



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE,  
DE LA JEUNESSE  
ET DES SPORTS

Liberté  
Égalité  
Fraternité



N°14

Mars 2021  
Vol. 2

Cette lettre ÉduNum (version 1.0) développe en 3 volumes la notion d'**intelligence artificielle** en lien avec le numérique éducatif à travers les disciplines et enseignements, en croisant les regards théoriques, didactiques et pédagogiques. Elle s'adresse à tous les enseignants.

Ce **deuxième volume** offre des **pistes et des exemples d'applications pédagogiques**.

## IA & Éducation //

Le forum **Eidos64** a consacré en 2021 sa treizième édition aux **pratiques numériques de l'intelligence artificielle en éducation**. Toutes les conférences, entretiens et supports de présentation en ateliers sont disponibles sur le site. En matière d'éducation, on distingue notamment les axes suivants : l'IA appliquée venant en appui des enseignants (apprentissage adaptatif, différencié et personnalisation...) et l'IA comme objet d'étude en tant que tel (programmes scolaires, voir cette **proposition de référentiel** et **pistes pédagogiques** [TOU 19], [BOC 19]).

L'IA apparaît déjà textuellement ou en filigrane dans certains programmes et référentiels comme l'illustre l'encart proposé ci-dessous.



## Programmes et référentiels

→ Les **questionnements complémentaires** associés à une « culture artistique et culturelle » en **français** au cycle 4 (thème des « progrès et rêves scientifiques », classe de 3<sup>e</sup>)

→ L'**enseignement scientifique commun** en voie générale (thème 3, sous-thème 3-5 : **intelligence artificielle**)

→ Les **enseignements de spécialités : SI, sciences de l'ingénieur** en 1<sup>re</sup> et Tle (**Analyser les produits existants pour appréhender leur complexité**),

→ **Sciences de gestion et numérique** en 1<sup>re</sup> STMG, **thème 2 : Numérique et intelligence collective, Management, sciences de gestion et numérique**, enseignement commun en 1<sup>re</sup> STMG, **sécurité et cybercriminalité**

→ Les thématiques « Fictions et réalités » et « Innovations scientifiques et responsabilité » (1<sup>re</sup> et Tle) en **langues vivantes**.

... *Des solutions dans le 1<sup>er</sup> degré*

Les **apprentissages fondamentaux** en français et en mathématiques font l'objet d'un **Partenariat d'innovation sur l'IA (P2IA) CP-CE1-CE2** qui permet de développer et de découvrir 6

services numériques basés sur l'intelligence artificielle.



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS

Partenariat d'Innovation Intelligence Artificielle  
Phase 2, 02 2021

Avec le soutien de

BANQUE des TERRITOIRES

CP - CE1 - CE2 Français - Mathématiques

Phase 2, pré-industrialisation à partager en académie

Des services numériques basés sur l'IA au service de :

- l'enseignant via une assistance à l'analyse et au choix des activités
- l'élève via des apprentissages adaptatifs

DIRECTION DU NUMÉRIQUE POUR L'ÉDUCATION  
2021@Edu\_Num #P2IA #Primabord

## Regards disciplinaires

... *Une intelligence narrative artificielle*

Grâce à l'IA on peut désormais générer de nouvelles réalisations dans les domaines artistiques, littéraires et musicaux (voir **Une brève chronologie subjective de l'usage de l'intelligence artificielle en composition musicale**) au travers desquels sont abordés les différents enjeux politiques, économiques, sociologiques, anthropologiques et philosophiques sous-jacents dont le cinéma s'est fait largement l'écho (voir encart, vol.1).

En littérature *1 the road* (2019) de **Ross Goodwin**, roman créé par apprentissage profond, accomplit pour ainsi dire « ce rêve d'automatisation et d'artificialisation du langage littéraire » [GEF 20], dont la généalogie remonte aux écritures mécaniques (OULIPO) et aux littéraciels (ALAMO), voire aux écrits swiftiens (*Voyages de Gulliver*) [BRA 02]. L'IA selon **Alexandre Geffen** prend désormais une présence concrète : « *Databiographie* de **Charly Delwart** propose de retracer un destin en s'appuyant sur des

données numériques et leurs visualisations, *Le\_zéro\_et\_le\_un.txt* de **Josselin Bordat** essaye de mettre en scène une intelligence

artificielle en phase d'éveil au monde, *Kétamine* de **Zoé Sagan** met un scène un journaliste "prédictif" centré sur les données ».

