

Livre blanc

# IA ET DURABILITÉ ENVIRONNEMENTALE



Février 2024

# SOMMAIRE

- 01** Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?
- 02** Introduction à l'IA dans le domaine de la durabilité environnementale
- 03** Prévisions météorologiques et IA
- 04** Optimisation des sources d'énergie renouvelable
- 05** Optimisation du réseau électrique
- 06** L'agrivoltaïque et l'IA
- 07** L'IA dans la gestion du trafic
- 08** Systèmes de gestion intelligente des bâtiments
- 09** Prévision des inondations
- 010** Applications spécifiques de l'IA générative dans le domaine de l'environnement et de l'énergie
- 011** L'IA et sa consommation d'énergie
- 012** Conclusion



# 01. QU'EST-CE QUE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

L'intelligence artificielle (IA) se construit sur des machines et des logiciels capables de réaliser des tâches avec une intelligence « quasi-humaine », depuis le process du langage humain jusqu'à la prise de décisions complexes, en passant par la prédiction météorologique ou l'optimisation de matériaux fonctionnels.

Ainsi, l'apprentissage automatique (*machine learning*), un sous-ensemble de l'IA, développe des algorithmes permettant aux systèmes d'apprendre à partir de données, améliorant ainsi leurs performances au fil du temps sans programmation explicite.

Une autre branche de l'IA, l'IA générative (*Generative AI*), se concentre sur la production de nouveaux contenus, tels que des images ou des textes, à partir de « patterns » appris. Les données d'apprentissage de l'IA générative proviennent de vastes collections de contenus textuels, livres, articles et autres sources en ligne. Cette masse d'informations est principalement contenue dans le Web ou est compilée par des entités comme OpenAI dans le cas de ChatGPT. L'IA générative est donc exposée à un large éventail de matériel textuel couvrant de nombreux sujets et genres. Pour améliorer ses performances sur des applications spécifiques, elle peut subir un processus de réglage fin (*fine tuning*) à l'aide de méthodes d'apprentissage supervisé. Il s'agit de l'entraîner sur un ensemble de données ciblées pertinentes pour le domaine souhaité. Grâce à ce réglage, elle acquiert la capacité de produire des textes non seulement plus précis, mais encore plus étroitement alignés sur les exigences de la tâche donnée, ce qui améliore de manière significative la pertinence et la précision de ses résultats pour les contenus spécialisés.

Chacune de ces technologies va jouer un rôle toujours plus important dans divers secteurs (technologie, recherche, industrie, commerce, droit etc.) en fournissant des prédictions toujours plus précises ou en imitant, voire en améliorant, les fonctions cognitives humaines, avec des applications pratiques allant des tâches administratives de base aux projets complexes et innovants nécessitant des solutions personnalisées.



## 02. INTRODUCTION À L'IA DANS LE DOMAINE DE LA DURABILITÉ ENVIRONNEMENTALE

L'application de l'IA aux grandes questions liées à la durabilité environnementale (énergie, transports, agriculture etc.) peut améliorer radicalement notre capacité à comprendre, gérer et atténuer les impacts de l'activité humaine sur la Nature. Avec ses capacités inégalées d'analyse de données, de prévision et d'optimisation des systèmes, l'IA est susceptible de fournir des solutions innovantes qui permettront de préserver la planète pour les générations futures.

Grâce à l'analyse avancée des données, les systèmes d'IA peuvent surveiller et mesurer les changements environnementaux avec une grande précision, ce qui permet de mieux comprendre les systèmes écologiques. L'apprentissage automatique (*machine learning*) renforce encore cette capacité en prédisant les conditions et les résultats environnementaux futurs sur la base de modèles de données historiques. Ce pouvoir prédictif est essentiel dans des domaines tels que la modélisation climatique, où des prévisions précises sont indispensables pour se préparer et réagir aux événements liés à la modification du climat.

