

Les Intelligences Artificielles Génératives : nature et impacts en éducation

Christophe Reffay

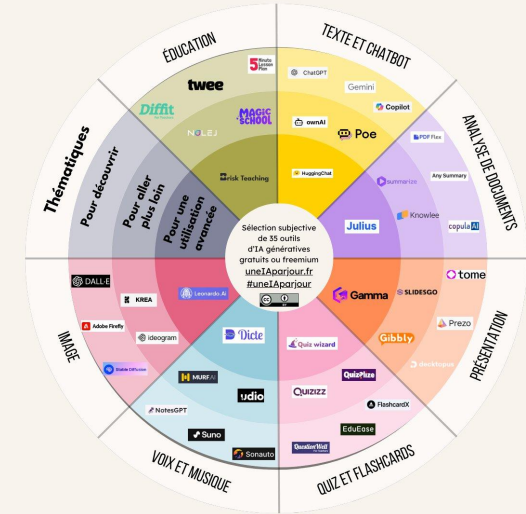
INSPE – ELLIADD – Université Marie et Louis Pasteur

Journée intelligence artificielle Inter-Instituts,
L'IA à l'université : pratiques de recherche et d'enseignement
Amphi A, UFR-ST, Campus de la Bouloie - Besançon, 17 juin 2026



IAG – Des enjeux importants !

- Nouvelles opportunités => nombreux domaines et formats : Idéation, Structuration, Rédaction, Analyse, Présentation, Quizz ou Flashcard, Voix et Musique, Image, Vidéo, ...
- Nouveaux défis : Éduquer ? Interdire ? Modérer ? Limiter ?
- Un **impact fort**, **plus** ou **moins positifs** :
 - Sur l'employabilité, la productivité et la concurrence,
 - Sur la créativité (images, conception, programmation, ...) ,
 - Sur l'apprentissage et le goût de l'effort scolaire,
 - Sur les ressources de la planète et l'environnement



[Leonardo.ai](https://leonardo.ai) => "An enormous machine named "AI" greedily eating the resources of the Earth and heating the climate"

Le métier d'apprenant à l'ère du numérique

- Depuis Internet et ses moteurs de recherche (1995)
 - L'accès à l'information : amplifié, démocratisé
 - => l'apprenant peut être exposé à des informations :
 - +/- récentes, +/- contextualisées, +/- valides (scientifiquement)
- Depuis Wikipédia (2001)
 - Une référence devenue rapide, sourcée et validée (par la communauté)
 - ⇒ Réduit le temps de recherche et d'exploration mais nécessite une reformulation par les apprenants (Plagiat)
- Depuis l'arrivée des IA génératives (2022)
 - Information + Argumentation + Rédaction + Illustration => Travail des élèves ?

L'UMLP a choisi d'éduquer...

« L'UMLP, dans sa **volonté de former** des citoyennes et citoyens responsables, est également consciente que de nombreux enjeux liés à l'IA nécessitent une **approche réfléchie**. En effet, les IA sont souvent à tort personnifiées et reprises telles quelles sans vérification alors **qu'elles ne produisent qu'un contenu statistiquement probable**. Un des enjeux pour la communauté universitaire, et notamment pour le personnel enseignant, est d'accompagner les étudiants à être ou à devenir **plus responsables de l'usage** et du contexte dans lequel ils utilisent l'IA. »

Extrait de la Charte d'usage des IAG à l'Université Marie et Louis Pasteur

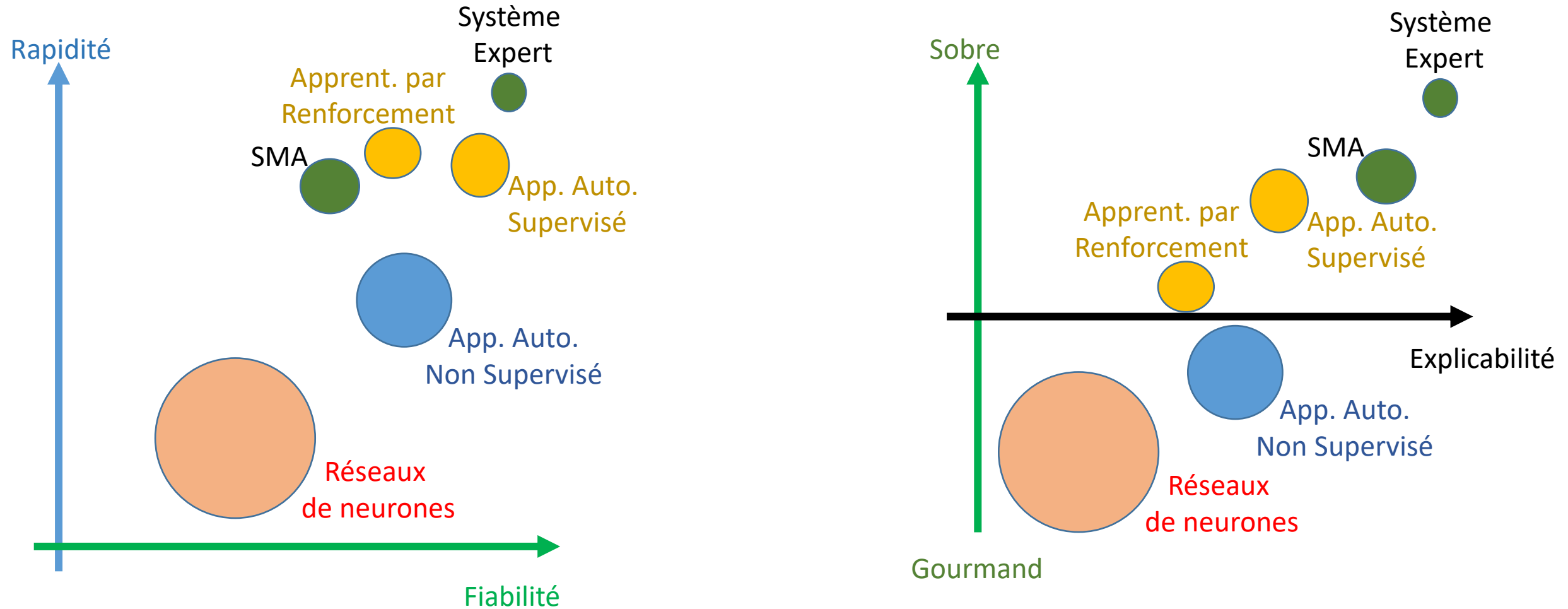


Différentes familles d'IA

On peut distinguer 6 grandes approches de l'intelligence artificielle :

1. [Les systèmes experts](#) : déterministes, transparents, fiables, tâches précises
2. [Les systèmes multi-agents](#) : modélisation de collaboration/coopération pour la réalisation de tâches complexes
3. [L'apprentissage automatique supervisé](#) : Classification, Prédiction
4. [L'apprentissage automatique non supervisé](#) : Exploration, Segmentation...
5. [L'apprentissage par renforcement](#) : Optimisation d'un gain ou d'un coût
6. [Les réseaux de neurones artificiels](#) (Deep Learning) : Grandes corpus étiquetés pour fixer les coefficients de probabilité du réseau => TAL & IAG

Graphique positionnant les familles sur les différentes dimensions (CR)



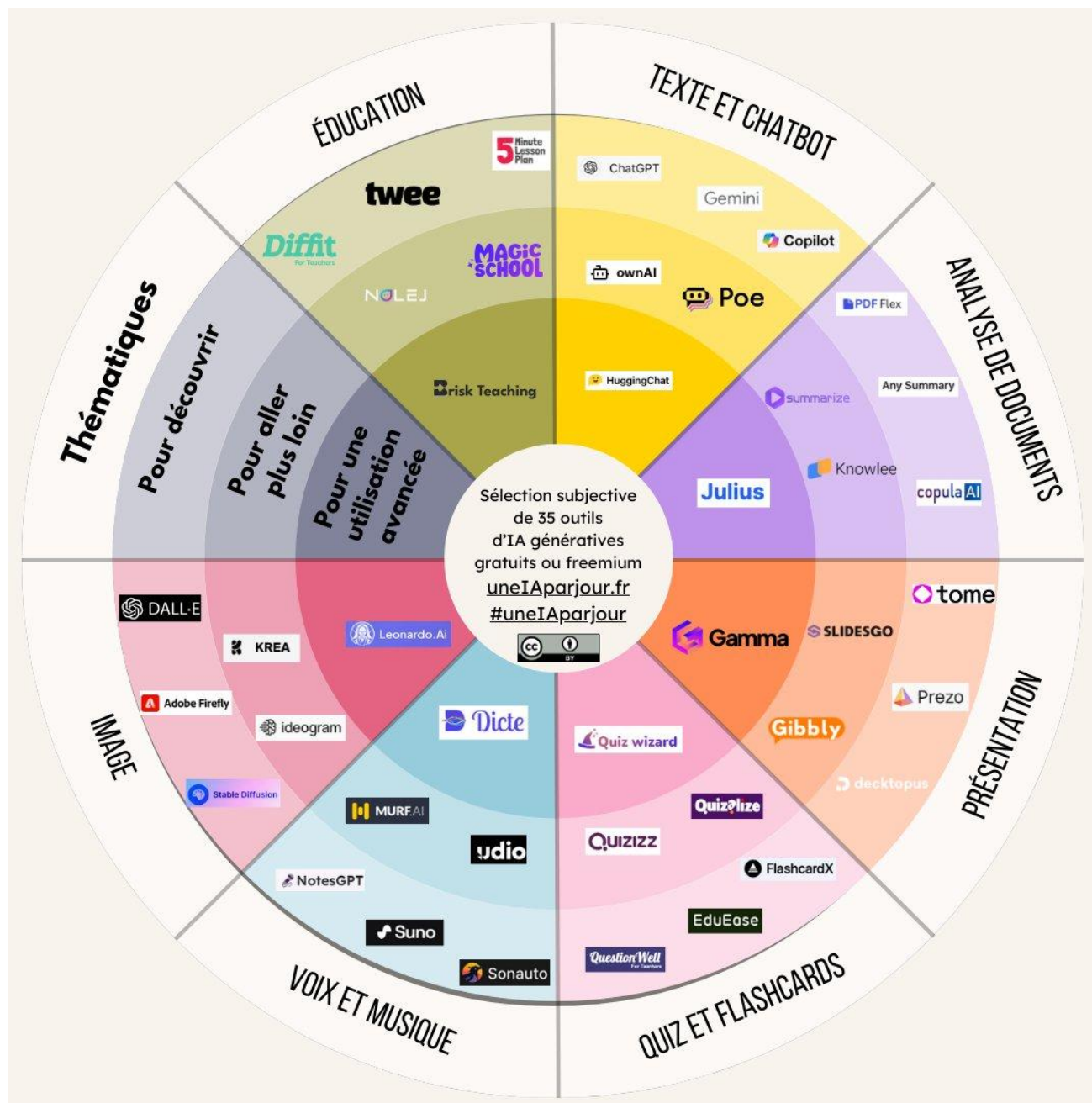
Taille : Petite = tâches spécifiques / Grande = Tâches plus générales

