



Comité : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Problématique : Définir le rôle de l'intelligence artificielle dans la prévision, l'atténuation et l'adaptation aux impacts du changement climatique

Présidents: Sofya Korobitsyna, Khalid Lahbabi, Maxence Nicolet

Des défis sans précédent exigent des solutions sans précédent : c'est le raisonnement qui sous-tend le thème général de FerMUN 2020, "TIC pour ODD". Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont le potentiel d'accélérer les progrès vers la réalisation de chacun des objectifs du développement durable (ODD), et le rôle de l'Union internationale des télécommunications (UIT) est de maximiser ce potentiel. FerMUN 2020 est l'occasion pour les jeunes du monde entier de se rassembler pour aider à accomplir cette mission.

Définir le rôle de l'intelligence artificielle dans la prévision, l'atténuation et l'adaptation aux impacts du changement climatique

1. Introduction

Pour reprendre les mots Angela Merkel dans un discours prononcé le 17 novembre 2014, "le changement climatique ne connaît pas de frontières. Cela ne s'arrêtera pas devant les îles du Pacifique et l'ensemble de la communauté internationale doit assumer la responsabilité de parvenir à un développement durable." Le changement climatique est un problème mondial qui appelle à une réponse éclairée de la part de tous les pays afin d'être traité efficacement. La communauté scientifique, les organismes gouvernementaux et les médias publics ont accordé une attention considérable au changement climatique. Cependant, de nombreuses questions ne sont pas entièrement comprises. Il est donc important que la communauté scientifique intègre les perspectives du changement climatique dans son propre travail, d'aider les organes directeurs à comprendre les questions scientifiques et fournir des informations à la communauté publique.

Il est aujourd'hui possible de s'attaquer à certains des problèmes les plus graves du monde avec des technologies émergentes telles que l'IA, un nouvel outil destiné à aider cette communauté opérationnelle de professionnels à mieux gérer les impacts du changement climatique et à protéger la planète. Selon un dernier rapport du Forum économique mondial intitulé "Exploiter l'intelligence artificielle pour la Terre", l'intelligence artificielle fait référence à ces systèmes informatiques «capables de comprendre leur

environnement, de penser, d'apprendre et d'agir en fonction de ce qu'ils ressentent et de leurs objectifs programmés. Il est temps de mettre l'IA au service de la planète.

a. Mots clés

Intelligence artificielle (IA)

Processus qui donnent aux machines la possibilité d'apprendre de l'expérience à mesure qu'elles recueillent davantage de données pour effectuer des tâches comme des humains. Ces processus incluent l'apprentissage (acquisition d'informations et les règles d'utilisation de ces informations), le raisonnement (utiliser des règles pour aboutir à des conclusions approximatives ou définitives) et l'autocorrection.

Climat

Le climat correspond aux conditions météorologiques moyennes, (températures, précipitations, ensoleillement, humidité de l'air, vitesse des vents, etc.) sur une période d'au moins 30 ans. Puisqu'il est traduit par des moyennes, le climat se caractérise également par des extrêmes et des variations, qui sont le résultat de l'interaction des trois réservoirs principaux : l'océan, l'atmosphère et les surfaces continentales (y compris les calottes polaires).

Changement climatique

Changement de climat imputé directement ou indirectement à l'activité humaine qui modifie la composition de l'atmosphère globale et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat observée sur des périodes comparables.

- **Effets néfastes du changement climatique**

Modifications de l'environnement physique ou du biote, qui ont des effets nocifs importants sur la composition, la résilience ou la productivité des écosystèmes naturels et gérés, sur le fonctionnement des systèmes socio-économiques ainsi que sur la santé et le bien-être de l'homme.

- **Atténuation du changement climatique**

Efforts et actions visant à atténuer l'ampleur du changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre ou en séquestrant le dioxyde de carbone de l'atmosphère. L'atténuation peut impliquer l'utilisation de nouvelles technologies et d'énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements plus anciens ou la modification des pratiques de gestion ou du comportement des consommateurs.

Adaptation au changement climatique

Stratégies, initiatives et mesures des individus, des communautés, des organisations visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains contre les effets (présents et attendus) des changements climatiques. Cela implique de prendre des mesures concrètes pour gérer les risques liés aux effets climatiques, protéger les communautés et renforcer la résilience de l'économie.

Système climatique

Le système climatique est défini par les cinq composants du système géophysique, l'atmosphère et quatre autres qui interagissent directement avec l'atmosphère et qui déterminent conjointement le climat de ce dernier. Les cinq composantes sont l'atmosphère, l'océan, la surface terrestre, la glace et la neige (terrestres et océaniques) et la biosphère (terrestre et marine).

Gaz à effet de serre (GES)

Gaz qui absorbe et émet de l'énergie rayonnante, en d'autres termes, un gaz qui piège la chaleur dans l'atmosphère. Sans les gaz à effet de serre, la température moyenne de la surface de la Terre serait d'environ

-18 ° C au lieu de la moyenne actuelle de 15 ° C. Les principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'ozone (O₃).

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE):

Le PNUE est une organisation des Nations Unies créée en 1972 pour définir le programme environnemental mondial, catalyser et coordonner les activités visant à améliorer la compréhension scientifique des changements environnementaux, développer des outils de gestion de l'environnement et promouvoir la mise en œuvre cohérente de la dimension environnementale du développement durable dans le monde.

2. Aperçu Général

Le climat de la Terre a toujours changé et évolué. Rien qu'au cours des 650 000 dernières années, il y a eu sept cycles d'avancée et de recul des glaciers, avec la fin abrupte de la dernière période glaciaire, il y a environ 7 000 ans, marquant le début de l'ère climatique moderne. La plupart de ces changements climatiques sont dus à des causes naturelles. Toutefois, la tendance actuelle en matière de changement climatique revêt une importance particulière, car il est en grande partie extrêmement probable (probabilité supérieure à 95%) de résulter de l'activité humaine depuis la deuxième partie du 20^e siècle.

Selon la NASA, les satellites en orbite terrestre et d'autres avancées technologiques ont permis aux scientifiques d'avoir une vue d'ensemble, en recueillant de nombreux types d'informations sur notre planète et son climat à l'échelle mondiale. Ce corpus de données, rassemblé au cours de nombreuses années, révèle les signes d'un climat en mutation.

a. Récapitulatif de l'histoire et des caractéristiques de l'IA

L'Intelligence Artificielle est née dans les années 1950 grâce au mathématicien Alan Turing. Il décrit un test maintenant appelé test de Turing dans lequel un sujet interagit aveuglément avec un autre humain, puis avec une machine programmée pour formuler des réponses intelligentes. Si le sujet ne peut pas faire la différence, alors la machine a réussi le test et, selon le scientifique, peut vraiment être considérée comme "intelligente".

De Google à Microsoft, en passant par Apple, IBM ou Facebook, toutes les sociétés de nouvelles technologies du monde travaillent maintenant sur les problèmes de l'intelligence artificielle en essayant de l'appliquer à des domaines spécifiques. Au fur et à mesure de l'évolution de ce travail, l'intelligence artificielle va de la simple reconnaissance vocale à un système de gestion de fonds automatique en finance, à une aide au diagnostic médical, à un allié décisionnel du domaine militaire ou à un nouvel outil prédictif des changements climatiques. Alors qu'en 2015, le marché de l'intelligence artificielle s'élevait à 200 millions de dollars, on estime qu'il atteindra près de 90 milliards de dollars en 2025. Aujourd'hui, l'IA est utilisée dans notre vie quotidienne et repose sur 5 domaines différents, selon un Rapport du Forum économique mondial, Exploiter l'intelligence artificielle pour la Terre:

- **Big Data**

Les ordinateurs nous ont donné accès à de grandes quantités de données, à la fois structurées (dans des bases de données et dans des tableurs) et non structurées (telles que du texte, de l'audio, de la vidéo et des images). Toutes ces données documentent nos vies et améliorent la compréhension du monde par les humains. Le traitement assisté par l'IA de ces informations nous permet d'utiliser ces données pour découvrir des modèles historiques, prévoir plus efficacement, formuler des recommandations plus efficaces, etc.

- **Puissance de calcul**

Des technologies accélérées telles que le cloud computing et les unités de traitement graphique ont permis de gérer plus rapidement et à moindre coût la gestion de gros volumes de données.

