

# L'IA, une histoire pas si récente

## 1950



Dès les débuts de l'informatique dans les **années 1950**, les scientifiques réalisent que ces "machines de calcul" pourraient être utilisées pour effectuer des tâches pour lesquelles nous mobilisons notre intelligence : jouer aux échecs, démontrer des théorèmes, traduire des langues...

**Le saviez-vous ?**

Les premiers **réseaux de neurones artificiels** ont permis, dès 1957, d'effectuer des tâches simples de **reconnaissance de forme**. Le premier programme d'apprentissage automatique a été proposé en 1952 et servait à **jouer... aux Dames**.

L'**algorithme Alphabeta** utilisé pour jouer aux Échecs a été créé en 1956. C'est ce même algorithme qui battra le champion du monde KASPAROV en 1997 !



Dans les **années 1960**, de nouveaux essais tentent de modéliser l'intelligence à l'aide de méthodes générales permettant de résoudre certaines catégories de problèmes. Par exemple, des jeux tels que les Échecs, les Dames ou le Go peuvent être **joués par un même algorithme**, qui explore à chaque coup plusieurs combinaisons à l'avance et évalue les positions atteintes au cours du jeu.

## 1960

Progressivement, les chercheurs se concentrent sur l'élaboration de programmes spécialisés en **modélisant informatiquement** toutes les connaissances d'un domaine précis. Les **années 1970** voient fleurir des « **systèmes experts** » sur de multiples sujets allant du diagnostic médical au pilotage d'installation industrielle en passant par l'analyse financière.



## 1970



Malheureusement, l'intégration des connaissances dans un programme est un processus ardu qui nécessite un fort **travail de collaboration** entre les spécialistes de l'IA et les experts du domaine. **Au début des années 1980**, les **systèmes experts** montrent leurs limites et l'engouement qu'ils avaient suscité retombe.

## 1980

Dans les **années 2000**, l'explosion d'internet, de la science des données (Big Data) et des cartes graphiques relancent l'intérêt pour « les **réseaux de neurones artificiels** ». Les précédents obstacles sont surmontés par les supercalculateurs qui compilent les énormes quantités de données nécessaires à l'apprentissage de tâches complexes.

## 2000

À partir des **années 2010**, les programmes deviennent désormais capables de réaliser les tâches auxquelles l'IA s'intéresse depuis des décennies (reconnaissance d'images, traitement du langage, diagnostics dans différents domaines...) avec des performances qui surpassent les meilleurs cerveaux humains.

## 2010



## 2020

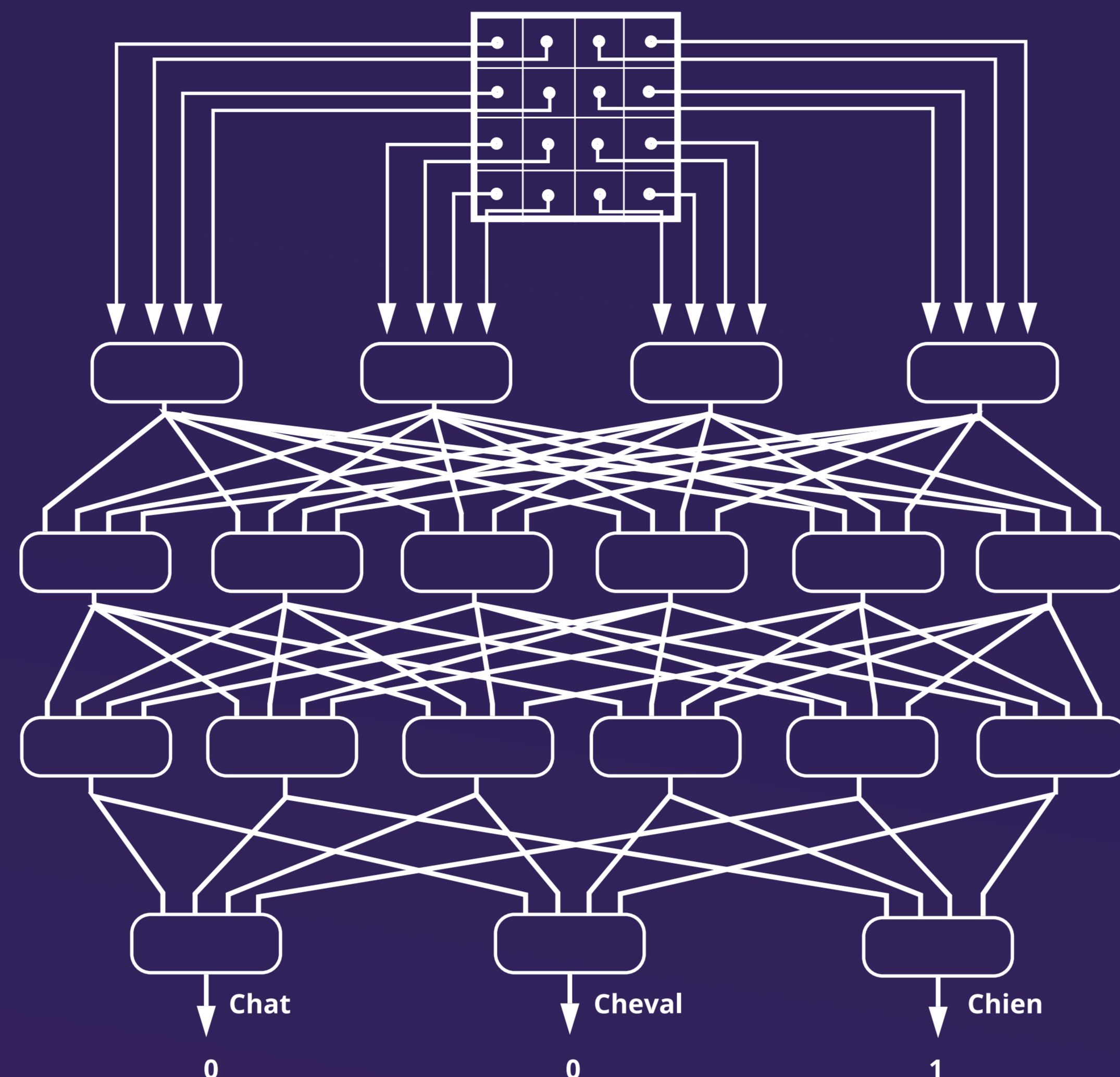
L'invention de nouvelles façons d'utiliser les **réseaux de neurones** dans les **années 2020**, permet actuellement de créer des textes, des sons ou des images qui rivalisent avec les meilleures productions humaines. Devenue « **générative** », l'IA sort des domaines techniques spécialisés et trouve désormais des **applications quotidiennes pour un large public**.

# L'IA, c'est quoi ?

L'expression « Intelligence Artificielle » (IA) a changé de sens plusieurs fois au cours de son histoire. Aujourd'hui, elle est employée le plus souvent pour désigner l'ensemble des programmes informatiques qui effectuent des tâches trop complexes pour pouvoir être programmées instruction par instruction. Les programmes d'IA sont engendrés en grande partie par des processus automatiques élaborés à partir d'exemples. C'est ce que les informaticiens appellent l'apprentissage automatique ou *machine learning*.

## Un cerveau numérique ou un simple programme ?

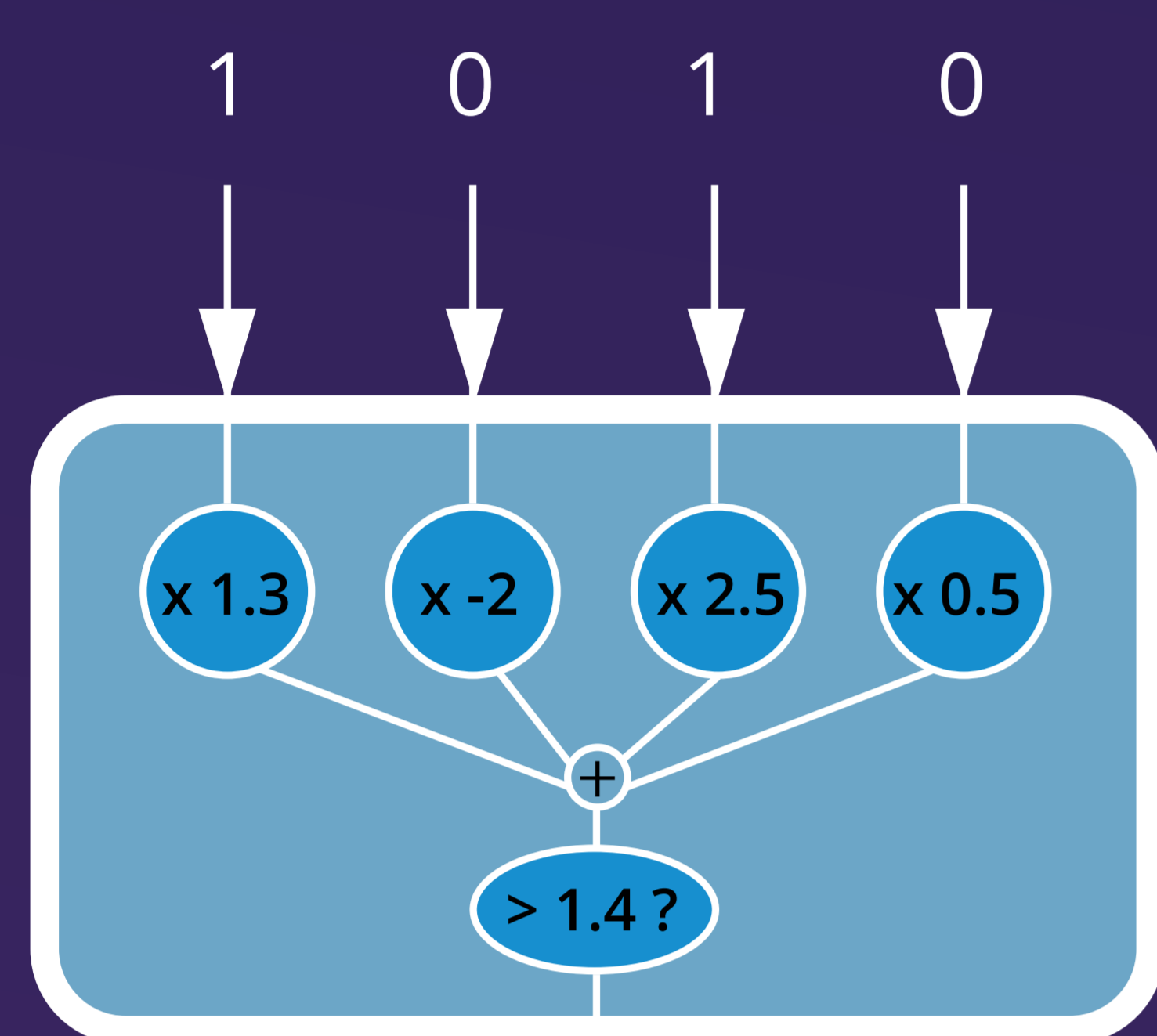
L'IA se base sur plusieurs méthodes telles que les régressions (linéaire ou logistique), les arbres de décision et les forêts aléatoires, ou encore les « réseaux de neurones artificiels », appelés ainsi par analogie avec les neurones de notre cerveau. Chaque « neurone artificiel » est un élément de calcul simple. Combinés grâce aux coefficients qui les relient, les neurones permettront de réaliser des tâches complexes.



Une fois la structure du « réseau de neurones » choisie, il reste à déterminer les coefficients des connexions neuronales pour obtenir le résultat désiré.

Comme il n'est *a priori* pas possible de déterminer ces coefficients en amont, des techniques d'apprentissage automatique sont employées. Un algorithme va examiner les coefficients qui sont intervenus dans ce calcul et les modifier afin que le résultat se rapproche de la bonne réponse.

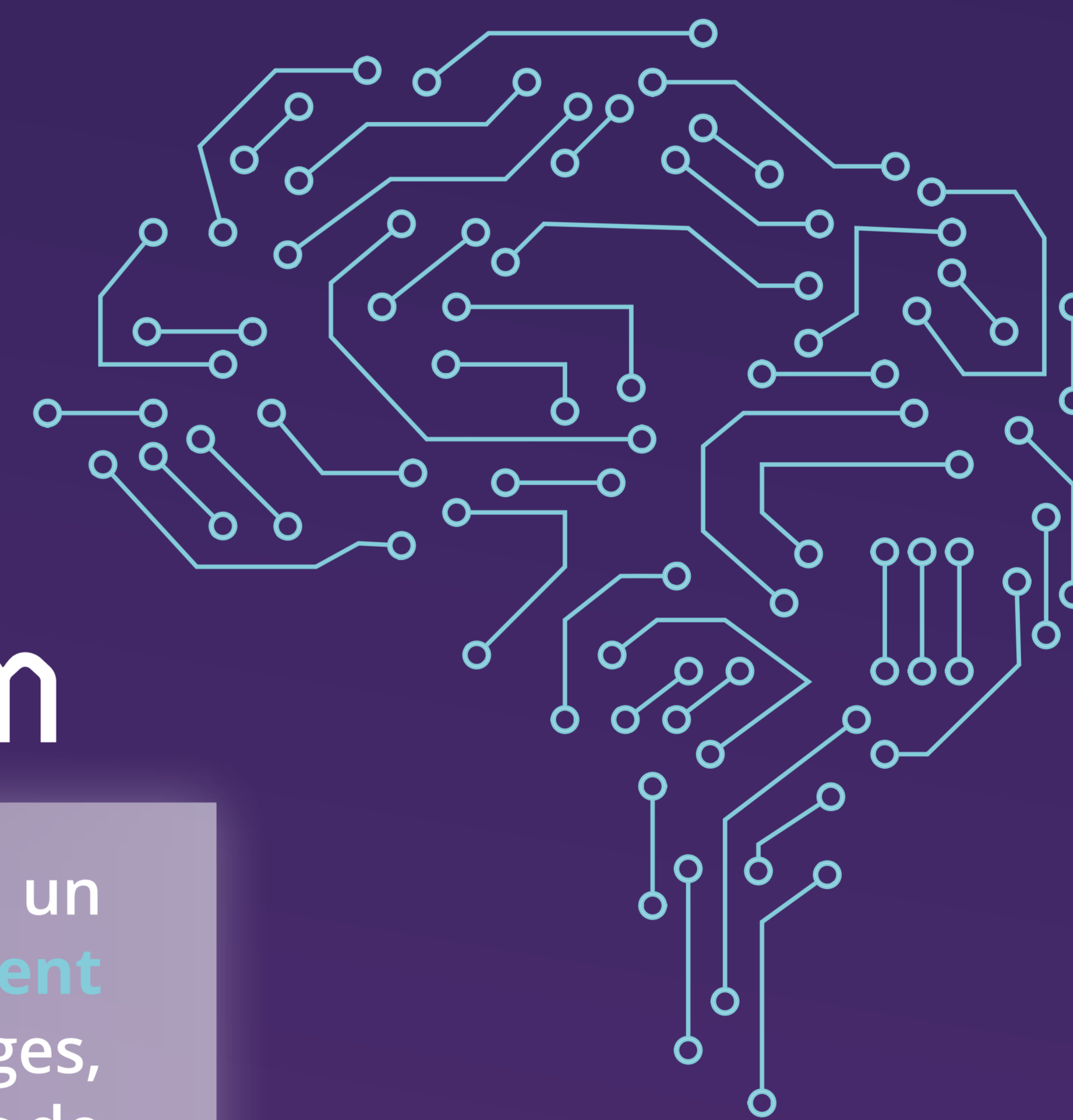
En recommençant cet exercice sur un grand nombre d'exemples, cette étape de l'apprentissage va permettre au réseau d'améliorer ses performances et pourra finalement traiter correctement les données qu'il ne connaît pas encore.



## Que se passe-t-il lors de l'interprétation d'une image ?

L'image est présentée au réseau *via* un premier ensemble de neurones, appelé « couche d'entrée », dans laquelle chaque neurone reçoit la valeur d'un pixel de l'image. Cette première couche combine ces valeurs avec des coefficients et donne ses résultats à une nouvelle couche de neurones et ainsi de suite... Ces réseaux comportant de nombreuses couches sont dits profonds, et la technique utilisée pour les entraîner est appelée apprentissage profond (deep learning). Les résultats de la dernière couche de neurones, la « couche de sortie », représentent la réponse de tout le réseau : l'image représente un chien !

En combinant un très grand nombre de calculs — plusieurs millions, voire plusieurs milliards pour les plus grands réseaux actuels — le réseau peut résoudre des problèmes extrêmement complexes.



