**, cela signifie ne pas présumer du niveau de connaissances numériques préalable des élèves. Un bref sondage informel au début d'une séquence peut aider à adapter les leçons au niveau de départ des élèves. Par ailleurs, les activités ne doivent pas dépendre exclusivement d'un accès à Internet. Alternier entre activités numériques et activités pratiques permet de surmonter le « fossé d'accès » (Edward Dieterle, 2022) et de garantir que tous les élèves, quel que soit leur degré de littératie numérique, puissent participer.

Pour les **chefs d'établissement**, il est essentiel d'évaluer l'infrastructure numérique en tenant compte de l'équité : il ne s'agit pas seulement de vérifier la présence des appareils, mais aussi leur répartition équitable et l'accessibilité pour les élèves ayant des besoins spécifiques.

Concrètement, on peut notamment maintenir ouverts les espaces scolaires dotés d'une bonne connexion Wi-Fi en dehors des heures de cours, éviter la politique du « Apportez votre propre appareil » ou créer des bibliothèques de prêt d'appareils (pouvant être mises en place grâce au soutien de la municipalité, de la région ou d'entreprises technologiques).

Des ressources supplémentaires peuvent également être mobilisées grâce à des collaborations avec les médiathèques locales, les initiatives communautaires, les universités...



À retenir

Lorsque certains groupes d'apprenants sont absents des plateformes numériques, ils sont également absents des données qui servent à entraîner les systèmes d'IA. Une participation limitée conduit à une IA moins représentative, ce qui démontre l'importance de l'inclusion au-delà de la salle de classe elle-même.

2. Inclure tous les types d'apprenants

► Les principes de la CUA

Un enseignement inclusif de l'IA nécessite des environnements d'apprentissage où tous les élèves peuvent s'approprier le contenu du cours, quels que soient leur parcours ou leurs capacités. La Conception universelle de l'apprentissage (CUA) constitue à cet égard un cadre efficace, fondé sur trois principes clés :

1 Engagement (le « pourquoi » de l'apprentissage)

L'objectif est de **susciter l'intérêt, de maintenir une motivation élevée et d'aider les apprenants à rester concentrés.**

Cela peut passer par le lien entre des concepts abstraits et des situations que les apprenants rencontrent déjà au quotidien (comme les systèmes de recommandation ou les assistants vocaux), par l'organisation de discussions autour de questions sociétales concrètes ou par la présentation des tâches sous forme de défis collaboratifs. Il est également important de trouver un équilibre entre le niveau de difficulté et le soutien apporté, en tenant compte des différents degrés d'expérience numérique et de confiance en soi. Une progression graduelle de la complexité permet à chacun de rester impliqué sans se sentir perdu ni manquer de stimulation.

2 Représentation (le « quoi » de l'apprentissage)

Les **informations** doivent être présentées de manière **claire et structurée, en utilisant divers formats** pour répondre aux différents styles cognitifs. À titre d'exemple, les vidéos et les encadrés de ressources élaborés dans le cadre d'AIUnderstood répondent précisément à cet objectif, en offrant différents points d'entrée vers des sujets tels que les algorithmes, les jeux de données ou l'apprentissage automatique. Il convient également de veiller à utiliser un langage clair et des polices lisibles, ainsi qu'à intégrer des sous-titres et des outils de traduction pour les vidéos.

Action et expression (le « comment » de l'apprentissage)

Ce point vise à **offrir aux élèves diverses façons de démontrer leur compréhension de l'IA et d'adopter une approche critique à son égard**. Il peut s'agir, par exemple, de réfléchir à l'impact des systèmes d'IA sur leur communauté, de débattre des droits et des responsabilités des citoyens dans une société façonnée par l'IA, ou encore d'exprimer leurs points de vue par le biais d'une courte dissertation, d'un épisode de podcast ou d'une affiche numérique collaborative.

Si cette approche profite à tous les élèves, elle s'avère encore plus importante pour les apprenants ayant des besoins spécifiques ou rencontrant des difficultés. Par exemple, comprendre le fonctionnement des systèmes d'IA et les raisons pour lesquelles des biais existent peut s'avérer particulièrement ardu pour les élèves qui peinent à appréhender des concepts abstraits. Dans ce cas, des explications étape par étape, un soutien explicite en matière de vocabulaire et la possibilité de revoir le contenu peuvent contribuer à rendre ces idées plus accessibles.