- **Un globe connecté**

Les plateformes de médias sociaux ont fondamentalement changé la façon dont les gens interagissent. Cette connectivité accrue a accéléré la diffusion des informations et encouragé le partage des connaissances, ce qui a conduit à l'émergence d'une "intelligence collective", notamment de communautés à source ouverte développant des outils d'IA et partageant des applications.

- **Logiciels et données Open source**

Les logiciels et les données Open Source accélèrent la démocratisation et l'utilisation de l'IA, comme en témoigne la popularité des plateformes d'apprentissage automatique en open source. Une approche open source peut signifier moins de temps consacré au codage de routine, à la normalisation du secteur et à une application plus large des nouveaux outils d'IA.

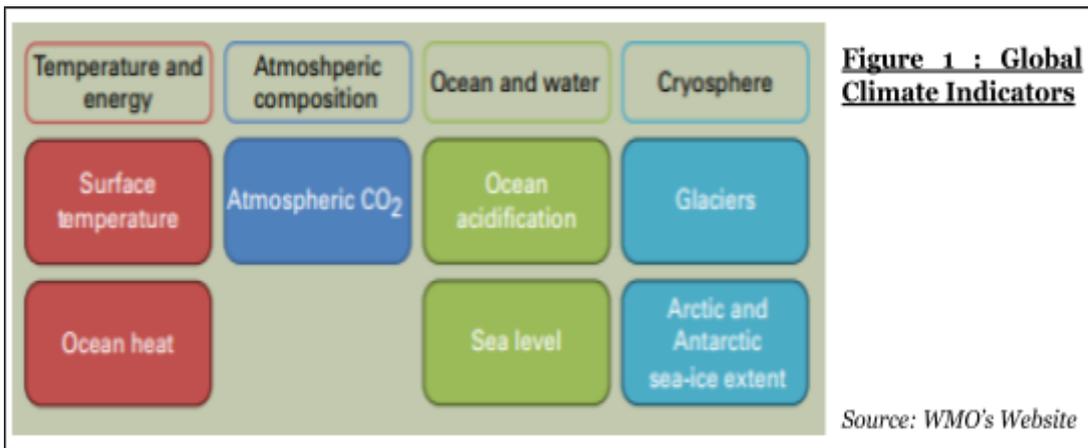
- **Algorithmes améliorés**

Les chercheurs ont progressé dans plusieurs aspects de l'IA, en particulier dans «l'apprentissage en profondeur», qui implique plusieurs couches de réseaux de neurones, conçus de manière inspirée de l'approche du cerveau humain en matière de traitement de l'information.

La partie ci-dessous est en partie extraite d'un rapport du Forum économique mondial intitulé "Exploiter l'Intelligence Artificielle pour la Terre."

b. État des indicateurs climatiques

L'Organisation météorologique mondiale utilise une liste de sept indicateurs de l'état du climat tirés des 55 variables climatiques essentielles du Système mondial d'observation du climat (SMOC), notamment la température de surface, la teneur en chaleur des océans, le dioxyde de carbone atmosphérique (CO₂), l'acidification des océans, le niveau de la mer, le bilan massique des glaciers et l'étendue des glaces marines en Arctique et Antarctique. Des indicateurs supplémentaires sont généralement évalués pour permettre une image plus détaillée des changements dans le domaine concerné. Il s'agit en particulier (mais sans s'y limiter) des précipitations, des GES autres que le CO₂, de la couverture neigeuse, de l'inlandsis, des événements extrêmes et de l'impact climatique.



□ Température

La température mondiale (ou Global temperature) est la température moyenne à la surface de la planète. Les données utilisées pour déterminer cette température sont recueillies par des ballons, satellites et des milliers de thermomètres dispersés dans le monde entier, combinées à des milliers de mesures de la température de surface de la mer. Sur la base de ces mesures, il apparaît que la planète a une température de surface de 0,9 ° Celsius depuis la fin du 19ème siècle.

La majeure partie du réchauffement s'est produite au cours des 35 dernières années, avec les cinq années les plus chaudes jamais enregistrées depuis 2010 (2016 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée depuis 1850, puis 2015, 2017 et 2018). Un réchauffement de 0,9 ° Celsius semble être une première vue très peu et négligeable. Impossible de sentir la différence. Cependant, nous constatons qu'il s'agit d'une augmentation très importante et très rapide. (Figure 2).

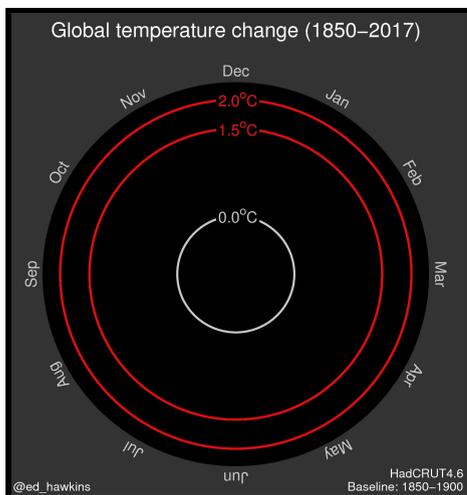


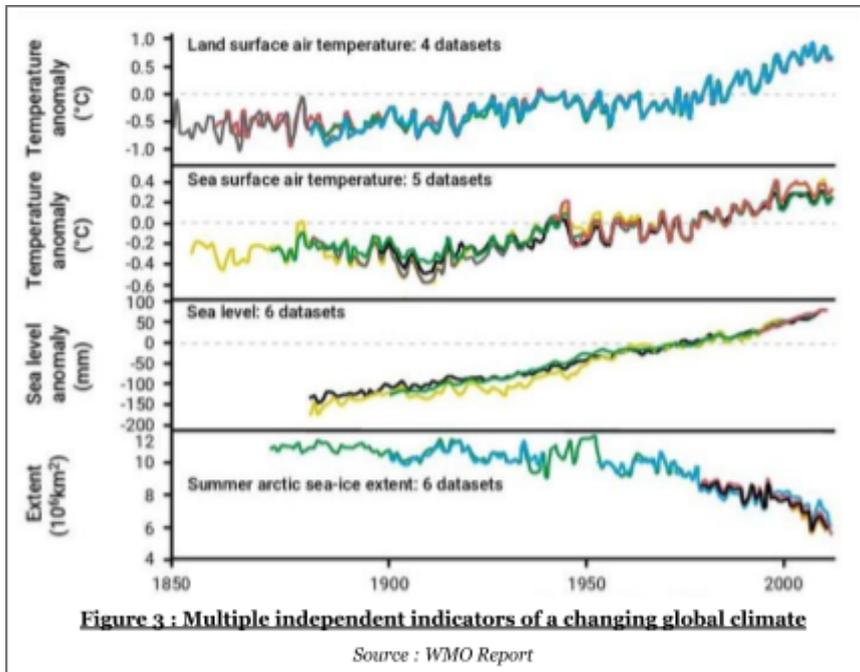
Figure 2 : Spirale climatique représentant le changement de la température mondiale depuis 1850.

Cette spirale animée représente le changement de température globale. Les couleurs représentent le temps. Violet pour les premières années, bleu, vert à jaune pour les dernières années. Les deux limites rouges correspondent aux objectifs principaux de l'Accord de Paris (maintenir une hausse de la température mondiale bien au-dessous de 2 degrés Celsius et au-dessus des niveaux préindustriels et poursuivre les efforts visant à limiter la hausse à 1,5 degrés Celsius). Le rythme du changement est immédiatement évident, en particulier au cours des dernières décennies.

Source : Climate Change Lab

□ Océan

L'océan absorbe de grandes quantités de chaleur en raison de l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, due principalement à la consommation de combustibles fossiles. Le cinquième rapport d'évaluation, publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 2013, a révélé que l'océan avait absorbé plus de 93 % de la chaleur excédentaire provenant des émissions de gaz à effet de serre depuis 1970. Les chercheurs s'entendent de plus en plus pour dire que le réchauffement des océans est plus rapide qu'on ne le pensait auparavant. De 1901 à 2017, la température a augmenté à un taux moyen de 0,4° C.



À l'heure actuelle, le réchauffement de l'eau des océans fait monter le niveau mondial de la mer parce que l'eau s'expand lorsqu'elle se réchauffe. Le niveau moyen des océans a augmenté de 22 cm par rapport à 1880 et de 2 cm depuis l'an 2000 en raison de la fonte des glaciers mais aussi de l'expansion thermique de l'eau qui, plus chaude, voit son volume

augmenter. Au XXe siècle, le niveau des caractères a augmenté d'environ 2 mm par an. De 1990 à 2017, il a atteint le rythme relativement constant d'un peu plus de 3 mm par an.