En outre, l'IA contribue à l'optimisation de systèmes complexes, tels que les réseaux énergétiques et la gestion des ressources, car elle permet une utilisation plus efficace des ressources naturelles. L'IA permet donc d'accélérer la transition vers les sources d'énergie renouvelables qui sont intermittentes. Enfin, elle renforce l'efficacité énergétique (par exemple dans des bâtiments intelligents, v. ci-dessous) et contribue ainsi aux objectifs globaux de durabilité.

Les diverses facettes de l'IA, comme le *machine learning* et l'IA générative, jouent chacun des rôles spécifiques. L'importance du *machine learning* dans les tâches de prédiction et d'optimisation ne sera jamais assez soulignée, car il est à la base de nombreuses avancées dans le domaine environnemental (par exemple en météorologie, la prévision des catastrophes comme les inondations). Par ailleurs, le domaine en plein essor de l'IA générative s'ouvre à des applications analytiques créatives dans le secteur de l'environnement, qu'il s'agisse de générer des modèles prédictifs de la dégradation de l'environnement ou de créer des simulations pour tester des solutions en matière de durabilité. Un [document récent du Boston Consulting Group](#) plaide en faveur d'une augmentation des investissements dans la recherche sur l'IA et de l'élaboration de politiques pour une utilisation durable de l'IA.

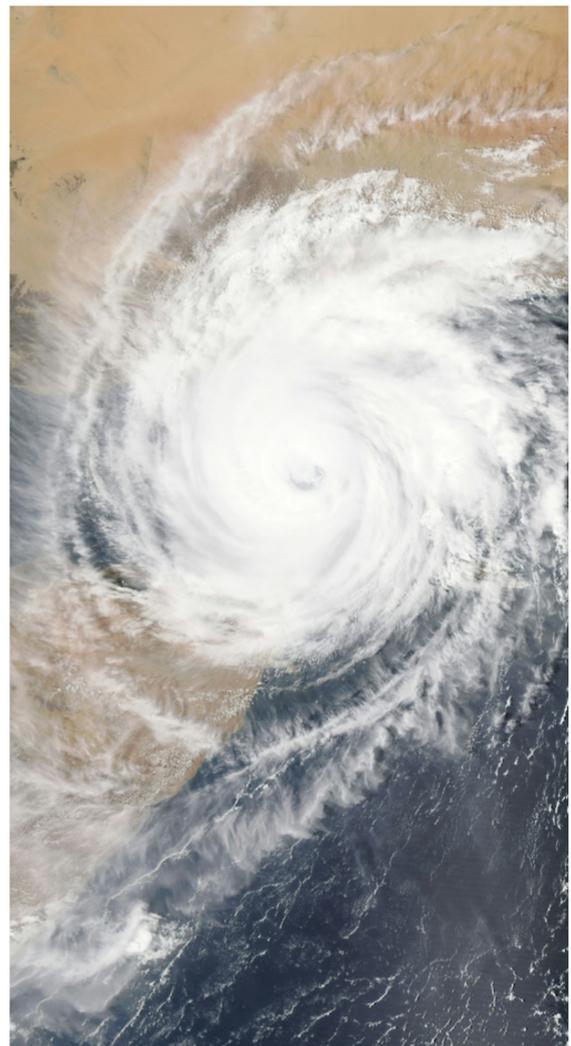


En amont de l'IA, la question du recueil et du management des données devient aussi un élément essentiel pour optimiser la consommation d'énergie dans les villes, en facilitant la collecte, l'analyse et l'action sur les informations liées aux besoins énergétiques et aux comportements des habitants, des bâtiments et des infrastructures. Au cours des dernières décennies, le volume de données générées a considérablement augmenté pour presque toutes les entreprises. Des données correctement analysées offrent des informations inestimables qui permettent de prendre des décisions cruciales. Les données existent sous différentes formes - structurées, semi-structurées et non structurées, chacune ayant des exigences spécifiques en matière de stockage et d'analyse. Divers outils, dont Visual Analytics, soutiennent l'analyse des données. L'intégration de l'IA aux plateformes de données (comme AZURE) offre une architecture novatrice pour la gestion des données. L'IA joue un rôle central dans la gestion de l'énergie, comme en témoignent des entreprises telles qu'Hydro-Québec et Vestas. Ces exemples démontrent la capacité de l'IA à prédire la consommation d'énergie, à détecter les anomalies et à optimiser l'offre et la demande d'énergie.