» Les outils d'IA au service de l'inclusion

Prenons le cas de l'élève qui éprouve des difficultés à lire, ou de celui qui connaît la réponse mais ne parvient pas à la coucher sur le papier. Pour les apprenants atteints de troubles spécifiques des apprentissages – et, plus largement, pour les élèves neurodivergents ou en situation de handicap – les approches traditionnelles uniformes s'avèrent souvent insuffisantes. Dans ce contexte, l'IA peut constituer un soutien précieux pour favoriser l'inclusion en classe.

L'une des principales contributions de l'IA réside dans la personnalisation. Plutôt que de présenter le même contenu à tout le monde, l'IA peut analyser la manière dont chaque élève apprend, ajuster les niveaux de difficulté et fournir un retour d'information en temps réel adapté au rythme et aux besoins de chaque apprenant (Luckin et al., 2016). Si un élève ne comprend pas un concept, le logiciel peut immédiatement modifier son approche, proposer une représentation différente ou une explication simplifiée.

Dans l'ensemble, l'IA démocratise des outils autrefois très coûteux. Un élève dyslexique peut utiliser Microsoft Immersive Reader ou Read&Write pour écouter des textes et se concentrer sur la compréhension plutôt que sur le décodage. Un élève dysgraphique peut s'appuyer sur un assistant d'écriture basé sur l'IA, tel que Textero.io, pour organiser ses idées avant de rédiger, tandis que les apprenants rencontrant des troubles de l'attention peuvent voir leurs leçons découpées en segments plus courts afin de réduire la surcharge cognitive. Sur le plan visuel, les polices personnalisables, les réglages de contraste et les mises en page adaptées aux personnes dyslexiques permettent de diminuer la fatigue visuelle (grâce à des outils comme Helperbird, par exemple).

Enfin, dans les classes multilingues, les outils d'IA permettant aux élèves d'aborder le contenu dans leur langue maternelle offrent un niveau d'accessibilité supplémentaire.

Pour de nombreux élèves, ce type d'accompagnement personnalisé peut faire une réelle différence, tant au niveau des résultats d'apprentissage qu'en **matière de confiance en soi et d'autonomie**. Avec l'IA, il n'y a ni jugement ni crainte de se tromper devant toute la classe. Les élèves peuvent essayer, échouer et recommencer à leur propre rythme, surmontant ainsi la « barrière de la honte ». De plus, bon nombre de ces outils peuvent accompagner les élèves en dehors de la classe (devoirs, etc.), renforçant ainsi leur autonomie.

Si l'IA peut offrir une nouvelle souplesse, plusieurs points demeurent essentiels. Tout d'abord, **il est important de ne pas trop dépendre des outils d'IA**. Ils ne sauraient se substituer à une pédagogie inclusive ; ils sont plus efficaces lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec les principes de la CUA (Conception universelle de l'apprentissage) décrits précédemment. Ils ne remplacent pas non plus les enseignants. En prenant en charge certaines tâches répétitives, l'IA peut aider les enseignants à se concentrer sur l'accompagnement des élèves ainsi que sur le développement de l'esprit critique, de la réflexion et de l'apprentissage interpersonnel. Parallèlement, les enseignants jouent un rôle clé en veillant à ce que la personnalisation permise par l'IA ne restreigne pas les expériences d'apprentissage des élèves, mais élargisse au contraire leurs possibilités d'apprendre et d'explorer.

Par ailleurs, **l'IA n'est pas automatiquement inclusive**. Utilisée sans esprit critique, elle risque de renforcer les inégalités qu'elle cherche à réduire. Les systèmes de reconnaissance vocale, par exemple, manquent souvent d'efficacité face à la diversité des accents (Noble, 2018). Les plateformes adaptatives peuvent négliger les dialectes régionaux ou les locuteurs non natifs, ce qui risque de marginaliser certains élèves, etc.