Les mesures effectuées au cours des dernières décennies ont démontré que les niveaux de dioxyde de carbone dans les océans ont augmenté en réponse à l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, entraînant une augmentation de l'acidité. Depuis le début de la révolution industrielle, l'acidité des eaux océaniques de surface a augmenté d'environ 30%. Cette augmentation est due au fait que les humains émettent plus de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, qui est donc davantage absorbé par les océans. La quantité de dioxyde de carbone absorbée par la couche supérieure des océans augmente d'environ 2 milliards de tonnes par an.

□ Gaz à effet de serre (GES)

• L'effet de serre

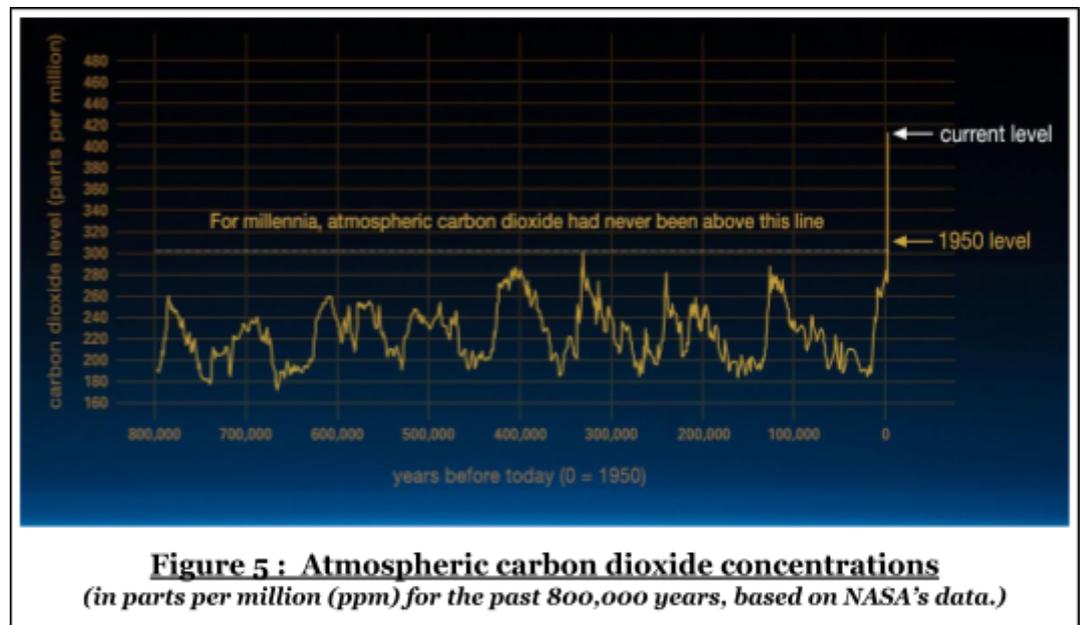
Les scientifiques attribuent la tendance au réchauffement climatique du milieu du XXe siècle à l'expansion humaine de "l'effet de serre" qui



se produit lorsque l'atmosphère retient la chaleur rayonnante de la Terre vers l'espace. Les concentrations atmosphériques reflètent un équilibre entre les sources (y compris les émissions dues aux activités humaines) et les puits (par exemple, l'absorption par la biosphère et les océans). Ce phénomène naturel de piégeage par l'atmosphère de la fraction de rayonnement solaire réémise par la Terre, l'effet de serre, est amplifié par les rejets excessifs de gaz majeurs: le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'ozone (O₃) et autres gaz mineurs.

• Émissions et Concentrations des GES

Il existe deux principaux indicateurs liés aux gaz à effet de serre: les émissions mondiales des GES et les concentrations atmosphériques des GES. Depuis le début de la révolution industrielle dans les années 1700, les gens ont ajouté une quantité importante de gaz à effet de serre à l'atmosphère en brûlant des combustibles fossiles, en abattant des forêts et en menant d'autres activités. En effet, entre 1990 et 2010, les émissions mondiales de tous les principaux gaz à effet de serre ont augmenté. Les émissions nettes de dioxyde de carbone ont augmenté de 42%, ce qui est particulièrement important car le dioxyde de carbone représente environ les trois quarts des émissions totales mondiales. Par exemple, les concentrations de dioxyde de carbone ont considérablement augmenté depuis le début de l'ère industrielle, passant d'une moyenne annuelle de 280 ppm à la fin des années 1700 à plus de 401 ppm mesurée en 2015 (augmentation de 43%). La quasi-totalité de cette augmentation est due aux activités humaines.



❑ Cryosphère (Neige, Banquises, Glaciers)

La surface de la Terre contient de nombreuses formes de neige et de glace, notamment des glaces de mer, de lac et de rivière. Les changements climatiques peuvent modifier considérablement les zones couvertes de neige et de glace sur la Terre, car la neige et la glace peuvent facilement passer d'un état solide à un état liquide en réponse à des changements relativement mineurs de la température. Par exemple, la masse des calottes glaciaires du



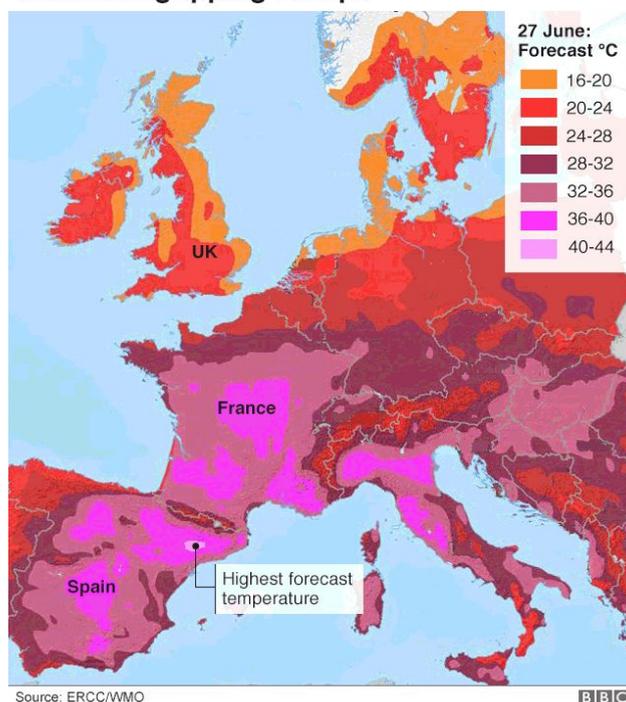
Groenland et de l'Antarctique a diminué. Les données des expériences de récupération de la gravité et du climat de la NASA montrent que le Groenland a perdu en moyenne 286 milliards de tonnes de glace par an entre 1993 et 2016, tandis que l'Antarctique a perdu environ 127 milliards de tonnes de glace par an au cours de la même période. Dans un autre contexte, les glaciers se retirent presque partout dans le monde, y compris dans les Alpes, l'Himalaya, les Andes, les Rocheuses, l'Alaska et l'Afrique.

❑ Phénomènes extrêmes (Canicules, Inondations, Sécheresses, Cyclones...)

Les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les ouragans, les tornades et les vagues de chaleur sont, par définition, des événements inhabituels. Ils sont donc très difficiles à prendre en compte dans les modèles climatiques qui tentent de donner des moyennes. Il est donc difficile de savoir si ces phénomènes extrêmes vont se multiplier et s'intensifier à l'avenir, dans le contexte du changement climatique. Cependant, certains indices suggèrent aux scientifiques qu'il est très probable qu'ils augmentent la fréquence et l'ampleur de ces événements.

A titre d'exemple, une grande partie de l'Europe a connu une chaleur et une sécheresse exceptionnelles à la fin du printemps et à l'été 2019. Les températures étaient bien supérieures à la moyenne et les précipitations bien inférieures à la moyenne à partir d'avril dans une grande partie du nord et de l'ouest de l'Europe. Par exemple, après la vague de chaleur de 2003, la France a connu l'une des vagues de chaleur les plus frappantes de son histoire récente cet été. L'intensité de la vague de chaleur de cette année a été sans précédent pendant un mois en juin depuis 1947, selon Météo-France. Selon l'agence météorologique, les vagues de chaleur, déjà nettement plus fréquentes au cours des 35 dernières années, devraient doubler d'ici 2050 en raison du réchauffement de la planète.