### •• Histoire des arts : méthodologies, perspectives et représentations

L'intelligence artificielle s'invite aujourd'hui dans tous les domaines artistiques, de la **mode** au **design**, de la **musique** à l'**architecture**. Elle investit nombre de disciplines des humanités en posant des défis méthodologiques, tout en rendant désormais possible des opérations particulièrement complexes. La discipline de l'histoire de l'art n'échappe pas à ces interrogations.

**Comment les expérimentations menées à partir d'algorithmes vont-elles révolutionner le champ de la création artistique et de son écriture ? Dans quelles mesures l'intelligence artificielle révolutionne-t-elle l'histoire des arts ?**

Les métiers de la conservation, de l'archive, de la recherche se sont saisis des potentialités offertes par l'Intelligence Artificielle. La **National Gallery of Denmark SMK** lance une plateforme de diffusion et valorisation de sa collection en ligne **SMK Open**. Environ 40 000 œuvres sont numérisées et sont diffusées en *open content*, classées au moyen de l'intelligence artificielle.



*A Beech Wood in May near Iselingen Manor, Zealand, 1857 Skovgaard, P.C. CC0*

L'indexation et la recherche en plein texte dans le **Trésor des Chartes** sur des dizaines de milliers de pages de manuscrits médiévaux ont pu être réalisées par les partenaires du projet européen HIMANIS grâce au *deep learning*. Le paléographe **Dominique Stutzmann** a [présenté cette révolution](#) en décembre 2018 à l'occasion des lundis numériques de l'**INHA** (Institut national d'histoire de l'art), mis en ligne par le **CDIP** (Centre de documentation et d'information professionnelle) de la **BnF**. Les humanités numériques font l'objet d'une [veille](#) accessible en ligne par les jeunes chercheurs en histoire de l'art à l'INHA. Dans [La méthode scientifique](#), l'émission de **Nicolas Martin** sur **France Culture**, l'historienne de l'art **Béatrice Joyeux-Prunel** interroge la place de l'Intelligence artificielle dans l'art aujourd'hui, place qui réactive le questionnement posé par les avant-gardes dans les années 1910, celui de la main créatrice et de la souveraineté de l'artiste. Béatrice Joyeux-Prunel a en outre organisé à l'UNIGE le séminaire [Postdigital, 2019-2020 : Fictions de l'artificiel](#). La notion récente d'[imagination artificielle](#) (ImA) est au centre de ses travaux de recherche présentés dans un colloque tenu à l'ENS en 2017. Dans ses précédents engagements, elle explore les nouvelles possibilités offertes par l'apprentissage profond et l'intelligence artificielle appliqués aux images, pour [cartographier les trajectoires d'artistes et d'œuvres](#), au cœur du projet **Artl@s**.

Dans le domaine de l'**architecture** et de l'**urbanisme**, le **Pavillon de l'Arsenal** à Paris a organisé en 2020 une [exposition virtuelle Intelligence artificielle et Architecture](#). L'exposition conçue par **Stanislas Chaillou**, architecte, chercheur IA et data scientist,

interroge les impacts de l'IA sur les créations architecturales de demain et explore les différentes échelles d'expérimentation en matière de représentations. L'intelligence artificielle pose la question de la créativité et de l'autonomie en créant une tension entre *conception* et *inspiration*. C'est une réflexion sur les étapes d'une évolution engagée depuis les études sur la modularité, la conception assistée par ordinateur (CAO), le *paramétrisme* et enfin l'IA.

Dans le domaine des **arts visuels**, l'exposition temporaire au **Centre Pompidou** en 1985 *Les Immatériaux* du commissaire et philosophe **Jean-François Lyotard** inaugure la réflexion sur le rôle des nouvelles technologies, du bouleversement des liens entre matrice, matériau, matériel et matière. Le musée comme laboratoire de l'IA ? Une visite guidée de l'exposition en 2020 au Centre Pompidou *Neurones, les intelligences stimulées* soulève la question et démythifie les fantasmes autour des nouvelles technologies. L'exposition au **Grand Palais** *Artistes & Robots* commente dans la création plastique le bouleversement de l'expérience sensible de l'espace et du temps par les programmes informatiques.