C'est pourquoi un enseignement inclusif de l'IA nécessite une sélection rigoureuse des outils et une attention constante portée aux personnes susceptibles d'être encore exclues.

3. Comblar les écarts entre les genres et encourager la diversité

Entre 2018 et 2023, les femmes ne représentaient que 35 % de l'ensemble des diplômés dans les domaines des STIM à l'échelle mondiale (Institut de statistique de l'UNESCO), un chiffre inchangé depuis dix ans. Ce déséquilibre se retrouve logiquement sur le marché du travail : la participation des femmes aux STIM diminue à mesure que leur carrière progresse, et elles restent largement absentes des postes de direction et de décision dans ces secteurs. Au-delà des enjeux d'équité, ce déséquilibre affecte également l'IA elle-même : les concepteurs de systèmes déterminent quels problèmes sont traités, quelles données sont utilisées et quels besoins sont pris en compte par la technologie. Une main-d'œuvre moins diversifiée dans le domaine de l'IA se traduit par une IA moins équitable et moins efficace pour tous.

Les enseignants sont idéalement placés pour contribuer à changer la donne. Mais comment ?

a) Adapter le contenu des leçons

Ce qui freine souvent les filles, ce ne sont pas leurs capacités, mais **les stéréotypes, le manque de modèles et un sentiment d'appartenance limité dans les domaines des STIM**. Les recherches montrent que la motivation des filles s'accroît lorsqu'elles peuvent s'identifier à des personnes travaillant dans ces secteurs. Les enseignants peuvent agir en changeant le discours et en promouvant activement l'idée que les femmes ont également leur place dans les STIM.

► Faire intervenir des modèles et des exemples variés

Intégrez à vos cours des innovateurs et des chercheurs en IA issus de genres, de cultures et de régions différents. Lorsque les élèves voient des personnes qui leur ressemblent occuper ces rôles, leur intérêt et leur confiance se renforcent. Plus généralement, veillez à varier les exemples utilisés.

► Présenter l'IA comme ayant une portée sociale

Les recherches montrent que certains apprenants — et plus particulièrement les filles qui, au départ, ne s'identifient pas nécessairement aux domaines des STIM — s'investissent davantage lorsque la technologie est associée à des applications concrètes telles que la santé, l'environnement ou la justice sociale (Margolis et Fisher, 2003). Privilégier de tels exemples issus du monde réel plutôt que des exercices de programmation ou des problèmes techniques purement abstraits peut contribuer à rendre l'IA plus pertinente, accessible et stimulante pour tous.

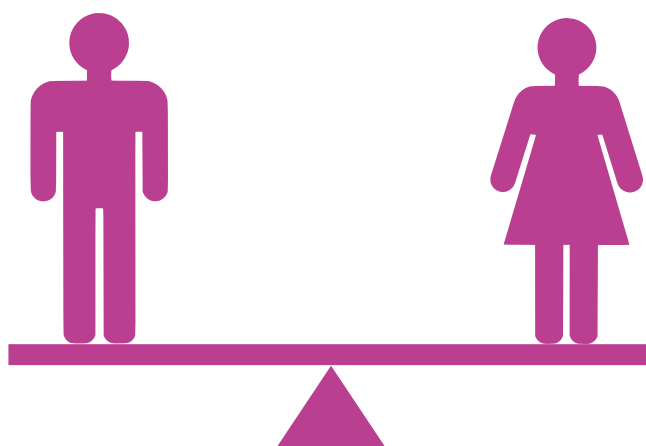
► Rester vigilant face aux biais de l'IA en classe

Une étude de Stanford (2024) a montré qu'un détail aussi infime que le choix d'un nom dans une histoire générée par l'IA peut refléter et renforcer des préjugés. Cela nous rappelle que les outils d'IA doivent être utilisés avec esprit critique : il convient de toujours examiner les productions de l'IA et de saisir ces occasions pour aborder les questions d'équité et de représentation. Par ailleurs, placer l'éthique et l'esprit critique au cœur de l'enseignement de l'IA envoie un message clair : la diversité des points de vue n'est pas seulement bienvenue dans ce domaine, elle est indispensable.

b) Adapter les méthodes d'enseignement et la présentation générale de l'IA

Le sentiment d'appartenance est l'un des indicateurs les plus déterminants de la persévérance des élèves — en particulier des filles — dans le domaine de l'informatique (UNESCO, 2021). Il a été démontré que l'apprentissage collaboratif fondé sur des projets renforce ce sentiment d'appartenance. Plutôt que d'évaluer uniquement les résultats techniques, pensez également à **valoriser la formulation du problème, la réflexion éthique et le travail d'équipe**. Cette approche permet de faire place à une plus grande diversité de points forts et d'identités.