Heatwave gripping Europe



c. Bref aperçu des différentes conséquences du changement climatique

Selon les différents modèles climatiques, les effets du changement climatique seront très divers et géographiquement inégaux. Mais le changement climatique global de la planète dû à l'augmentation de l'effet de serre devrait modifier les principaux mécanismes climatiques tels que les températures moyennes, les circulations océaniques et atmosphériques, le cycle de l'eau, etc. Plusieurs conséquences possibles de ces changements climatiques font l'objet de recherches scientifiques. Certaines ont déjà été observés (comme vous le voyez dans la première partie du rapport).

❑ Conséquences du réchauffement climatique pour la planète

La fonte des glaces devrait ouvrir l'accès à de nouvelles terres arables, de nouvelles ressources minérales et énergétiques et de nouvelles voies de navigation. En 2016, la banquise arctique a enregistré des polices record. Cette fonte des glaces fera également monter les niveaux des océans, inondera des zones de très basse altitude et modifiera la géographie côtière. Au cours des 50 dernières années, le niveau des océans s'est élevé d'environ 10 centimètres. Et la Nasa estime que dans 100 à 200 ans, il augmentera encore d'au moins un mètre. Le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) prévoit pour sa part qu'entre 10 et 20 000 îles pourraient être supprimées de la carte.

L'amplification des phénomènes d'évaporation et de précipitations et la perturbation des jets, ces énormes courants d'altitude, sont autant de facteurs qui augmentent déjà la fréquence et l'intensité des sécheresses - comme celle de Californie en 2016 - et des inondations. La modification des gammes d'organismes et de maladies, et donc de vastes zones agricoles, entraînerait la disparition d'espèces et d'écosystèmes et une transformation des paysages.

Ainsi, en 2016 et 2017, la Grande Barrière de Corail, trésor de la biodiversité inscrite sur la Liste du patrimoine mondial, a connu deux années consécutives de blanchiment record (1 500 km sur 2 300 affectés en 2017). Et selon une étude américaine, une espèce animale sur six pourrait être éteinte. Une menace qui varie selon les régions du monde. Ainsi, 23% des espèces seraient menacées en Amérique du Sud contre 14% en Australie et en Nouvelle-Zélande. Enfin, notre planète pourrait voir une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes.

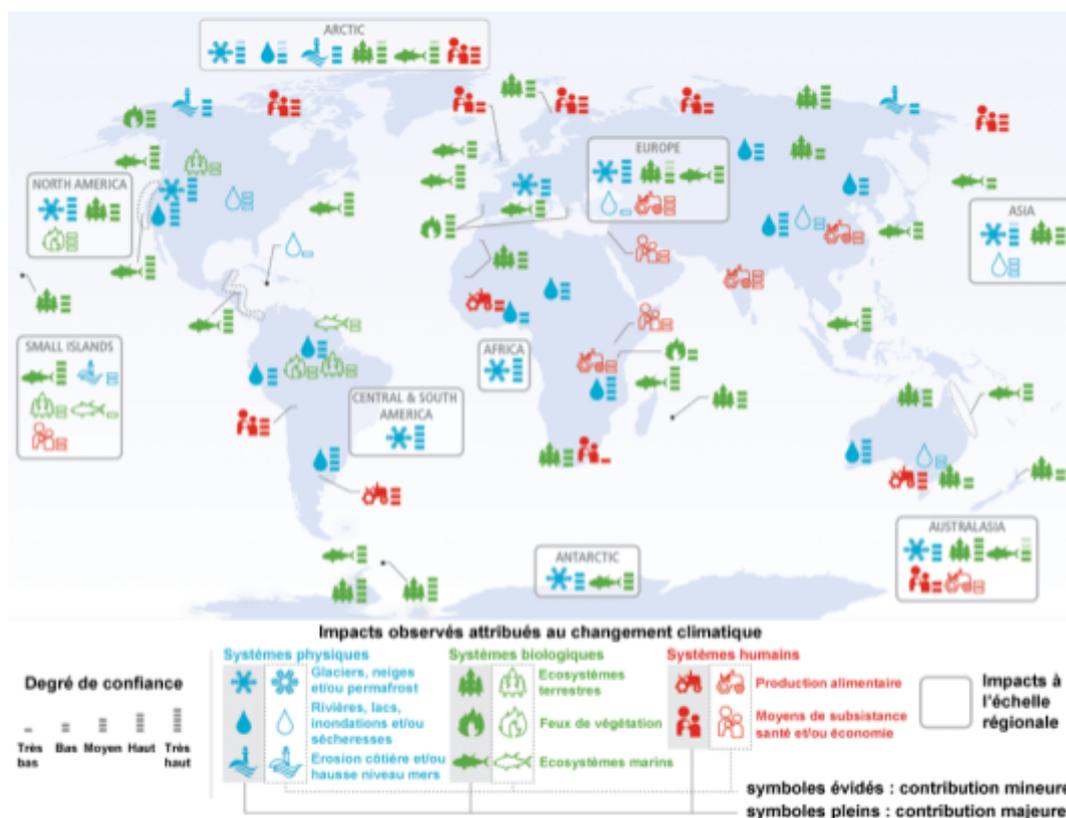


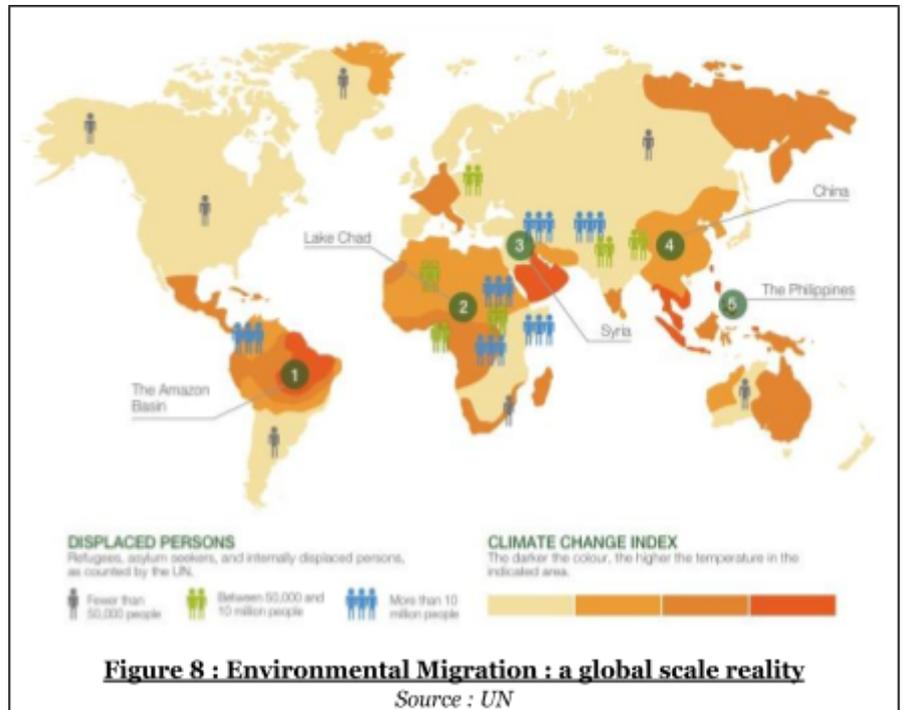
Figure 7 : Carte mondiale des conséquences du changement climatique