### 03. PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET IA

Les récents développements des modèles d'IA ont considérablement transformé les prévisions météorologiques. Des systèmes comme FourCastNet, développé par l'équipe Earth-2 de NVIDIA, Pangu-Weather de Huawei, ou GraphCast de Google DeepMind, entraînés avec des événements météorologiques passés donnent des résultats comparables voire supérieurs à ceux obtenus avec les modèles physico-mathématiques beaucoup plus lourds. GraphCast est d'ailleurs librement accessible, ce qui permet à une vaste communauté de l'utiliser et de le tester.

L'intégration des méthodes d'apprentissage automatique dans les prévisions météorologiques démontre la capacité de l'IA à prédire les conditions météorologiques avec une grande précision et rapidité (donc une grande économie de moyens), offrant ainsi une alternative prometteuse aux modèles de prévision conventionnels.



## 04. OPTIMISATION DES SOURCES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

L'optimisation des sources d'énergie renouvelable grâce à l'intelligence artificielle (IA) représente une avancée significative dans l'amélioration de l'efficacité et du fonctionnement des systèmes énergétiques tels que les panneaux solaires et les éoliennes. Le rôle de l'IA dans ce domaine englobe une variété d'applications, de l'équilibrage en temps réel de l'offre et de la demande d'électricité à l'optimisation de l'utilisation et du stockage de l'énergie. Ceci pourrait permettre de réduire les tarifs et d'améliorer la résilience du réseau.

L'IA peut avoir un impact très positif dans la gestion des systèmes de stockage de l'énergie photovoltaïque et des batteries au sein des micro-réseaux domestiques. Par exemple, les modèles basés sur l'apprentissage profond optimisent la gestion de l'énergie en programmant efficacement les opérations du système de stockage de l'énergie de la batterie (Battery Energy Storage System, ou BESS). Cette optimisation permet non seulement d'optimiser l'utilisation des énergies renouvelables, mais aussi de minimiser les coûts quotidiens d'électricité. L'injection d'IA dans les algorithmes d'optimisation réduit considérablement l'écart entre la production et la consommation, améliorant ainsi la robustesse et la performance du système. De tels modèles peuvent conduire à des réductions substantielles de coût de l'électricité tout en améliorant la période de retour sur investissements en ce qui concerne le renouvelable.



En résumé, grâce à l'utilisation de l'IA dans l'optimisation sources d'énergie renouvelables, nous pouvons parvenir à un avenir énergétique plus durable et plus efficace, caractérisé par une meilleure résilience du réseau, et une consommation d'énergie optimisée, avec comme corollaire de meilleurs résultats financiers pour les investissements.



## 05. OPTIMISATION DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE



Le passage des sources d'énergie conventionnelles à des alternatives renouvelables variables telles que le solaire et l'éolien signifie que le mode de fonctionnement du système énergétique, vieux de plusieurs décennies, est en train de changer. Les centrales qui alimenteront notre avenir peuvent également avoir un aspect radicalement différent - en fait, nombre d'entre elles peuvent ne pas avoir de forme physique du tout. Elles sont appelées centrales électriques virtuelles (VPP). Une centrale électrique virtuelle est un système de ressources énergétiques distribuées (panneaux solaires sur les toits, chargeurs de véhicules électriques, chauffe-eau intelligents etc.) qui fonctionnent ensemble pour équilibrer l'offre et la demande d'énergie à grande échelle. Ils sont généralement gérés par des entreprises de services publics locales qui supervisent cet équilibre.

Dans ce contexte, l'IA révolutionne l'optimisation des réseaux électriques en améliorant la prise de décision, la répartition des charges et la maintenance prédictive. Les technologies d'IA telles que l'apprentissage automatique et l'analyse prédictive sont au cœur de cette transformation, car elles exploitent de grandes quantités de données pour prendre des décisions et faire des prévisions en temps réel, ce qui permet d'accroître l'efficacité, de réduire les coûts et d'améliorer la fiabilité du réseau.