## L'IA générative, l'IA nouvelle génération

Selon un principe similaire, un « réseau de neurones » peut apprendre à générer un texte. Pour cela, il faut considérer que le problème à résoudre est de deviner le segment de mots suivants à partir du début d'un texte. De la même manière que pour les images, le réseau va parfaire son apprentissage en analysant l'enchaînement des mots dans de nombreux textes. Le réseau devient alors capable de choisir successivement des mots convenables pour rédiger une nouvelle réponse.

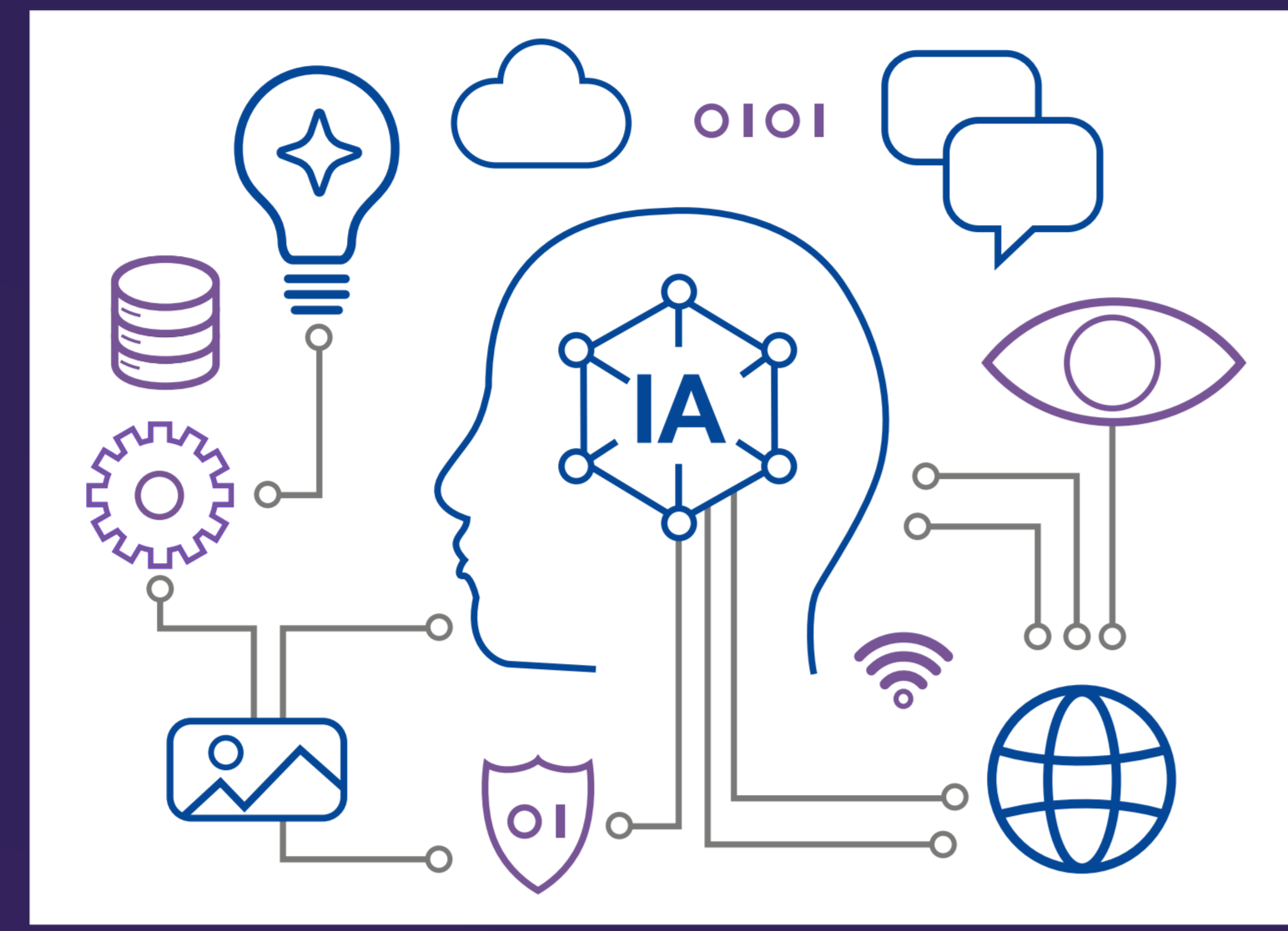
# L'IA, une technologie à encadrer

L'essor rapide de l'IA et sa puissance suscitent beaucoup d'attentes et d'appréhensions. Si elle offre des avancées significatives dans de nombreux domaines, elle peut aussi avoir des impacts négatifs en l'absence de réglementation : renforcement des biais et discriminations existants, atteinte aux droits humains, à la vie privée, à la sécurité ou encore aux libertés fondamentales.

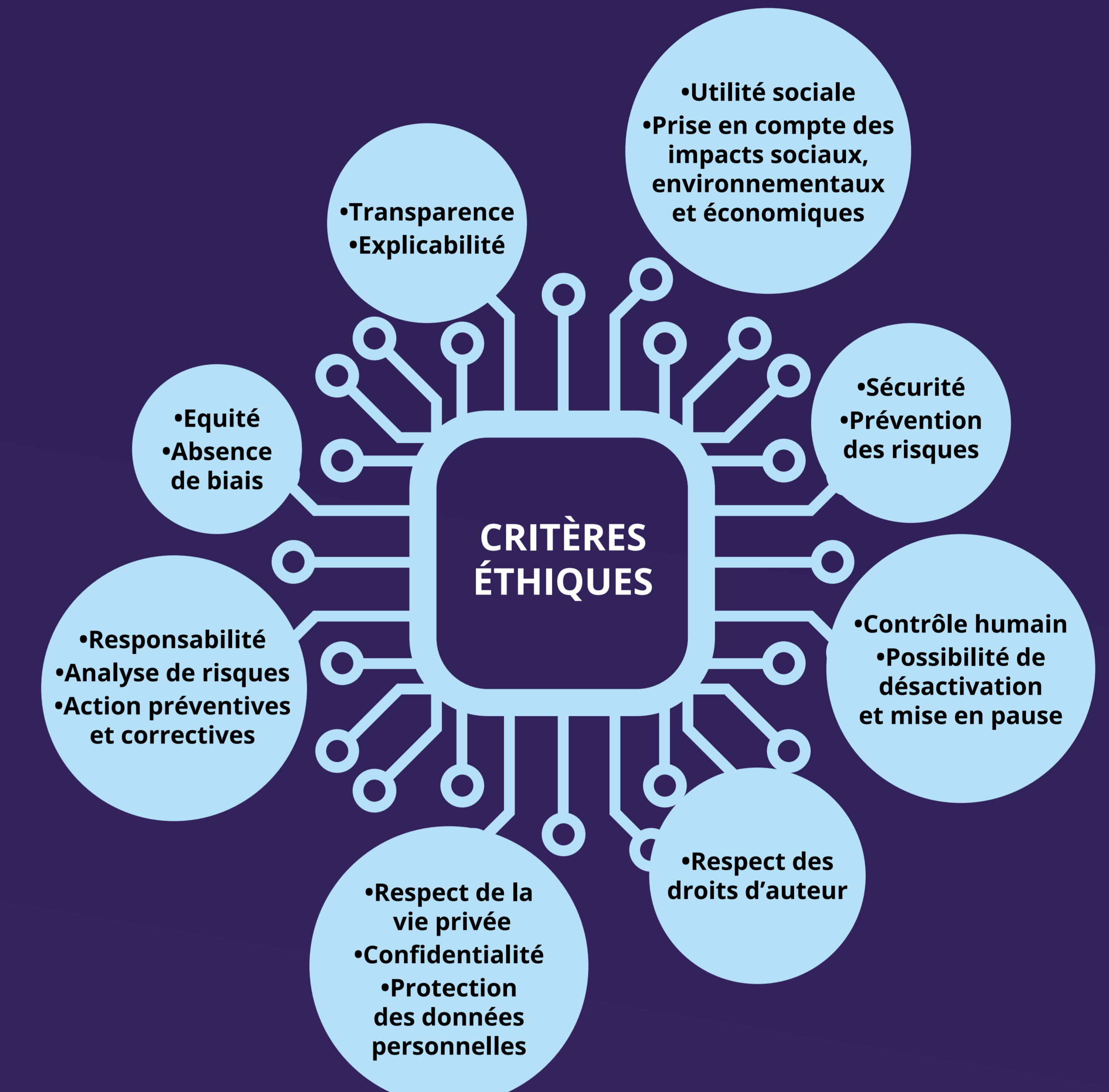
## Des machines pas si neutres

De nombreux biais peuvent intervenir dans les comportements d'une IA, soit issus de l'algorithme qui n'arrive pas à converger, soit liés aux bases de données d'entraînement ou aux interactions avec les concepteurs.

Les ensembles de données peuvent être incomplets ou refléter les préjugés implicites de la société dont ils émanent. Par exemple, un système de recommandation hospitalier mis en place dans un établissement américain détectait des mélanomes de manière nettement plus efficace et précoce sur les peaux claires que sur les peaux foncées, en raison d'un entraînement réalisé principalement à partir de données issues de patients à peau claire.



Dans d'autres secteurs tels que la justice (probabilité de récidive), la finance (octroi de crédit), l'emploi (sélection des candidats), les systèmes automatisés de décision sont de plus en plus sollicités. Il est important que ces processus reposent sur des critères transparents et auditables, afin de garantir l'équité des traitements.



## Une réglementation multiple et technique

Il est nécessaire de penser aux questions éthiques dès la conception des programmes. L'Union Européenne a commencé à légiférer sur ce sujet, avec plusieurs réglementations :

**Le Règlement Général de Protection des Données (RGPD) – 25 mai 2018**



Règlemente la manière dont doivent être traitées les données personnelles, et les droits conservés par les individus, comme le droit d'opposition.

**La directive européenne sur le droit d'auteur – 15 avril 2019**

Permet aux détenteurs de droits d'auteur de faire valoir leurs droits lorsque leurs œuvres se retrouvent sur des plateformes internet.

**Le Règlement européen sur l'IA (RIA) – juillet 2024**

Visé à sécuriser les outils d'IA qui circulent sur le territoire, afin d'éviter les IAs à haut risque, comme les IAs de notation sociale, et d'assurer la circulation d'IA de confiance développées dans l'intérêt et le respect des droits humain.



Plusieurs instances de régulation ont été mises en place pour encadrer l'usage de l'intelligence artificielle. Par exemple : L'UNESCO a défini des principes éthiques liés aux droits humains et à la diversité culturelle.

La France et l'Europe soutiennent aussi la formation des managers à l'éthique de l'IA. En 2025, la France s'est d'ailleurs dotée d'un Institut pour l'évaluation et la sécurité de l'IA (Inesia) qui fait partie d'un réseau international (Canada, Corée du Sud, Japon, USA, etc.)

### COIN DE LA RECHERCHE

Dans le cadre de la chaire en IA « Human-Machine Affective Interaction & Ethics » dirigée par **Laurence DEVILLERS** au sein du Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique, les chercheurs évaluent la confiance que nous accordons aux machines « intelligentes ». Des expériences menées auprès d'enfants de 6 à 10 ans ou d'adultes autour d'un jeu consistant à distribuer des billes, ont révélé que l'avis d'un chatbot (IA avec laquelle nous pouvons discuter) était plus influent que celui d'un humain.



# L'IA, une révolution à prix fort

La course aux financements dans le domaine de l'IA est devenue un enjeu majeur pour les entreprises et les gouvernements du monde entier. En 2023, les investissements mondiaux en IA ont atteint 150 milliards de dollars, un chiffre en constante augmentation. Les États-Unis et la Chine dominent le marché, représentant ensemble 70 % des financements, tandis que l'Europe lance à son tour plusieurs initiatives ambitieuses.

## Qui tient les rênes ?

Les entreprises technologiques telles que Google, Microsoft et OpenAI captent une part importante des investissements.



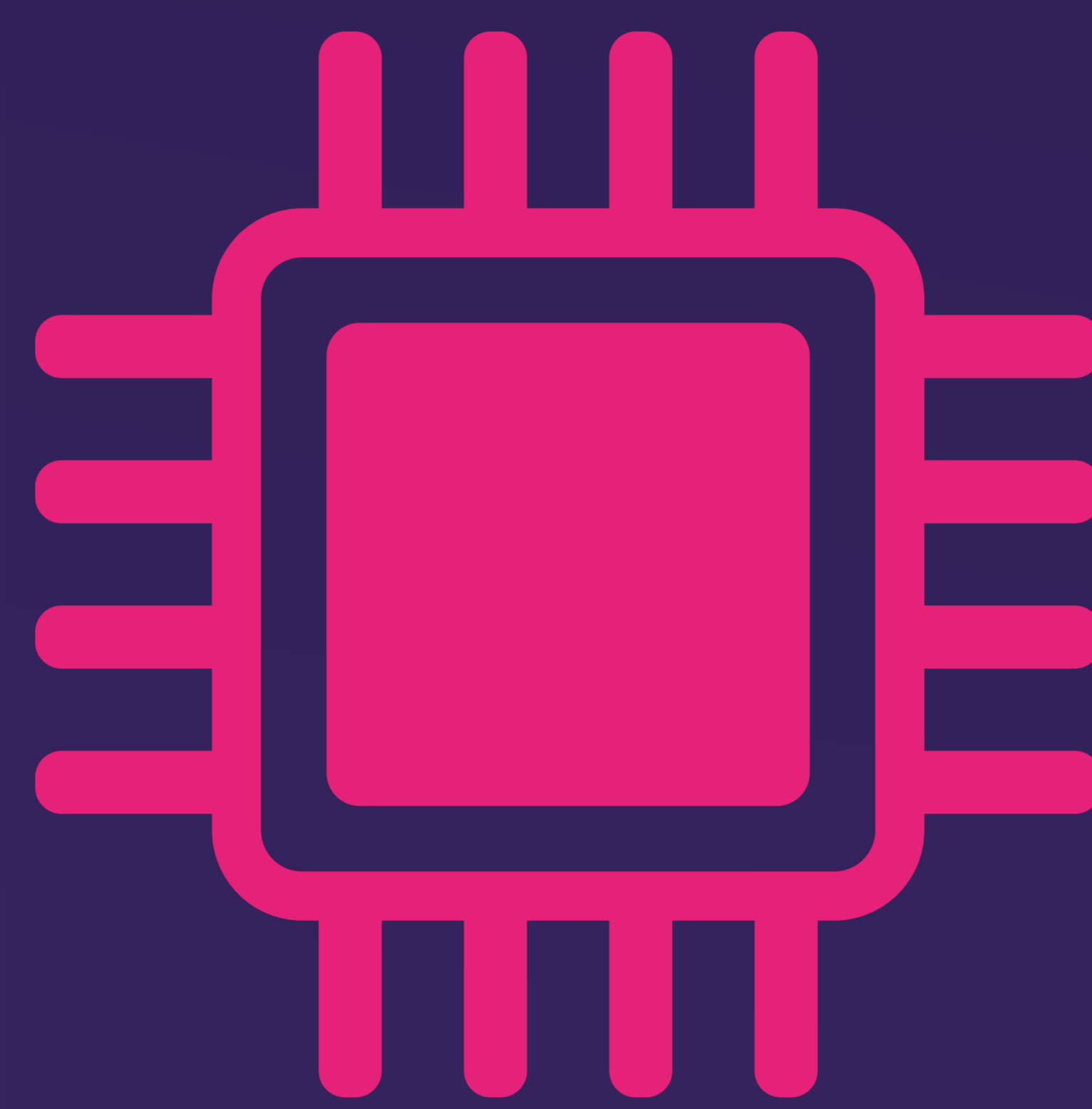
- En 2024, **Microsoft** a investi 13 milliards de dollars dans **OpenAI**, renforçant ainsi sa position dans la recherche et le développement d'IA générative.

- Google, via **DeepMind**, alloue chaque année plusieurs milliards à ses avancées en IA.



- De son côté, Amazon a annoncé un plan d'investissement de 4 milliards de dollars dans **Anthropic**, une startup spécialisée en IA conversationnelle.

**ANTHROPIC**



- En septembre 2025, **Mistral AI**, une entreprise française, a levé 1,7 milliards d'euros (ASML) pour développer des modèles d'IA open source.



- Hugging Face**, une autre entreprise du secteur, a obtenu 235 millions de dollars lors de son dernier tour de table.