### **Quels scénarios pédagogiques en classe ? Comment explorer les enjeux contemporains de l'intelligence artificielle et de la création artistique ?**

L'intelligence artificielle peut être l'occasion de travailler les compétences dans la prise de parole et l'argumentation, la relation à l'information. Un [article en ligne](#) dans le journal du CNRS fait le point sur l'image de l'alien, plus particulièrement le film de **Ridley Scott** *Alien, le 8<sup>e</sup> passager*, programmé dans le cadre du [dispositif national Lycéens au cinéma](#). C'est interroger plus généralement un genre, celui de la science-fiction ; le site **Upopi** (Université populaire des images) propose une [frise chronologique interactive](#) à exploiter en classe et met en ligne un [dossier sur le personnage de l'avatar](#).



### **Quels sont les usages et le potentiel des techniques d'intelligence artificielle et de robotique dans la création chorégraphique ?**

Quelles sont les limites de l'IA au vu de la complexité du corps et du mouvement humain ? **Numéridanse**, la plateforme multimédia de la danse, met en ligne une [série de courtes captations](#) commentées où les relations entre danse et arts numériques sont interrogées.

#### **... Arts plastiques**

Évoquer aujourd'hui l'intelligence artificielle (IA) au regard des pratiques artistiques et des théories esthétiques fait d'emblée référence à la longue tradition des relations entre art, sciences et technologie au sens large. De longue histoire, la création artistique a été éprouvée par des avancées technologiques renouvelant le champ des pratiques, les ouvrant sur de nouveaux possibles. Mais l'accueil de ces nouvelles pratiques ne se fait que rarement sans ses détracteurs. Ainsi, le débat actuel autour de l'IA n'est pas parfois sans rappeler celui formé lors de l'apparition de la photographie, au début du 19<sup>e</sup> siècle, où la **disparition du geste manuel** au profit de l'enregistrement mécanique du réel nourrissait de vives discussions sur ce qui fait art. Si la question peut sembler similaire,

la **création artistique** via ou par l'IA pousse au-delà le problème de l'autonomie de la machine, semblant au premier abord potentiellement effacer l'artiste lui-même au profit d'une création qui serait de nature autonome. Alors, le fantasme d'un art sans artiste prend rapidement le pas sur une observation rationnelle des pratiques actuelles. Qu'en est-il exactement ? Si les pratiques artistiques liées à l'IA sont encore difficilement abordables en classe, les questions qu'elles soulèvent permettent d'éclairer le débat sur le fait artistique qui s'ancre dans le présent des élèves et dans les programmes d'arts plastiques. Elles permettent également de situer ce débat au regard de différentes époques en articulant les problématiques qu'elles génèrent.

### **Oscar Rejlander, le projet *The Next Rembrandt*, une position semblable qui vise à fondre les nouvelles technologies dans une forme de tradition artistique pour y être assimilés**

L'artiste victorien **Oscar Gustaf Rejlander** est surtout resté dans l'histoire pour son œuvre photographique moralisatrice de 1857, *Two Ways of Life* [Les deux façons de vivre].



Two Ways of Life, Wikimedia

Controversé à l'époque, ce cliché aujourd'hui considéré comme son chef-d'œuvre est le fruit d'un des premiers essais photographiques techniquement ambitieux de création d'image unique à partir de plusieurs négatifs. Rejlander déjoue ici les critiques liées à l'enregistrement

automatique des images en construisant son image, en marquant son intention notamment faisant référence à la peinture néoclassique et au genre de l'allégorie. Le *faire* comme devant permettre à ses yeux d'être élevés au même statut d'artiste que les peintres. Le projet [The Next](#)



ING Group -The Next Rembrandt – Flickr CC BY 2.0

[Rembrandt](#) ne procède guère autrement, même si l'illusion visuelle va être poussée à son paroxysme. Ainsi, plus de trois siècles après la disparition du maître hollandais, un programme informatique - mis au point par les ingénieurs de Microsoft en 2016 - est considéré comme étant le premier à créer une nouvelle œuvre que l'on croirait avoir été réalisée par le maître en personne. Profondément interdisciplinaire, cette **œuvre numérique** est le fruit d'un projet coopératif impliquant des historiens, des développeurs et des analystes. Le nouveau tableau représente un homme de 30 à 40 ans, caucasien, avec une barbe ou une moustache, vêtu de noir et portant une collerette. Les couleurs sombres et le regard de trois quarts caractérisent le style de l'artiste. Mais nulle trace de peinture sur le support, l'œuvre achevée étant le résultat d'une **impression 3D** allant jusqu'à simuler la **matérialité de la peinture**.