L'une des principales applications de l'IA dans la gestion des réseaux est sa capacité à prévoir avec précision la demande d'électricité en analysant les données historiques, les schémas météorologiques et divers autres facteurs. Cette capacité permet une optimisation plus proactive des programmes de production et de distribution. Par exemple, les modèles d'IA ont démontré qu'ils pouvaient accélérer les calculs de planification faits chaque jour par les opérateurs de réseaux, en réduisant considérablement les temps de traitement, ce qui peut entraîner des gains de temps substantiels compte tenu de la fréquence de ces calculs.

En outre, l'IA facilite l'élaboration de solutions énergétiques sur mesure pour les particuliers et une gestion plus large du réseau. Des startups comme Lunar Energy utilisent des logiciels d'IA pour optimiser l'utilisation de l'énergie par les consommateurs, tout en fournissant aux entreprises de services publics des données précieuses pour améliorer la planification de l'énergie. Cette approche permet non seulement de personnaliser la consommation d'énergie, mais aussi d'améliorer la réactivité du réseau aux différentes demandes.

Enfin, la montée en puissance des véhicules électriques (VE) pose de nouveaux défis à la gestion du réseau, l'IA apportant des solutions en analysant les données de charge des VE afin d'identifier les heures de charge optimales. Cela permet de transformer les VE en une source précieuse de stockage d'énergie, de répondre à l'augmentation de la demande d'énergie liée à l'adoption des VE et d'améliorer la planification du réseau.

## 06. L'AGRIVOLTAÏQUE ET L'IA

L'agrivoltaïque consiste à cultiver simultanément des plantes et à exploiter de l'énergie photovoltaïque propre sur le même terrain. L'agrivoltaïque offre de nombreux avantages tels que la rétention de l'humidité du sol, la protection des cultures et une croissance potentiellement améliorée des cultures dans certains environnements.

L'IA joue un rôle central dans l'agrivoltaïque, en renforçant la synergie entre l'agriculture et la production d'énergie solaire. En analysant les données météorologiques locales, l'IA peut prévoir les conditions météorologiques affectant la croissance des cultures. En outre, l'IA optimise l'orientation et le positionnement des panneaux photovoltaïques (PV), une tâche qui dépasse la portée des méthodes traditionnelles. Une avancée notable dans ce domaine est le développement par Sandbox Solar de Spade, un outil logiciel de modélisation conçu pour les systèmes photovoltaïques agricoles. Cet outil aide à déterminer les cultures et la disposition optimale des panneaux solaires, en tenant compte de facteurs tels que le rayonnement actif pour la photosynthèse (400-700 nm), afin d'assurer le meilleur équilibre entre la production d'énergie et la production agricole.





Aux États-Unis, NuWatt Energy s'est placé à l'avant-garde de l'intégration des systèmes d'énergie solaire à la production agricole en employant une technologie avancée pilotée par l'IA. En France, Sun'Agri a développé une technologie unique après 12 années de recherche, grâce à un contrôle intelligent des panneaux photovoltaïques pilotés par l'IA. Enfin, le français GLHD utilise l'IA pour l'intégration paysagère de l'agrivoltaïque. Il a développé un outil numérique pour la visualisation des fermes agrivoltaïques en réalité augmentée. Cette technologie permet de comprendre comment les panneaux solaires peuvent être placés dans les terres agricoles sans entraver la productivité agricole. L'application, conçue par Yzar pour des tablettes, permet aux utilisateurs de visualiser des structures fixes ou mobiles dans un paysage, ce qui facilite ainsi le choix de la meilleure solution d'intégration paysagère.

Ces développements aux États-Unis et dans l'Union européenne soulignent le potentiel de l'IA pour révolutionner l'agrivoltaïque, qui apparaît comme une solution prometteuse au double défi d'atteindre les objectifs en matière d'énergie renouvelable tout en préservant la productivité agricole. L'agrivoltaïque associé à l'IA peut constituer un modèle durable pour l'avenir de l'agriculture.

## 07. L'IA DANS LA GESTION DU TRAFIC

En intégrant les technologies de l'IA dans la gestion du trafic routier, les villes peuvent non seulement améliorer la fluidité du trafic, mais aussi obtenir des avantages environnementaux substantiels, en s'orientant vers des systèmes de transport urbain plus durables. L'IA est appliquée à l'analyse des flux de trafic, à la modélisation prédictive pour réduire les embouteillages et à l'intégration de la circulation automobile avec la planification des transports publics.

Le projet Green Light de Google est une initiative intéressante qui s'appuie sur l'IA pour optimiser les plans des feux de circulation, ce qui réduit ainsi de manière significative les émissions aux intersections. En analysant via Google Maps les tendances de la circulation automobile, cette solution conseille les villes sur l'optimisation des feux de circulation. Les solutions peuvent être mise en œuvre rapidement en utilisant les infrastructures existantes. Les premières mises en œuvre dans plusieurs villes du monde ont montré une réduction potentielle de 30 % des embouteillages et de 10 % des émissions aux intersections, ce qui souligne la capacité de l'IA à améliorer la mobilité urbaine et donc la durabilité environnementale.

## 08. SYSTÈMES DE GESTION INTELLIGENTE DES BÂTIMENTS

Ces systèmes exploitent l'IA pour optimiser la consommation d'énergie dans les structures, en améliorant l'efficacité et en minimisant les déchets. Le système Building Robotics en est un excellent exemple : il exploite l'IA pour régler avec précision le chauffage et la climatisation des bâtiments commerciaux, ce qui permet de réduire la consommation d'énergie jusqu'à 30 %. Les systèmes d'automatisation des bâtiments (BAS) ne sont pas seulement l'apanage des très grands immeubles ou des vastes complexes commerciaux. Ils ont trouvé leur place dans des bâtiments plus petits et même dans des maisons individuelles, en particulier dans les régions où la conservation de l'énergie est une priorité. Ainsi, dans certaines régions d'Europe, on s'efforce de construire des bâtiments à consommation d'énergie presque nulle, et les systèmes de BAS jouent un rôle essentiel à cet égard. Ces systèmes peuvent ajuster des paramètres tels que l'éclairage, le chauffage et la climatisation en fonction de divers facteurs, notamment l'occupation des lieux et les conditions météorologiques. Dans les petites localités, la mise en œuvre de systèmes BAS peut être observée dans les centres municipaux, les bibliothèques locales ou même les écoles. Il s'agit d'endroits qui, bien que n'étant pas de grande taille, bénéficient néanmoins de l'optimisation énergétique. Par exemple, un centre communal d'une petite ville d'Allemagne a mis en place un système de gestion de l'énergie qui ajuste le chauffage en fonction du nombre d'occupants du bâtiment, ce qui permet de ne pas chauffer inutilement les pièces qui ne sont pas utilisées.



## 09. PRÉVISION DES INONDATIONS

Le rôle de l'IA dans la prévision des inondations est devenu de plus en plus crucial, en particulier avec l'intégration de la technologie des jumeaux numériques pour la gestion globale des bassins versants. Les jumeaux numériques, qui sont des modèles virtuels de systèmes physiques, permettent de simuler et d'analyser des scénarios d'inondation en temps réel, améliorant ainsi les efforts d'alerte et de lutte contre les inondations.

Un projet notable dans ce domaine est le système *IDEAS (Integrated Digital Earth Analysis System)* de la NASA, qui utilise des données satellitaires et des technologies spatiales pour développer des systèmes d'alerte et des cartes de risques d'inondation à la fois à l'échelle locale et à l'échelle mondiale. Cette approche de jumeau numérique fournit des données et des analyses à la demande, ce qui permet d'obtenir des prévisions pour l'atténuation des risques d'inondation et la programmation d'instruments divers (constructions, plans d'action etc.) destinés à limiter leurs effets.