Par ailleurs, un simple **changement de langage** peut également faire toute la différence : lorsqu'un établissement a reformulé les descriptifs de ses cours d'informatique en des termes simples et accessibles, le nombre d'inscriptions a triplé (UNESCO 2016). Le message pour votre établissement et votre classe est clair : de légères modifications dans la manière de présenter l'IA peuvent ouvrir la voie à des élèves qui, autrement, ne s'y seraient peut-être pas intéressés.



4. Enseigner une éthique critique de l'IA

Comme indiqué précédemment, l'enseignement de l'IA est indissociable de l'enseignement d'une éthique critique de l'IA et de la culture algorithmique. Les systèmes d'IA ne sont pas neutres : ils reflètent des visions du monde particulières, s'appuient sur des données historiques et peuvent reproduire, voire amplifier, les biais et les exclusions existants lorsque ceux-ci sont présents dans les données (Ferrero et Barujel, 2019). C'est pourquoi les élèves, les enseignants et les établissements scolaires doivent apprendre à remettre en question les outils qu'ils utilisent.

Par ailleurs, l'enseignement de l'éthique de l'IA offre l'occasion de développer l'empathie et la sensibilité culturelle. Comprendre qui est représenté et qui est absent des jeux de données incite les étudiants à envisager des perspectives différentes des leurs et à reconnaître comment la technologie peut affecter diverses communautés de manière inégale.

Une façon simple de commencer consiste à utiliser une courte série de questions directrices applicables à tout système d'IA :

- ❶ **Qui a créé** cette IA et dans **quel but** ?
- ❷ **Quelles données** ont été utilisées pour l'entraîner, et quelles voix sont incluses ou exclues ?
- ❸ **Qui tire profit** de ce système et qui pourrait en être désavantagé ?

Les exemples tirés de la réalité constituent également des outils puissants pour aborder l'éthique de l'IA, car ils permettent de mieux comprendre comment les données et les choix de conception peuvent conduire à des résultats inéquitables. Ne nécessitant aucune expertise technique, ils offrent un point d'entrée accessible pour les discussions en classe et constituent un moyen naturel d'explorer des concepts clés tels que l'équité, la transparence, la responsabilité, la protection de la vie privée ou la supervision humaine.

Sur le plan des **politiques**, les établissements scolaires jouent un rôle clé pour garantir que l'IA favorise l'inclusion. Cela peut se concrétiser par l'intégration de l'éthique de l'IA dans les différentes matières afin de développer la culture algorithmique de tous les élèves, par l'adoption de politiques institutionnelles transparentes concernant l'utilisation des outils et des données d'IA, ainsi que par le soutien aux enseignants, en veillant à ce qu'ils se sentent capables d'évaluer de manière critique les outils d'IA et de mener des discussions éthiques avec les élèves.

VI. Encourager le développement continu et l'innovation dans l'enseignement de l'IA

Il existe dans le domaine de l'éducation une tension bien connue, qui n'a fait que s'accroître à l'ère de l'IA : les programmes scolaires évoluent sur des années, voire des décennies, alors que la technologie progresse en quelques mois, voire quelques semaines. Le temps qu'un nouveau cours soit approuvé et généralisé, la technologie qu'il visait à aborder peut déjà être obsolète ou méconnaissable. Ce constat ne doit pas mener au découragement, mais plutôt nous inciter à concevoir les choses différemment. L'objectif n'est pas de créer un programme d'enseignement de l'IA parfait et figé, mais de **bâtir un système évolutif, capable de s'adapter au rythme des avancées de l'IA.**