Source : IPCC Fifth Assessment Report

❑ Conséquences du changement climatique pour la société

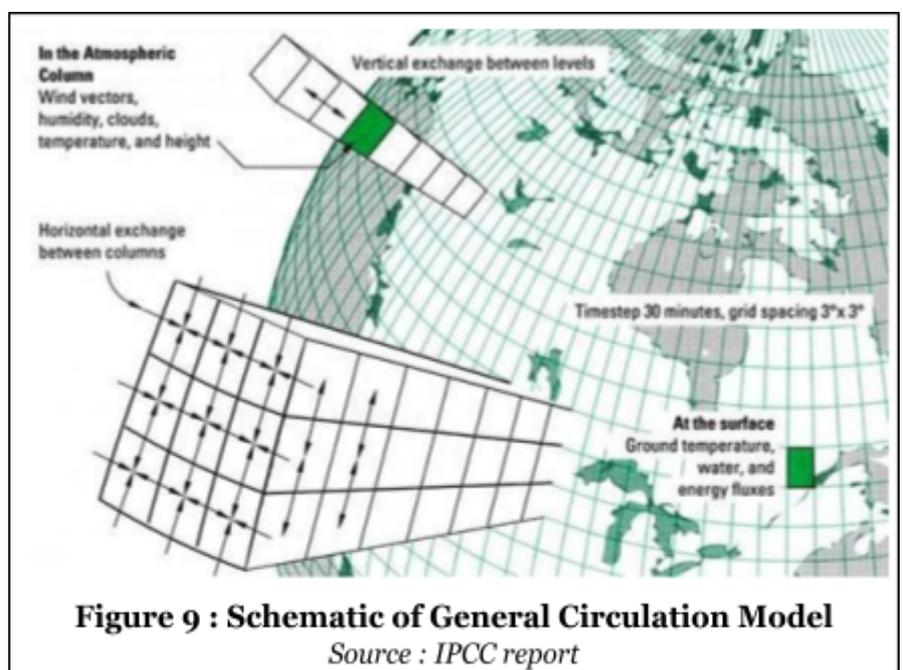
Tous ces changements dans l'environnement auront probablement un impact profond sur les sociétés humaines. La production agricole et halieutique sera touchée, de même que les ressources en eau. Conséquences, selon la Banque alimentaire et les Nations Unies: plus de 100 millions de personnes pourraient être touchées par l'extrême pauvreté et près de 600 millions de personnes pourraient souffrir de malnutrition d'ici 2080. Les conséquences du changement climatique sur la santé pourraient également être importantes. Un réchauffement de 2 à 3 ° C suffirait à augmenter de 5% le nombre d'habitants exposés au paludisme. Et d'ici 2080, l'OMS estime que deux milliards de personnes supplémentaires pourraient être à risque de transmission de la dengue. Les maladies diarrhéiques - résultant de la contamination de l'eau - pourraient augmenter de 10% au cours des 15 prochaines années. Les conséquences de ces changements climatiques devraient donc se refléter dans le nombre croissant de réfugiés climatiques et dans la montée de l'instabilité géopolitique.

Déjà, les habitants de l'atoll de Bikini dans le Pacifique ont demandé l'asile aux États-Unis. Et l'Observatoire des déplacements internes (Internal Displacement Monitoring Centre) a compté environ 83,5 millions de réfugiés climatiques, entre 2011 et 2014, alors que l'ONU les prévoit à 250 millions d'ici 2050. Enfin, en 2007, l'économiste Nicolas Stern a évalué le coût économique induit par le réchauffement climatique, entre 1% et 10% du PIB mondial en 2100, soit 5 500 milliards d'euros.



d. Prédiction du changement climatique

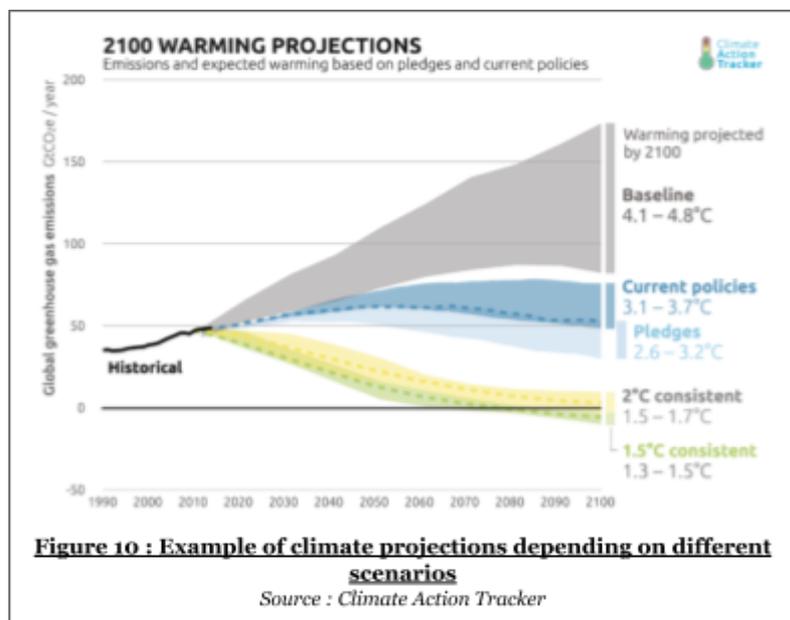
Les scientifiques ont mis au point plusieurs simulations, ou modèles, exécutés sur ordinateur qui combinent et expriment sous forme mathématique ce que nous savons des processus qui contrôlent les systèmes atmosphérique et hydrologique. Les modèles climatiques les plus avancés sont appelés modèles de circulation générale, ou MCG. Ces modèles sont les principaux outils utilisés par les scientifiques pour tenter de prédire les effets d'une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre.



La force de ces modèles réside dans leur capacité à reproduire des activités et des relations entre entrées / réponses au sein de systèmes complexes beaucoup trop élaborés pour une simple interprétation ou logique. Ils ont la capacité d'intégrer divers processus de rétroaction afin de déterminer leurs effets sur l'impact global, et de générer rapidement différents scénarios sous diverses hypothèses relatives aux activités humaines.

Pour prévoir le changement climatique, différents moyens sont possibles. Sur la base de l'existence de changements climatiques liés aux activités humaines, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a créé un certain nombre de scénarios d'émission, appelés RCP (Representative Concentration Pathway/Processus de concentration représentatif). Leur but est d'obtenir une représentation simple mais possible du monde futur sous différents aspects. Ils reposent sur des hypothèses concernant l'évolution des «forces motrices» déterminant les émissions de gaz à effet de serre (GES). Ils

fournissent également des émissions futures de ces gaz et prévoient le changement climatique à l'avance et ses impacts futurs. Créé en 1988 à la demande du G7 et dirigé par deux organes de l'ONU, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le GIEC est un organisme intergouvernemental qui évalue les aspects scientifiques, techniques et socio-informations économiques publiées dans des revues scientifiques sur le thème du changement climatique. Son objectif est d'envisager des stratégies d'adaptation et d'atténuation fondées sur la compréhension des fondements scientifiques du changement climatique imputable à l'homme.



e. Atténuation et Adaptation au changement climatique

L'atténuation et l'adaptation, ces deux composantes de la lutte contre le changement climatique ont souvent été traitées indépendamment l'une de l'autre. En fait, à première vue, ils s'opposent aux termes de référence. L'un est préventif, l'autre curatif. Les stratégies nécessaires mènent l'une à la gestion globale d'un bien public mondial et l'autre à l'élaboration de plans régionaux. L'un est quantifiable avec une mesure universelle - des tonnes de CO₂ émises ou évitées - l'autre est basé sur divers indicateurs difficiles à compresser en un indice universel. L'une semble urgente: nous devons réduire les émissions maintenant pour éviter les pires conséquences du changement climatique; l'autre semble plus lointaine: les effets les plus graves se produiront plutôt dans la seconde moitié du XXI^e siècle.

□ Atténuation du changement climatique

Selon le PNUÉ, l'atténuation du changement climatique fait référence aux efforts visant à réduire ou à prévenir les émissions de gaz à effet de serre. L'atténuation peut impliquer l'utilisation de nouvelles technologies et d'énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements plus anciens ou la modification des pratiques de gestion ou du comportement des consommateurs. Cela peut être aussi complexe qu'un plan pour une nouvelle ville ou aussi simple que des améliorations pour un système de métro de haute technologie ou des pistes cyclables. L'atténuation consiste à s'attaquer aux causes du changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre responsables du réchauffement planétaire. Pour cela, deux types d'action sont possibles:

- Le premier type d'action consiste à réduire les sources d'émissions dans les différents secteurs d'activité, par exemple en substituant les voitures électriques aux voitures à essence, en améliorant l'isolation des bâtiments afin de réduire leurs besoins en chauffage, ou en remplaçant la production d'électricité par le charbon dans le cadre du développement des énergies renouvelables.
- Le deuxième type d'action, absorber le CO₂ de l'atmosphère en développant des "puits de carbone". Celles-ci peuvent être naturelles, telles que les forêts ou artificielles, telles que la technologie du "captage et stockage du carbone" qui consiste à récupérer le CO₂ émis en grande quantité par les industries lourdes et à le stocker sous terre.