Aussi spectaculaire que soit le résultat, nous sommes en droit de nous interroger sur la pertinence de la création d'un nouveau Rembrandt à partir d'une base de données numérique de l'œuvre complète du peintre hollandais. **Ron Augustus**, ingénieur de Microsoft et développeur à l'origine du projet, justifie sa démarche ainsi : « *Nous avons utilisé la technologie et les données comme Rembrandt a utilisé ses stylos et ses pinceaux pour créer quelque chose de nouveau* ». Si effectivement l'œuvre n'existait pas préalablement, elle est surtout le fruit d'une **synthèse algorithmique** plus que d'une intention sensible si propre à Rembrandt.

Mais la remarque de **Bas Korsten**, autre membre de l'équipe du projet ouvre un autre champ. Ainsi pour lui, il ne s'agissait pas non plus de créer une nouvelle peinture de l'artiste, mais surtout d'étudier « *dans quelle mesure l'art pouvait collaborer avec les données et les technologies numériques* ». **L'IA devient alors un outil, une forme d'assistance créant de la forme à partir de l'intention d'un artiste comme un dialogue inédit laissant une part, pas si nouvelle, à l'aléatoire** (cf travaux de **Vera Molnar**, programme de Tle spécialité, [Machines à dessiner](#)).

### **Le travail de Mario Klingemann, une collaboration entre l'IA et l'artiste**

[Mario Klingemann](#) est un artiste allemand, chef de file du courant artistique *Neural Network Art* reposant sur le concept de **neurographie**. Intéressé, depuis le début des années 2000, par le code comme moyen de création formel, il s'est tourné au fur et à mesure vers le *deep learning*. Ainsi s'exprimait-il en marge du festival GROW à Paris dédié au code créatif : « *Imaginez que vous avez un chien, vous lui apprenez des trucs mais comme votre capacité à communiquer avec lui est limitée, vu qu'il ne parle pas votre langue, il vous faut comprendre son langage corporel, comprendre comment il se comporte. C'est la même chose avec les machines. Elles se comportent de manière prévisible et font des erreurs en fonction des données qu'on leur injecte. Leur apprentissage devient alors permanent* ». Le concept de neurographie, fruit du travail de Klingemann, permet à des IA de générer des images de nature très expressionniste grâce à leur mise en concurrence via de nouvelles formes algorithmiques dites antagonistes. **Si les possibilités sont infinies, c'est bien l'artiste qui finit par opérer un choix dans ce flux produit.**

### **Quid de l'art génératif ?**

L'origine de l'art génératif a commencé bien avant l'arrivée des ordinateurs. L'une des origines de ce mouvement sont les *Musikalische Würfelspiele* dont **Mozart** utilisait le principe. Le *Musikalisches Würfelspiel* reposait sur un système basé sur un dé pour générer aléatoirement de la musique, technique très populaire en Europe au 18<sup>e</sup> siècle. Mais, depuis

l'émergence des ordinateurs, ce principe de création s'est largement amplifié. L'art génératif est une expression artistique qui utilise principalement des algorithmes pour concevoir des œuvres se générant de manière autonome. C'est un système qui est donc capable de produire, en fonction de règles prédéfinies, des **œuvres uniques** ; le résultat n'est jamais identique. Il peut évoluer en fonction d'une valeur environnementale grâce à des capteurs ou en fonction de valeurs aléatoires, le hasard, et parfois même



Paulo Colacino - COLOR  
EXPLOSION - Generative Art  
[Flickr](#) CC BY-NC-SA 2.0

en fonction de sa propre production. Cet art se base en effet sur la programmation (le code), dans un but purement visuel, c'est pourquoi il fédère artistes et développeurs bien souvent ! Cependant cette forme artistique qui tient tant dans le médium même (le programme) que dans le produit fini a plusieurs champs d'action : graphique, textuel, sonore, etc... En effet, des poèmes, des musiques peuvent être générés aléatoirement tout comme des réalisations graphiques. L'art génératif n'est pas obligatoirement interactif, mais c'est une possibilité. Ce qui est par contre fondamental pour dire d'un art qu'il est génératif c'est l'absence d'intervention de l'artiste au moment de la réalisation. **L'artiste ne crée pas seulement ou strictement une œuvre, il crée un processus.**