1. Restez à jour dans un domaine en évolution rapide

Aucun enseignant, aucun établissement scolaire ni même aucun ministère ne peut, à lui seul, suivre le rythme effréné du développement de l'IA. C'est **l'intelligence collective** qui s'avère efficace. Les établissements peuvent mettre en place des comités d'innovation en IA réunissant enseignants de diverses disciplines, administrateurs, élèves et partenaires extérieurs afin de suivre les tendances, tester des outils et partager les bonnes pratiques. Les partenariats extérieurs revêtent une importance capitale. Les universités apportent la rigueur de la recherche ; les entreprises du secteur de l'IA offrent un éclairage sur l'évolution des besoins en compétences ; quant aux ONG et à la société civile, elles veillent à la dimension éthique de l'IA. Ces écosystèmes multi-acteurs reflètent l'approche collaborative prônée par le cadre « L'avenir de l'éducation et des compétences 2030 » de l'OCDE. Ce dernier met l'accent sur la responsabilité partagée et la collaboration continue pour aider les systèmes éducatifs à s'adapter aux mutations technologiques rapides.

À l'échelle nationale, des pays comme la Corée du Sud et l'Estonie illustrent la manière dont les gouvernements peuvent intégrer l'IA grâce à des cadres stratégiques, à la mise à jour des programmes scolaires et à des investissements dans les infrastructures. **Rester curieux** et suivre les initiatives menées à l'étranger peut aider les systèmes éducatifs à progresser plus rapidement et à éviter de réinventer des solutions. Par ailleurs, la coopération internationale favorise de plus en plus cet échange de pratiques.

En mai 2023, l'UNESCO a réuni des ministres de l'Éducation pour lancer un dialogue mondial sur l'IA générative et définir une feuille de route en vue d'une collaboration intergouvernementale.

Enfin, il convient également de surveiller **les enjeux émergents** tels que la justice algorithmique et l'impact environnemental des systèmes d'IA.



Les échanges d'aujourd'hui sur les sujets de pointe pourraient devenir le programme d'enseignement essentiel de demain.

2. Concevoir des programmes d'études flexibles

Les outils évoluent rapidement, contrairement aux modes de pensée. Plutôt que de concevoir des formations autour de plateformes ou d'applications spécifiques, axez-les sur des compétences pérennes : évaluer de manière critique les résultats produits par l'IA, comprendre la logique algorithmique, identifier les biais...

Exemples d'activités pratiques pour développer et évaluer ces compétences

- 1 La constitution, par les étudiants, d'un **portefeuille de prompts** illustrant la manière dont ils affinent leurs requêtes pour obtenir de meilleurs résultats. Ils peuvent également améliorer un prompt mal rédigé qui leur a été soumis, renforçant ainsi leur maîtrise des outils.
- 2 Réalisation d'une brève **analyse d'impact d'un cas d'usage de l'IA**, incluant une réflexion sur les risques éthiques potentiels – développement de l'esprit critique.
- 3 **Débogage de modèle** : les étudiants sont confrontés à un modèle défaillant et doivent déterminer si le problème provient des données (biais des données) ou de la structure (logique).

Par ailleurs, cela implique également d'adopter une **conception modulaire** : une structure stable associée à un contenu flexible, susceptible d'être mis à jour au gré des évolutions du domaine. Il convient d'intégrer les nouveaux développements pertinents directement dans l'enseignement, sous forme d'exemples concrets en classe, plutôt que d'attendre la prochaine révision du programme. Il faut toutefois veiller à maintenir un certain équilibre. Certains enseignants estiment en effet que les outils d'IA sont introduits en classe sans faire l'objet de la même rigueur d'examen et de contrôle que les autres supports pédagogiques. Cela nous rappelle qu'il ne faut pas confondre adaptabilité et précipitation.

Les approches interdisciplinaires sont également très précieuses dans le domaine de l'enseignement de l'IA. L'éthique associée à la science des données, la psychologie intégrée à la conception de l'IA... Ces combinaisons préparent les étudiants à appréhender l'IA de manière responsable, quel que soit le secteur qu'ils rejoindront. La plupart des questions complexes soulevées par l'IA ne sont pas d'ordre technique. Ce sont des questions humaines.