L'atténuation du changement climatique exige de tous les pays, en tenant compte de leurs spécificités et de leurs capacités, qu'ils élaborent et mettent en œuvre des programmes contenant des mesures d'atténuation du changement climatique. Ces programmes ciblent l'activité économique dans le but d'encourager les actions plus propres ou dissuasives que celles qui génèrent de grandes quantités de GES. Ils comprennent des politiques, des programmes d'incitation et des programmes d'investissement qui couvrent tous les secteurs, y compris la production et l'utilisation de l'énergie, les transports, les bâtiments, l'industrie, l'agriculture, et autres utilisations des sols, ainsi que la gestion des déchets. Les mesures d'atténuation se traduisent, par exemple, par un recours accru aux énergies renouvelables, l'application de nouvelles technologies telles que les voitures électriques ou des changements de pratiques ou de comportements, tels que conduire moins ou changer son régime alimentaire. En outre, ils incluent des forêts en expansion, par exemple, pour éliminer de plus grandes quantités de CO₂ de l'atmosphère, ou simplement apporter des améliorations à la conception d'un foyer.

□ Adaptation au changement climatique

Le changement climatique expose les économies, les sociétés et les écosystèmes à des risques graves et très divers. Ces risques incluent les dommages aux infrastructures côtières, l'évolution des maladies infectieuses ou la dégradation de la sécurité alimentaire. S'adapter aux effets néfastes du changement climatique constitue, avec l'atténuation, un domaine d'action majeur pour tous les pays. Le monde connaît déjà des changements dans la température moyenne, des changements dans les saisons et une fréquence croissante d'événements météorologiques extrêmes. Celles-ci vont continuer, car le système climatique mondial a une grande inertie. L'adaptation est donc essentielle.

Sur la base de la prévision du changement climatique à l'avenir, les pays du monde entier identifient les domaines qui auront des impacts particulièrement importants ou qui auront une priorité élevée pour la

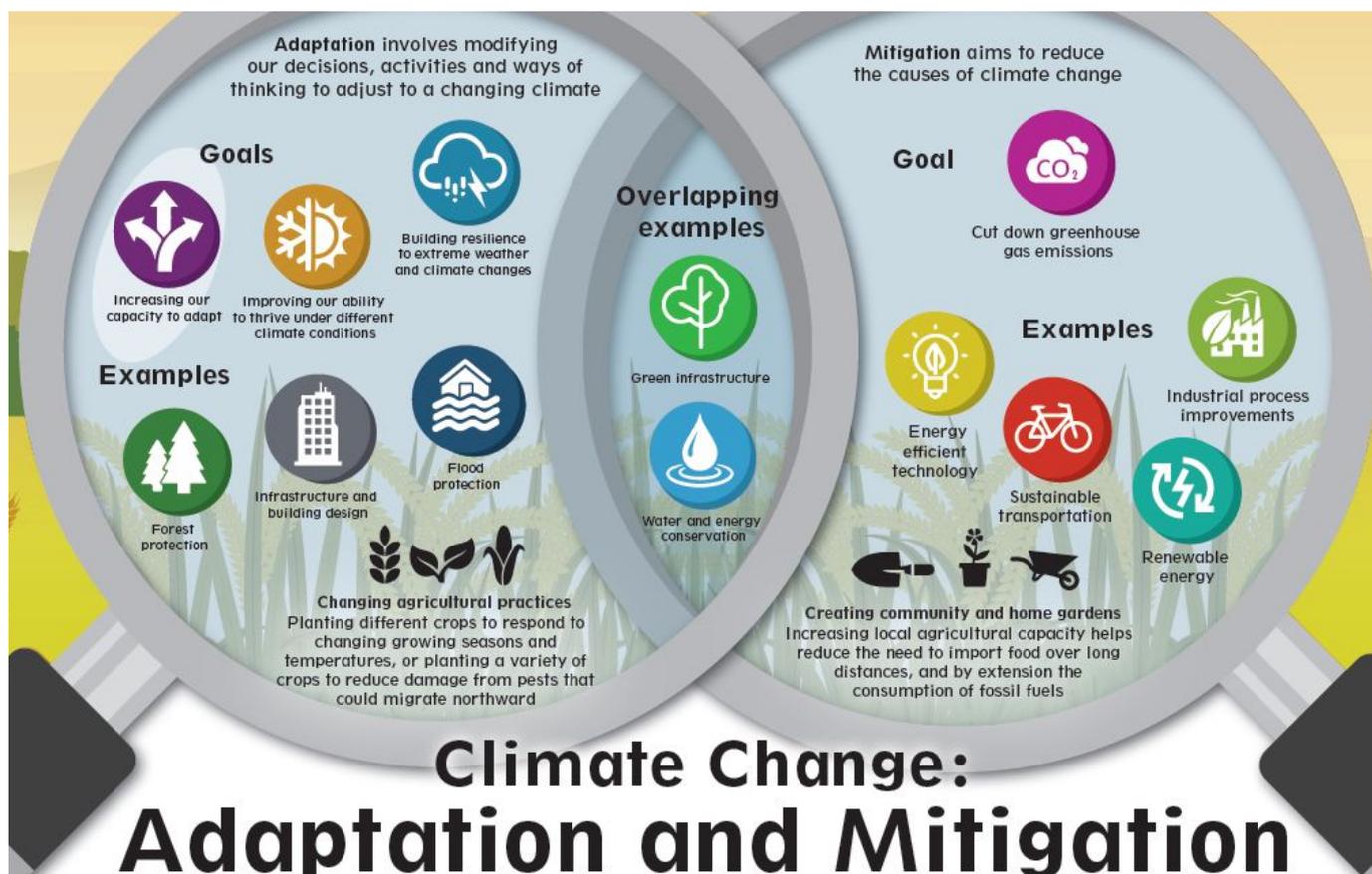
mise en œuvre de mesures d'adaptation. Ils estiment également les dommages causés par le changement climatique et les coûts de ces mesures d'adaptation. Ces mesures d'adaptation diffèrent selon les pays et les régions, telles que la construction de digues pour protéger les terres contre les ondes de tempête causées par l'élévation du niveau de la mer et la prise de mesures contre les dommages causés par la chaleur aux produits agricoles.

L'Accord de Paris vise à renforcer la réponse mondiale au changement climatique en augmentant la capacité de tous à s'adapter aux impacts négatifs du changement climatique et à favoriser la résilience au changement climatique. Il définit un objectif global sur l'adaptation - l'objectif est:

- renforcer la capacité d'adaptation et la résilience;
- réduire la vulnérabilité des écosystèmes en vue de contribuer au développement durable;
- assurer une réponse adéquate en matière d'adaptation dans le contexte de l'objectif consistant à maintenir le réchauffement climatique moyen bien en dessous de 2 ° C et à poursuivre les efforts pour le maintenir à moins de 1,5 ° C

Par exemple, le Royaume-Uni a lancé un programme d'adaptation en 2012 avec des mesures telles que la gestion des risques d'inondation, les ressources en eau, l'écologie de l'eau douce, en tant que domaines hautement prioritaires. Dans le cadre de ce programme, un projet d'amélioration de l'estuaire de la Tamise, la barrière de la Tamise, qui s'étend sur 18 km, a été installée pour protéger les basses terres des inondations. Les portes sont fermées environ 10 fois par an pendant les ondes de tempête pour éviter les inondations.

❑ Le Grand Challenge de l'Atténuation et de l'Adaptation



3. Etudes de cas

a. Première étude de cas : AI for Earth / Microsoft

Microsoft, fait partie des entreprises précurseurs en matière d'intelligence artificielle. Lors d'un récent événement lié à l'Intelligence Artificielle, Microsoft a récemment annoncé son initiative d'intelligence artificielle appelée "AI for Earth". À mesure que la technologie se développe, elle cause d'énormes dommages à l'environnement. Face à ce problème, Microsoft va implémenter l'IA pour la durabilité. AI for Earth utilise la technologie de l'IA et l'informatique en nuage (cloud computing) pour résoudre les problèmes environnementaux les plus difficiles au monde. L'intelligence artificielle peut aider dans des domaines tels que: la résilience au climat, la modélisation des conditions climatiques extrêmes, le changement durable de l'utilisation des sols, les services écosystémiques (y compris la séquestration du carbone).

Dans le cadre du projet AI for Earth, Microsoft soutient des projets en première ligne du développement durable.

A titre d'exemple, le projet **Terrafuse**, Terrafuse utilise des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning) pour créer des modèles sophistiqués de risque climatique. En partenariat avec Microsoft, Terrafuse combine des données historiques, des simulations existantes d'incendies de forêt et des observations par satellite en temps réel pour créer des modèles hyperlocaux du risque d'incendie de forêt.