### •• Éducation musicale et chant choral

Comme l'indique **François Pachet**, scientifique, compositeur et directeur de *Spotify Creator Technology Research Lab*, l'intelligence artificielle peut être source d'inspiration et de suggestions créatives à la manière de *Daddy's car* et de l'album *Hello world*, ou de *DeepBach*. Par ailleurs, l'IA peut être un assistant pour les enseignants d'éducation musicale. Les professeurs ont souvent besoin d'ôter la voix d'une piste sonore pour ne conserver que l'accompagnement lors de l'activité de chant ou de pratique instrumentale. Quelques outils et services basés sur **l'apprentissage machine** permettent d'effectuer cette opération dans leur version gratuite, sans inscription, tout en veillant à respecter le droit de la propriété intellectuelle.

Le site normand **Enseigner avec le numérique** signale en particulier [Lalal.ai](#) et [Acapella Extractor](#).

### •• Économie Gestion

Le [CREG de Versailles](#) publie un article sur l'IA qui indique que cette notion est incorporée aux différents programmes de SDGN en Première

STMG et en section Baccalauréat professionnel tertiaire et qu'elle peut s'appréhender de différentes façons avec des outils variés : découverte de l'IA (reconnaissance d'image) avec **Lucie Jagu** sur Class'Code, la notion des « neurones » et du « réseau de neurones » sur *Tensorflow* avec **Thierry Vieville**.

### •• Ludifions les cours avec l'IA

Le jeu et les jeux de plateau font partie des toutes premières applications de l'IA [KON 20] : **Claude Shannon** et sa programmation d'un ordinateur pour jouer aux échecs, **Arthur Samuel** et son programme capable de jouer aux dames et plus récemment les systèmes d'intelligence artificielle dédiés comme *DeepBlue* (IBM), *AlphaGo* et *AlphaStar* (DeepMind) pour *StarCraft* qui s'appuient concernant ces deux derniers) sur **l'apprentissage par renforcement profond**.

→ Il est possible d'engager les élèves dans différentes activités ludiques comme le jeu *Quick, Draw* qui permet, tout en dessinant en temps limité, d'expérimenter le fonctionnement



d'un réseau de neurones. Cet outil fait écho au programme ludique [AutoDraw](#) du même [Google](#) capable de reconnaître des croquis dessinés par l'utilisateur et de proposer une version plus esthétique. La même entreprise permet par le biais de sa [Teachable Machine](#) d'entraîner un ordinateur à reconnaître ses propres images, sons et poses.

→ Des [activités de sciences et technologie ludiques](#) traduites en français sont également disponibles gratuitement sur le site [cs4fn](#) de l'université londonienne **Queen Mary** : Création d'un visage, La feuille de papier intelligente, Jeux gagnants, La boîte à cerveau. Une démarche similaire est engagée par **Marie Duflot-Kremer** dans ses [activités de médiation scientifique](#). D'autres activités sur l'apprentissage machine sont à comme ce projet publié sur le site [SII-Technologie collège](#) de l'académie de Créteil en lien avec le développement durable.

→ **Jouer à Débattre** (JAD) est une collection de jeux produits par **L'Arbre des Connaissances** (ADC). L'ADC a réalisé [deux kits de jeux](#) (transport et santé) sur l'IA afin de permettre aux jeunes de débattre sur les impacts de ces technologies dans leur quotidien.

De nombreuses ressources complémentaires sont ajoutées pour préparer et prolonger la séance prolonger avec les jeunes apprenants. Une [illustration](#) en est apportée en **enseignement technologique optionnel (ETO) Santé et Social** dans l'académie d'Amiens autour de la bioéthique ([TraAM 2018-2019](#)).



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



[Contact courriel](#)

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

Souhaitez-vous continuer à recevoir la lettre ÉduNum thématique ?

[Abonnement / Désabonnement](#)

*À tout moment, vous disposez d'un droit d'accès, de modification, de rectification et de suppression des données qui vous concernent (art. 34 de la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978). Pour consulter nos mentions légales, [cliquez ici](#).*