=> LLM : Large Language Models

- **Principe** : Un réseau de neurones profond (Deep Learning) traite d'énormes corpus => motifs récurrents, co-occurrence de mots statistiquement fréquente, selon le contexte => prédiction du mot suivant => phrase, paragraphe, => ce qui génère un texte qui **semble naturel et cohérent**.
- **Application** : IAG de textes ou Chatbot : ChatGPT, Gemini, Copilot, ...
- **Lent** : grand nombre de couches de neurones => nombreux calculs
- **Fiabilité** : **dépend** du corpus d'entraînement (**biais**), + **hallucinations**
- **Non explicable**
- **Très très gourmand en mémoire et calcul** : entraînement + usage

Types d'IAAG et leurs Applications en éducation

Proposées par Erik Gustafsson (2024)



Modèles de Langage => Chatbot

- **GPT (Generative Pre-trained Transformer)**
Utilisés pour la génération de texte.
- **Doctorants (2026):**
Gemini, Claude, Perplexity, Notebooklm, Ollama, Mistral, Euria, Consensus

 Chatbots	 Fonctionnalité remarquable	 Spécialité	Croissance
ChatGPT	 Leader de l'industrie	Usage général	6% ▲
Google Gêmeaux	 Recherche avancée	Usage général	9% ▲
Microsoft Copilot	 Intégration transparente	Usage général	7% ▲
Claude AI	 Focus sur les affaires	Entreprise	18% ▲
Perplexité	 Axé sur la précision	Rechercher	10% ▲
Brave Lion AI	 Axé sur la confidentialité	Usage général	10% ▲
Komo	 Lien de surface	Rechercher	6% ▲
Et moi	 Convivial	Rechercher	4% ▲
Vous.com	 Recherche polyvalente	Rechercher	3% ▲
Phind	 Développeur's Choix	Codage	20% ▲
Jaspe Chat	 Création de contenu	Rédaction contenus	5% ▲
Pi	 Assistant personnel	Usage général	2% ▲
Anthropique's Actualités	 Technologie de pointe	Usage général	8% ▲
Chatbots Zapier	 Bots personnalisés	Automatisation	12% ▲

Source (16/06/2026) :

<https://aimojo.io/fr/generative-ai-chatbots/>

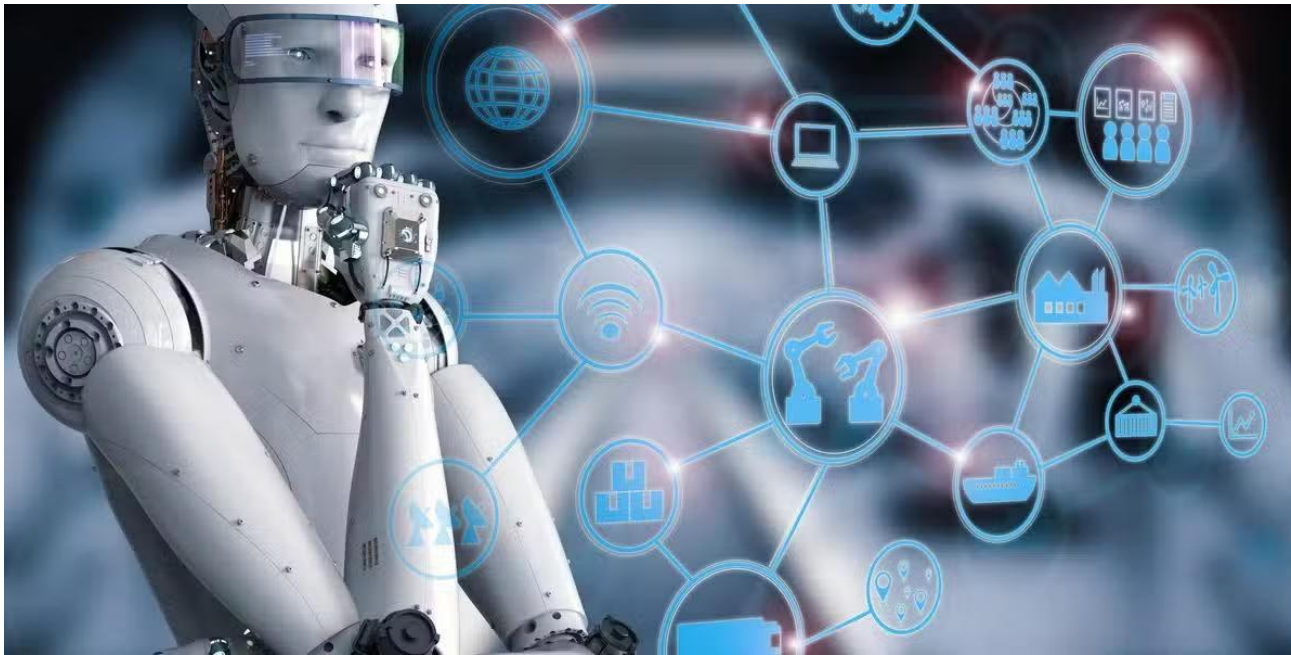
- Génération de texte fluide sur divers sujets.
- Création de contenu éducatif
- Traduction rapide de textes et conversations en temps réel
- Création automatisée de questions et exercices.
- Assistance interactive et personnalisée.
- Analyse et correction des devoirs et examens.
- Traduction de textes et conversations en temps réel.

Avantages souvent cités

- **Créativité** : Stimulation de la créativité via des contenus visuels.
- **Engagement** : Matériel pédagogique plus attractif.
- **Accessibilité** : Accès facilité aux ressources multilingues.
- **Support aux étudiants internationaux** : Aide à la compréhension des cours.
- **Engagement** : Motivation par des ressources pertinentes.
- **Inclusion** : Participation facilitée pour les non francophones.
- **Multilinguisme** : Accès à une éducation multilingue.
- **Support** : Aide aux étudiants avec des besoins particuliers.
- **Engagement** : Supports variés pour augmenter l'engagement.
- **Disponibilité** : H27 7j/7.

Est-ce que ça rend plus intelligent ?

- Les usages pertinents en éducation sont nombreux...



© Crédit photo : SHUTTERSTOCK

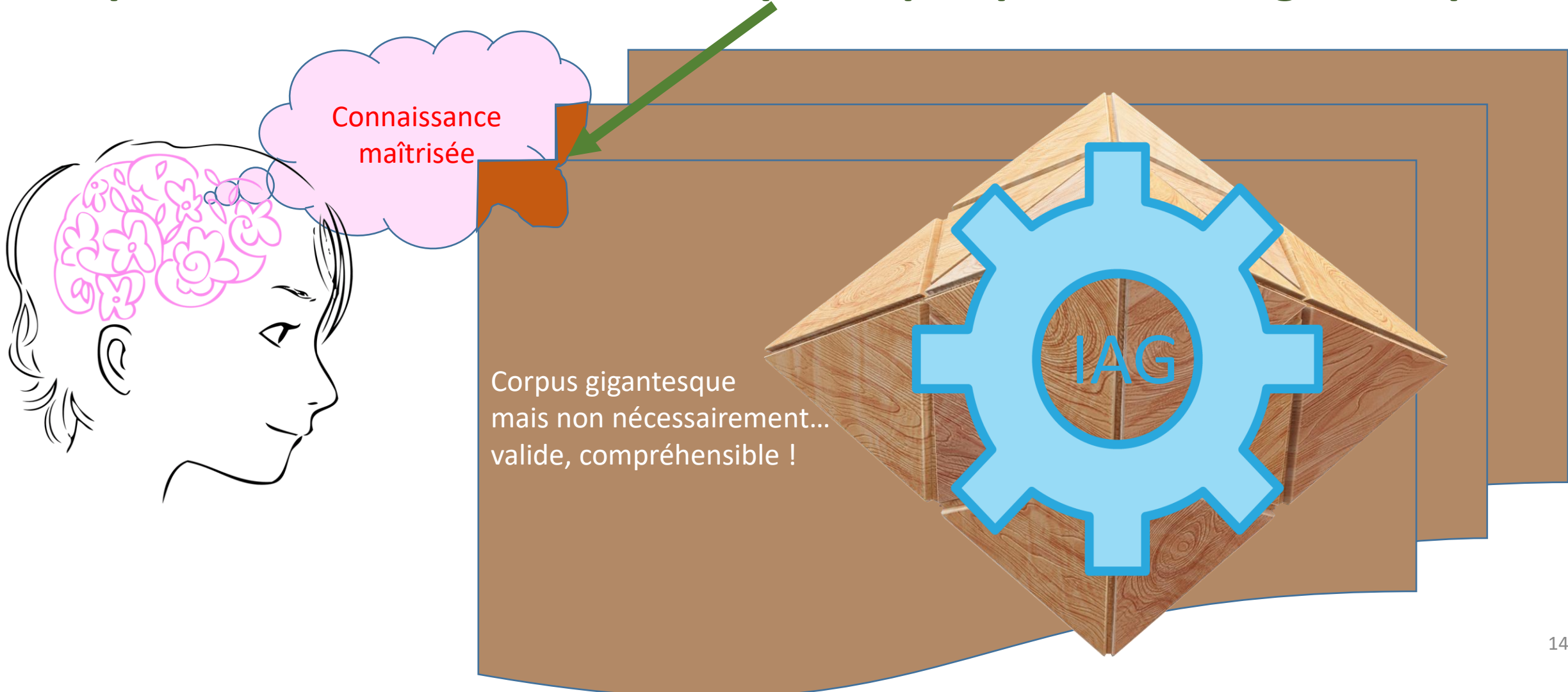


Source : <https://www.myauxilium.ai/blog/lintelligence-artificielle-va-t-elle-vous-ramollir-le-cerveau>

- Mais bien moins utilisés que les usages abrutissants !