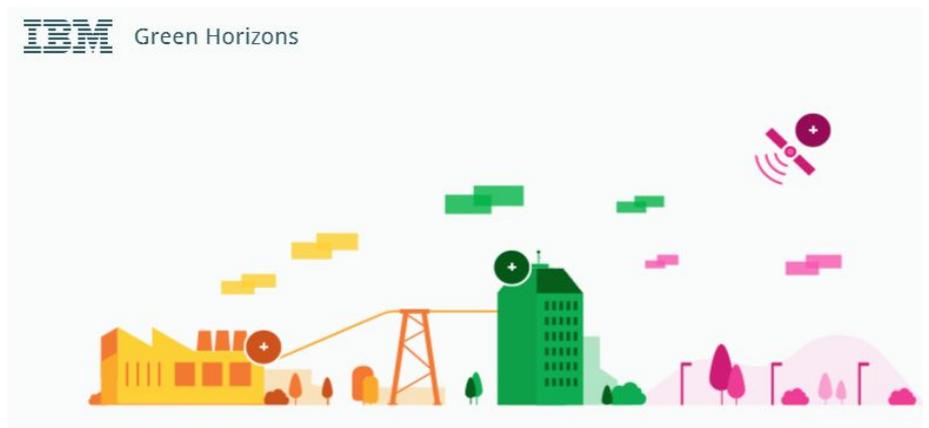


Pour plus d'informations, consultez le lien suivant : [Link 1](#)

La partie ci-dessous est extraite du site de Microsoft, que vous pouvez consulter ci-dessus.

b. Deuxième étude de cas : Green Horizons / IBM

IBM combine la puissance de l'Internet des objets, du traitement de masse des données et de l'intelligence artificielle pour analyser les données environnementales provenant de milliers de sources et créer des prévisions météorologiques et de pollution précises et auto-configurables. Cela permet aux urbanistes et aux services publics de modéliser un avenir plus propre et plus durable. Green Horizons est une initiative mondiale qui vise à améliorer les relations de l'humanité avec l'environnement, en favorisant un air plus pur et en augmentant l'utilisation des énergies renouvelables. Ce projet touche 4 domaines particuliers :



- **L'environnement**

Avec l'augmentation du nombre de propriétaires de voitures dans le monde, les émissions des véhicules sont un problème croissant dans les villes. La réduction du trafic est politiquement sensible et peut être gênante pour les citoyens. L'intelligence artificielle peut aider à modéliser différents scénarios de restriction de la circulation afin que les autorités municipales puissent calculer les gains potentiels en matière de qualité de l'air.

- **Le trafic**

La météo est le facteur le plus influent sur les niveaux de pollution quotidiens. L'intelligence artificielle permet à IBM de produire des prévisions météorologiques précises et de modéliser l'impact sur les niveaux de pollution, ou encore la production économique en passant aux énergies renouvelables comme le solaire. Les réductions à long terme de la pollution due à la circulation routière dépendent de l'amélioration de la technologie des véhicules et de la mise en place d'autres infrastructures de transport.

- **L'industrie**

L'industrie est l'une des principales causes de pollution atmosphérique et réduit l'espérance de vie dans les régions fortement industrialisées. Le secteur comprend des millions de petits et de grands producteurs et est difficile à surveiller et à réglementer. Les usines peuvent prendre une série de mesures pour passer au vert, notamment : accroître l'efficacité énergétique en surveillant et en modernisant l'équipement ; produire leur propre énergie renouvelable ; réutiliser et recycler les matériaux lorsque cela est possible.

- **La production d'énergie**

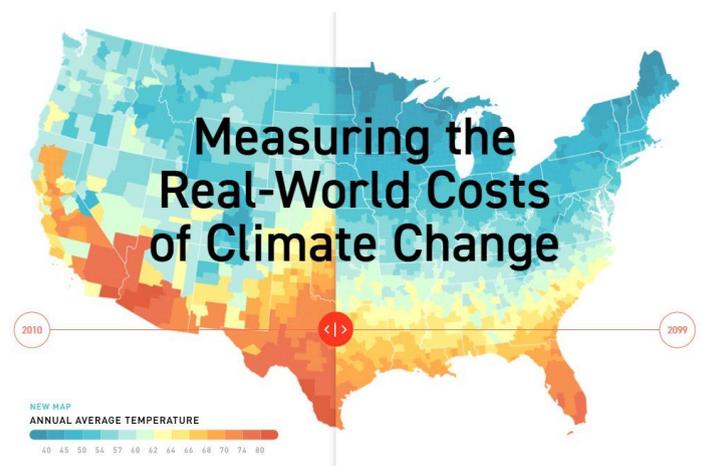
La production d'énergie est la plus importante source mondiale de polluants et d'émissions. En utilisant des systèmes de prévision des énergies renouvelables, les services publics peuvent prévoir avec précision la production des installations éoliennes et solaires, ce qui permet d'intégrer davantage d'énergie renouvelable dans le réseau.

Pour plus d'informations, consultez le lien suivant : [Link 2](#)

La partie ci-dessous est extraite du site d'IBM, que vous pouvez consulter ci-dessus

c. Troisième étude de cas : Climate Change Lab

L'équipe d'économistes, de climatologues, d'ingénieurs data et d'analystes en risque du Climate Impact Lab est en train de constituer le corpus de recherches le plus complet au monde, qui quantifie les impacts du changement climatique secteur par secteur et communauté par communauté à travers le monde. Cette recherche permettra aux décideurs des secteurs public et privé de comprendre les risques que présentent les changements climatiques et de les atténuer grâce à des investissements plus judicieux et à des politiques publiques. La recherche produira également la première estimation dérivée du monde du coût social du carbone - le coût pour la société de chaque tonne de dioxyde de carbone émise.



La combinaison des projections climatiques locales et des observations historiques donne une image très localisée des impacts climatiques futurs. Des recherches de pointe ont identifié des moyens par lesquels des changements de conditions climatiques - tels que des étés anormalement chauds - réduisent l'activité économique, endommagent les systèmes de production alimentaire, augmentent les conflits sociaux et génèrent des migrants. Le laboratoire utilise des projections climatiques locales probabilistes détaillées, basées sur les risques, pour analyser la manière dont ces impacts pourraient évoluer dans les années à venir en raison de l'évolution du climat.

Pour plus d'informations, consultez ce lien: [Link 3](#)

La partie ci-dessous est extraite du site web de Climate Impacts Lab, que vous pouvez consulter ci-dessus.

4. [Solutions possibles](#)

Les solutions possibles proposées ici ne représentent qu'une petite partie de toutes les solutions offertes par AI pour faire face au changement climatique. Cette liste ne peut en aucun cas être considérée comme exhaustive.

Optimiser les transports

De nombreux domaines du transport manquent de données et les décideurs planifient souvent l'infrastructure et les politiques en fonction d'informations incertaines. Ces dernières années, de nouveaux types de capteurs sont devenus disponibles et l'IA peut fournir des informations pertinentes à partir de ces données. Les méthodes d'intelligence artificielle, telles que les SVM (Support Vector Machine) et les réseaux de neurones, facilitent la classification des routes présentant des schémas de trafic similaires et permettent également de réduire l'installation et la maintenance coûteuses des compteurs au sol. Ils nécessitent une installation et un entretien coûteux. Les méthodes d'intelligence artificielle peuvent aider à imputer les données manquantes pour une estimation ascendante précise des émissions de GES et peuvent également être appliquées dans des modèles de simulation des émissions des véhicules.

L'électrification des véhicules est considérée comme un moyen essentiel de décarbonisation des transports. Les technologies de véhicule électrique (VE) reposent sur des batteries, des piles à hydrogène, des routes et des voies ferrées électrifiées, émettant de très faibles émissions de GES - en supposant bien sûr que l'électricité est générée avec des générateurs essentiellement à faible émission de carbone. L'intelligence artificielle est vitale pour toute une gamme de problèmes liés aux véhicules électriques: en améliorant l'ordonnancement des charges, la gestion de la congestion et les algorithmes véhicule-réseau. L'IA a également été appliquée à la gestion de l'énergie des batteries (par exemple, l'estimation de la charge ou l'optimisation dans les véhicules hybrides).

Optimiser les bâtiments et les villes

Les systèmes de contrôle intelligents dans les bâtiments peuvent réduire l'empreinte carbone en réduisant à la fois la consommation d'énergie et en offrant des moyens d'intégrer des sources moins émettrices de carbone dans le mix électrique. Plus précisément, l'IA peut réduire la consommation d'énergie en permettant aux dispositifs et aux systèmes de s'adapter aux modèles d'utilisation. En outre, les bâtiments peuvent réagir aux signaux du réseau électrique, offrant une flexibilité à l'opérateur du réseau et réduisant les coûts au consommateur.