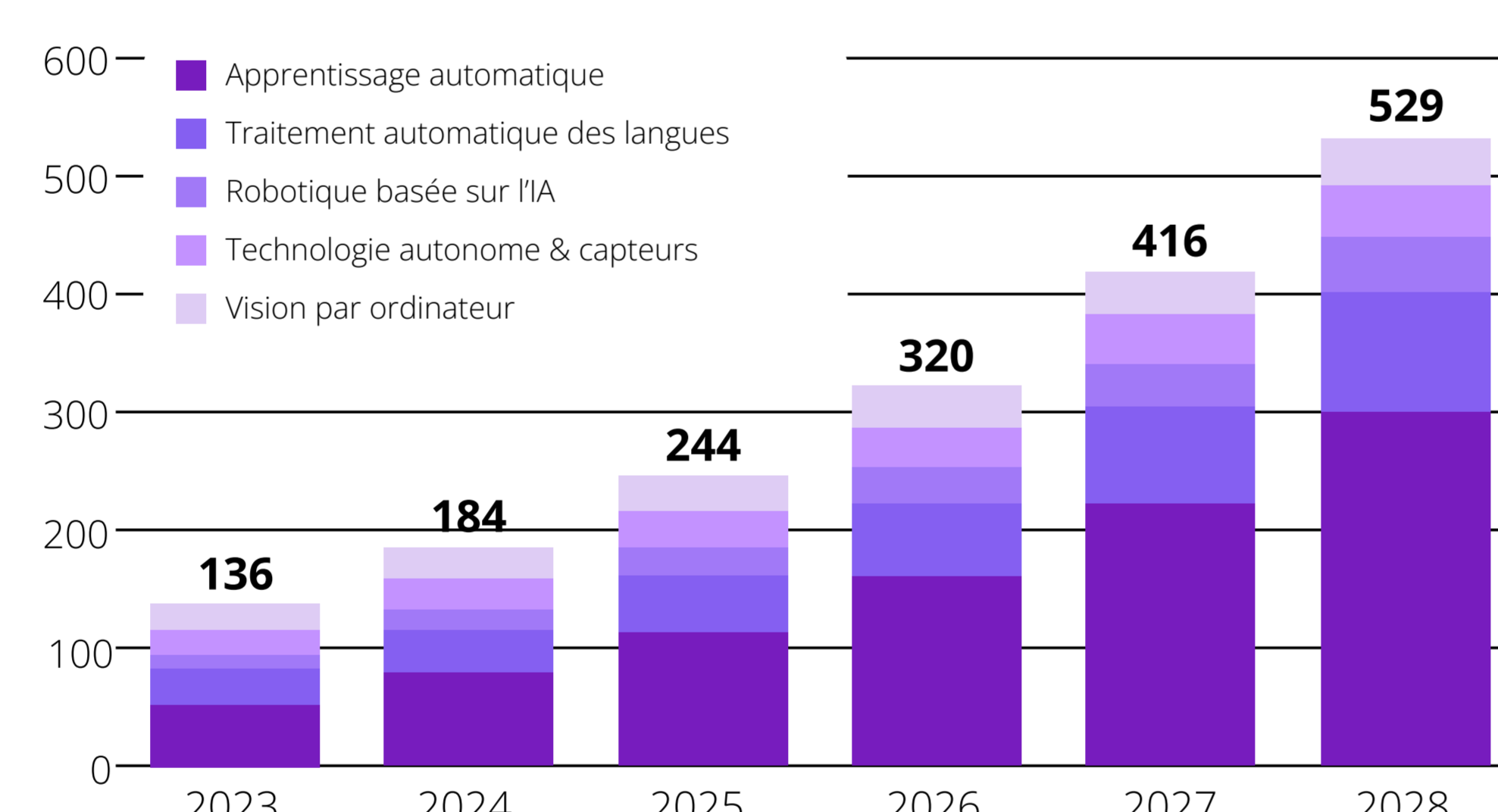


## Les États face aux défis de l'IA

Les États investissent massivement pour éviter de dépendre des géants américains et chinois. En 2024, l'Union européenne a annoncé un plan de 200 milliards d'euros pour soutenir le développement de l'IA éthique et souveraine. La France, à travers Bpifrance, prévoit 10 milliards d'euros pour accompagner les entreprises innovantes.

### IA : le marché pourrait dépasser les 500 milliards d'ici 2028

Estimation et projection du chiffre d'affaires mondial du marché de l'IA de 2023 à 2028, par segment (en milliards)



Projection en date de mars 2024.  
Source : Statista Market Insights

## Vers une concentration du marché ?

Si les financements explosent, ils profitent principalement aux grandes entreprises et aux startups les plus prometteuses. La concentration des capitaux autour d'un petit nombre d'acteurs pose la question de la diversité et de l'équité dans l'IA. L'enjeu des prochaines années sera donc de démocratiser ces financements pour favoriser une innovation plus large et inclusive.



### COIN DE LA RECHERCHE

L'**Université Paris-Saclay** se positionne comme un acteur majeur de l'IA en France et en Europe, grâce à une synergie entre formation, recherche et innovation. Elle propose des formations de pointe allant de la licence au doctorat. Elle abrite des infrastructures de pointe, notamment la plateforme Saclay-IA ainsi que l'Institut de recherche DataIA, premier écosystème français en intelligence artificielle. Elle collabore avec des acteurs industriels à travers des projets comme AIDA et propose des programmes de reconversion vers les métiers de l'IA, renforçant ainsi l'innovation et la compétitivité en France.

**université  
PARIS-SACLAY**

**université  
PARIS-SACLAY**

**INSTITUT  
DATAIA**  
Science des données, Intelligence & Société

**université  
PARIS-SACLAY**

# L'IA, face au droit d'auteur

Comment trouver un équilibre entre protection de l'innovation et protection des droits humains ? Qui est l'auteur d'une œuvre générée par l'IA ? Ces questions sont essentielles dans l'utilisation des IA génératives, qui pour la plupart se basent sur des œuvres protégées par le droit d'auteur.

## L'IA, auteur de ses œuvres ?

La qualité d'auteur d'une œuvre est reconnue sous deux conditions : fournir un effort intellectuel dans sa création et infuser sa personnalité dans l'œuvre.

*Quid d'une œuvre générée par IA ?*

### Est-ce l'utilisateur ?

Pour celui-ci, l'IA est un outil, au même titre qu'un photographe utilisant son appareil photo. Cependant, le photographe effectue des choix subjectifs qui influent sur le rendu final de la photo. Un utilisateur de modèles d'IA **ne maîtrise pas le processus de création**. Son unique apport est l'idée, qui n'est pas protégée dans la législation actuelle du droit d'auteurs.



### Est-ce l'IA elle-même ?

L'IA ne possède pas de personnalité morale et juridique et ne peut donc être titulaire de droits.



**Est-ce le créateur de l'IA utilisée ?** Bien que les créateurs d'IA possèdent les droits sur leur logiciel, ils n'interviennent à aucun moment sur la production finale et ne peuvent donc pas revendiquer les droits d'auteurs des œuvres élaborées grâce à leur IA.

Actuellement, il n'y a pas de consensus à travers le monde :

- ✓ L'Europe est en cours de discussion pour légiférer sur ce sujet.
- ✓ La Chine considère que c'est l'utilisateur qui possède les droits d'auteur.
- ✓ Les États-Unis légifèrent au cas par cas en fonction de l'implication de l'utilisateur dans le résultat final.

En 2023 l'écrivaine Elisa SHUPE a publié le livre « **AI Machinations: Tangled Webs and Typed Words** » qu'elle a rédigé à l'aide de ChatGPT. La justice américaine a décidé de lui accorder le droit d'auteur pour son œuvre dans son ensemble. En revanche, **les phrases individuelles ne sont pas protégées** et peuvent être reprises par d'autres IA ou personnes tierces en toute légalité.

## IA et respect du droit d'auteur

Une étude du MIT d'août 2024 révèle que des données protégées par le droit d'auteur sont fréquemment utilisées pour l'entraînement des modèles d'IA.

Il est compliqué de faire opposition à cette utilisation :

✓ Il n'existe pas de protocole pour signifier « l'opt-out » selon le type de médias.

✓ sur Internet, certaines œuvres sont mises en ligne par de personnes tierces.

Lors du sommet de l'IA de février 2025 à Paris, la question a été portée par différentes sociétés de protection des auteurs. La volonté de protéger le droit d'auteur a été réaffirmée mais sans donner lieu à des actions concrètes pour le moment.

En mars 2025, plusieurs syndicats d'auteurs et de l'édition ont poursuivi Meta (Facebook, Instagram, WhatsApp et Meta Quest) en justice pour l'utilisation d'œuvres protégées : leur IA a été entraînée sur Books3, une base de données de près de 200 000 livres, constituée au mépris du droit d'auteur.



## COIN DE LA RECHERCHE



Un rapport sur l'application du RIA (Règlement Européen sur l'IA) a été présenté le 9 décembre 2024 par **Alexandra BENSAMOUN**, professeure de droit au CERDI (Centre d'Études et de Recherche en Droit de l'Immatériel). Il préconise une obligation de mettre à disposition un résumé détaillé des contenus utilisés pour entraîner les modèles d'IA.

# L'IA, au service de la santé

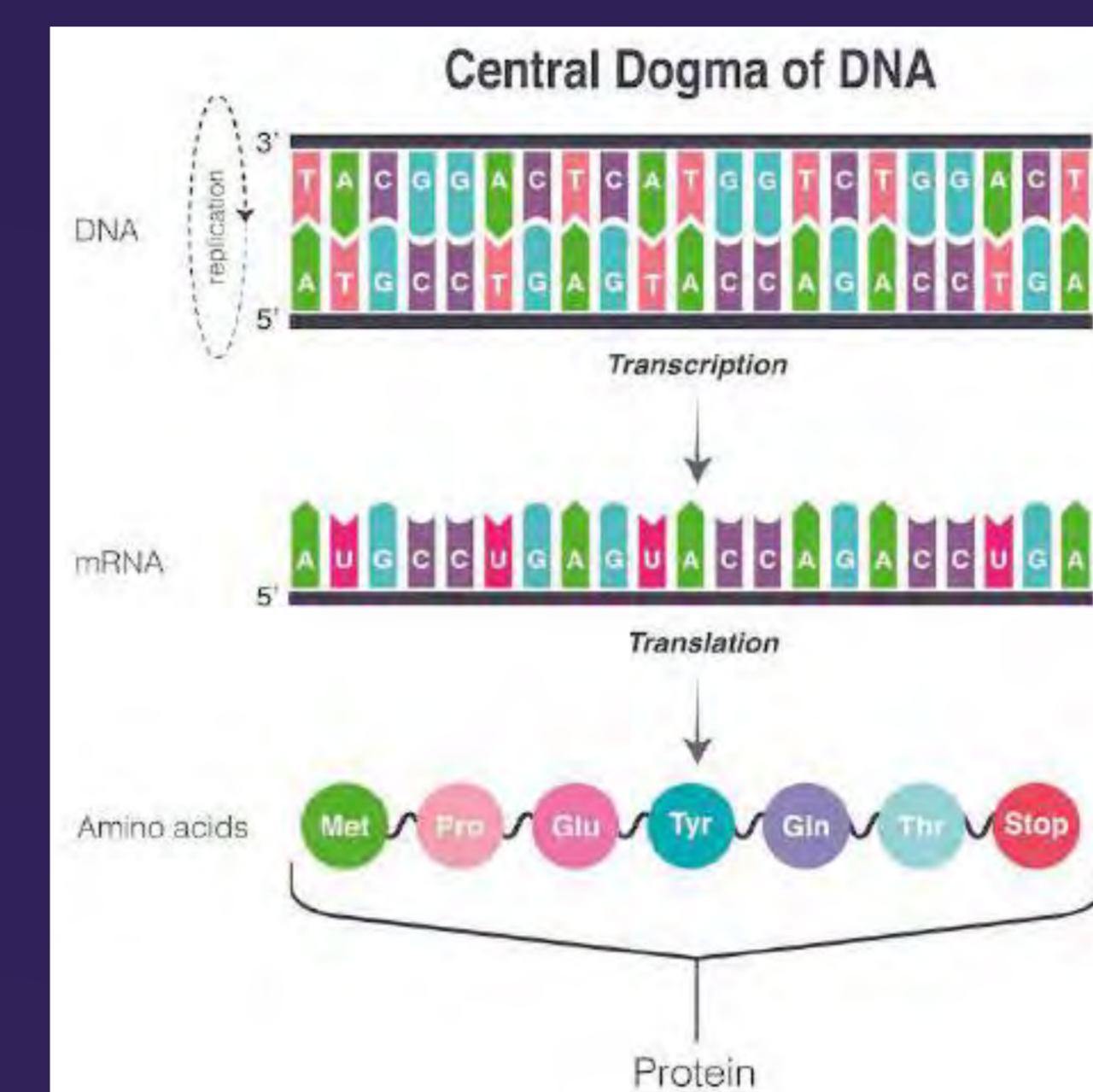
Prometteuse, l'IA offre des avancées spectaculaires dans le domaine de la santé : diagnostics plus rapides, médecine personnalisée, aide à la décision clinique, examen d'images médicales. Son utilisation permet notamment de simplifier des analyses longues et fastidieuses ou de traiter de larges quantités de données. Quelles peuvent-être ces applications concrètes et quelle place occupe l'IA dans la pratique des médecins ?



## Rendre certaines analyses plus accessibles

Dans la lutte contre le cancer, deux types d'examen sont possibles pour identifier la maladie et définir un traitement adapté :

- **L'analyse de coupes histologiques** la tumeur est prélevée et coupée en fines lames afin d'observer les cellules par imagerie.
- **Le séquençage de l'ARN** permet de remonter aux informations génétiques de la tumeur et de les comparer à une cellule saine pour l'identifier et comprendre sa progression.

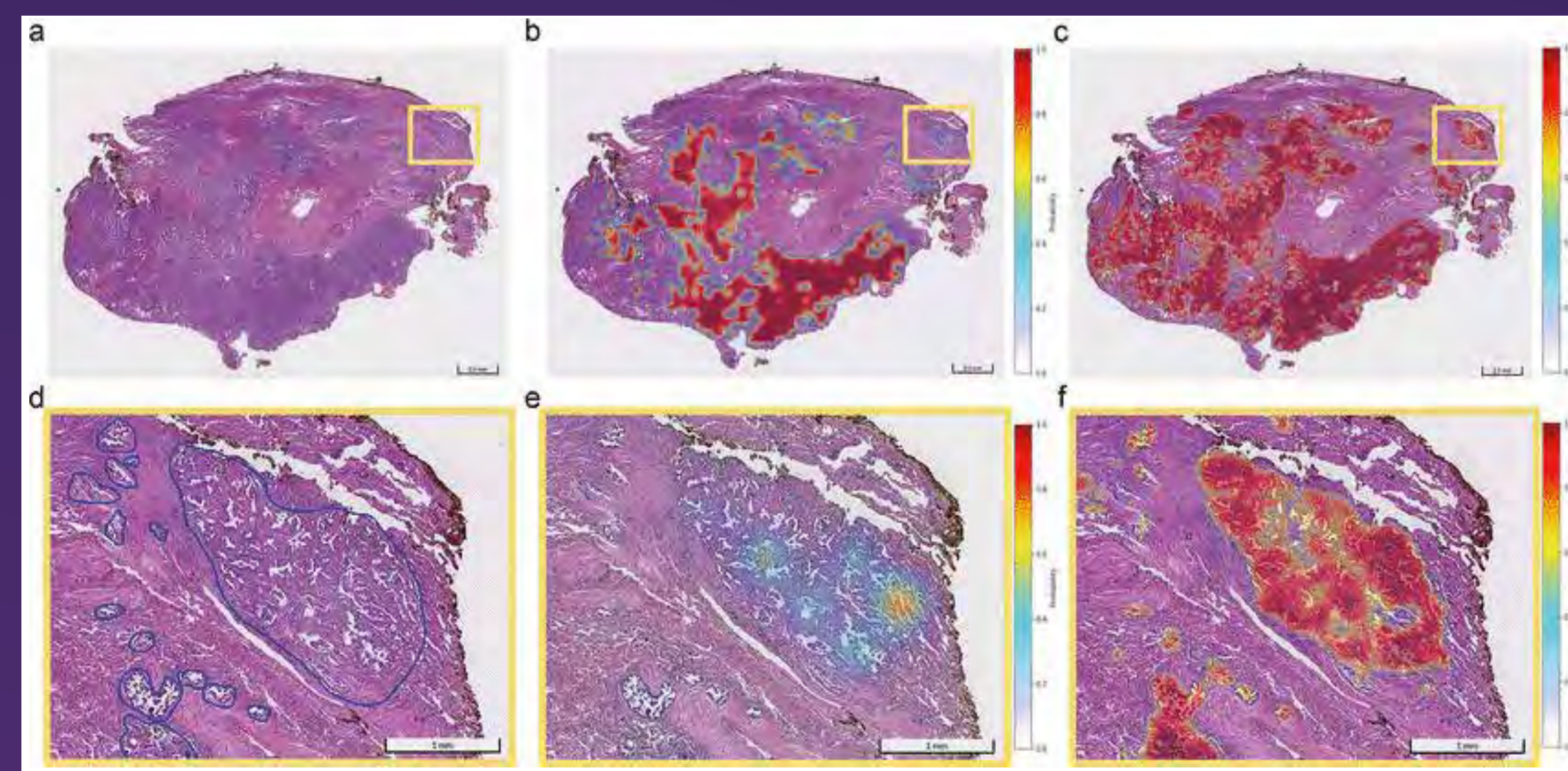


L'objectif est donc que l'IA fasse des corrélations entre coupes histologiques et séquençage ARN sur des données existantes, afin de n'avoir besoin que de la coupe histologique pour accéder aux mêmes données que le séquençage ARN.