Ainsi, les jumeaux numériques à l'échelle de la ville sont devenus des outils puissants pour la planification de la résilience aux inondations. Ils intègrent des flux de données en temps réel liés à la météorologie, à l'hydrologie et au fonctionnement des infrastructures, ce qui permet de simuler des scénarios d'inondation et d'évaluer les stratégies d'atténuation. Les jumeaux permettent d'aborder un large éventail d'activités, allant de l'évaluation de l'étendue des inondations fluviales ou côtières aux tests de résilience des infrastructures et à l'élaboration de plans d'intervention d'urgence.

Enfin, le numéro spécial de la revue *Water* ("*Application of Digital Twins and Artificial Intelligence Technology in Watershed Flood Disaster Warning and Control*") met en évidence le potentiel des jumeaux numériques et de l'intelligence artificielle pour améliorer la précision et la rapidité des prévisions d'inondation. En analysant les données météorologiques et hydrologiques ainsi que les informations sur le terrain, l'IA peut améliorer les modèles de prévision des inondations, tandis que les jumeaux numériques offrent une plateforme dynamique pour simuler la propagation et l'impact des inondations, ce qui facilite la prise de décision et la planification des mesures d'urgence.



## 10. APPLICATIONS SPÉCIFIQUES DE L'IA GÉNÉRATIVE DANS LE DOMAINE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ÉNERGIE

L'IA générative est de plus en plus utilisée dans l'industrie pour améliorer la productivité, l'efficacité et la durabilité. Par exemple, dans le domaine clé de l'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (*Failure Modes and Effects Analysis, FMEA*), l'utilisation de ChatGPT se développe rapidement. L'article de D. Thomas, dont nous recommandons la lecture, décrit de façon claire comment est intégrée l'outil IA générative. Il explore en outre la manière dont son application peut être élargie à divers secteurs industriels. L'étape initiale consiste à entraîner le modèle ChatGPT à l'aide des données FMEA existantes (réglage fin), ce qui lui permet d'assimiler les connaissances tirées des incidents et des pannes antérieures, ce qui améliore la capacité du fabricant à tirer de l'IA des résultats précis et pertinents. Grâce à ChatGPT, celui-ci peut rapidement générer et évaluer les modes de pannes des différents composants et systèmes, identifier les risques potentiels et proposer des contre-mesures appropriées. Cette approche a permis de réduire considérablement le temps et les coûts associés à une analyse classique, tout en améliorant la précision et l'exhaustivité des résultats.

Dans le domaine de l'environnement au sens large, l'IA générative pourrait jouer un rôle central, notamment pour l'énergie. En analysant les tendances météorologiques, les statistiques de consommation et d'autres données pertinentes, l'IA générative pourrait permettre aux entreprises du secteur de prendre des décisions opérationnelles éclairées. Comme le suggère l'article de D. Thomas, l'IA générative possède un grand potentiel dans le domaine de la maintenance prédictive grâce à l'analyse des données relatives aux équipements. L'impact en termes de réduction des temps d'arrêt et des coûts pourrait être significatif, tout en améliorant la capacité à prévoir avec précision les besoins en approvisionnement.

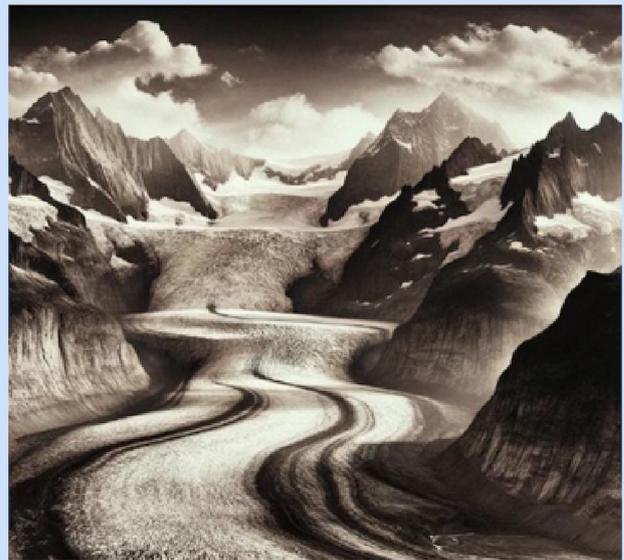
En outre, l'application de l'IA générative pourrait s'étendre à l'analyse des données sur le commerce de l'énergie. On pourrait ainsi examiner minutieusement les données du marché pour prévoir les prix de l'énergie, ce qui mettrait les entreprises du secteur de l'énergie en capacité de prendre les meilleures décisions commerciales en connaissance de cause et de gérer les risques plus efficacement.



Enfin on voit déjà le secteur de l'énergie adopter des LLM tels que ChatGPT pour améliorer le service à la clientèle grâce à des chatbots intelligents, pour automatiser les tâches de routine telles que la saisie et l'analyse des données, et enfin pour produire des rapports et des résumés détaillés. Toutefois, il est important de noter que ces tâches ne sont pas propres au seul secteur de l'énergie.

La science du climat pourrait également bénéficier de l'IA générative. L'exploration de l'histoire du climat par l'IA générative pourrait considérablement améliorer notre compréhension et notre prévision des scénarios climatiques futurs. En effet, l'historien Emmanuel Leroy Ladurie a démontré la relation entre les dates de vendange et les conditions climatiques. Les climatologues soulignent l'importance d'inclure des simulations de climats passés dans l'évaluation des modèles de prévision des changements climatiques futurs.

Il est concevable que de vastes quantités de données historiques numérisées, remontant à plusieurs siècles et constituées de documents tels que des textes écrits, des dessins et des photographies (imaginez des photographies d'un glacier sur une période de 150 ans), puissent être traitées par une IA générative afin de produire des rapports, des tableaux et des graphiques permettant d'analyser l'évolution des phénomènes climatiques.



## 11. L'IA ET SA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

L'IA consomme de l'énergie. Vu son succès, on pourrait s'attendre à une explosion de la consommation des centres de données. Cela a fait naître des interrogations sur l'impact de l'IA sur l'environnement. Microsoft a pris l'initiative de rendre ses data centers plus économes en énergie et en eau. L'entreprise s'est engagée à être neutre en carbone d'ici 2030 et vise à éliminer tout le carbone qu'elle a émis depuis sa création d'ici 2050. Parmi les innovations, citons la réduction de 95 % du gaspillage d'eau dans les centres de données d'ici à 2024 et l'exploration des technologies de refroidissement par immersion liquide pour les options de refroidissement sans eau, ce qui témoigne d'un changement important en faveur de la durabilité. Les efforts de Microsoft s'étendent à la conception de centres de données qui respectent les écosystèmes locaux et à la réduction de l'empreinte carbone dans la conception et la construction des centres de données.



Outre Microsoft, d'autres grands opérateurs se concentrent également sur le développement durable. Par exemple, Google utilise l'IA pour optimiser le refroidissement de ses centres de données, ce qui a permis de réduire de 30 % la consommation d'énergie pour le refroidissement. Amazon Web Services (AWS) s'est engagé à alimenter ses opérations avec 100 % d'énergie renouvelable d'ici 2025, soulignant ainsi l'évolution collective de l'industrie technologique vers des pratiques plus durables.

Le concept d'IA frugale, qui vise à concevoir des systèmes d'IA nécessitant moins de puissance de calcul et d'énergie, gagne du terrain comme moyen de rendre l'IA plus accessible et plus durable, en particulier dans les régions aux ressources limitées. Cette approche s'aligne sur la politique gouvernementale de la France, qui vise à développer des technologies d'IA non seulement avancées, mais aussi respectueuses de l'environnement et économes en énergie, afin de garantir que les avantages de l'IA puissent être appréciés au niveau mondial sans exacerber les problèmes environnementaux. En effet, de nombreuses villes et métropoles participent au projet intitulé "Démonstrateurs d'Intelligence Artificielle frugale pour la transition écologique dans les territoires" (DIAT), qui fait partie d'une stratégie plus large appelée "France Nation Verte" dans le cadre de la Stratégie Nationale pour l'IA (SNIA). Cette stratégie consiste à investir 40 millions d'euros pour soutenir des solutions frugales basées sur l'IA par le biais de démonstrateurs.