À qui profite l'IAG en apprentissage ?

Comprendre et connaître est un prérequis pour un usage critique !



Biais sexistes, racistes et... incohérence

- Les modèles de langage comme GPT peuvent générer du texte basées sur des stéréotypes culturels biaisés.
- Par exemple, si on demande à une IA de compléter une phrase telle que "Les femmes africaines sont souvent...", elle pourrait produire des réponses biaisées. => **filtres**
- Attention à la diversité des données d'entraînement, aux filtres et aux vérifications proposées par chaque compagnie.
- Répond à n'importe quoi:

Prompt : « Quelles précautions doit prendre un pompier pour éteindre un feu sous la mer ? »
Réponse (Perplexity.ai) : Éteindre un feu sous la mer n'est pas une intervention "classique" : la priorité d'un pompier serait surtout la protection du personnel et la maîtrise de l'environnement, car la fumée toxique, le manque d'oxygène et les risques de confinement sont déterminants dans un incendie en milieu marin ou subaquatique.

Biais linguistiques et culturels

- **Discrimination Linguistique** : Certaines expressions ou dialectes peuvent être mal interprétés ou ignorés, reflétant ainsi une discrimination linguistique
- **Précision Variable** : Les modèles sont souvent plus performants en anglais ou dans les langues dominantes (évitant les traductions impropres).
- **Représentation Culturelle Inégale** : Les IAGs peuvent sur-représenter certaines cultures tout en ignorant ou mal représentant d'autres.

Exemple de biais culturel...

Dans certaines régions, l'écume résiduelle qui apparaît durant la cuisson de la gelée ou confiture s'appelle : « **la crasse** »

Outil r

[mini.capcut.com](https://www.mini.capcut.com))



apparaît
le coing



Hallucinations des LLM

- Une petite erreur d'aiguillage (en fonction du contexte) peut faire diverger l'algorithme de prédiction du mots suivant, de la phrase suivante... et partir dans un tout autre univers.

Le coût des IA génératives pour la planète

[Leonardo.ai](https://leonardo.ai) => "An enormous machine named "AI"
greedily eating the resources of the Earth and
heating the climate"



Des besoins démesurés en ressources !!!

- La **pollution** provoquée par le numérique continue sa croissance
- Besoin de plus en **plus de serveurs** de plus en **plus puissants**
- Besoin de plus en **plus de stockage** de plus en **plus grands**
- Le **coût énergétique** d'une interaction avec une IAG telle que ChatGPT est 300 fois plus important qu'une recherche sur un moteur conventionnel !
- Les besoins en puissance de calcul et de stockage pour entraîner les LLM sont ENORMES

⇒ Les métaux rares nécessaires à la production de ces serveurs risquent d'être rapidement épuisés !

⇒ Tout cela réchauffe donc encore plus notre planète !

Bibliographie (IA et écologie)

- Ligozat, A., Lefevre, J., Bugeau, A., & Combaz, J. (2022). Unraveling the Hidden Environmental Impacts of AI Solutions for Environment Life Cycle Assessment of AI Solutions. *SUSTAINABILITY*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/su14095172>
- Luccioni, A. S., Viguiet, S., & Ligozat, A.-L. (2022). *Estimating the Carbon Footprint of BLOOM, a 176B Parameter Language Model* (arXiv:2211.02001). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.02001>
- Nordgren, A. (2023). Artificial intelligence and climate change : Ethical issues. *JOURNAL OF INFORMATION COMMUNICATION & ETHICS IN SOCIETY*, 21(1), 1-15. <https://doi.org/10.1108/JICES-11-2021-0106>
- Szilas, N. (2024). Intelligence artificielle dans l'éducation : Le point de vue de la Terre. Ludovia#ch : *Bienvenue à l'ère de l'(in)intelligence artificielle à l'école ?* 4 p.
- Trystram, D., & Ménissier, T. (2024, mai 13). *L'IA peut-elle vraiment être frugale ?* The Conversation. <http://theconversation.com/la-peut-elle-vraiment-etre-frugale-226274>

Merci pour votre attention...
... Je compte sur vous pour passer le message !



Christophe.Reffay@umlp.fr

ANNEXES

- Les différentes familles d'IA ([24](#)->45)
- Personnalisation ([43](#))
- Accessibilité ([44](#))
- Génération d'images ([48](#))
- Impact social de l'entraînement des LLM ([50](#))
- Droit d'Auteur & Plagiat (+Transparence de l'usage) ([52](#))
- Protection des données ([53](#))
- Approbation de la charte de l'IA de l'UMLP ([54](#))

Christophe.Reffay@umlp.fr

Différentes familles d'IA

On peut distinguer 6 grandes approches de l'intelligence artificielle :

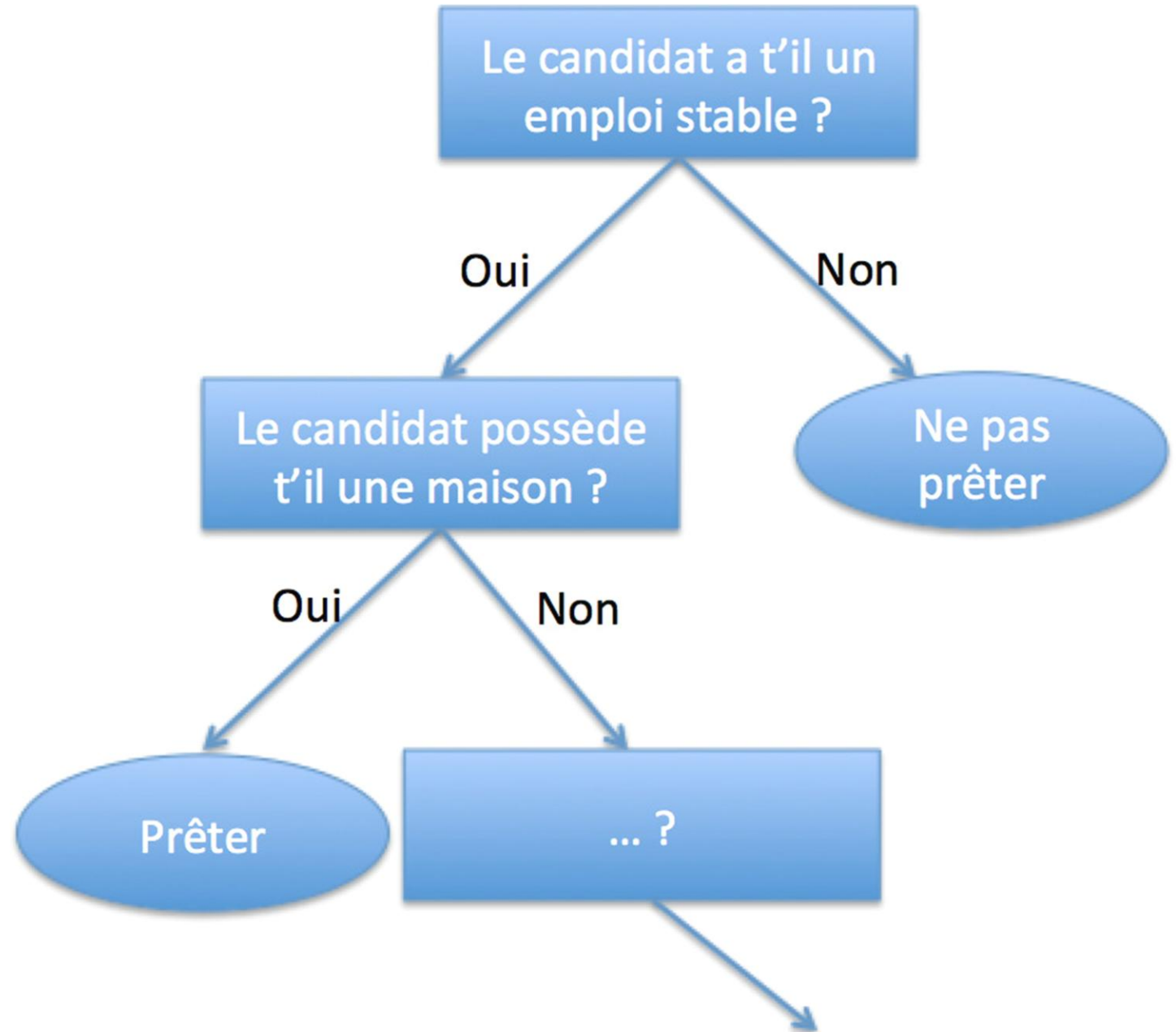
1. [Les systèmes experts](#) : déterministes, transparents, fiables, tâches précises
2. [Les systèmes multi-agents](#) : modélisation de collaboration/coopération pour la réalisation de tâches complexes
3. [L'apprentissage automatique supervisé](#) : Classification, Prédiction
4. [L'apprentissage automatique non supervisé](#) : Exploration, Segmentation...
5. [L'apprentissage par renforcement](#) : Optimisation d'un gain ou d'un coût
6. [Les réseaux de neurones artificiels](#) (Deep Learning) : Grandes corpus étiquetés pour fixer les coefficients de probabilité du réseau => TAL & IAG

1 - Systèmes experts

- **Principe** : les règles expertes sont programmées pour réaliser une tâche précise
- **Applications** : classification, décision (droit, finance, ...), diagnostique (médecine, éducation (Kaligo))
- **Rapide** : temps de calcul très faible
- **Fiable** : Basé sur des règles expertes
- **Explicable** : Permet de comprendre le résultat proposé par l'application
- **Sobre** : Demande peu de ressources (mémoire, temps de calcul)
- **Tâche précise et limitée**

1 - Systèmes experts

Exemple...



Exemple : Arbre de décision pour un prêt bancaire

Source : <https://cedric.cnam.fr/vertigo/cours/ml2/coursArbresDecision.html>

2 - Systèmes de recommandations (EIAH) : Personnalisation et apprentissage adaptatif

Exemples :

- <https://lalilo.com> 
- <https://pix.fr> 

- Rapide
- Fiable
- Explicable
- Sobre
- Tâches spécifiques

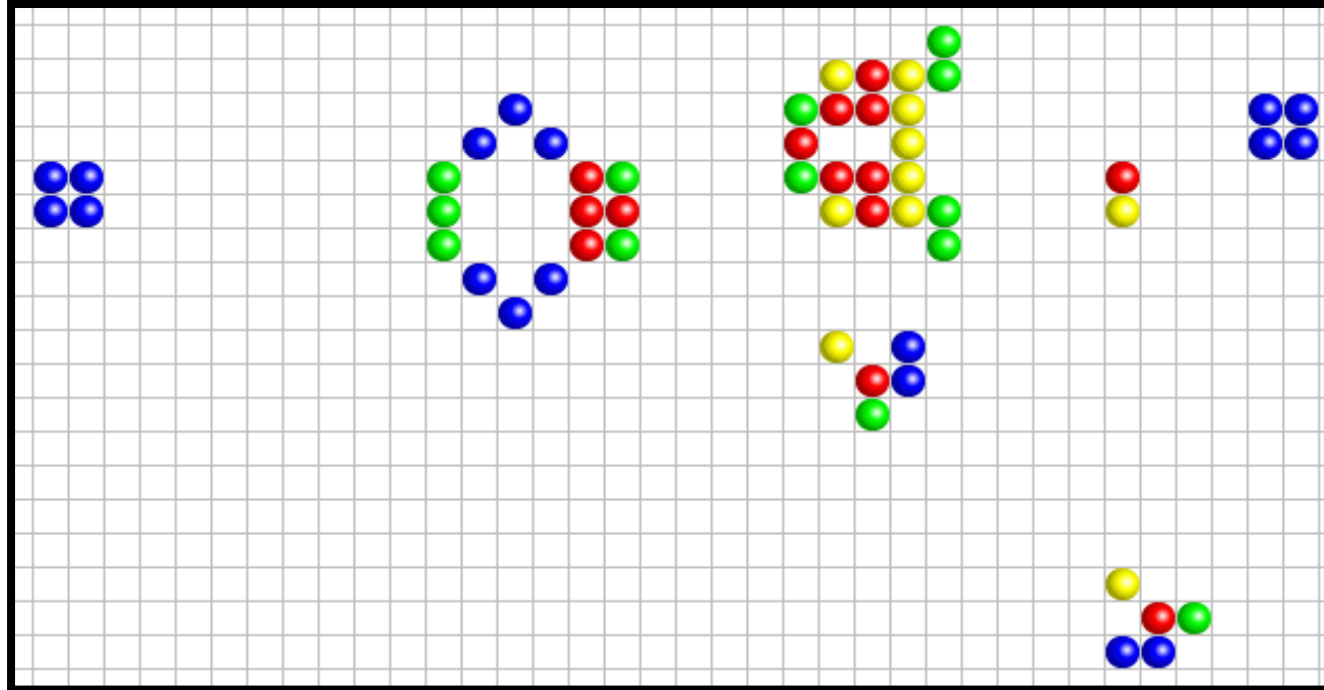


3 - Systèmes multi-agents

- **Principe** : chaque entité a un comportement et des actions simples, mais la multiplicité des entités réalise des tâches complexes
- **Applications** : Simulations (militaire, aéronautique), Transport, logistique, ...
- **Rapide** : temps de calcul raisonnable
- **Fiable** : Basé sur la qualité des comportements des entités
- **Explicable** : Permet de comprendre le résultat proposé par l'application
- **Sobre** : Demande assez peu de ressources (mémoire, temps de calcul)
- **Tâches spécifiques**

3 - Systèmes multi-agents

Automates cellulaires : le jeu de la vie

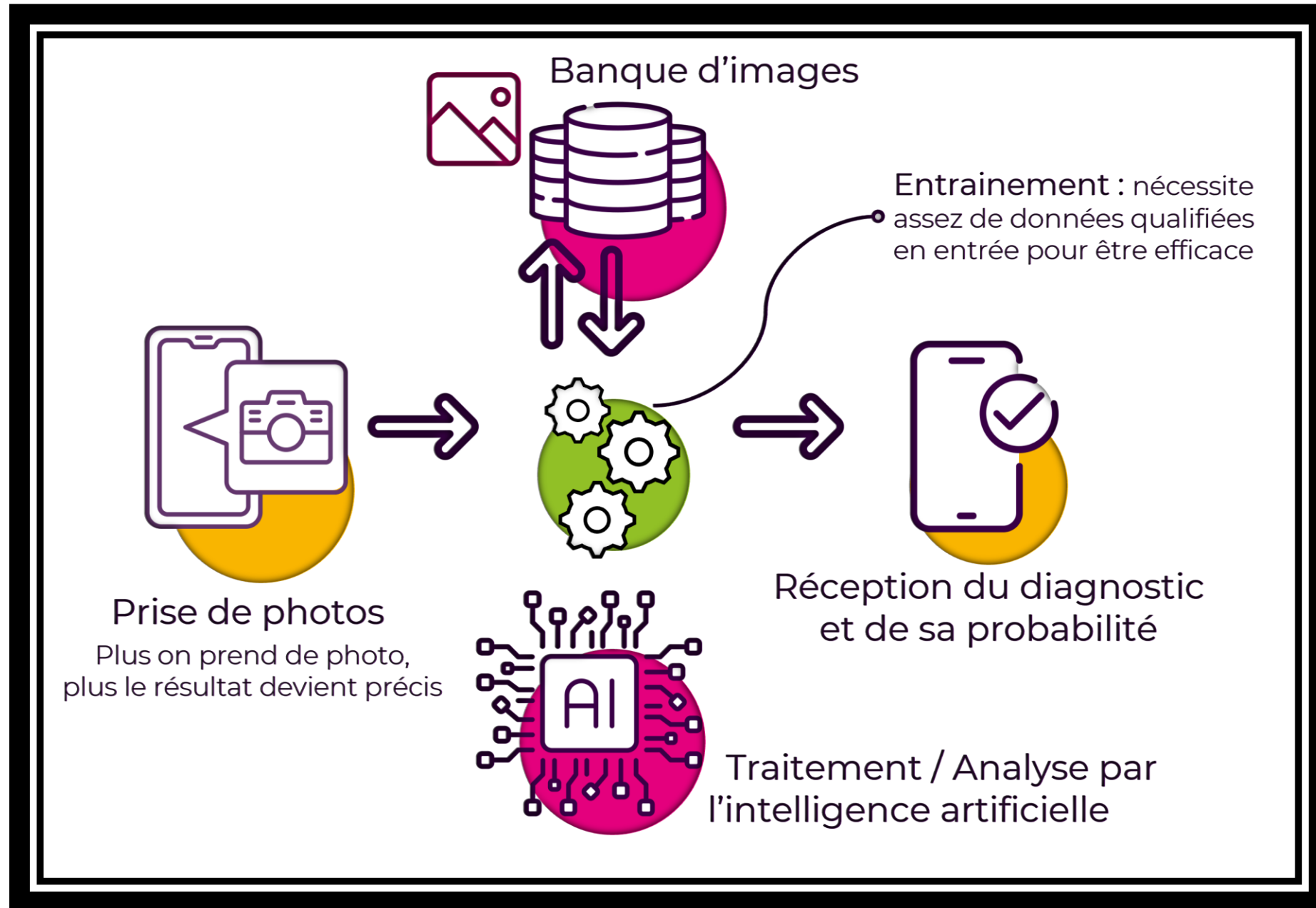


bleu : cellules en cours de vie
vert : cellules naissantes
rouge : cellules mourantes
jaune : cellules ne vivant qu'une seule génération

4 - Apprentissage automatique supervisé

- **Principe** : le programme produit des règles statistiques sur les caractéristiques des données étiquetées puis les applique pour classer les nouvelles données
- **Applications** : reconnaissance d'images, recommandation d'achats...
- **Fiabilité** : dépend de la taille du corpus étiqueté
- **Rapide** : applique
- **Explicabilité** : parfois incongrue
- **Sobre** : Demande peu de ressources (mémoire, temps de calcul)
- **Tâche précise et limitée**

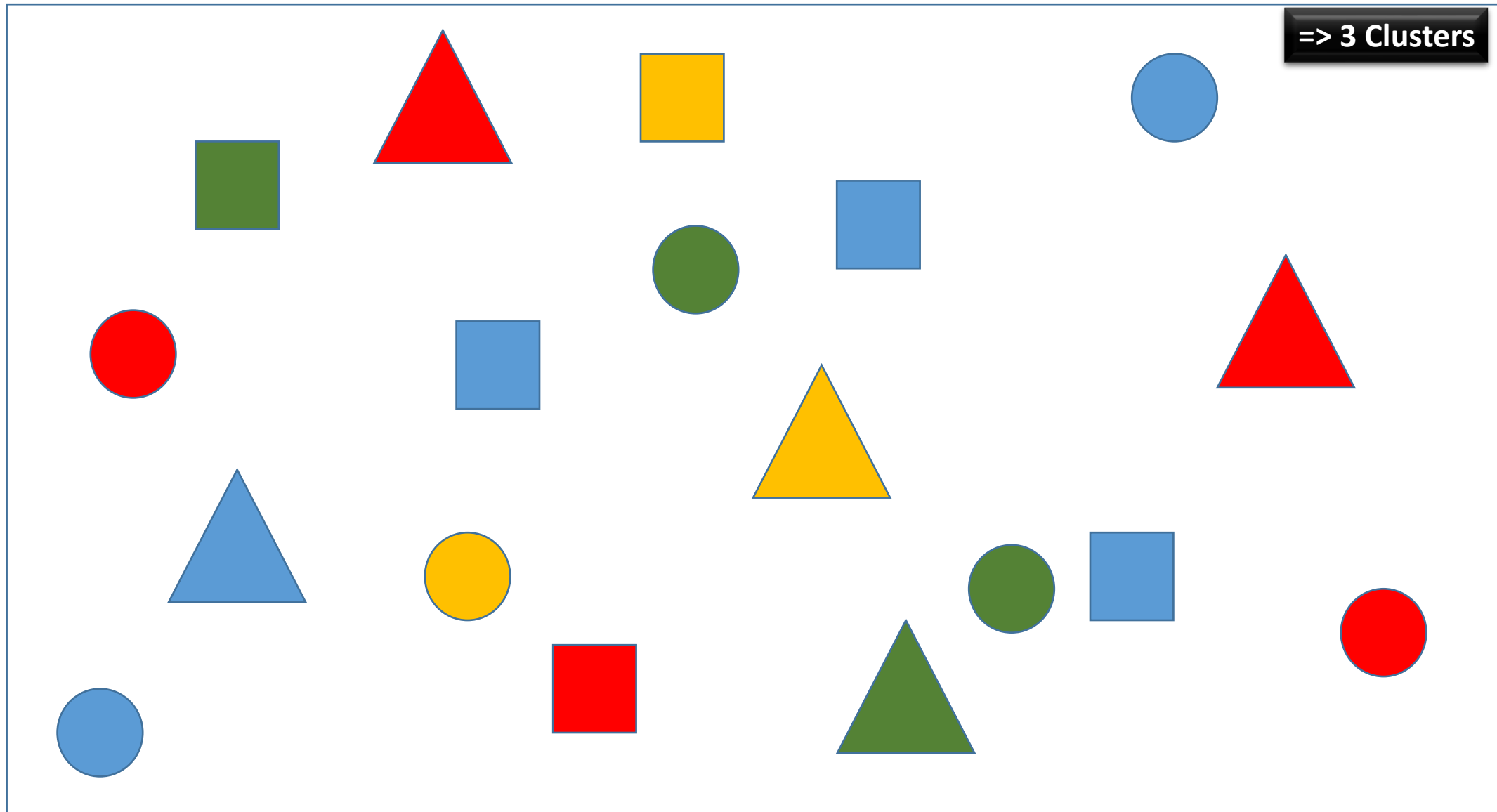
Exemple d'apprentissage automatique supervisé



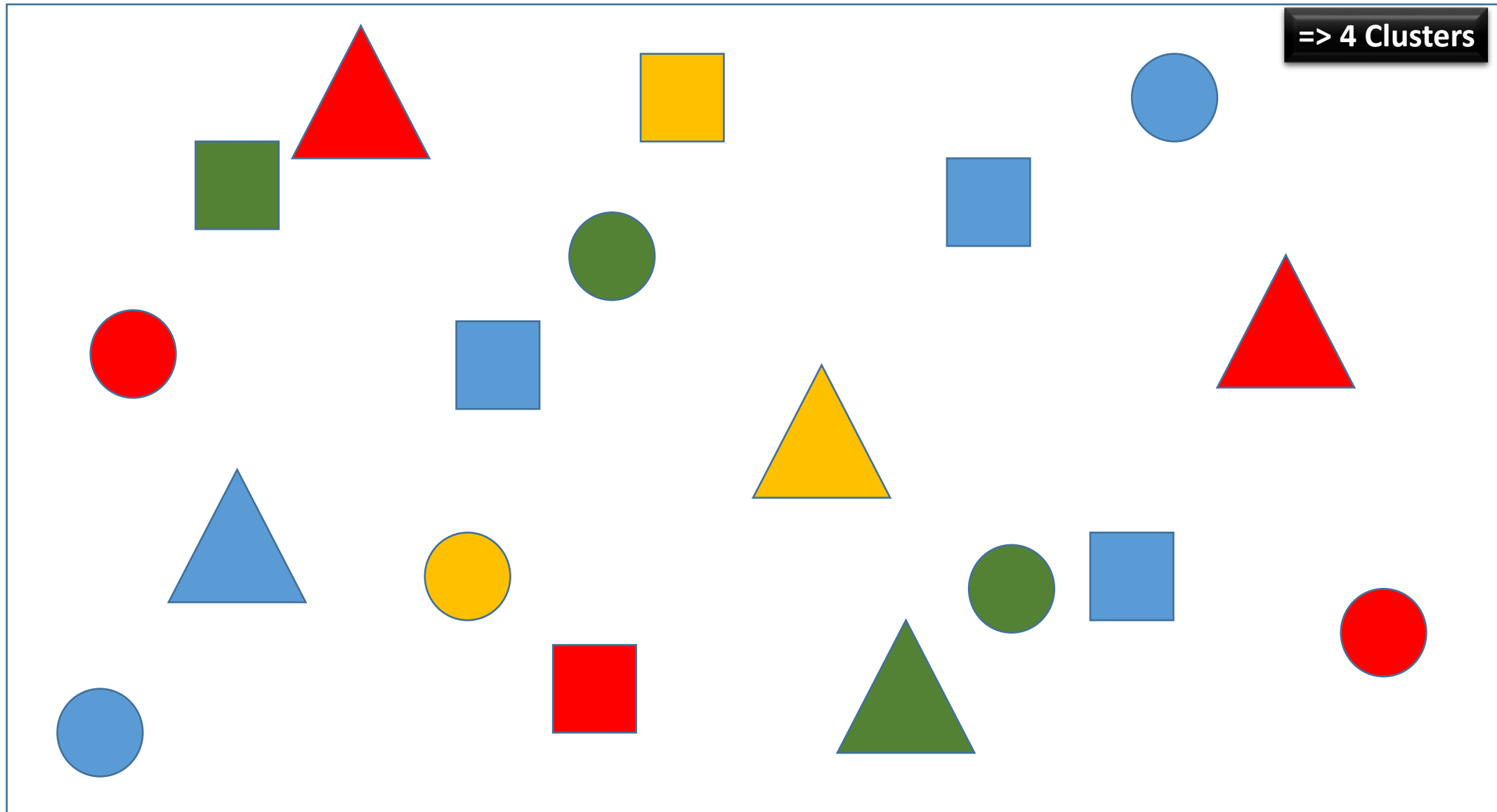
5 - L'apprentissage automatique non supervisé

- **Principe** : Découvrir des motifs réguliers dans un ensemble de données non étiquetées
- **Applications** : Exploration, Segmentation, Clustering, détection d'anomalies, Recommandation, classification de texte, ...
- **Rapide** : temps de calcul raisonnable
- **Fiabilité** : Non applicable ou dépend de la taille du corpus à traiter
- **Explicabilité** : Le nombre de dimensions rend l'explication complexe
- **Sobriété** : Selon taille du corpus à traiter (mémoire, temps de calcul)
- **Type de données assez larges => tâches diverses et variées**

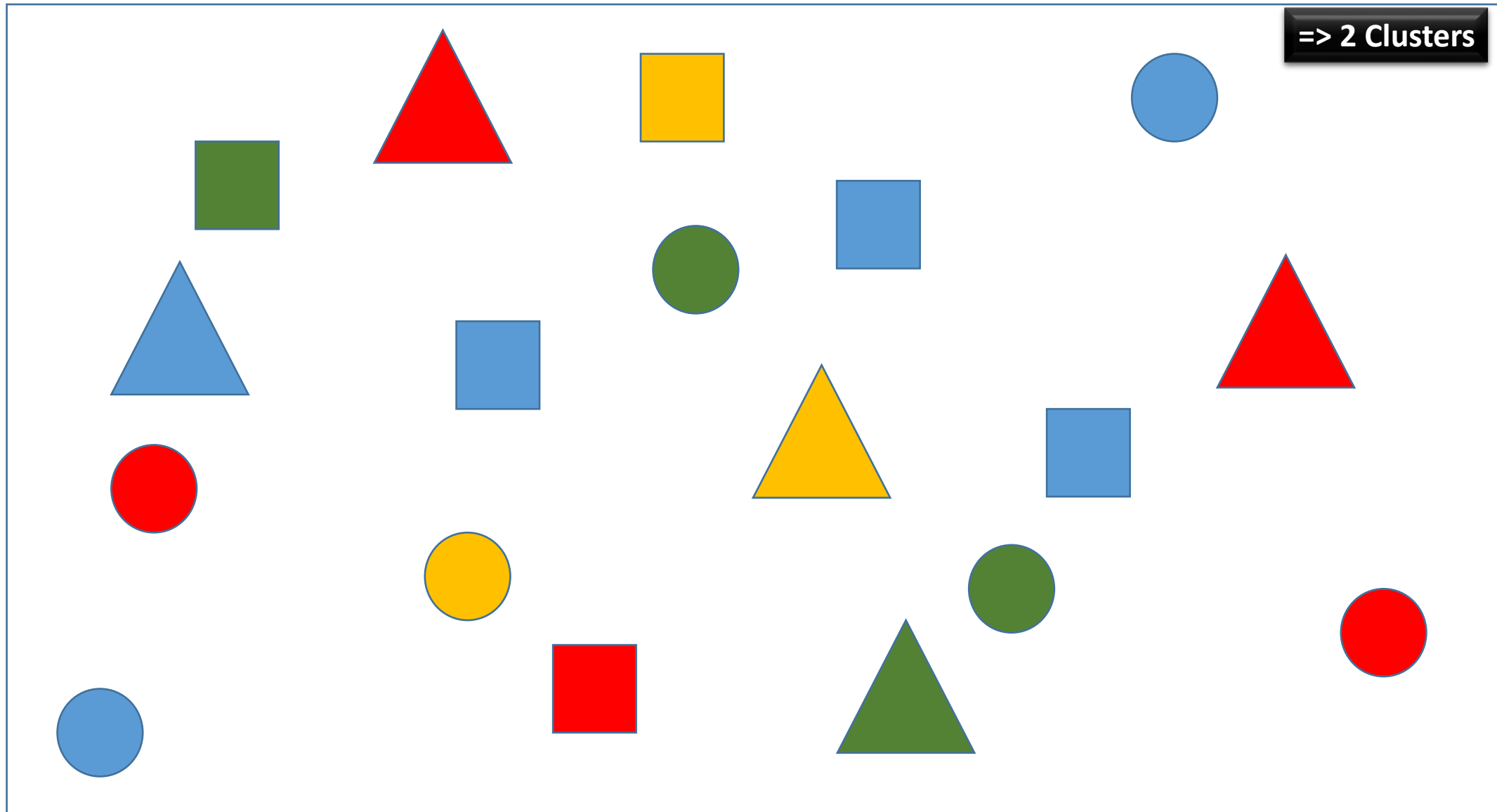
Clustering : Exemple d'application d'apprentissage non supervisé



Clustering : Exemple d'application d'apprentissage non supervisé



Clustering : Exemple d'application d'apprentissage non supervisé

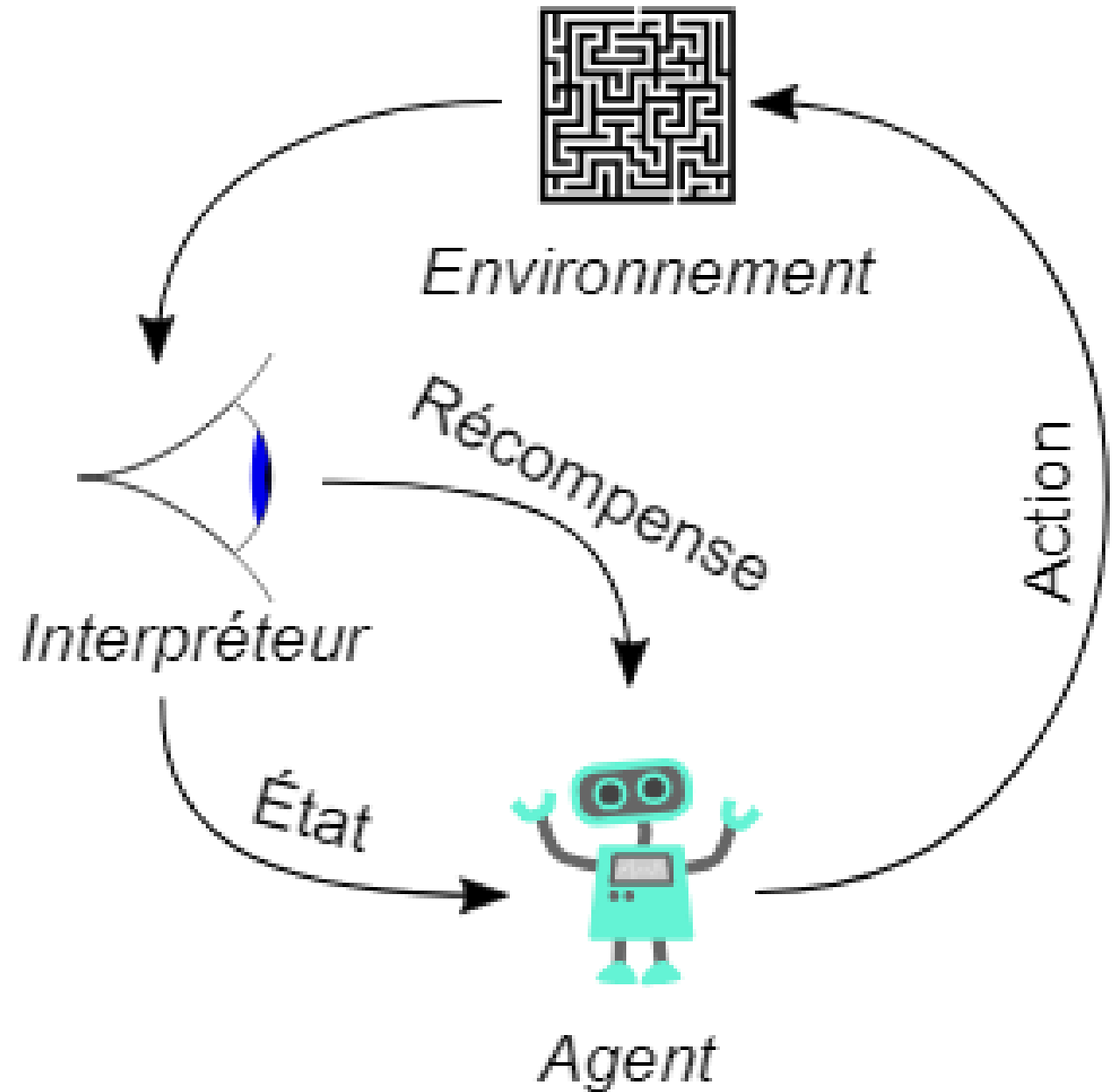


6 - L'apprentissage par renforcement

- **Principe** : Calcul de gain ou la perte selon une décision, puis ajuste sa stratégie en fonction de ce gain ou cette perte.
- **Application** : Jeux (échec, Go...), Robotique (navigation, assemblage)
- Rapidité : Dépend de la complexité de la fonction évaluant le gain
- Fiabilité : Dépend de la qualité de la fonction évaluant le gain/perte
- **Explicable** : Selon la définition de la fonction récompense/perte.
- **Sobriété** : Selon taille des données (nombre de coups...)
- **Tâches spécifiques**

Apprentissage par renforcement

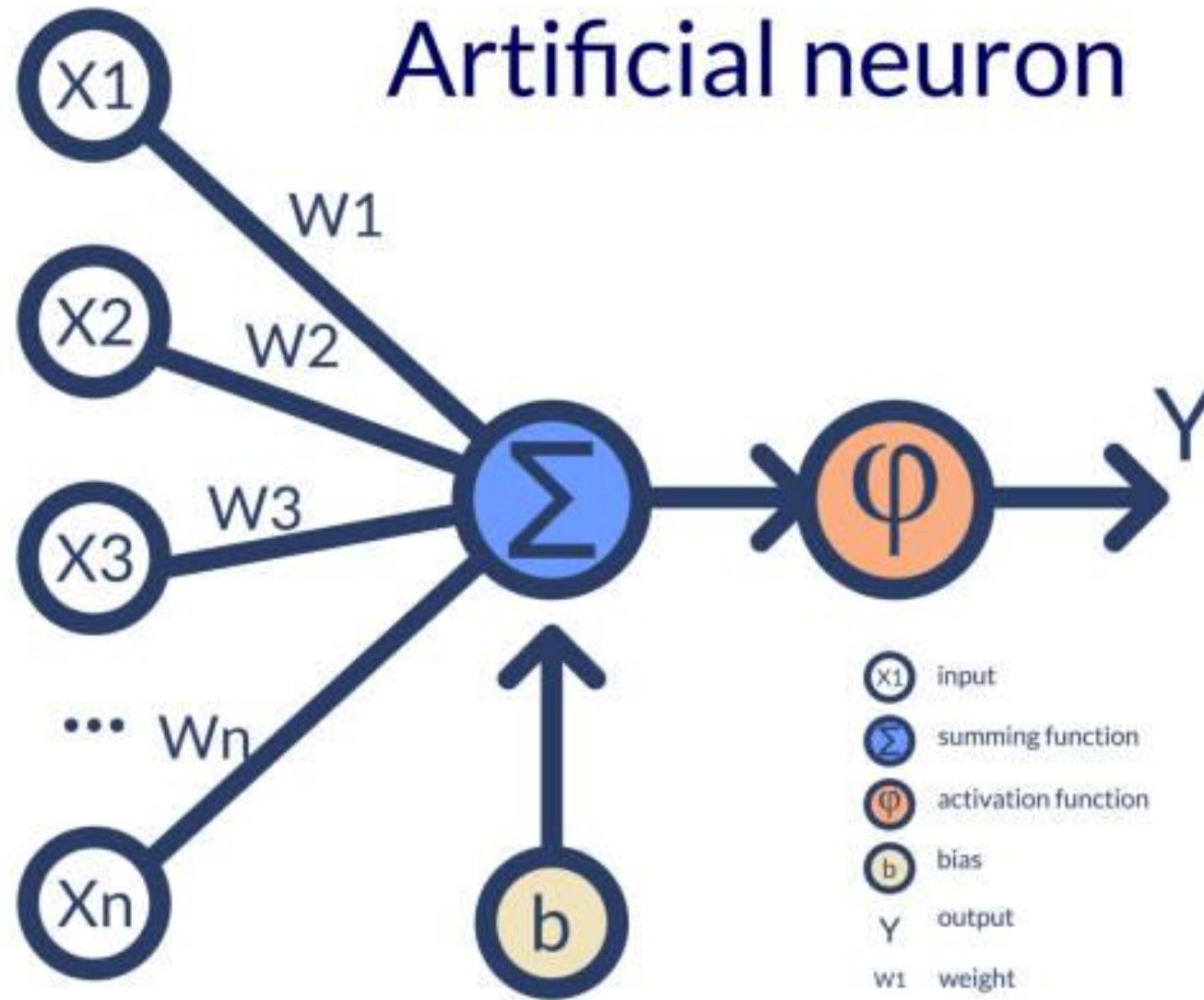
Illustration du principe



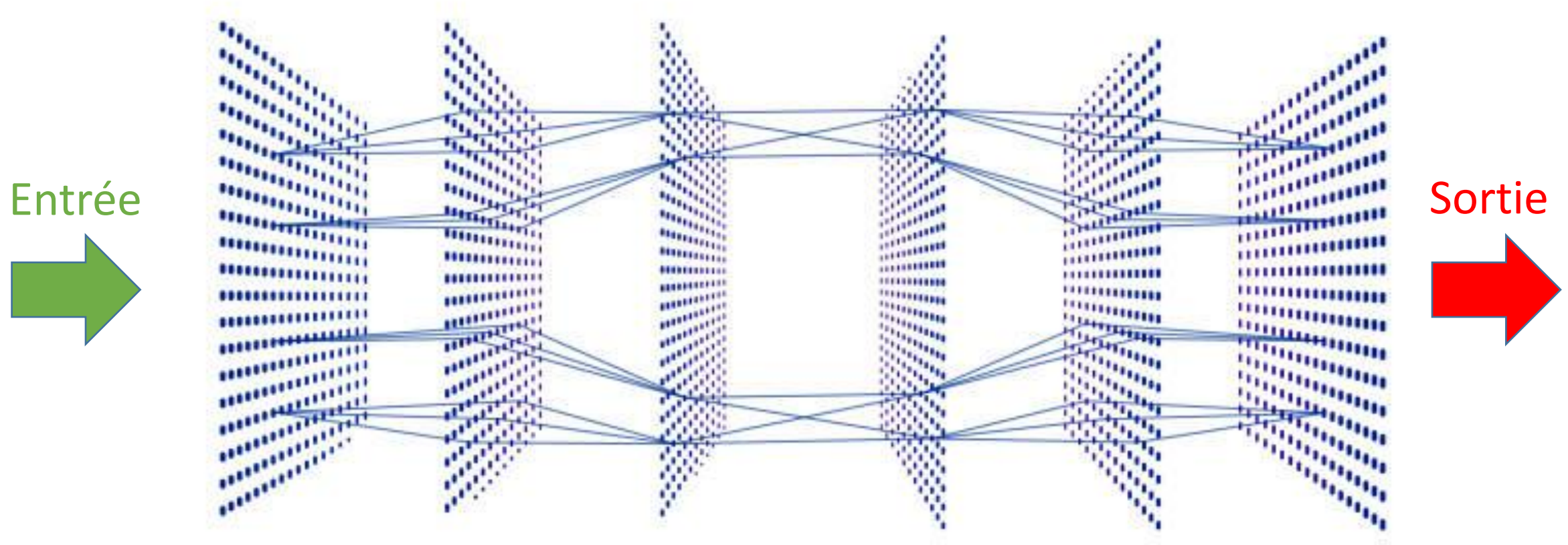
7 - Réseaux de neurones

- **Principe** : Réseau multicouche de « cellules » de calcul dont les poids (probabilité) sont ajustés à partir du corpus d'entraînement étiqueté.
- **Applications** : Vision machine, Traitement du Langage Naturel, ...
- Rapidité : selon taille du réseau de neurones et des données
- Fiabilité : selon taille et qualité/spécificité du corpus d'entraînement
- **Explicabilité** : Aucune
- **Sobriété** : Très gourmand en ressources (Mémoire, Calcul)
- **Fiable pour des tâches spécifiques**

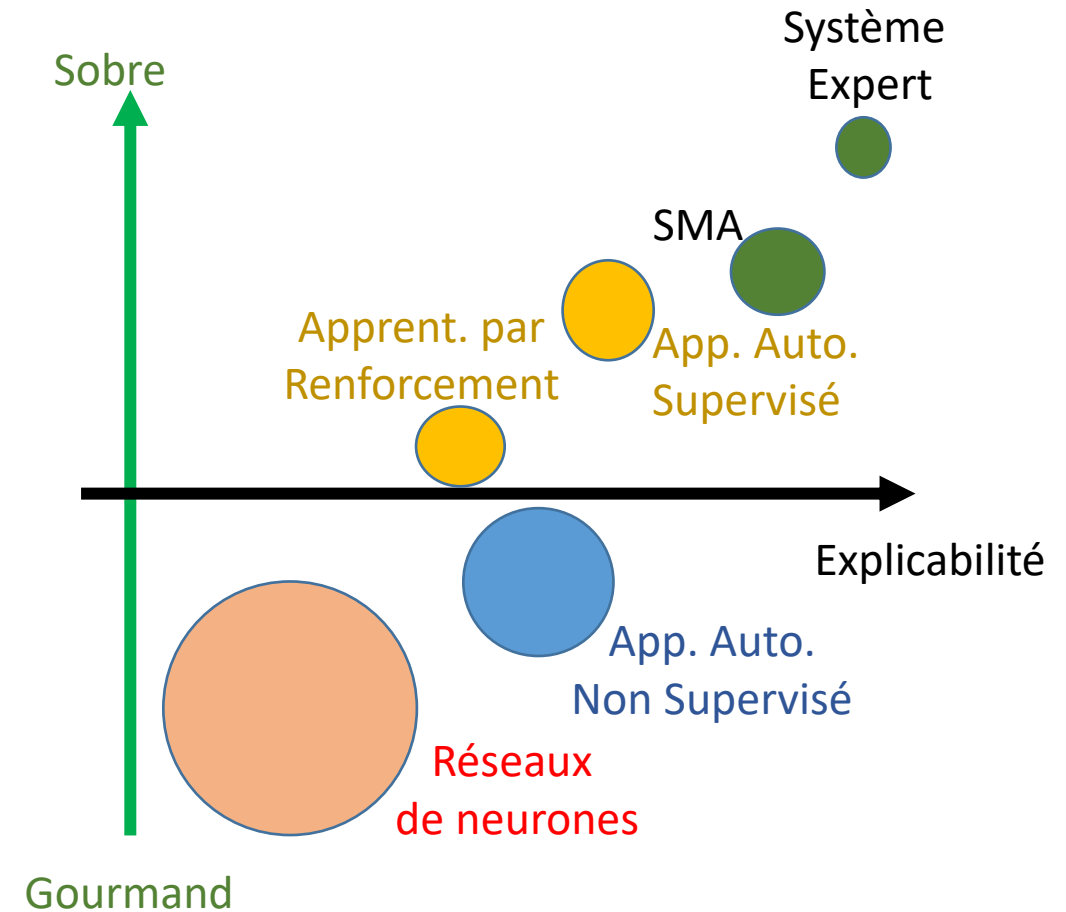
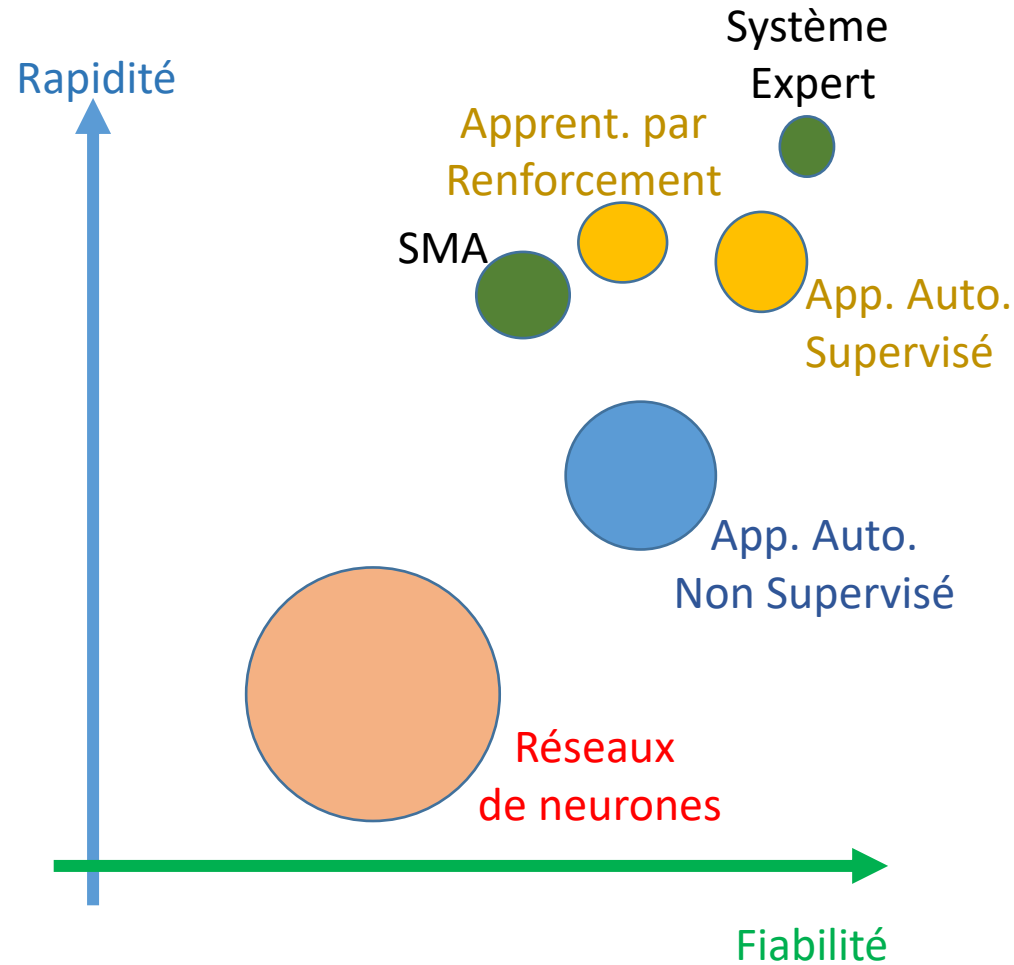
Artificial neuron



Réseaux de neurones (Deep Learning)



Graphique positionnant les familles sur les différentes dimensions (CR)



Taille : Petite = tâches spécifiques / Grande = Tâches plus générales

=> LLM : Large Language Models

- **Principe** : Un réseau de neurones profond (Deep Learning) traite d'énormes corpus => motifs récurrents, co-occurrence de mots statistiquement fréquente, selon le contexte => prédiction du mot suivant => phrase, paragraphe, => ce qui génère un texte qui **semble naturel et cohérent**.
- **Application** : IAG de textes ou Chatbot : ChatGPT, Gemini, Copilot, Le Chat (Mistral ai)...
- **Lent** : grand nombre de couches de neurones => nombreux calculs
- **Fiabilité** : **dépend** du corpus d'entraînement (**biais**), + **hallucinations**
- **Non explicable**
- **Très très gourmand en mémoire et calcul** : entraînement + usage

▪ **Personnalisation :**

- Adaptation des méthodes d'enseignement et du contenu aux besoins individuels des étudiants.
- Aide à trouver des informations pertinentes
- Analyse des écrits pour des retours personnalisés
- Feedback instantané : Réponses et explications immédiates.
- Soutien individuel
- Suivi des progrès et ajustement des méthodes.