## Et les médecins dans tout ça ?

Les systèmes d'IA sont développés pour accompagner les médecins selon différentes méthodes parmi lesquelles :

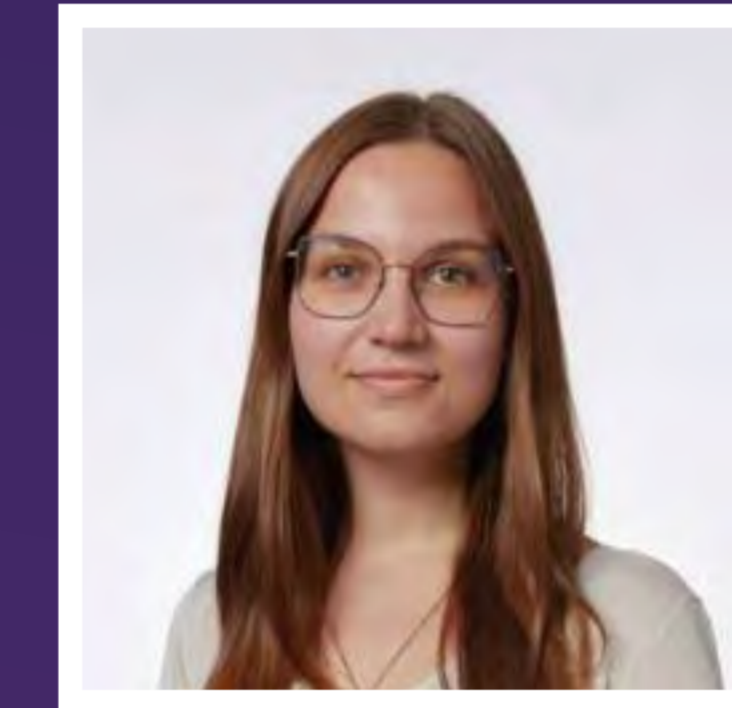
- **Le modèle linéaire** dans lequel l'IA va recouper les données de patients connus pour associer des « coefficients » aux différentes variables du modèle (âge, sexe, type de traitement, etc.). Pour les nouveaux patients, l'IA va appliquer ces « coefficients » précédemment définis et en tirer des conclusions. **Les médecins ont accès aux variables** et peuvent apprécier les résultats pour ajuster les traitements proposés.
- **Le modèle de l'apprentissage profond** est plus opaque sur son fonctionnement car les données sont contenues dans une sorte de « boîte noire » inaccessible, ne permettant pas de justifier les traitements proposés par IA. **Ce modèle est généralement plus performant que le modèle linéaire.**



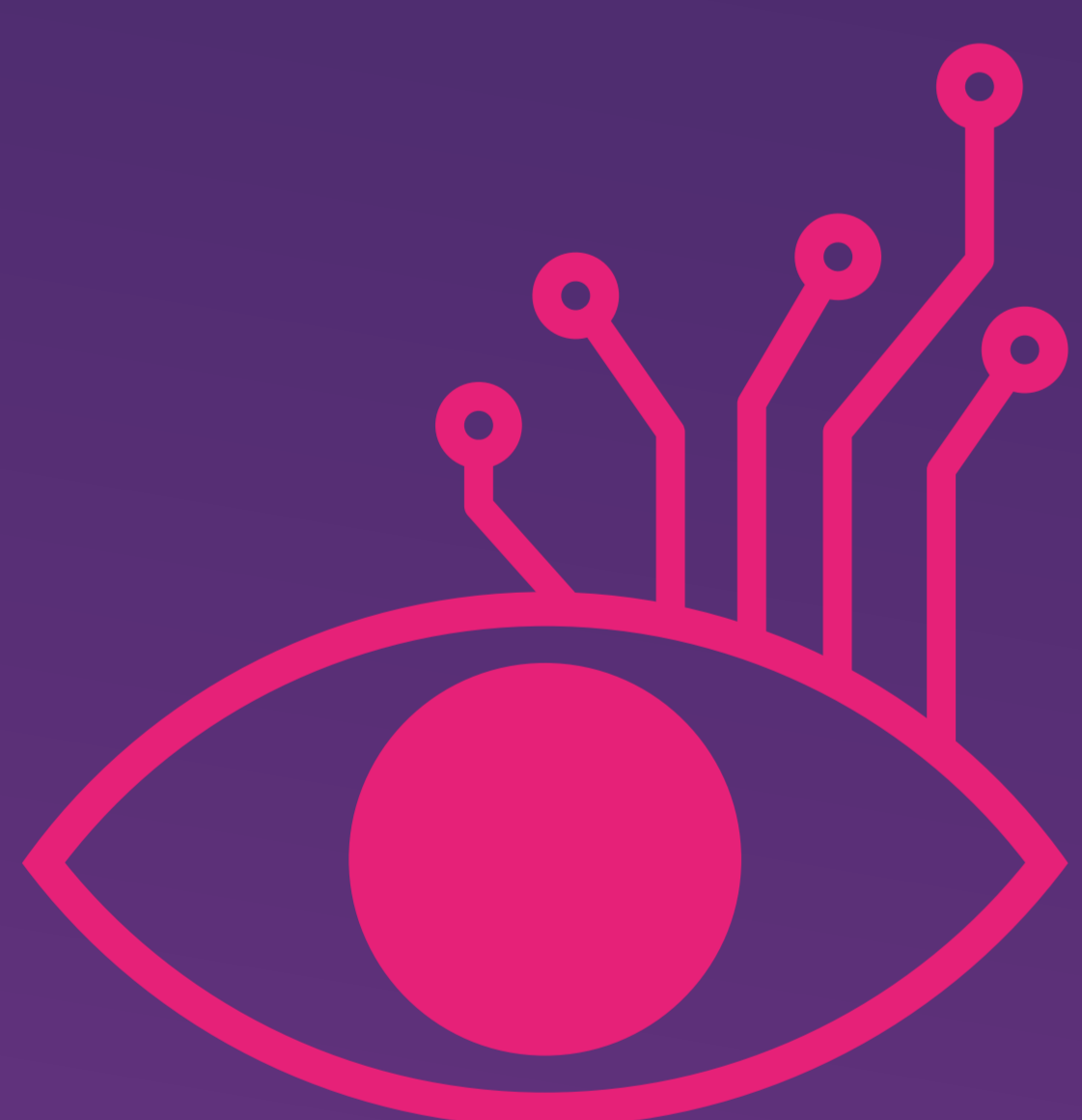
Pour rendre les décisions de l'IA moins opaques, elles peuvent être accompagnées d'une "carte de chaleur", permettant d'indiquer quelles données l'ont amenée à cette conclusion. C'est le cas sur cette image issue d'un article de Nature Communications.



## COIN DE LA RECHERCHE



**Margaux DELIGNE** effectue une thèse en partenariat avec l'Institut Gustave Roussy, au sein de l'équipe Biomath du laboratoire Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes. Elle développe un système d'IA d'analyse de réponse à un traitement d'immunothérapie : elle utilise ces différents outils pour concevoir un modèle afin d'estimer le risque d'effets secondaires ou de rechute et d'aider les médecins à prendre des décisions thérapeutiques.



Ces IA sont **considérées comme des dispositifs médicaux** et sont donc soumises à une régulation stricte et à un certain nombre d'essais cliniques avant leur mise sur le marché.

# L'IA, en soutien de la recherche

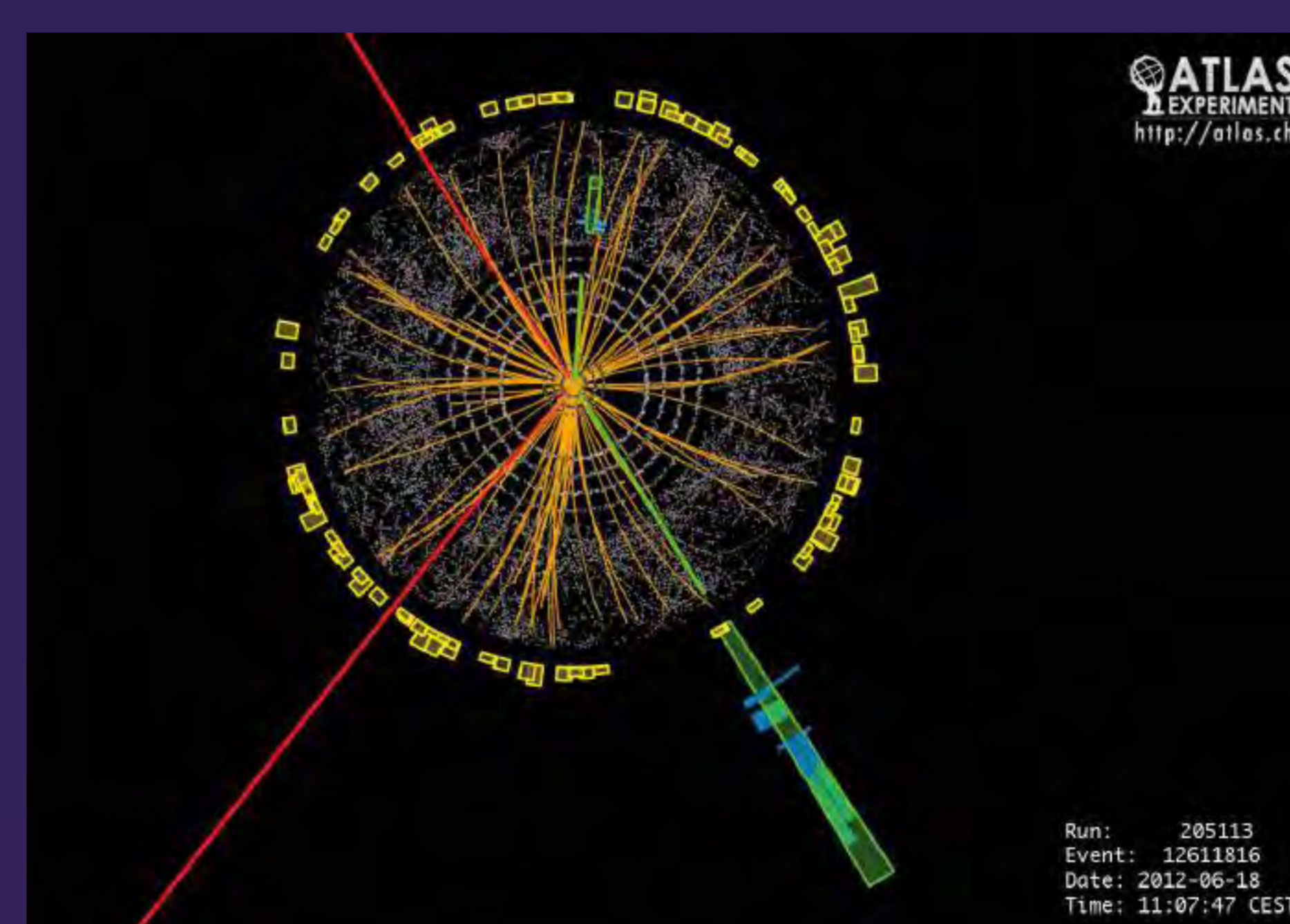
L'IA est de plus en plus utilisée en recherche fondamentale, pour extraire des informations pertinentes à partir de quantités de données gigantesques ou bien à la place de calculs et de simulations « classiques » permettant par exemple de prédire des structures de matériaux.

## Analyser les données de la physique des particules

Les collisions de particules produites au CERN (un milliard par seconde) engendrent des événements rares et précieux, tels que l'apparition du fameux boson de Higgs, mais sont noyées parmi de nombreuses autres particules.

Les « **réseaux de neurones** » peuvent par exemple apprendre à détecter des caractéristiques spécifiques dudit boson dans les données, à partir d'un entraînement sur des simulations réalistes. **L'utilisation de l'IA accélère les calculs et facilite des tâches** comme la classification des particules ou la simulation des interactions. Le gain de temps de calcul considérable peut aussi permettre de **piloter les accélérateurs en temps réel** en prédisant l'influence du réglage des aimants par exemple.

Certains outils de dernière génération comme les **GAN** (réseaux antagonistes génératifs) trouvent également des applications dans la simulation des interactions des particules avec les détecteurs pour en améliorer la conception.

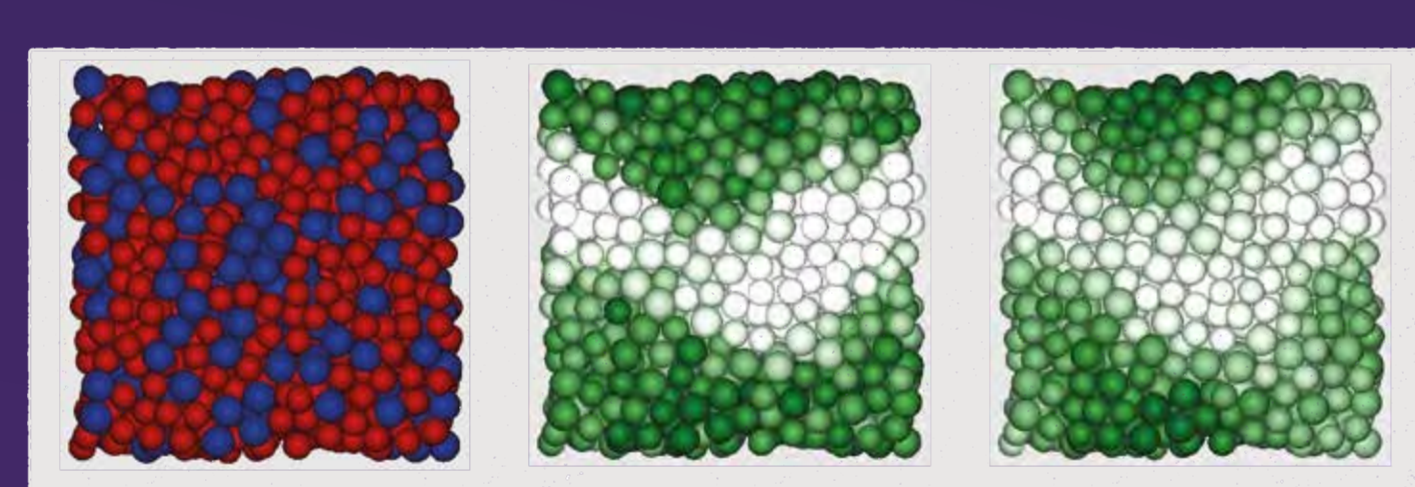


Malgré ces progrès, **des défis subsistent**. L'IA doit savoir prendre en compte les incertitudes systématiques liées à la mesure expérimentale. De même, **les résultats produits par ces algorithmes doivent être rigoureusement validés par des équipes de chercheurs et chercheuses** afin d'assurer leur fiabilité.