3. Soutenir les enseignants et en faire un projet partagé

Aucune mise à jour des programmes, aussi bien conçue soit-elle, n'atteindra son objectif si les enseignants ne se sentent pas outillés pour la mettre en œuvre. La culture de l'IA ne saurait être réservée aux seuls enseignants en informatique ; il s'agit d'un besoin fondamental pour l'ensemble de la profession. Toutefois, pour la développer, il ne suffit pas de proposer des formations ponctuelles. **Une formation continue et structurée est essentielle**, tout comme la collaboration interdisciplinaire. Au-delà de la formation, les enseignants ont besoin d'un accès fiable à des experts et à des ressources, ainsi que de temps ; les établissements doivent par ailleurs les encourager à expérimenter et à innover en classe, dans le respect de cadres pédagogiques et éthiques clairs.

Par ailleurs, une éducation durable à l'IA implique d'**associer l'ensemble de la communauté scolaire**. Il convient d'impliquer les élèves dans l'évaluation de nouveaux outils, dans des initiatives d'apprentissage entre pairs et dans la définition des modalités d'utilisation de l'IA au sein de l'établissement. Il est également essentiel de tenir les parents informés et de les associer à la démarche. L'inquiétude suscitée par l'IA dans le domaine éducatif est largement répandue, et une communication transparente constitue un facteur clé de réussite.

À l'échelle de l'établissement, n'oubliez pas de **suivre les résultats**, tant en ce qui concerne les acquis d'apprentissage que les aspects liés à l'équité. Les systèmes algorithmiques intégrés au système éducatif peuvent reproduire insidieusement les inégalités existantes si personne n'y prête attention.

4. L'horizon à venir

La réussite dans l'enseignement de l'IA ne se résume pas à la maîtrise des outils actuels par les élèves. Il s'agit de les aider à développer l'adaptabilité, l'esprit critique et la confiance nécessaires pour appréhender des technologies qui n'ont pas encore été inventées. C'est là tout le sens de la « préparation à l'avenir », et y contribuer constitue aujourd'hui l'une des missions les plus importantes des établissements scolaires.



Conclusion

L'intelligence artificielle fait déjà partie du quotidien des élèves, façonnant leur manière de rechercher des informations, de communiquer, de créer du contenu, d'étudier et de prendre des décisions. C'est pourquoi l'éducation à l'IA ne peut plus être considérée comme facultative. Elle devient une composante essentielle de l'éducation moderne, étroitement liée à la culture numérique, à l'esprit critique, à la créativité, à la citoyenneté ainsi qu'à la préparation aux apprentissages et au monde du travail de demain.

L'une des conclusions clés de ce livret est que les élèves doivent comprendre à la fois les possibilités et les limites de l'IA. L'IA ne doit pas être présentée comme une intelligence humaine ni comme une source objective de vérité. Il s'agit d'une technologie fondée sur des données, des modèles, des probabilités et des choix de conception humains. Par conséquent, les élèves doivent apprendre à remettre en question les résultats fournis par l'IA, à vérifier les informations, à repérer les biais et à comprendre les implications éthiques de l'utilisation d'outils d'IA.

L'enseignement secondaire constitue une étape particulièrement importante pour ce travail. À cet âge, les élèves gagnent en autonomie et utilisent de plus en plus les outils numériques en dehors de la classe. En l'absence d'encadrement, l'IA risque d'encourager la facilité, une compréhension superficielle ou une dépendance excessive. Toutefois, lorsqu'elle est utilisée dans une optique pédagogique claire, elle peut favoriser la réflexion, la créativité, la résolution de problèmes et un apprentissage approfondi. L'objectif n'est pas de bannir l'IA, mais d'aider les élèves à l'utiliser de manière transparente, responsable et pertinente. Le rôle des enseignants demeure donc central ; ils ont toutefois besoin d'une formation pratique, d'un soutien institutionnel, de temps pour expérimenter et d'opportunités de collaboration.