Ces initiatives accélèrent le déploiement de systèmes d'IA frugale pour la transformation écologique de nos régions. Par exemple, Bordeaux Métropole utilise l'IA pour optimiser la conception de nouveaux bâtiments publics et d'infrastructures. De même, l'IGN (Institut géographique national) utilise l'IA pour analyser les images aériennes et faciliter l'identification des zones urbaines et forestières afin d'améliorer la planification urbaine, la conception des routes et des espaces verts. D'autres applications se concentrent sur la gestion de la consommation d'eau et d'énergie dans les bâtiments.

Les systèmes d'IA frugale conçus en France consomment moins d'énergie pour l'entraînement et l'inférence, et sont donc plus compétitifs. Notamment, le modèle de 7 milliards de paramètres produit par Mistral en France est frugal tout en étant compétitif par rapport à des modèles plus grands comme le modèle de 13 milliards de paramètres de Lama Vito du groupe Meta. Enfin, le réseau électrique français, à faible émission de carbone, car principalement alimenté par l'énergie nucléaire, est aussi un avantage essentiel dans l'utilisation durable des systèmes d'IA.

# CONCLUSION



L'intelligence artificielle (IA) peut apporter beaucoup à la protection de l'environnement, et aux politiques d'adaptation au changement global et de réduction de la production des gaz à effet de serre. L'IA aidera à améliorer la précision des prévisions météorologiques, à mieux anticiper les conséquences des événements extrêmes comme les inondations. On a vu qu'elle est centrale dans la gestion des transports, des réseaux électriques où la part de l'intermittent ira croissant, et dans le fonctionnement optimisé des solutions agrivoltaïques.

Toutefois, la réalisation du plein potentiel de l'IA en matière de durabilité se heurte à des obstacles, notamment la forte consommation d'énergie des centres de données. Il est donc nécessaire d'adopter des pratiques durables et de développer une IA économe en énergie. A cet égard, les avancées en matière d'IA frugale doivent être soulignées, de même que les efforts déployés par les grandes entreprises technologiques pour rendre leurs activités moins impactantes sur le climat et les écosystèmes. Enfin il serait bon que se renforcent les collaborations entre les gouvernements, les entreprises, les centres de recherche et les acteurs de terrain afin de déployer des solutions d'IA qui répondent efficacement aux défis environnementaux, sociaux et économiques qui nous attendent. En France, les DIAT en sont bon exemple.





# MERCI

**Pour explorer davantage l'impact de l'IA sur les secteurs d'activité, visitez notre blog sur [www.tw3partners.fr](http://www.tw3partners.fr) ou contactez-nous à [ludovica@tw3partners.fr](mailto:ludovica@tw3partners.fr).**

## Mentions légales :

Ce document est destiné uniquement à des fins d'information et ne constitue pas un conseil professionnel. TW3 Partners n'assume aucune responsabilité quant aux actions entreprises sur la base de son contenu. Il est recommandé de consulter un professionnel qualifié avant de prendre toute décision d'ordre commercial. TW3 Partners décline toute responsabilité pour les pertes pouvant résulter de la confiance accordée à cette publication.

## Autres informations :

Nom légal : Transition to Web3  
Nom commercial : TW3 Partners  
Numéro SIREN : 949 610 570  
Numéro de TVA : FR19 949 610 570  
Capital social : 10 000 €  
Adresse : 51 Rue Geoffroy St Hilaire, 75005 Paris, France  
Structure juridique : SAS  
Domaine d'activité : Conseil en systèmes et logiciels informatiques  
Site web : [www.tw3partners.com](http://www.tw3partners.com)  
Email : [arochet@tw3partners.com](mailto:arochet@tw3partners.com)