## Prédire la structure et la réactivité des matériaux

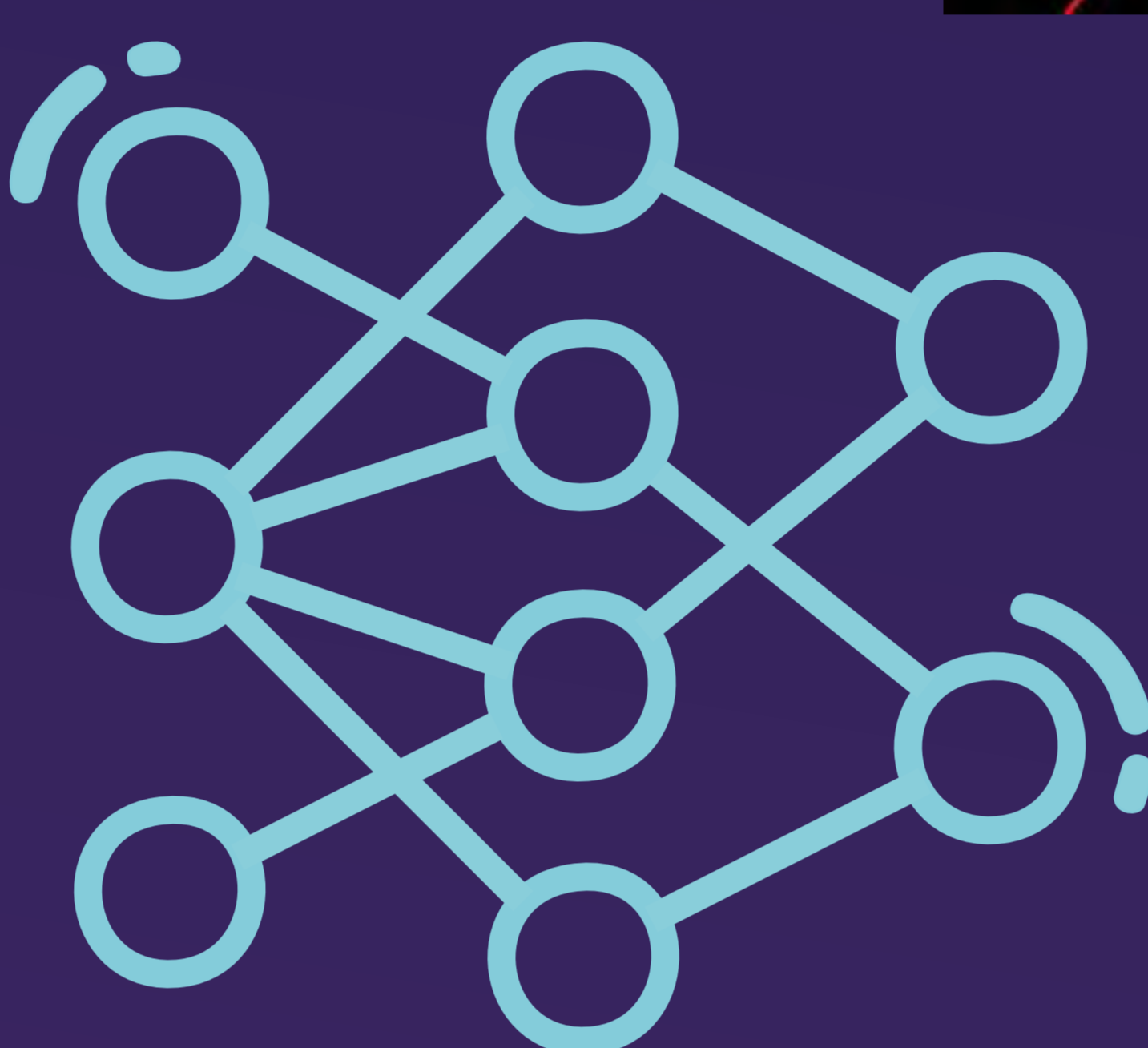
Les **physiciens** et les **chimistes** sont à la recherche de matériaux possédant des **propriétés remarquables** comme des supraconducteurs (permettant de conduire un courant électrique sans perte d'énergie), des alliages à haute entropie (composés d'au moins 5 métaux) ayant des **propriétés mécaniques remarquables** (dureté exceptionnelle) ou encore des catalyseurs permettant d'accélérer les réactions chimiques pour la filière Hydrogène.

**Tester expérimentalement** des milliers de compositions différentes est un travail titanesque ! Les scientifiques recourent donc à des simulations à l'aide de l'IA pour caractériser les structures des matériaux et prédire leurs propriétés.



Un liquide vitreux de sphères dures. À gauche, les particules sont colorées selon leurs deux tailles possibles afin de montrer la structure désordonnée. Au milieu, les particules sont colorées selon leur mobilité (les particules blanches sont les plus mobiles) mesurée dans une simulation. À droite, les particules sont colorées en fonction d'une prédiction de leur mobilité par apprentissage automatique basée sur la structure.

Les modèles d'IA, eux, peuvent apprendre à partir de bases de données existantes (résultats de simulations précédentes ou données expérimentales) pour prédire les propriétés d'un matériau sans effectuer les calculs traditionnels. Ils permettent d'identifier rapidement les candidats les plus prometteurs. Ils ne nécessitent pas de cadre théorique préalable, ce qui peut s'avérer utile quand il s'agit par exemple d'optimiser à la fois les propriétés électriques, mécaniques et magnétiques qui ne sont pas régies par les mêmes équations.



### COIN DE LA RECHERCHE



**Frank SMALLENBURG**, chercheur au Laboratoire de Physique des Solides, réalise des simulations pour comprendre comment un liquide devient un verre. Il utilise l'IA pour chercher, dans ses simulations, les configurations qui préfigurent le passage à l'état vitreux.

En 2024, le **Prix Nobel de Chimie** a récompensé des travaux sur l'IA appliquée à la prédiction des structures des protéines à partir du seul enchaînement des acides aminés. Les réseaux neuronaux ont été entraînés sur 170.000 configurations déduites d'expériences de diffraction des rayons X.

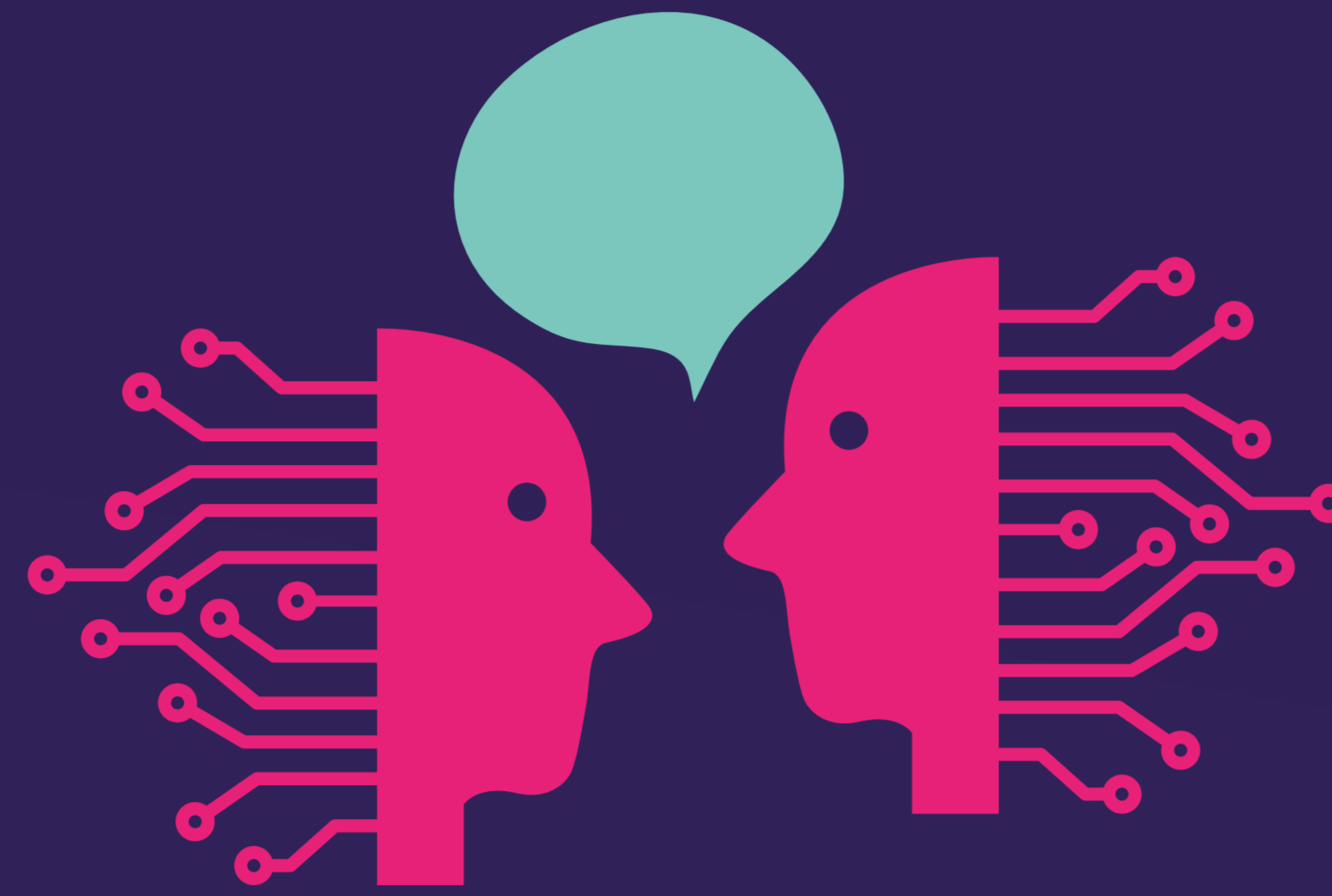


# L'IA, une conversation humaine

Nous pouvons être amenés à interagir avec des IA pour différentes raisons. Elles se présentent sous des formes multiples et leur utilisation est tout aussi variée, tant au niveau de la forme (écrite ou orale) que de leur finalité.

## Dialoguer avec une IA

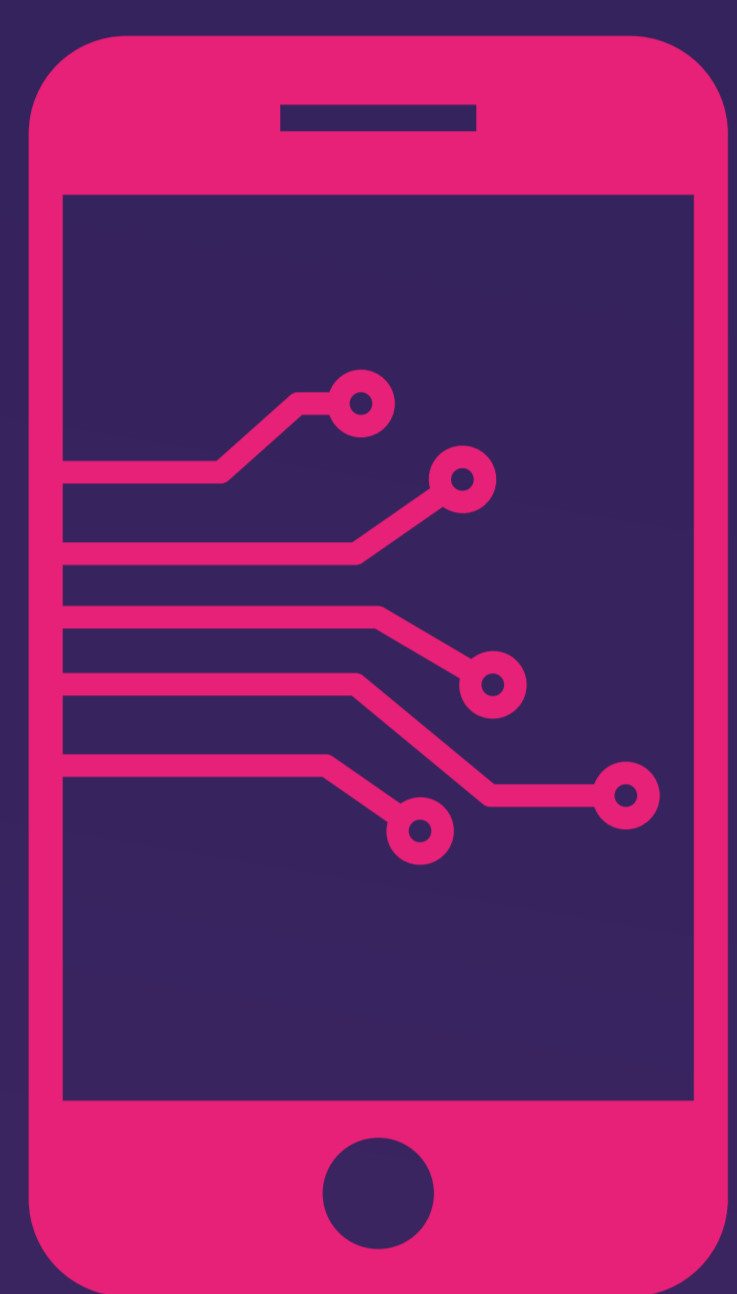
Il existe une catégorie d'IA qu'on appelle agent conversationnel, dont le but est de répondre à une phrase donnée par son utilisateur.



La toute première du genre est ELIZA, développée en 1965 par Joseph WEIZENBAUM. Elle fonctionne sur un système de règles : son programme prévoit comment elle doit réagir, en fonction de consignes précises et limitées, aux requêtes de l'utilisateur. Ces IA sont encore aujourd'hui utilisées par de nombreux organismes comme la SNCF, la CAF...

Les agents conversationnels développés dans les années 2020 utilisent plutôt des modèles de langage comme GPT, Gemini ou Mistral. Ceux-ci permettent de prédire quel mot a le plus de chance de suivre dans une phrase, en prenant en compte tout ce qui a été dit.

ChatGPT est le premier agent conversationnel connu du grand public ; le modèle de langage GPT est complété par un "contexte" : des instructions indiquent à l'IA comment se comporter. Il ne contient cependant pas d'algorithme lui permettant de vérifier si ce qu'il dit est vrai, c'est donc à l'utilisateur de s'en charger.



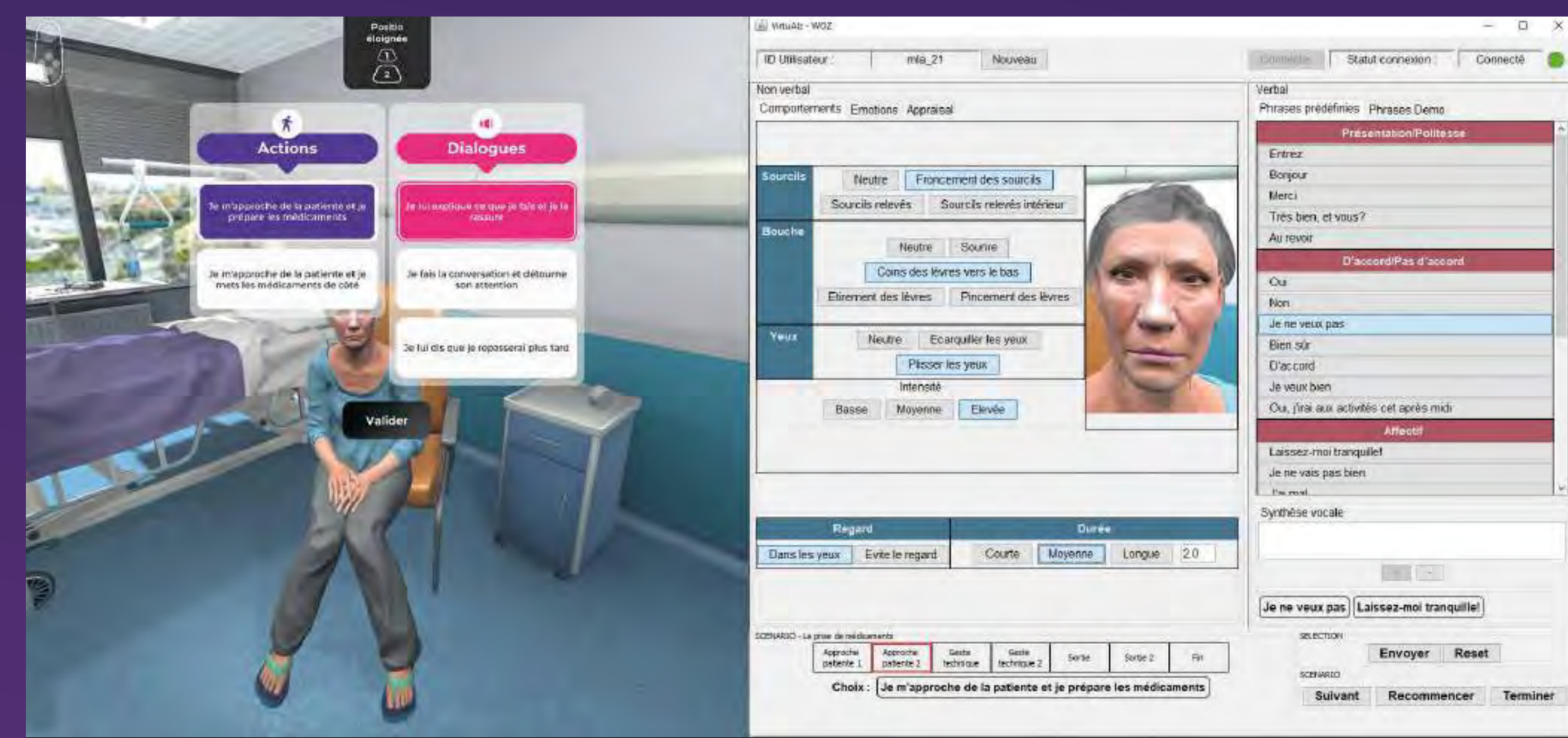
## Interagir avec l'IA avant d'interagir avec l'humain

Des chercheurs, notamment en France, développent des agents conversationnels dits expressifs ou incarnés. Ces IA se manifestent via un personnage virtuel et simulent des émotions grâce au langage non-verbal : expression du visage, langage corporel, etc.

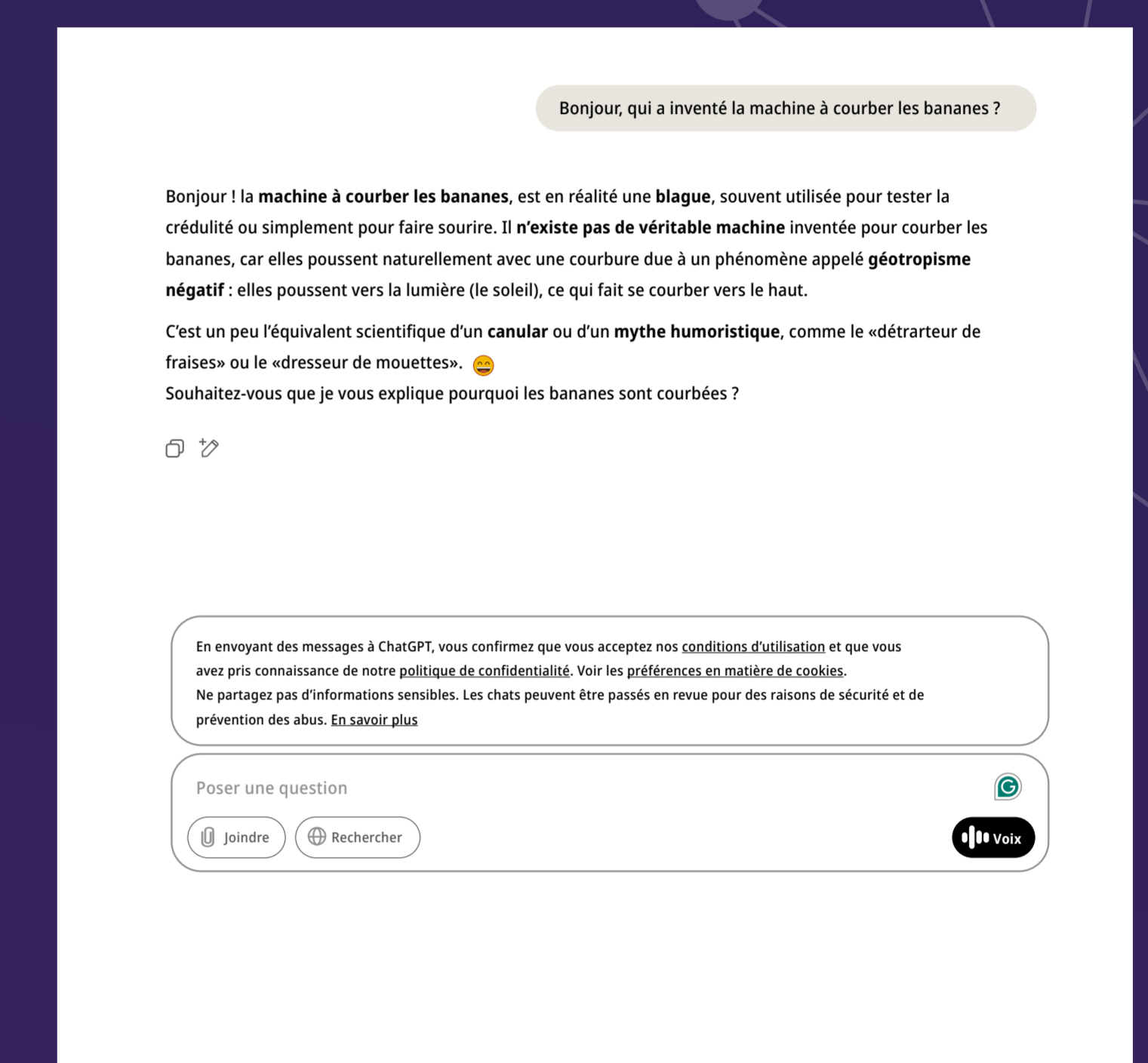
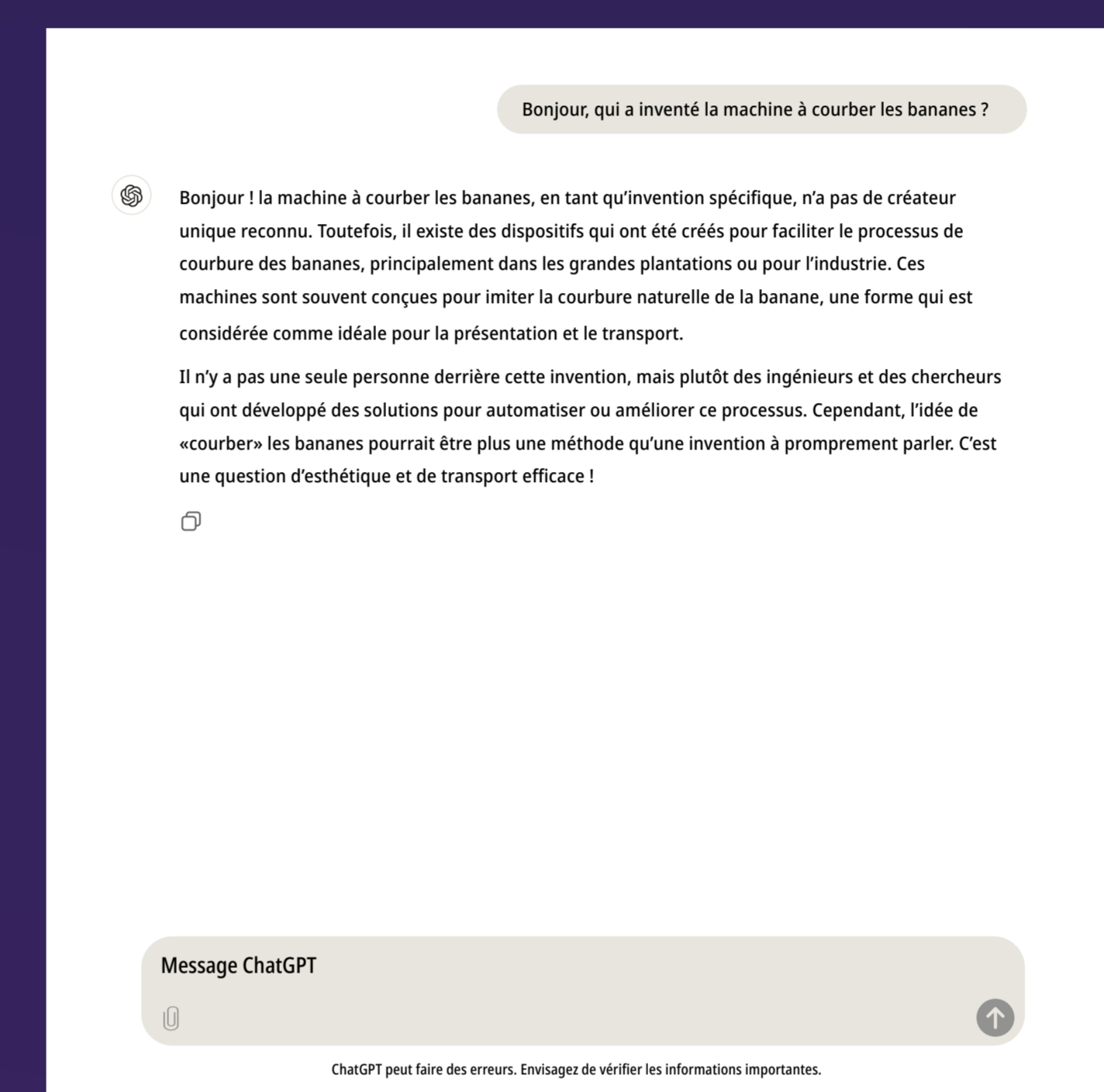


Avec l'aide de la société DAVI, l'équipe Cognitive Perception Usage développe un agent conversationnel expressif dont l'objectif est la formation des responsables en ressources humaines, en simulant des entretiens d'embauche.

Ces IA sont souvent développées pour occuper des fonctions d'accueil ou pour assurer la formation de professionnels notamment en ressources humaines et dans la santé. Pour les professionnels de santé, ces IA permettent de se former aux spécificités de certaines maladies pour lesquelles les patients peuvent présenter des changements d'humeur brusques. Cela leur permet de se familiariser avec ces réactions et d'adapter leurs pratiques en conséquence, notamment leur comportement non-verbal.



Cet outil permet à un neuropsychologue de paramétrer un personnage qui va pouvoir interagir avec des apprenants et avoir des réactions différentes en fonction du comportement non-verbal et des questions qui seront posées.



Le 28 janvier 2025, ChatGPT donnait la réponse de gauche à la question "qui a inventé la machine à courber la banane". Les échanges avec ChatGPT sont surveillés et lorsque ce type de question survient, des instructions sont ajoutées au contexte pour corriger la réponse, comme vu à droite.

## COIN DE LA RECHERCHE

Depuis les années 2010, l'équipe **Cognition Perception Usage** du Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique mêle l'expertise d'informaticiens spécialisés en IA et de psychologues pour développer des agents conversationnels expressifs. L'approche est double : utiliser la psychologie pour développer des IA adaptées à l'être humain, et utiliser l'IA pour étudier les réactions humaines.



# L'IA, une artiste en herbe

Qui n'a jamais généré une image à l'aide d'une IA en précisant le sujet, le style, l'atmosphère voulus comme : « ours dans la forêt dans le style Disney » ? L'IA est davantage présente dans tous les domaines artistiques et se démocratise auprès du plus grand nombre.



## L'IA dans le paysage numérique, artistique et musical

### • Dans la publicité

La production par IA séduit de plus en plus les grandes marques, en raison de son faible coût. Par exemple, Coca-Cola a utilisé cette technologie pour sa campagne publicitaire de Noël 2024.



Théâtre d'opéra spatial.

### • Dans l'art

En 2022, un concours de beaux-arts, la *Colorado State Fair Fine Arts Competition*, a récompensé une œuvre générée par la collaboration de l'artiste Jason Michael ALLEN et de l'IA Midjourney : *Théâtre d'opéra spatial*.

### • Dans la musique

L'IA excelle dans l'imitation de styles musicaux et d'artistes. Dès 2016, Sony générait par IA une chanson dans le style des Beatles : *Daddy's Car*. D'ici 2030, les projections estiment que **les revenus des compositeurs pourraient chuter de 24 %**. En cause : la prolifération des morceaux générés par IA, qui envahissent les plateformes de streaming. La plateforme Deezer a indiqué avoir détecté que 18 % des titres diffusés en juin 2025 étaient produits par IA.



« *The Last of Us* », jeu vidéo d'action-aventure et de survie post-apocalyptique qui utilise une intelligence artificielle comportementale.

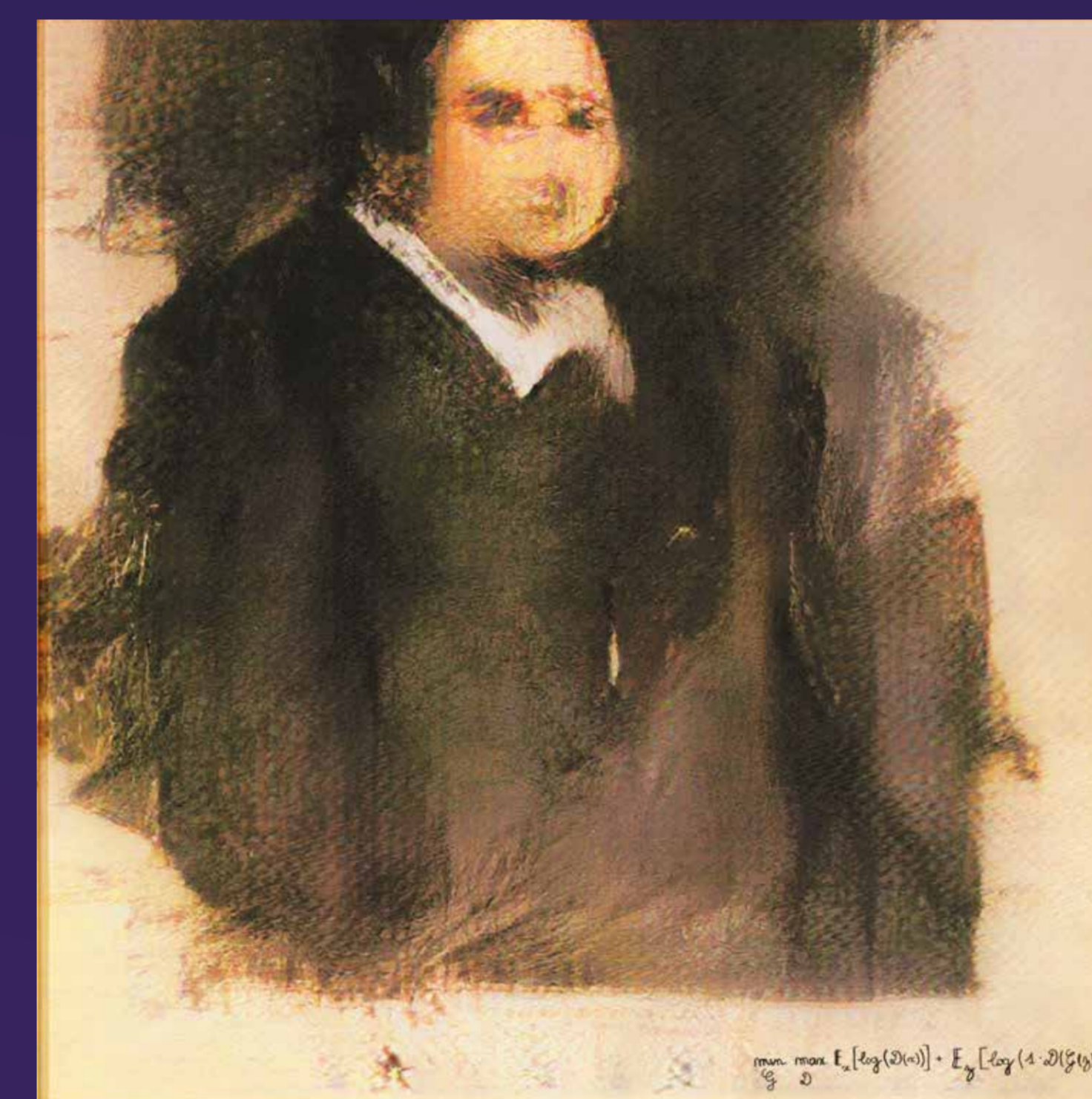
### • Dans les jeux vidéo :

Les concepteurs de jeux vidéo utilisent eux-aussi l'IA pour **révolutionner l'expérience utilisateur**. Par exemple, dès 2014 le jeu *The Last of Us* utilise l'IA pour générer les comportements des ennemis rendant ainsi la pratique plus riche et unique selon le joueur. **La France est un acteur majeur de cette industrie** et les studios tels qu'Ubisoft intègrent désormais l'IA dans le développement de leurs nouveaux jeux.

Si les IA peuvent faciliter certaines étapes de la création, elles réalisent des synthèses probabilistes à partir d'œuvres existantes. Contrairement aux artistes, **les IA n'ont pas d'intention propre**, ni de conscience du monde ou d'émotions — **des éléments souvent considérés comme centraux dans le processus artistique**.

## Un nouvel art ou un nouvel objet pour l'art ?

Les œuvres générées par IA constituent-elles un nouvel art ? Le "prompt-art", dans lequel l'humain collabore avec l'IA : l'IA génère une création en réponse à un *prompt* (une consigne donnée à l'IA), qui peut être affinée par un humain.