De nombreuses régions du monde ne disposent pratiquement pas de données sur la consommation d'énergie, ce qui peut compliquer l'élaboration de stratégies d'atténuation ciblées. L'intelligence artificielle

est particulièrement capable de prédire la consommation d'énergie et le potentiel d'atténuation des émissions de GES à partir d'autres types de données disponibles. Les informations sur l'empreinte carbone du bâtiment, le matériaux utilisés, le type de toit, les environs immédiats, etc. peuvent être prédictives de la consommation d'énergie.

Optimiser l'industrie

La production industrielle, la logistique et les matériaux de construction sont les principales causes d'émissions de GES difficiles à éliminer. Les recherches en IA peuvent potentiellement réduire les émissions mondiales en aidant à rationaliser les chaînes d'approvisionnement, à améliorer la qualité de la production, à prévoir les pannes de machines, à optimiser les systèmes de chauffage et de refroidissement et à donner la priorité à l'utilisation d'électricité propre par rapport aux combustibles fossiles.

La complexité des chaînes d'approvisionnement mondialisées d'aujourd'hui, définies comme les processus et systèmes des réseaux d'expédition nécessaires pour faire passer un produit du producteur au consommateur final, offre un potentiel énorme d'utilisation de l'IA. Bien que l'IA puisse aider à réduire les émissions en optimisant les itinéraires de transport, les déchets et en aidant les entreprises à identifier les producteurs et les fournisseurs locaux, les incitations financières des entreprises doivent également s'aligner sur l'atténuation du changement climatique par le biais de la tarification du carbone ou d'autres mécanismes. L'intelligence artificielle pourrait réduire les émissions dans les chaînes d'approvisionnement en prévoyant intelligemment l'offre et la demande, en identifiant les produits moins carbonés et en optimisant les itinéraires de transport. Elle pourrait également atténuer les problèmes de surproduction et / ou de surstockage des marchandises en améliorant la prévision de la demande.

Optimiser l'agriculture

L'agriculture est responsable de 14% des émissions de GES. Cela pourrait être une surprise, car on pourrait s'attendre à ce que les plantes en croissance absorbent le CO₂ dans l'air. Cependant, l'agriculture industrielle moderne implique plus que la croissance des plantes. L'approche actuelle de l'agriculture consiste à rendre les terres agricoles plus uniformes et prévisibles. Cette approche est souvent appelée «agriculture de précision».

Le potentiel de l'agriculture de précision dépasse les robots sur le terrain. Des modèles macroéconomiques simples peuvent aider les agriculteurs à prévoir la demande de cultures et à décider quoi planter au début de la saison. Des systèmes d'irrigation plus intelligents peuvent économiser de grandes quantités d'eau tout en réduisant les parasites qui prolifèrent lorsque l'humidité est excessive. Globalement, l'IA peut améliorer la prévision du rendement des cultures, la détection des maladies, la détection des mauvaises herbes et la détection du sol.

Les solutions proposées dans cette partie sont inspirées des solutions proposées dans le rapport "Tackling Climate Change with Machine Learning", que vous pouvez consulter dans la Bibliographie.

5. Principaux acteurs internationaux

Chine : le pays le plus peuplé du monde possède un énorme marché d'exportation, qui a vu son industrie devenir un grave danger pour la planète. En effet, ses émissions de CO₂ représentent 30% des émissions mondiales de CO₂. La Chine a longtemps eu de grandes ambitions pour l'IA et est déjà un des leaders mondiaux dans la recherche sur l'IA. Le pays a publié plus de documents de recherche sur le "Deep Learning" et l'Intelligence artificielle au cours des dernières années.

États-Unis : les États-Unis ont des chances aussi favorables que la Chine lorsqu'il s'agit de mener la course à l'IA. Les États-Unis bénéficient depuis longtemps d'une culture technologique bien établie. Mais avec les récentes réductions de financement pour l'IA, l'augmentation des coûts de l'éducation et le resserrement des restrictions à l'immigration pour les professionnels de la recherche internationaux, l'avenir de l'IA aux États-Unis est un peu incertain.

GIEC : Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été établi en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) afin d'évaluer le changement climatique sur la base des connaissances scientifiques les plus récentes. Par l'intermédiaire du GIEC, des milliers d'experts du monde entier synthétisent tous les cinq à sept ans les dernières avancées en matière de climatologie, d'adaptation, de vulnérabilité et d'atténuation. Les gouvernements demandent ces rapports par le biais du processus intergouvernemental et le contenu est délibérément pertinent pour les politiques, tout en évitant une déclaration prescriptive.

Union européenne : L'Union européenne a pris de nombreuses initiatives liées au climat depuis 1991, année de la publication de la première stratégie communautaire visant à limiter les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et à améliorer l'efficacité énergétique. L'UE a adopté une stratégie européenne d'adaptation en avril 2013 qui a été bien accueillie par les États membres. En raison de la gravité et de la nature variables des impacts climatiques entre les régions d'Europe, la plupart des initiatives d'adaptation seront prises au niveau régional ou local, en utilisant de nouveaux outils, de nouvelles technologies et en priorité l'IA.

6. Lignes directrices pour vos recherches

- Comment l'IA aide-t-elle à réagir plus efficacement aux changements climatiques que les technologies préexistantes?
- Comment augmenter et favoriser l'utilisation de l'IA dans les pays en développement?
- Comment généraliser et promouvoir l'utilisation de l'IA pour répondre aux problèmes climatiques?
- Comment assurer la coopération entre pays, en développement et développés, pour avoir un impact global et pas seulement local à travers l'IA?

Afin de vous préparer le mieux possible, je vous invite à utiliser dans vos recherches les différents articles, sites Internet et documents de la Bibliographie / Sitographie mais également à visionner ces deux vidéos présentant deux conférences en lien avec notre thème:

- [Conférence 1](#)
- [Conférence 2](#)

7. Bibliographie / Sitographie

❑ **Articles**

- **AI - A game changer for Climate Change and the Environment**
<https://blogs.ei.columbia.edu/2018/06/05/artificial-intelligence-climate-environment/>
- **AI could better predict climate change impacts, some experts believe**
<https://www.cbc.ca/news/technology/ai-climate-change-1.5206402>
- **Here's how AI can help fight climate change according to the field's top thinkers**
<https://www.theverge.com/2019/6/25/18744034/ai-artificial-intelligence-ml-climate-change-fighting>
- **The Amazing Ways We Can Use AI To Tackle Climate Change**
<http://bernardmarr.com/default.asp?contentID=1360>

❑ **Sites Web**

- **UNEnvironment (UNEP)**
<https://www.unenvironment.org/explore-topics/climate-change>
- **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)**
<https://www.ipcc.ch/>
- **UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)**
<https://unfccc.int/fr>
- **CLIMATE NASA (National Aeronautics and Space Administration)**
<https://climate.nasa.gov/>
- **NOAA Climate (National Oceanic and Atmospheric Administration | U.S.)**
<https://www.climate.gov/>
- **EPA (United States Environmental Protection Agency / U.S.)**
<https://www.epa.gov/climate-indicators/>
- **UNDP (United Nations Development Programme / Climate Change Adaptation)**
<https://www.adaptation-undp.org/>

❑ **Documents / Rapports Officiels**

- **IPCC / Glossary of Climate Change Terms**
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/01/SYRAR5-Glossary_en.pdf
- **IPCC / Climate Change 2014 / Mitigation of Climate Change**
https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc950314/m2/1/high_res_d/WGIIAR5_SPM_TS
-
- **UNEnvironment /Sixth Edition of the Global Environment Outlook Report**
<https://content.yudu.com/web/2y3n2/0A2y3n3/GEO6/html/index.html?origin=reader>
- **UNFCCC / Climate changes : Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in dev countries**
<https://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>
- **UNFCCC / Example Resolution about Climate Change**

<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

- **WMO / Introduction to climate change**

https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_926e.pdf

- **WMO / Statement on the State of the Global Climate in 2018**

https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789

- **WEF / Harnessing Artificial Intelligence for the Earth report 2018**

http://www3.weforum.org/docs/Harnessing_Artificial_Intelligence_for_the_Earth_report_2018.

- **Tackling Climate Change with Machine Learning**

<https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf>