

D-CLIC, FORMEZ-VOUS AU NUMÉRIQUE

AVEC L'OIF

Semaine 1 – Introduction à l’IA

Objectifs pédagogiques

À la fin de cette semaine, les apprenants seront capables de :

1. Expliquer ce qu'est l'intelligence artificielle, ses origines et son évolution.
2. Faire la différence entre IA, Machine Learning, Deep Learning, NLP et vision par ordinateur.
3. Identifier les applications concrètes de l'IA en Afrique, particulièrement au Togo.
4. Comprendre la structure générale d'un système d'IA et ses principales étapes.
5. Discuter des enjeux éthiques, sociaux et environnementaux liés à l'IA.
6. Installer et utiliser un environnement Python (Jupyter Notebook ou Google Colab).

1. Introduction à l’Intelligence Artificielle

1.1. Historique et évolution

L’Intelligence Artificielle ne s’est pas imposée du jour au lendemain. Son évolution est le fruit de plusieurs décennies de recherche, de progrès technologiques et d’allers-retours entre périodes d’espoir et de désillusion, que l’on appelle parfois les “**hivers de l’IA**” (périodes où l’intérêt et le financement pour l’IA chutent fortement).

Voici un résumé des étapes clés :

1950 – Alan Turing et le “Test de Turing”

Alan Turing, mathématicien et cryptanalyste britannique, publie en 1950 un article fondateur intitulé "*Computing Machinery and Intelligence*". Il y pose une question simple mais révolutionnaire : **“Les machines peuvent-elles penser ?”**

Pour tenter d'y répondre, il propose le **Test de Turing** :

- Une personne humaine communique, par écrit, avec deux entités cachées : un humain et une machine.
- Si la personne ne peut pas distinguer la machine de l'humain au bout d'un certain temps, on considère que la machine “pense”.

Impact pédagogique : ce test n'évalue pas si la machine “comprend” réellement, mais si elle peut **imiter** l'intelligence humaine de manière crédible.

Exemple actuel : certaines IA conversationnelles comme ChatGPT ou Claude passent partiellement ce test dans des contextes restreints, même si elles n'ont pas de conscience.

1956 – Naissance officielle du terme “Artificial Intelligence”

Lors de la **Conférence de Dartmouth** aux États-Unis, un groupe de chercheurs dirigé par John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell et Herbert Simon se réunit pour discuter de la possibilité de créer des machines intelligentes.

C'est à cette occasion que John McCarthy invente l'expression **“Artificial Intelligence”**.

Les premières ambitions étaient très élevées :

- Traduire automatiquement des langues.
- Résoudre des problèmes mathématiques complexes.

- Jouer aux échecs mieux que les humains.

Mais les moyens matériels et les algorithmes de l'époque étaient limités. Cela a conduit à des progrès lents et à des premières désillusions.

Années 1980-1990 – L'essor des systèmes experts

Après un ralentissement dans les années 1970 (premier hiver de l'IA), une nouvelle approche émerge : **les systèmes experts**.

Principe :

- Reproduire le raisonnement d'un expert humain à travers un ensemble de règles logiques ("si... alors...").
- Exemple : MYCIN, un système expert médical qui proposait des diagnostics et traitements pour des infections.

Atouts :

- Très performants dans des domaines spécialisés.
- Permettaient de formaliser et d'automatiser le savoir humain.

Limites :

- Incapables d'apprendre par eux-mêmes.
- Maintenance coûteuse : il fallait des milliers de règles écrites manuellement.

2010 à aujourd'hui – L'ère du Deep Learning et de l'explosion des données

Deux révolutions transforment l'IA dans les années 2010 :

1. **Explosion des données** : grâce à internet, aux réseaux sociaux, aux smartphones et aux capteurs connectés, nous produisons chaque jour des quantités massives de données.
2. **Puissance de calcul** : les cartes graphiques (GPU) permettent d'entraîner des réseaux neuronaux profonds (deep learning) beaucoup plus rapidement.

Résultats spectaculaires :

- Reconnaissance d'images avec une précision supérieure à celle de l'humain.
- Traduction automatique presque instantanée (Google Translate, DeepL).
- Assistants vocaux (Siri, Alexa) capables de comprendre et répondre en langage naturel.
- Chatbots avancés capables de tenir une conversation complexe.

Exemple marquant : En 2016, le programme AlphaGo de DeepMind bat le champion du monde de Go, un jeu réputé infiniment plus complexe que les échecs.

Depuis fin 2022 – L'explosion de l'IA générative

Novembre 2022 – Lancement de ChatGPT

En novembre 2022, la société **OpenAI** publie ChatGPT, un agent conversationnel basé sur la technologie GPT-3.5, capable de :

- Rédiger des textes cohérents sur des sujets variés.
- Répondre à des questions complexes en langage naturel.
- Générer du code informatique, expliquer des concepts et assister dans la rédaction.

Le succès est **planétaire** : 1 million d'utilisateurs en 5 jours, une adoption jamais vue dans l'histoire des applications en ligne.

Cela marque l'entrée de l'IA dans le grand public à une échelle inédite.

2023 – Diversification des IA génératives

- **GPT-4 (OpenAI, mars 2023)** : meilleur raisonnement, réponses plus fiables, multimodalité (texte + image).
- **Bard (Google, devenu Gemini fin 2023)** : IA conversationnelle intégrée à l'écosystème Google.
- **Claude (Anthropic)** : réputée pour sa sécurité et sa capacité à analyser de longs documents.
- **LLaMA (Meta)** : série de modèles open source de Facebook, base pour de nombreux projets dérivés.
- **Mistral AI (France)** : modèles open source performants (Mistral 7B, Mixtral).
- **Ernie Bot (Baidu, Chine)** : concurrent chinois intégré aux outils locaux.
- **Midjourney (V4-V5)** : génération d'images photoréalistes ou artistiques à partir de texte.
- **DALL·E 2 et 3 (OpenAI)** : intégration directe dans ChatGPT pour créer des images depuis une conversation.
- **Stable Diffusion** : génération d'images open source, hautement personnalisable.

2025 – IA de nouvelle génération, multimodale et intégrée

- **Août 2025 – GPT-5 (OpenAI)**
 - Nouveau modèle phare, décliné en plusieurs variantes :

- **Modèles rapides** (*main, mini*) pour les interactions courantes.
- **Modèles “thinking”** pour un raisonnement approfondi en sciences, codage et rédaction experte.
- **Fonctionnalités clés** : personnalités configurables, mémoire contextuelle, intégration directe avec Gmail et Google Agenda, mode vocal interactif fluide avec interruptions naturelles.
- Améliorations annoncées : raisonnement “niveau doctorat”, meilleure fiabilité, réduction des erreurs factuelles.
- **Gemini 2.x (Google)**
 - Série de modèles multimodaux (texte, image, audio, vidéo) avec compréhension avancée de contenus complexes.
 - Introduction du mode **Deep Think** pour un raisonnement par étapes sur des tâches longues.
 - Intégration dans **AI Mode pour Search** (recherche enrichie), et lancement de **Veo 3** (génération vidéo avec audio synchronisé) et **Beam** (appels vidéo 3D immersifs).
 - Activation par défaut de **Gemini Memory**, permettant la mémorisation automatique des préférences et historiques, avec gestion fine de la confidentialité.

DeepSeek (Chine)

- Nouvel acteur majeur de l'IA, à forte croissance, spécialisé dans les **modèles open source haute performance** et à coût réduit.
- Positionnement sur le marché comme **alternative compétitive** aux solutions américaines, avec un accent sur la rapidité d'exécution et la scalabilité.

- Propose des modèles optimisés pour le multilingue, y compris les langues asiatiques et africaines, et intégrables dans des infrastructures locales sans dépendance au cloud américain.
- Attire l'attention pour ses **performances élevées** en raisonnement mathématique et en génération de code, rivalisant avec GPT-4 et Gemini sur certains benchmarks.

IA spécialisées et régionales

- **Mistral Large** : modèle européen multilingue performant, optimisé pour les langues locales.
- **Jais** (Émirats) et **Tongyi Qianwen** (Alibaba) : modèles régionaux adaptés aux marchés arabophones et sinophones.
- **Projets africains** : modèles de traduction pour langues africaines (*Masakhane*, *Lelapa AI*), IA agricoles pour prévisions météo et détection de maladies (*Farmerline*), outils éducatifs intégrant IA vocale en langues nationales.

À retenir pour l'étudiant

- L'IA a progressé par **cycles** : périodes d'espoir → stagnation → percées technologiques.
- Les progrès récents sont dus à la combinaison **d'algorithmes plus performants, de beaucoup plus de données et de puissances de calcul accrues**.
- Nous sommes aujourd'hui dans une phase où l'IA est **utilisable à grande échelle** dans des contextes professionnels, mais les enjeux éthiques et réglementaires sont plus que jamais au centre des débats.

1.2 Terminologie essentielle – Comprendre sans jargon

Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ?

L'IA est un domaine de l'informatique qui vise à créer des programmes ou machines capables d'effectuer des tâches habituellement associées à l'intelligence humaine (apprentissage, raisonnement, résolution de problèmes, perception, etc.). En d'autres termes, un système d'IA cherche à imiter certaines capacités cognitives humaines : par exemple comprendre le langage naturel, reconnaître des images, prendre des décisions ou apprendre de l'expérience. Historiquement, le terme a été introduit en 1956 par John

McCarthy, et le domaine a connu plusieurs évolutions majeures (approches symboliques dans les débuts, puis l'essor de l'**apprentissage automatique** dans les années 1980-2000, et du **deep learning** dans les années 2010). L'IA, c'est donc l'art de faire en sorte qu'un ordinateur “pense” ou “raisonne” comme un humain... ou du moins, qu'il paraisse le faire.

Lorsqu'on parle d'**Intelligence Artificielle** (IA), il est donc facile de se perdre dans les acronymes et les sous-domaines. Pourtant, les choses deviennent simples si on les imagine comme **des cercles emboîtés** :

- L'IA est le cercle le plus grand : c'est l'ensemble des techniques qui permettent à une machine de simuler une forme d'intelligence humaine.
- Le **Machine Learning** (ML) est un sous-ensemble de l'IA : il s'agit d'enseigner aux machines à apprendre par elles-mêmes à partir de données.
- Le **Deep Learning** (DL) est un sous-ensemble du ML : il utilise des réseaux de neurones artificiels très profonds et puissants.
- Le **NLP** et la **Vision par ordinateur** sont deux **domaines d'application** qui utilisent ML et DL pour travailler sur des données spécifiques (textes, sons, images, vidéos).

ML – Machine Learning

Définition simple : Le Machine Learning, c'est quand la machine **apprend à partir d'exemples** plutôt que de suivre des instructions fixes. On ne lui dit pas exactement quoi faire : on lui donne beaucoup de données, et elle trouve les règles par elle-même.

Comment **l'imaginer** :
Pense à un **enfant qui apprend à reconnaître un fruit**. Tu lui montres 100 images de bananes et 100 images de mangues. Petit à petit, il comprend que les bananes sont longues et jaunes, et que les mangues sont rondes et vertes/orangées.

Exemples concrets :

- Un filtre antispam dans ta boîte e-mail : il analyse des milliers d'e-mails marqués comme “spam” ou “non-spam” et apprend à reconnaître les indésirables.

Une application qui prédit si un **emprunteur est solvable** en analysant les habitudes de paiement de milliers d'autres clients.

- En agriculture au Togo : un outil qui prédit la date idéale pour semer en fonction des données météo passées.

À retenir : Dans le ML, plus la machine voit d'exemples, plus elle devient précise.

DL – Deep Learning

Définition simple : Le Deep Learning est un type de Machine Learning qui utilise des **réseaux de neurones artificiels** inspirés du cerveau humain. Ils sont organisés en plusieurs “couches” pour apprendre des concepts simples puis de plus en plus complexes.

Comment l'imaginer :

Imagine que tu veux reconnaître un chat sur une photo.

- 1^{re} couche : détecte des lignes et des formes.
- 2^e couche : assemble ces formes pour repérer des oreilles, des yeux.
- Dernières couches : combine tout ça pour dire “C'est un chat”.

Exemples concrets :

- Reconnaissance d'images dans Google Photos : retrouver toutes les photos où apparaît un certain visage.
- Systèmes de conduite autonome qui identifient panneaux, piétons et véhicules.
- Au Togo : un prototype qui utilise une caméra pour détecter les maladies des feuilles de manioc ou de maïs.

●

À retenir : Le DL a besoin de **beaucoup de données et de puissance de calcul** mais il est très performant.

NLP – Natural Language Processing (Traitement automatique du langage naturel)

Définition simple : Le NLP permet aux machines de **comprendre, interpréter et produire du langage humain**.

Comment l'imaginer :
Pense à un interprète lors d'une conférence internationale. Il écoute une phrase, la comprend, puis la reformule dans une autre langue.

Exemples concrets :

- Traduction automatique (Google Translate, DeepL).
- Chatbots et assistants vocaux (Siri, Alexa).
- Les LLM (ChatGPT, Gemini, Llama, Mistral, etc)
- Analyse automatique de sentiments dans les avis clients (savoir si un commentaire est positif ou négatif).
- Au Togo : un chatbot en **éwé ou en kabyè** qui donne des conseils agricoles.

À retenir : Le NLP mélange compréhension linguistique et traitement informatique.

Vision par ordinateur

Définition simple : La vision par ordinateur permet aux machines **d'analyser et de comprendre des images ou vidéos**.

Comment l'imaginer :
Comme un **chien qui reconnaît son maître à distance** en le voyant arriver.

Exemples concrets :

- Reconnaissance faciale pour déverrouiller un smartphone.

- Comptage automatique de véhicules sur une route.
- Systèmes de vidéosurveillance intelligents.
- En Afrique : détection des animaux sauvages via drones pour lutter contre le braconnage.

À retenir : La vision par ordinateur est utilisée partout où une caméra peut observer et analyser une scène.

Astuce mnémotechnique

- **IA** : le grand chapeau → tout ce qui imite l'intelligence humaine.
- **ML** : l'apprentissage à partir d'exemples.
- **DL** : l'apprentissage profond avec réseaux de neurones.
- **NLP** : langage et texte.
- **Vision** : images et vidéos.

Relation entre ML et DL

- **Machine Learning (ML) → Catégorie plus large** : tout algorithme qui apprend à partir de données.
- **Deep Learning (DL) → Sous-catégorie du ML** : techniques de ML qui utilisent des réseaux de neurones profonds (avec plusieurs couches).

Image mentale :
Imagine que l'IA est une **bibliothèque**.

- Le ML est **une section** de cette bibliothèque dédiée aux livres qui apprennent à partir d'exemples.
- Le DL est **un rayon particulier** dans cette section, spécialisé dans les livres qui utilisent les réseaux de neurones comme méthode d'apprentissage.

Différences principales ML Vs. DL

Aspect	Machine Learning (ML)	Deep Learning (DL)
Type d'algorithme	Arbres de décision, régressions, SVM, k-NN, réseaux de neurones simples...	Réseaux de neurones profonds (CNN, RNN, Transformers...)
Données requises	Peut fonctionner avec peu de données	Besoin de beaucoup de données (millions d'exemples pour de bonnes performances)
Prétraitement	Beaucoup de travail manuel pour sélectionner les caractéristiques (feature engineering)	Peut extraire automatiquement les caractéristiques à partir des données brutes
Puissance de calcul	Moins exigeant, peut tourner sur un ordinateur classique	Très gourmand en calcul → souvent besoin de GPU/TPU
Temps d'entraînement	Plus rapide	Plus long, parfois plusieurs jours
Domaines d'application	Données tabulaires, prévisions financières, détection de fraude	Images (vision par ordinateur), audio, vidéo, NLP (traduction, chatbots), tâches complexes

Distinction importante IA faible (Narrow AI)

- Spécialisée dans une tâche précise.
- Très performante dans son domaine mais incapable de faire autre chose.

Exemples : Reconnaissance vocale (Siri, Alexa, Google Assistant), Systèmes de recommandation (Netflix, Amazon), Détection de fraude bancaire, Outils de scoring de crédit pour microfinance.

Analogie simple :
L'IA faible, c'est comme **un artisan hyper-spécialisé** : un cordonnier excellent pour réparer des chaussures, mais qui ne saura pas cuisiner un repas.

IA forte (General AI)

- Intelligence **polyvalente**, comparable à celle d'un humain. C'est une IA qui posséderait une intelligence **comparable à celle d'un humain**, capable d'apprendre et de raisonner dans **n'importe quel domaine**, sans entraînement spécifique préalable.
- Capable d'apprendre et de s'adapter à des domaines totalement nouveaux.
- N'existe pas encore, reste hypothétique.
- Exemple imaginaire : un assistant capable de gérer vos finances, diagnostiquer une panne et traduire un poème, tout aussi bien qu'un humain.

Analogie simple :

L'IA forte, ce serait comme **avoir un collègue humain super-intelligent** capable d'apprendre n'importe quelle compétence nouvelle en quelques heures.

À retenir : L'IA d'aujourd'hui est presque exclusivement **faible**. L'IA forte est encore un objectif futur.

Caractéristique	IA faible (Narrow AI)	IA forte (General AI)
Capacité	Spécialisée dans une tâche	Polyvalente, adaptable
Exemples actuels	Reconnaissance faciale, recommandation de vidéos	Aucun exemple réel (encore hypothétique)
Apprentissage	Limité au domaine d'entraînement	Peut apprendre et transférer d'un domaine à l'autre
Flexibilité	Faible	Très élevée
État de développement	Déjà opérationnelle et répandue	En recherche théorique et expérimentale

1.3 Architecture d'un système d'IA – Le pipeline complet

Un système d'IA n'est pas seulement "un modèle intelligent" : c'est un **processus complet**, qui commence bien avant l'algorithme et continue après son déploiement. On peut visualiser cela comme une **chaîne de production** dans une usine : chaque étape prépare la suivante.

Voici les **6 étapes clés** d'un pipeline IA :

1. Collecte de données

C'est la matière première de l'IA.
Sans données de qualité, même le meilleur algorithme ne donnera pas de bons résultats.

Sources possibles :

- **Formulaires** : enquêtes en ligne, formulaires papier numérisés.

- **Bases publiques** : données ouvertes (Open Data), statistiques gouvernementales.
- **Capteurs IoT** (*Internet of Things*) : stations météo, capteurs agricoles, GPS.
- **Web scraping** : extraction d'informations sur Internet (respect de la légalité !).
- **Images/Vidéos** : photos prises par drones, caméras de surveillance.

Exemples concrets :

- Au Togo, pour un système de prévision agricole, on peut collecter :
 - Les données météo (température, pluie, humidité).
 - Les images satellites pour surveiller les champs.
- Pour un système de détection de fraude bancaire :
 - Les transactions (montant, lieu, heure).
 - Les profils clients.

Piège courant : penser qu’“avoir beaucoup de données” suffit. En réalité, il faut des **données pertinentes**.

2. Prétraitement

Avant de nourrir le modèle avec les données, il faut les **nettoyer et les préparer**. C'est un peu comme laver, couper et trier les ingrédients avant de cuisiner.

Tâches courantes :

- **Nettoyage** : suppression des doublons, gestion des valeurs manquantes.

-

- **Normalisation** : uniformiser les formats (par ex. “01/02/2025” et “2025-02-01”).

Encodage : transformer des données textuelles en valeurs numériques exploitables.

- **Filtrage** : enlever les données inutiles ou erronées.
- **Augmentation de données** (en vision) : créer plus d'exemples en modifiant légèrement les images (rotation, recadrage).

Exemple concret :

- Pour un modèle qui prédit la consommation électrique :
 - Supprimer les relevés incomplets.
 - Convertir toutes les mesures en kilowattheures (kWh).

Importance : 70% du temps d'un projet IA est souvent consacré à cette étape.

3. Sélection du modèle

C'est ici qu'on choisit **le bon type d'algorithme** en fonction de la tâche à accomplir.

Types de modèles :

- **Régression** → prédire une valeur numérique.
Exemple : prédire le prix du maïs le mois prochain.
- **Classification** → prédire une catégorie.
Exemple : dire si un e-mail est “spam” ou “non-spam”.
- **Clustering** → regrouper automatiquement des données similaires.
Exemple : segmenter les clients en groupes de comportements.

-

Exemple concret :

Pour détecter les maladies d'une plante à partir de photos → on choisira un **réseau de neurones convolutionnel** (CNN).

- Pour prédire si un client remboursera son prêt → un algorithme de **forêt aléatoire** (*Random Forest*).

Astuce : on ne choisit pas toujours un modèle “à la mode”, mais celui qui **s'adapte le mieux au problème et aux données**.

4. Entraînement

Ici, le modèle **apprend** à partir des données.

Comment ça marche ?

- On divise souvent les données en deux ensembles :
 - **Entraînement** (train set) → pour apprendre.
 - **Validation/test** (validation/test set) → pour évaluer la performance.
- L'algorithme ajuste ses **poids et paramètres** pour réduire l'erreur.

Exemple concret :

- Un modèle de traduction en éwé :
- On lui donne des milliers de phrases en français avec leur équivalent en éwé.

•

- Petit à petit, il apprend les correspondances.

Point clé : plus les données sont riches et variées, plus le modèle est robuste.

5. Évaluation

Une fois entraîné (Fit), il faut **mesurer les performances** du modèle pour savoir s'il est prêt à être utilisé.

Principaux indicateurs :

- **Précision (accuracy)** → pourcentage de bonnes prédictions.
- **Rappel (recall)** → capacité à retrouver tous les cas pertinents.
- **F1-score** → équilibre entre précision et rappel.
- **Courbe ROC & AUC** → pour évaluer la capacité à distinguer les classes.
- Etc...

Exemple concret :

- Dans la détection de maladies des cultures :
 - Un rappel faible signifie que le modèle **rate** des plantes malades → dangereux pour l'agriculteur.
 - Une précision faible signifie que le modèle **se trompe souvent** → pertes de temps et ressources.

Astuce : toujours évaluer avec des données que le modèle **n'a jamais vues**.

6. Déploiement

Un modèle qui reste sur l'ordinateur du data scientist ne sert à rien.
Le déploiement permet de le rendre **accessible à d'autres** via :

- **API** : une interface qui permet à d'autres applications de l'utiliser.
- **Application web ou mobile** : intégration directe dans un produit.
- **Systèmes embarqués** : intégration dans un capteur ou un appareil.

Exemples concrets :

- Application mobile pour reconnaître une maladie d'une plante avec la caméra.
- Intégration d'un modèle de scoring de crédit dans un système bancaire en ligne.
- API utilisée par plusieurs start-ups pour traduire des textes automatiquement.

💡 **À retenir** : le déploiement inclut aussi la **surveillance** du modèle, car les données du monde réel évoluent.

Schéma du pipeline IA avec exemples

Collecte → Prétraitement → Sélection du modèle → Entraînement → Évaluation → Déploiement

- **Collecte** : données météo au Togo.
- **Prétraitement** : nettoyage, formatage.
- **Modèle** : régression linéaire.
- **Entraînement** : apprentissage sur données passées.
- **Évaluation** : précision 92%.
- **Déploiement** : appli mobile pour agriculteurs.

1.4 Enjeux éthiques, biais algorithmiques, inclusion et durabilité

L'Intelligence Artificielle n'est pas seulement une question de technologie et de performance. Elle pose aussi des **questions de société** : comment s'assurer que les systèmes d'IA sont justes, inclusifs et respectueux de l'environnement ?

1. Les enjeux éthiques

L'IA prend de plus en plus de décisions qui affectent directement les individus et les communautés : accorder un prêt, diagnostiquer une maladie, filtrer des candidatures à un emploi.

Problème : si ces systèmes sont mal conçus, ils peuvent causer des injustices massives, parfois invisibles.

Exemple concret :

- Une IA de recrutement qui privilégie inconsciemment les candidats venant de grandes écoles européennes, écartant ainsi des profils locaux compétents.

Point clé : il est nécessaire de fixer des règles et d'avoir des mécanismes de contrôle humain sur les décisions critiques.

2. Les biais algorithmiques

Un biais algorithmique survient lorsque l'IA prend des décisions systématiquement déséquilibrées en faveur ou au détriment d'un groupe.

Ces biais viennent souvent :

- Des **données d'entraînement** (si elles reflètent des inégalités ou discriminations existantes).
- Du **contexte culturel** dans lequel les données ont été collectées.

- Du choix des variables utilisées dans le modèle.

Exemples :

- Un modèle de crédit entraîné uniquement avec des données urbaines → il évalue mal la solvabilité des populations rurales.
- Une IA de reconnaissance faciale entraînée principalement sur des visages clairs → moins performante sur des peaux foncées (phénomène documenté aux États-Unis et en Afrique du Sud).

Solution : diversifier les données d'entraînement, auditer régulièrement les modèles, et impliquer des experts locaux.

3. L'inclusion

L'inclusion consiste à s'assurer que les technologies d'IA **profitent à tous**, quelles que soient les origines, langues, conditions socio-économiques ou capacités physiques.

Exemples africains :

- **Langues locales** : si un chatbot ne parle qu'anglais et français, il exclut les millions de locuteurs d'éwé, fon, kabyè, wolof...
- **Accessibilité** : un outil d'éducation basé sur l'IA doit pouvoir être utilisé par des élèves sans connexion internet haut débit.

💡 Bonnes pratiques :

- Développer des modèles multilingues adaptés aux langues africaines.
- Prévoir des interfaces légères fonctionnant sur téléphones basiques.

4. La durabilité

Former et exécuter des modèles d'IA consomme beaucoup d'énergie, en particulier les modèles de **deep learning**. Cette consommation peut contribuer à l'empreinte carbone.

Exemple :

- Entraîner un grand modèle de langage (comme GPT) peut consommer autant d'énergie que plusieurs centaines de foyers en un an.

Enjeux pour l'Afrique :

- L'IA doit être pensée pour être **énergétiquement efficace** afin de ne pas aggraver les problèmes liés à l'accès à l'électricité.
- Les infrastructures doivent intégrer des énergies renouvelables lorsque c'est possible.

Solutions :

- Utiliser des modèles plus petits et optimisés.
- Mutualiser les ressources de calcul (centres de données partagés).
- Favoriser le recyclage et la réparation du matériel informatique.

À retenir :

- **Éthique** → l'IA doit servir l'humain et non l'inverse.
- **Biais** → les corriger avant qu'ils ne deviennent systémiques.

- **Inclusion** → ne laisser personne en dehors du progrès technologique.
- **Durabilité** → penser à l'impact environnemental dès la conception.