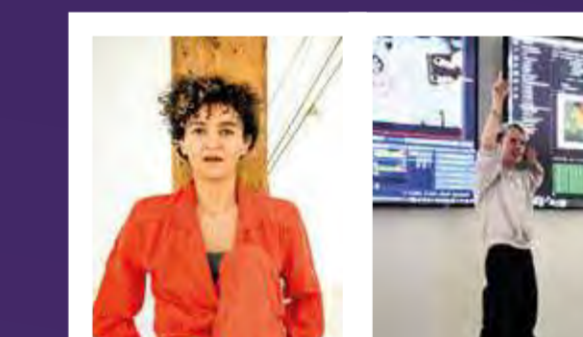


« *Edmond de Belamy* », exemple emblématique d'image générée par un GAN, créé par le collectif français Obvious. L'objectif était de créer un faux portrait dans le style classique du XVIII<sup>e</sup> siècle. C'est la première œuvre d'art générée par une IA vendue aux enchères dans une grande maison de vente.

Inversement, des artistes contemporains font des IA des **objets d'étude et d'inspiration**, exploitant les hallucinations des IA génératives ou la technique des **réseaux antagonistes génératifs (GAN)** : des œuvres ultra réalistes à l'œil mais qui interrogent sur les capacités et les enjeux des IA.

## COIN DE LA RECHERCHE

Sarah FDILI ALAOUÏ, chercheuse au Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique, explore les interactions entre IA et pratiques chorégraphiques. Ses travaux portent notamment sur des systèmes d'IA capables d'analyser, de modéliser et de générer des séquences de danse. Avec Léo CHÉDIN, doctorant, ils s'intéressent à la manière dont ces technologies peuvent participer à un processus de création artistique, non pas en remplaçant les danseurs ou chorégraphes, mais en leur suggérant des mouvements inédits, ouvrant ainsi de nouvelles pistes de réflexion esthétique.



# L'IA, comme outil pédagogique

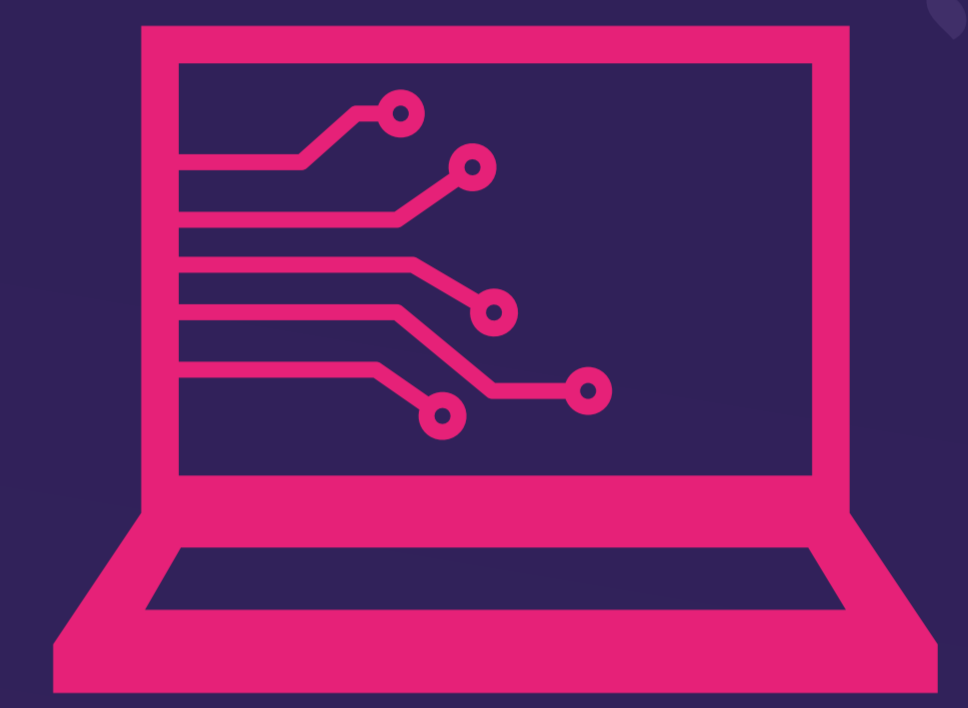
À l'image des précédentes révolutions technologiques, l'IA soulève quelques interrogations, dans le domaine de l'éducation : faut-il en autoriser l'usage ? Quels effets pourrait-elle avoir sur le développement cognitif ? Dans quelle mesure peut-elle devenir un outil pour la communauté enseignante ?

## Un impact sur le développement cognitif

Depuis 2022 et la mise en ligne – entre autres – de ChatGPT, la solution des IA génératrices de texte séduit de nombreux élèves et étudiants. En réponse à une question, l'IA rédige un document d'un niveau scolaire et d'une longueur donnés. Les enseignants repèrent les styles caractéristiques de l'IA mais avec toujours plus de difficulté au fur et à mesure que l'IA se perfectionne. Des outils sont développés dans le but de détecter les contenus générés automatiquement, mais qui ne sont pas infaillibles.



Avec l'IA, l'étudiant n'entraîne pas son cerveau... mais l'IA. Plusieurs équipes dans le monde s'intéressent à l'**impact de l'usage de l'IA sur l'apprentissage à long terme**. Les premiers résultats tendent à montrer que la rédaction d'un texte avec l'aide d'une IA **génère moins d'activité cérébrale** que s'il est rédigé avec un simple outil de recherche, et encore moins s'il est rédigé sans outils numérique. Toutefois, **ces résultats sont à nuancer**, puisqu'ils ont également observé qu'un usage de l'IA intervenant après un travail initial sans outil numérique génère, au contraire, une activité cérébrale plus importante. **La manière et le moment d'intégrer l'IA dans le processus de création joueraient donc un rôle déterminant.**



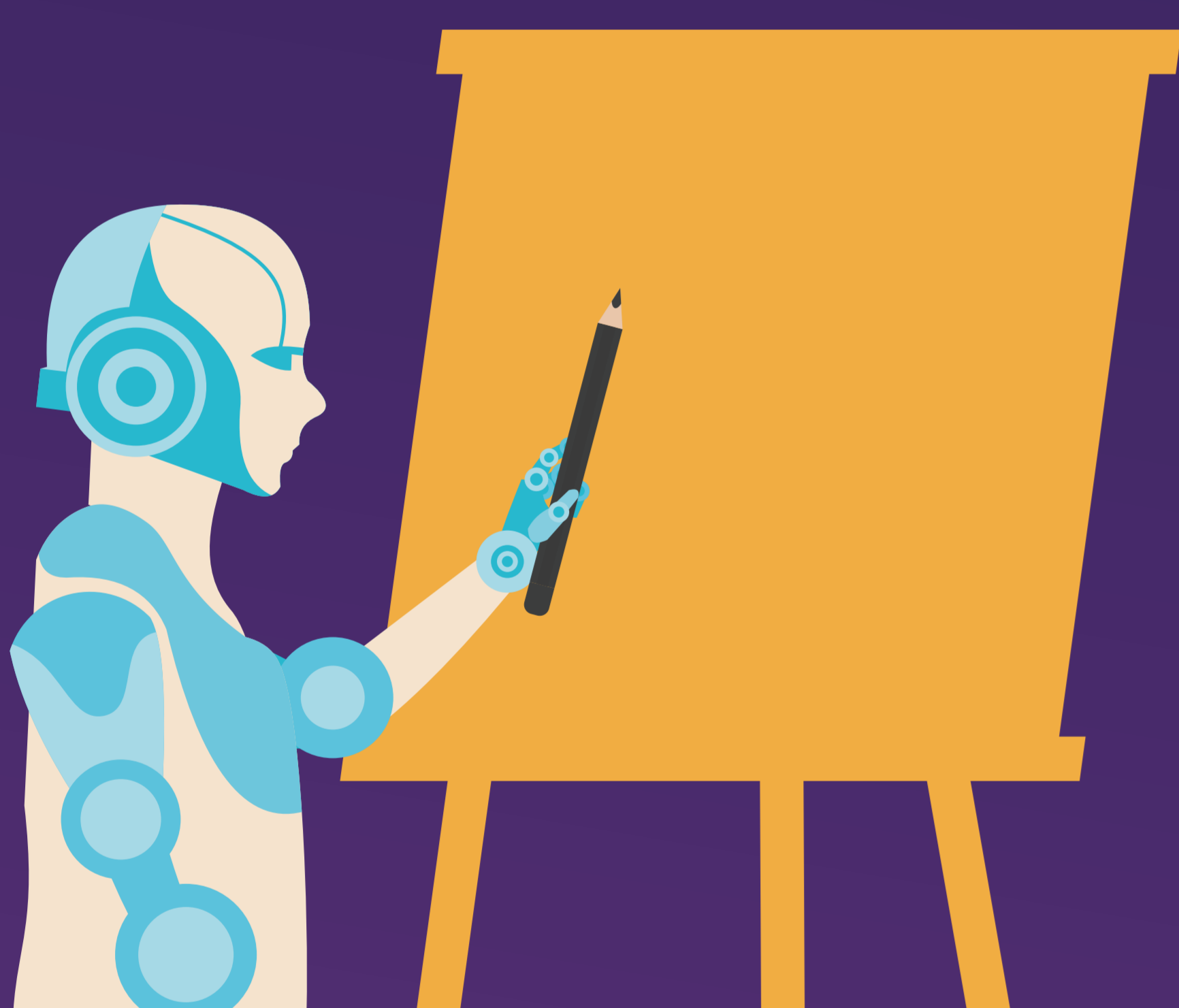
## Un outil d'accompagnement pédagogique

Certains enseignants utilisent des IA pour préparer leurs cours : construction de plans de dissertation, génération d'images d'illustration, correction des devoirs, rédaction de lignes de code informatique..., l'IA peut venir en soutien, car elle est capable de s'adapter en temps réel au niveau de l'élève et de l'étudiant.

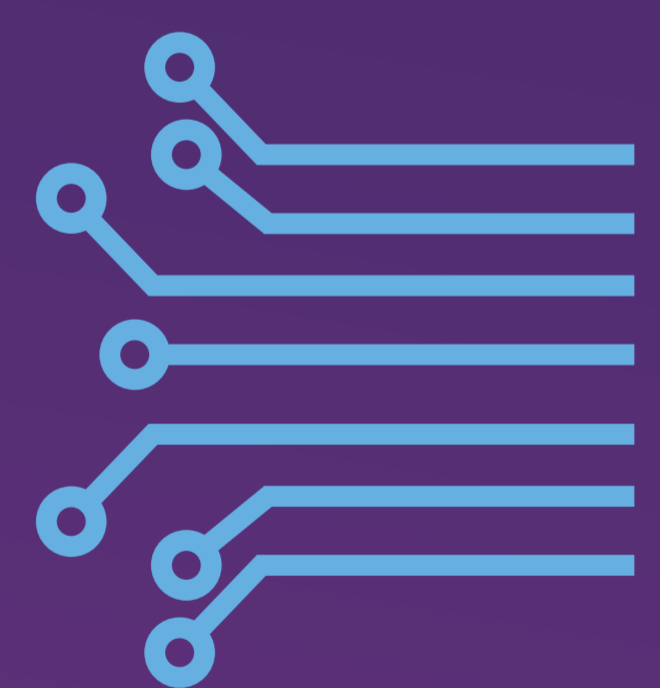


Des entreprises proposent des solutions basées sur l'IA pour accompagner les étudiants présentant des **troubles spécifiques de l'apprentissage**, tels que la dyslexie, la dysorthographe ou la dyscalculie.

Ces outils promettent une aide personnalisée, en adaptant les contenus et en facilitant la lecture, l'écriture et le calcul. Toutefois, bien que les utilisateurs considèrent ces moyens comme une aide, aucune validation scientifique indépendante n'a pour le moment prouvé le réel bénéfice pour l'apprentissage.



Des écoles du Texas ont récemment mis en place des IA pour **remplacer des professeurs**. Cette tendance soulève de nombreuses interrogations puisque les neurosciences cognitives ont démontré que **la mémoire était liée aux émotions, à la richesse des interactions sociales et la motivation en classe**, qui favorise la construction des savoirs et l'apprentissage. Or, les approches centrées sur l'IA mettent en avant une individualisation des apprentissages qui néglige cette dimension collective...



Il est donc probable que l'IA devienne un outil d'aide, mais elle ne **pourra jamais remplacer l'enseignant** dans sa relation pédagogique avec la classe, essentielle pour l'apprentissage.

### COIN DE LA RECHERCHE

Nicolas THIÉRY et Nicolas SABOURET,



enseignants-chercheurs au Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique, utilisent des IA souveraines avec leurs étudiants. Ces IA aident les

étudiants dans la correction de code, la rédaction de la documentation associée, et proposent des exercices adaptés. Côté enseignant, l'IA effectue la correction automatique de copies numériques, une fois entraînée sur les premières copies corrigées. Une nouvelle façon d'enseigner 2.0.

# L'IA, une menace et une chance pour l'environnement

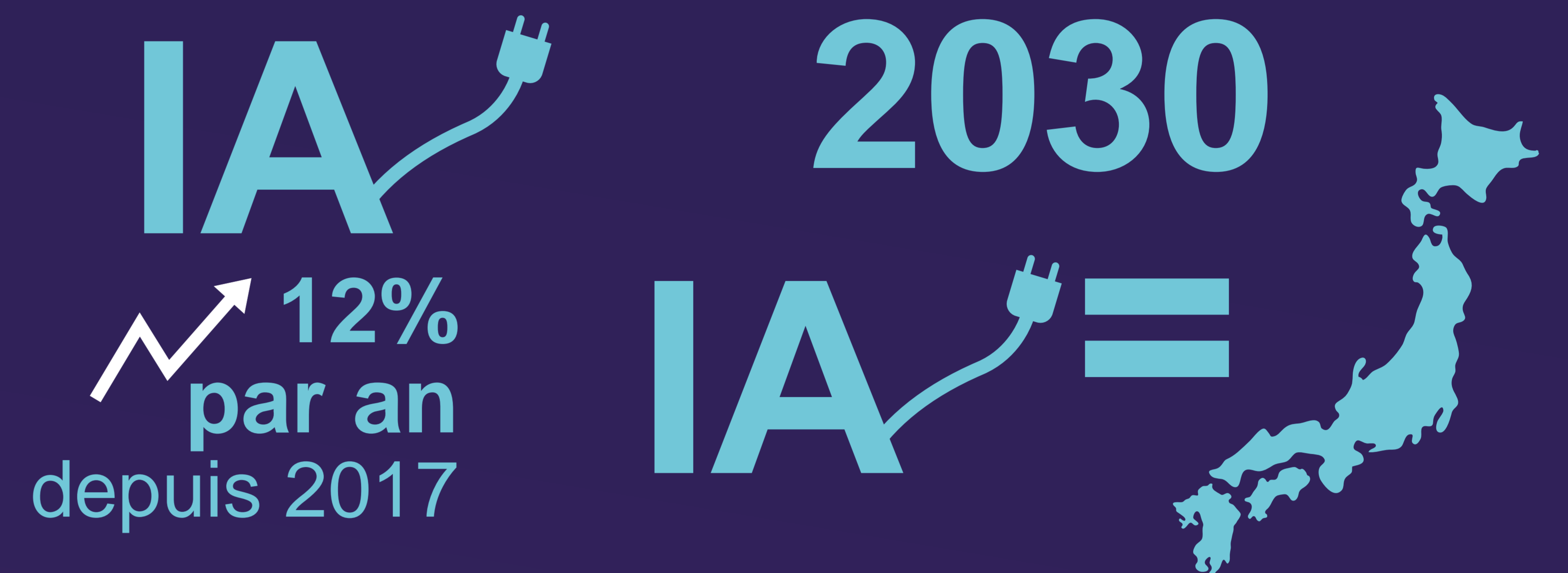
Cette révolution technologique soulève aujourd'hui une question cruciale : quels sont les impacts environnementaux de l'IA ? Entre consommation énergétique et aide à la transition écologique, cela suscite à la fois inquiétudes et espoirs.

## Des technologies énergivores

La construction des ordinateurs sur lesquels fonctionnent les IA nécessite de nombreuses ressources minières comme le silicium ou le cuivre, dont les techniques d'extraction polluent les sols dans des pays souvent défavorisés.



Les IA génératives utilisent de grands *data center* pour répondre à la puissance de calcul nécessaire à leur utilisation. Cela représente une consommation importante en eau et en énergie pour alimenter et refroidir les serveurs : 4 à 9 litres d'eau par kilowattheure. D'ici 2027, l'ONU estime que l'IA pourrait consommer 6,6 milliards de m<sup>3</sup> d'eau par an.



La consommation en électricité des IA augmente chaque année depuis 2017. D'ici 2030 les besoins en électricité des IA devraient être équivalents à ceux du Japon (~1000 TWh/an), selon l'Agence Internationale de l'Énergie (IEA).

## Un outil d'optimisation

La filière énergétique utilise de plus en plus l'IA pour anticiper et prédire les besoins de consommation des populations sur une période donnée. La distribution d'électricité est ainsi adaptée en permanence.



L'IA contribue également à une gestion plus durable des mobilités : elle optimise les déplacements de flottes de véhicules et automatise la logistique pour limiter le gaspillage de ressources.

C'est le cas du projet Acropole (pilote par la Direction des Services de la Navigation Aérienne), qui propose des solutions basées sur l'IA pour suivre l'impact environnemental des vols et ajuster les trajectoires aériennes pour réduire la consommation de carburant.

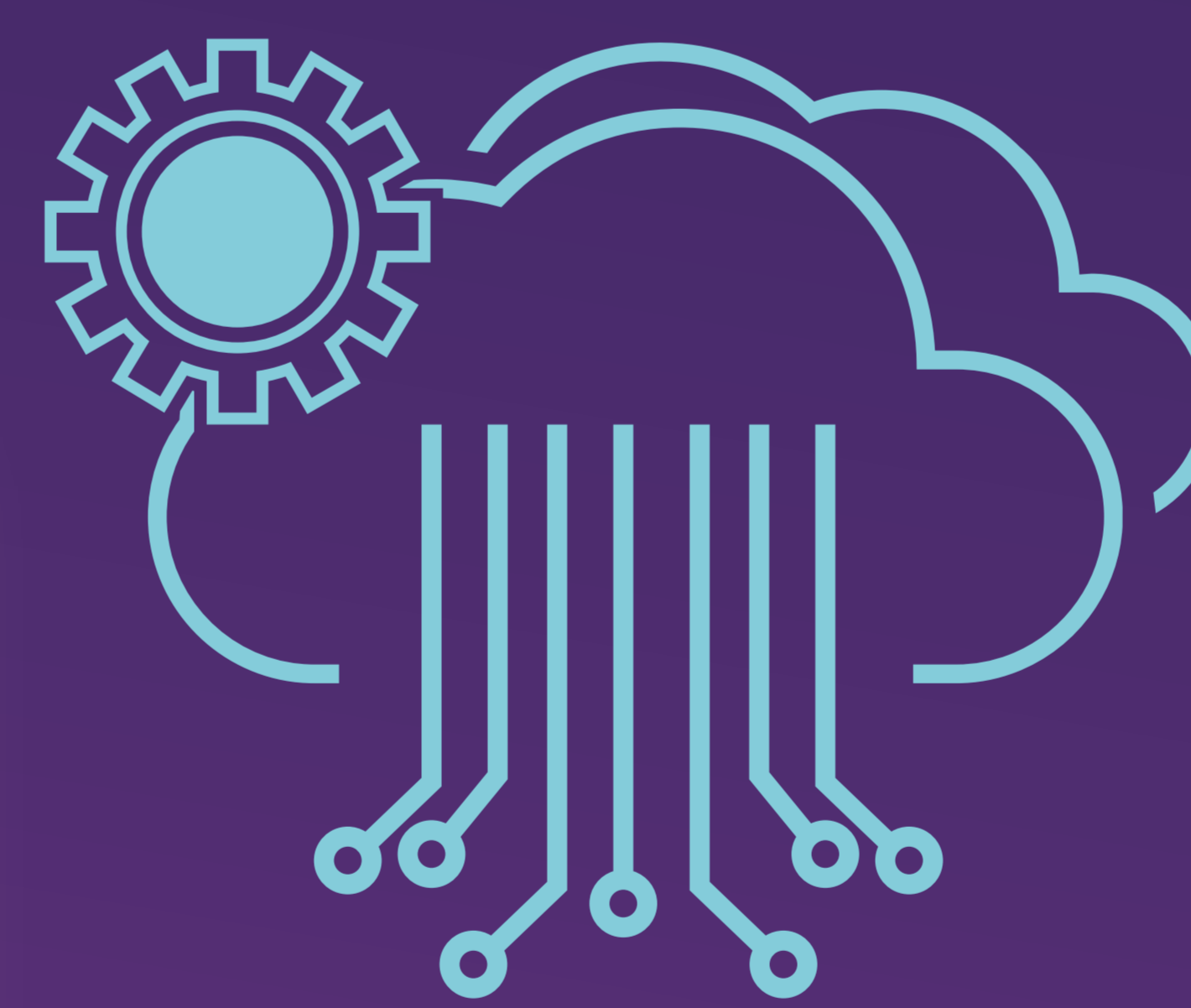
## L'étude des données environnementales

Au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, de nouvelles méthodes d'IA exploitent des données satellitaires permettant de cartographier les sols avec précision, afin de mieux suivre l'évolution des forêts, des calottes glaciaires et autres écosystèmes face au changement climatique.



L'IA est également utilisée pour traiter d'importants volumes de données climatiques et améliorer la prévision des phénomènes extrêmes, comme les vagues de chaleur ou les inondations. Grâce à cette analyse en temps réel, l'IA peut par exemple repérer des signes précoces de départ de feu et alerter les autorités. Cette technique est utilisée par les pompiers en Indre-et-Loire (37) afin de mobiliser les moyens adéquats pour maîtriser le feu le plus rapidement possible.

L'IA, bien que grande consommatrice d'énergie, permet de mieux anticiper certains phénomènes climatiques et de trouver des solutions adaptées pour une consommation d'énergie raisonnée. Ce paradoxe soulève une question essentielle : comment rendre l'IA plus respectueuse de l'environnement sans perdre en efficacité ? Une piste prometteuse : les IA spécialisées. Moins puissantes mais très efficaces dans un domaine précis, elles consomment jusqu'à 30 fois moins d'énergie que les modèles généralistes.



### COIN DE LA RECHERCHE

Le projet HORAPEST, porté par l'Institut DataIA Paris-Saclay, utilise l'IA pour étudier l'impact des pesticides dans les zones résidentielles sur les développements cognitif et physique des enfants, depuis la grossesse jusqu'à l'adolescence. En croisant les données de santé du Système National des Données de Santé (SNDS) avec les données environnementales de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), ce projet vise à améliorer la prévention et la protection des populations exposées.

université PARIS-SACLAY  
INSTITUT DATAIA  
Science des données, Intelligence & Société

# L'IA, en constante amélioration

Ces dernières décennies, le développement de l'IA s'est focalisé sur la recherche d'efficacité, avec les résultats remarquables que nous connaissons. Cependant, ces progrès se sont faits au détriment de certains autres critères, qui sont maintenant au centre des préoccupations des chercheuses et chercheurs.

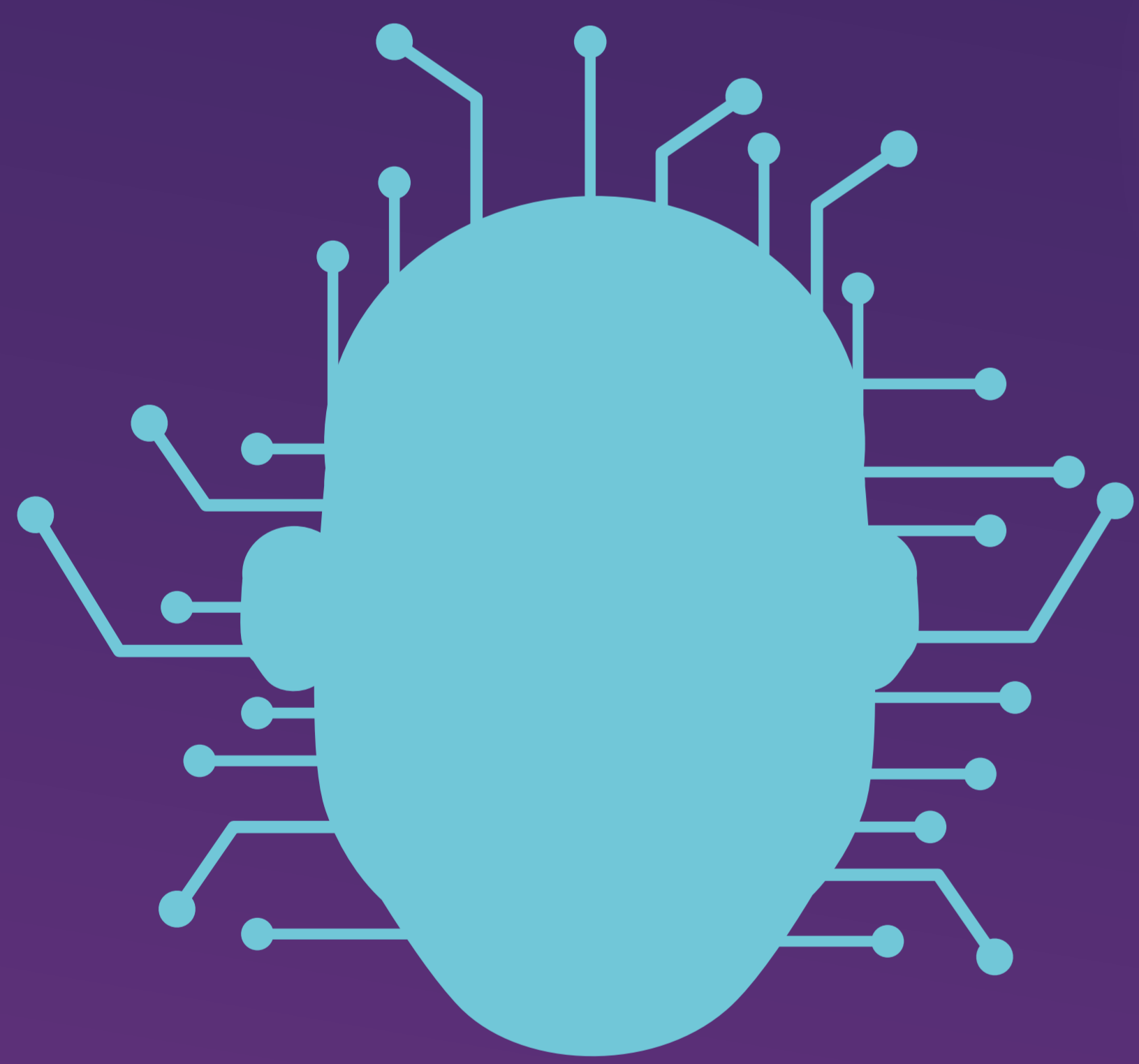
## Frugalité

Les modèles d'IA généralistes utilisent des quantités énormes de données pour leur apprentissage et de grandes ressources d'énergie et de matériaux pour leur exécution. **Comment réduire au maximum ces consommations en dégradant le moins possible les performances ?**



## Explicabilité

**Est-il possible de faire totalement confiance aux réponses d'une IA ?** Toutes les IA doivent désormais être capables de citer leurs sources et d'expliquer leurs raisonnements.



## Fiabilité

Une IA conversationnelle, qui se méprend en donnant une recette de cuisine, n'a que peu de conséquences. Mais si elle assiste un médecin, un juge ou un pilote d'avion, toute erreur peut être catastrophique.

**Comment faire en sorte qu'elle connaisse ses limites et accepte de ne pas fournir de réponse plutôt que d'apporter des informations erronées ?**

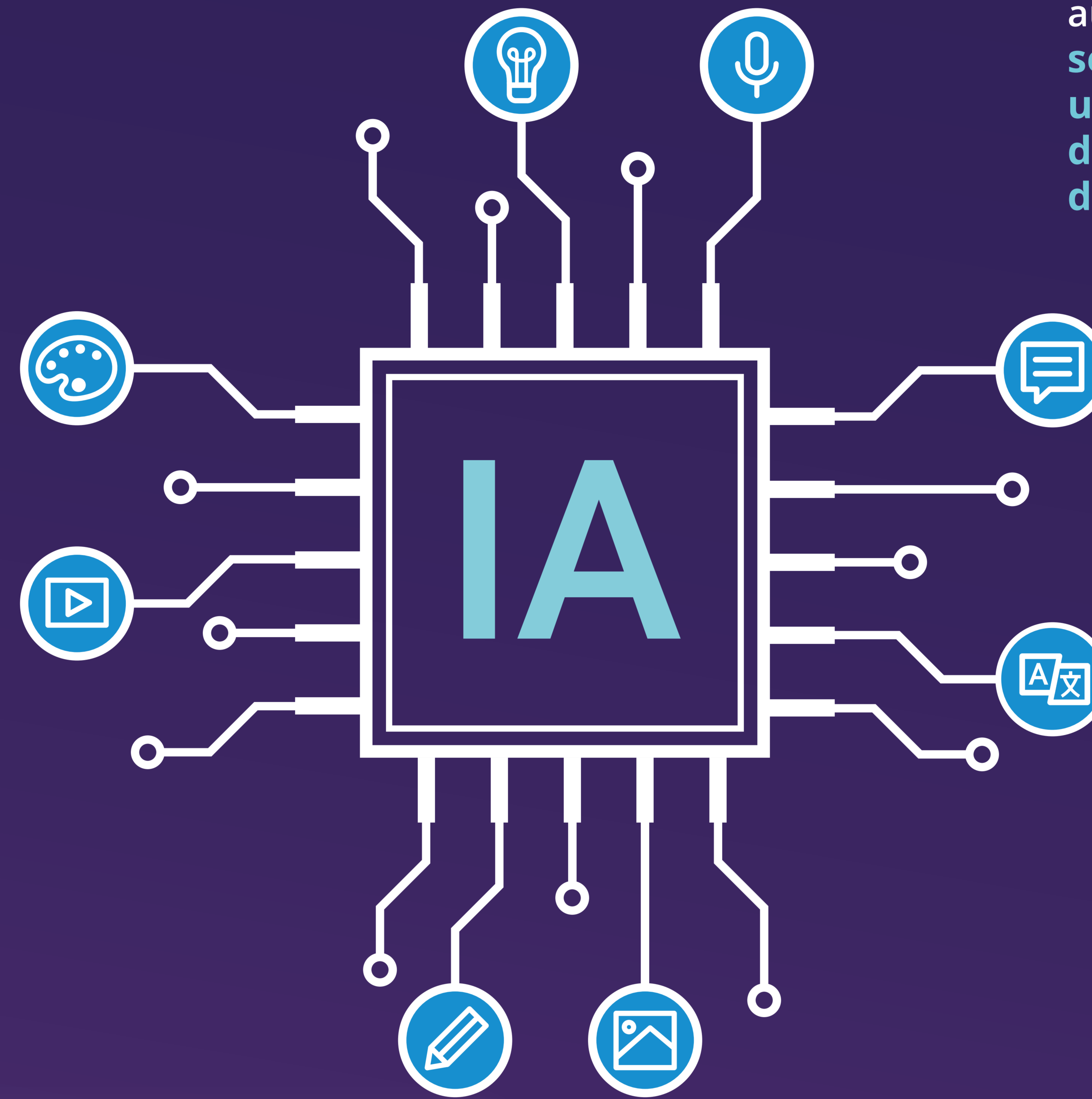
## Confidentialité

Comment faire tourner ces logiciels d'IA performants sur un smartphone ou un ordinateur aux capacités limitées ? **Si un serveur distant doit être utilisé, est-il possible d'éviter de lui transmettre des données sensibles ?**



## Ancrage dans le monde physique

Préparer un café peut s'avérer plus difficile que de discuter sur la métaphysique pour une IA. **Comment une IA peut prendre des décisions dans un environnement changeant, inconnu et en interaction avec d'autres acteurs ?**



## Des solutions à l'étude

Certaines solutions permettent d'**avancer vers plusieurs objectifs à la fois**. Spécialiser une IA « généraliste » en la restreignant à un domaine d'application donné et en y intégrant des connaissances propres à ce domaine, permet de gagner à la fois en **frugalité, en fiabilité et en explicabilité**.

Rendre un système plus frugal en tronquant des groupes de neurones jugés redondants, ou en le divisant en plusieurs réseaux plus petits qui effectuent chacun une partie du travail, cela permet de le faire tourner sur des appareils moins puissants, au **bénéfice de la confidentialité**.

**Mais parfois, des propriétés désirables peuvent entrer en conflit**. Par exemple, pour protéger des données personnelles, il est possible de ne transmettre à un serveur qu'une version réduite et pré-traitée de ces données au détriment de l'explicabilité de la réponse.

**De multiples solutions sont actuellement en développement** par les chercheurs et les développeurs spécialistes du domaine. **L'IA n'a pas fini de nous étonner...**