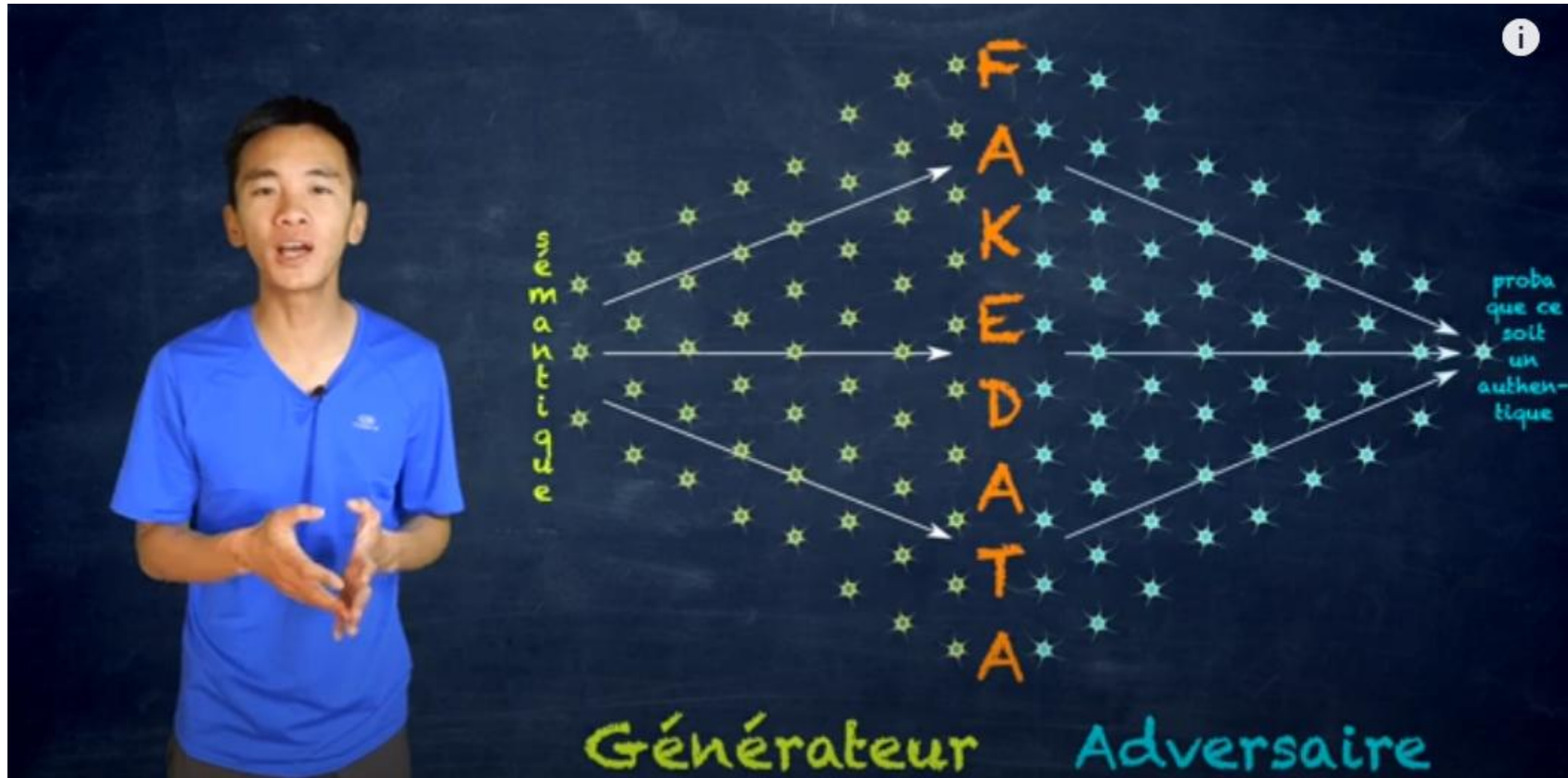
- **Accessibilité :**

- Amélioration de l'accès à l'éducation pour les étudiants avec des besoins particuliers
- Matériel pédagogique plus attractif
- Accès facilité aux ressources multilingues
- Facilitation de la révision (ex : grand oral du bac)
- Aide 24/7 pour l'apprentissage continu

Générateurs d'images

- **Principes :**
 - Apprentissage supervisé sur images annotées par leur description
 - Repérage automatique de motifs réguliers ou de structures de l'image
 - Modèle de diffusion : part d'une image bruitée pour arriver à une image claire contenant les composants suggérés par le prompt.
 - GAN (Generative Adversarial Network) : Un premier réseau génère des productions que le 2° réseau ne peut plus distinguer des vraies.
- **Applications :** Illustration dans tous les domaines, idéation, ...
DALL-E, Adobe Firefly, Stable Diffusion, KREA, ..., Leonardo.Ai, DeepFake, Artbreeder
- **Rapidité :** dépend de la finesse et de la taille des images en sortie
- **Fiabilité :** dépend du corpus d'entraînement
- **Non explicable**
- **Très très gourmand en mémoire et calcul :** entraînement + usage

Pour en savoir plus sur les GAN...



Source : Lê Nguyễn HOANG (2018), YouTube « Science4All » : https://youtu.be/JikwRMXJzk0?si=g406zTilqh9JWT_H

Pour nettoyer et annoter les gros corpus...

- Il faut des milliers de petites mains sous-payées pour faire des clics...

Que fait-on du temps « gagné » en productivité ?

- Moins d'emplois ?
- Effet rebond : génération de plus de textes, d'images, de vidéo
=> plus de stockage, plus de bruit, plus de traitement, plus de biais...

LES QUATRES NIVEAUX



1. Aucune utilisation d'IAg

Nom du pictogramme : Aucune utilisation

La production n'a bénéficié d'aucune intervention de l'IAg, que ce soit pour le texte ou les images.



3. Production partagée avec l'IAg

Nom du pictogramme : Assistance partagée

Une contribution significative de l'IA générative est observée dans la création des contenus. Ces derniers ont été élaborés en partenariat avec l'IA générative, qui a joué un rôle important. Le contenu textuel a été en partie généré ou reformulé par celle-ci, tandis que les éléments visuels ont été majoritairement produits ou modifiés grâce à son intervention.



2. Assistance limitée de l'IAg

Nom du pictogramme : Assistance limitée

L'IA générative a été utilisée uniquement pour des suggestions ou des corrections mineures (orthographe, grammaire) ainsi que pour l'amélioration d'éléments visuels, tels que l'ajout d'un titre ou d'une légende, ou encore la traduction d'éléments présents dans une image.



4. Production majoritairement assistée

Nom du pictogramme : Assistance majeure

Les contenus sont principalement le fruit d'un travail automatisé par l'IAg, avec une intervention humaine minimale (presque intégralement généré par l'IAg).

- Contenu peuvent protégé

- Propriété les droit elle-même NB : Un éviter la

- Bonnes 4 pictog

atives

étient ou l'IA

our

df crit.

■ Etude de cas :

- **Content ID de YouTube** : Utilise des algorithmes d'IA pour détecter les violations de droits d'auteur en comparant les vidéos téléchargées avec une base de données d'œuvres protégées.
- **Turnitin, Compilatio** : Logiciels de détection de plagiat qui utilisent des algorithmes pour analyser les soumissions des étudiants et comparer le texte avec des sources existantes pour détecter les similitudes.
- Gptzero - ChatGPT Detector | [AI Checker](#)

- **Collecte des Données d'Entraînement :**
 - Les modèles d'IA sont souvent entraînés sur de vastes ensembles de données qui peuvent inclure des informations personnelles disponibles sans consentement explicite
- **Stockage et Sécurité des Données :**
 - **Protection Contre les Fuites de Données :** Mettre en place des mesures de sécurité robustes pour protéger les données contre les accès non autorisés et les fuites.
 - **Anonymisation :** Les données utilisées pour entraîner les modèles devraient être anonymisées pour protéger la vie privée des individus.
- **Transparence et Contrôle :**
 - **Explicabilité :** Informer les utilisateurs sur la manière dont leurs données sont utilisées et sur les processus de décision des IAs.
- **RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) :** Réglementation européenne qui impose des règles strictes sur la collecte, l'utilisation et la protection des données personnelles.

- Comment rédiger avec une IAG ?
- Comment interroger et interpréter les réponses d'une IAG ?
- Quelles données fournir aux IA ?
- Quel crédit accorder aux réponses données par les IA ?
- À quelles conditions coproduire des travaux académiques avec l'IAG ?
=> 4 pictogrammes définissant le niveau d'usage de l'IA dans vos travaux.
- Comment citer l'IAG ?
- Comment évaluer les travaux des étudiants à l'heure des IAG ?
- Comment utiliser une IAG de façon écoresponsable ?