L'IA offre également des opportunités importantes pour l'enseignement des disciplines STIAM et pour la citoyenneté numérique. Dans le cadre des STIAM, elle peut aider les élèves à explorer des idées, analyser des données, concevoir des solutions et expérimenter de manière créative. En matière de citoyenneté numérique, les élèves doivent apprendre à identifier la désinformation, les « deepfakes », les risques liés à la vie privée, les manipulations et les résultats biaisés. Une utilisation responsable de l'IA implique de vérifier les sources, de protéger les données personnelles, de respecter autrui et de prendre en compte l'impact social des actions numériques.



L'inclusion doit également occuper une place centrale. L'IA peut soutenir les apprenants aux besoins, capacités et origines linguistiques variés grâce à des explications personnalisées, des outils d'assistance et des parcours d'apprentissage flexibles. Toutefois, l'IA n'est pas inclusive par nature. L'inégalité d'accès aux équipements, à la connectivité, aux compétences numériques et au soutien risque d'accentuer les inégalités existantes. Les établissements scolaires doivent donc veiller à garantir une participation équitable et à sélectionner les outils avec soin.

Enfin, comme les technologies évoluent rapidement, les établissements d'enseignement devraient moins se concentrer sur des outils spécifiques et davantage sur des compétences durables telles que l'évaluation critique, le raisonnement éthique, la créativité, la collaboration, la culture des données et l'adaptabilité.

Références

Chapitre I : qu'est-ce que l'ia?

Références complémentaires :

- La préservation, 2021. Dès l'Antiquité, il existait déjà des automates sophistiqués. La réussite de l'enseignement de l'IA ne se résume pas à la maîtrise, par les élèves, des outils actuels ; il s'agit de les aider à développer l'adaptabilité, l'esprit critique et la confiance nécessaires pour appréhender des technologies qui n'ont pas encore été inventées. C'est là tout le sens de la « préparation à l'avenir », et soutenir cette démarche constitue aujourd'hui l'une des missions les plus importantes de l'école.
- Commission européenne, 2025, Gouvernance et application de la législation sur l'IA. La réussite de l'enseignement de l'IA ne se résume pas à la maîtrise, par les élèves, des outils actuels. Il s'agit de les aider à développer l'adaptabilité, l'esprit critique et la confiance nécessaires pour appréhender des technologies qui n'ont pas encore été inventées. C'est là tout le sens de la « préparation à l'avenir », et soutenir cette démarche constitue aujourd'hui l'une des missions les plus importantes des établissements scolaires.

Chapitre II : l'IA dans l'enseignement secondaire

- Union européenne. (2024). Règlement (UE) 2024/1689 du Parlement européen et du Conseil du 13 juin 2024 établissant des règles harmonisées concernant l'intelligence artificielle (règlement sur l'intelligence artificielle). Journal officiel de l'Union européenne, L 2024/1689, 12 juillet 2024., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024R1689>
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). Une revue systématique de l'enseignement de l'IA dans les classes de la maternelle au secondaire (K-12) de 2018 à 2023 : thèmes, stratégies et résultats d'apprentissage. Computers and Education: Artificial Intelligence, 6, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X24000122>
- OCDE. (2026). Perspectives de l'OCDE sur l'éducation numérique 2026 : Explorer les usages efficaces de l'IA générative dans l'éducation. Paris : Éditions de l'OCDE, DOI : <https://doi.org/10.1787/062a7394-en>
- UNESCO. (2023). Orientations pour l'utilisation de l'IA générative dans l'éducation et la recherche. Paris : UNESCO, <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>

Chapitre II : l'IA dans l'enseignement secondaire

- UNESCO. (2024). Cadre de compétences en IA pour les élèves. Paris : UNESCO, <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>
- UNESCO. (2024). Cadre de compétences en IA pour les élèves. Paris : UNESCO, <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>
- UNESCO. (2024). Cadre de compétences en IA pour les enseignants. Paris : UNESCO, <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>

Chapitre III : L'IA au service de la citoyenneté numérique

- Zeng, J. (22 mai 2024). Nous pouvons tirer parti de la citoyenneté numérique pour faire face aux risques liés à l'IA. Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale. <https://www.cigionline.org/articles/we-can-harness-digital-citizenship-to-confront-ai-risks/>
- Community for Advancing Discovery Research in Education. (s.d.). L'intelligence artificielle dans la recherche en éducation aux STIM. CADRE. <https://cadrek12.org/spotlight/artificial-intelligence-stem-education-research>
- Abreu, J. (11 avril 2024). Prêt pour l'IA : pourquoi la citoyenneté numérique est plus importante que jamais. Fordham IT News. <https://itnews.blog.fordham.edu/ai-ready-why-digital-citizenship-matters-more-than-ever/>
- Plateforme européenne pour l'éducation scolaire. (s.d.). La citoyenneté numérique à l'ère de l'IA : façonner l'avenir en un clic. <https://school-education.ec.europa.eu/en/etwinning/projects/digital-citizenship-age-ai-shaping-future-click>
- EU STEM Coalition. (s.d.). L'IA dans l'enseignement des STIM. <https://www.stemcoalition.eu/best-practices/ai-in-stem-education/>
- Spyropoulou, N. (2025). Citoyenneté numérique consciente de l'IA : préparer les élèves à un monde façonné par l'IA. Bibliothèque numérique IATED. <https://library.iated.org/view/SPYROPOULOU2025AIA>
- Scientix. (6 mars 2025). L'intelligence artificielle pour enrichir l'enseignement et renforcer les STIAM. Blog Scientix. <https://blog.scientix.eu/2025/03/artificial-intelligence-to-enhance-teaching-and-empower-steam/>

Chapitre IV : former les enseignants à enseigner et à utiliser l'intelligence artificielle

- European Commission. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union.
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054.
- OECD. (2019). OECD future of education and skills 2030: Conceptual learning framework. OECD Publishing.
- OECD. (2020). TALIS 2018 results (Volume II): Teachers and school leaders as valued professionals. OECD Publishing.
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union.
- UNESCO. (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. UNESCO.

Chapitre V : considérations relatives à l'inclusion et aux politiques pour l'enseignement de l'IA à l'école

- CAST. (2018). Lignes directrices de la conception universelle de l'apprentissage, version 2.2. <https://udlguidelines.cast.org/>
- Eurostat. (Décembre 2025). Statistiques sur l'économie et la société numériques – ménages et particuliers. Commission européenne. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics_-_households_and_individuals
- Ferrero F, Barujel AG (2019) Systèmes de prise de décision fondés sur des algorithmes dans l'éducation : analyse des biais sous l'angle socioculturel. In : XIVe Conférence latino-américaine sur les technologies d'apprentissage (LACLO) 2019.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. et Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson. https://www.researchgate.net/publication/299561597_Intelligence_Unleashed_An_argument_for_AI_in_Education (ResearchGate)

- Margolis, J., & Fisher, A. (2003). Déverrouiller le club : les femmes dans l'informatique. MIT Press.
- Noble, S. U. (2018). Algorithmes d'oppression : comment les moteurs de recherche renforcent le racisme. NYU Press.
- UNESCO. (2021). L'intelligence artificielle dans l'éducation : défis et opportunités pour le développement durable. Éditions UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877>
- UNESCO Asie-Pacifique. (Août 2016). Réduire l'écart entre les sexes dans les STIM : attirer davantage de filles et de femmes vers les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques (Note thématique de l'UNESCO Asie-Pacifique sur l'éducation). UNESCO. <https://gems.education.purdue.edu/wp-content/uploads/2019/01/unescoSTEM.pdf>

Chapitre VI : encourager le développement continu et l'innovation dans l'enseignement de l'IA

- OCDE. (2018). L'avenir de l'éducation et des compétences : Éducation 2030.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/06/the-future-of-education-and-skills_5424dd26/54ac7020-en.pdf
- UNESCO. (2023). Orientations sur l'IA générative dans l'éducation et la recherche.
<https://doi.org/10.54675/EWZM9535>



**Cofinancé par
l'Union européenne**

Financé par l'Union européenne. Les points de vue et avis exprimés n'engagent toutefois que leur(s) auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour l'éducation et la culture (EACEA). Ni l'Union européenne ni l'EACEA ne sauraient en être tenues pour responsables.