

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DES SCIENCES DU CLIMAT

Conférence de Tom BEUCLER
Professeur assistant en Sciences de l'environnement à l'Université de Lausanne
14 mars 2026



L'intelligence artificielle (IA) transforme en profondeur les sciences du climat, en ouvrant de nouvelles perspectives pour comprendre, prévoir et anticiper les évolutions du système terrestre. Cette révolution s'inscrit dans un contexte de recherche fortement collaborative, reposant sur l'exploitation de données massives issues d'observations satellites, de capteurs ou encore de simulations numériques. Grâce aux réseaux de neurones, l'IA permet aujourd'hui d'analyser ces données et de modéliser des phénomènes complexes auparavant difficiles à appréhender.

Initialement développés pour la reconnaissance d'images et le traitement du langage, les réseaux de neurones sont désormais appliqués à des problèmes environnementaux. Ils permettent par exemple de détecter des événements météorologiques à partir d'images satellites ou de modéliser des séries temporelles comme les débits des rivières afin d'anticiper les risques d'inondation. Ces outils sont particulièrement utiles dans des régions peu instrumentées, où les observations sont rares mais les besoins de prévision importants.

IA et prévisions météorologiques

Dans le domaine de la météorologie, l'IA a permis des avancées majeures. Elle est aujourd'hui capable de simuler l'évolution globale de variables comme la température, le vent ou les précipitations avec une rapidité impressionnante. Contrairement aux modèles physiques traditionnels, qui nécessitent des supercalculateurs et des milliers de processeurs, les modèles d'IA peuvent fonctionner sur des processeurs graphiques beaucoup plus accessibles. Cette efficacité ouvre la voie à une démocratisation des outils de prévision.

Cependant, ces modèles présentent encore des limites importantes, notamment lorsqu'il s'agit de prévoir des phénomènes extrêmes comme les orages violents ou les cyclones tropicaux. Ces événements, très localisés et rapides, sont difficiles à représenter dans des modèles globaux. Leur intensité et leur évolution peuvent avoir des conséquences dramatiques, en particulier à cause des vents extrêmes et des inondations qu'ils provoquent. Les cyclones tropicaux illustrent bien ces enjeux, car leur évolution rapide rend leur prévision particulièrement complexe.

Météo vs climat

Plus largement, il est essentiel de distinguer la météo du climat. La météo correspond à la prévision de l'état de l'atmosphère à court terme, tandis que le climat concerne l'évolution du système terrestre sur des décennies ou des siècles. Cette différence est fondamentale : la météo peut être vérifiée rapidement, alors que les projections climatiques concernent des futurs lointains et incertains. Les modèles climatiques ne cherchent donc pas à prédire un futur unique, mais à explorer une diversité de scénarios possibles en fonction des choix humains, notamment en matière d'émissions de gaz à effet de serre ou d'usage des sols.

IA et projections climatiques

Cette complexité rend la modélisation climatique particulièrement difficile. Les phénomènes de petite échelle, comme les orages ou les nuages, jouent un rôle essentiel mais sont difficiles à intégrer dans des modèles globaux. Ceux-ci produisent souvent une vision simplifiée ou “moyennée” de l’atmosphère, ce qui limite leur capacité à représenter correctement les événements extrêmes. L’IA peut alors jouer un rôle clé en apprenant à relier des variables globales bien connues, comme la température, à des phénomènes locaux plus complexes.



Toutefois, l’IA présente également des limites importantes. Les modèles peuvent apprendre des corrélations trompeuses et adopter des raccourcis qui nuisent à leur fiabilité. Par exemple, ils peuvent associer des éléments visuels sans lien causal réel ou échouer lorsqu’ils sont appliqués dans des conditions différentes de celles de leur entraînement. Un enjeu majeur concerne ainsi leur capacité à généraliser, notamment face au changement climatique. Un modèle entraîné dans le climat actuel peut produire des erreurs importantes dans un climat futur plus chaud, car les lois physiques de l’atmosphère évoluent avec la température.

Modèles hybrides

Pour surmonter ces difficultés, les chercheurs développent des modèles hybrides, combinant intelligence artificielle et connaissances physiques. Des lois fondamentales comme la thermodynamique, notamment la loi de Clausius-Clapeyron, permettent de mieux contraindre les modèles. Cette loi décrit par exemple comment la capacité de l’air à contenir de la vapeur d’eau augmente avec la température, influençant directement la formation des nuages et des précipitations. En intégrant ces connaissances, les modèles deviennent plus robustes et plus fiables face à des conditions climatiques nouvelles.

Par ailleurs, l’IA ne se limite pas à reproduire des phénomènes connus : elle peut également contribuer à la découverte scientifique. En analysant les données, elle est capable de mettre en évidence des relations nouvelles entre variables atmosphériques. Les chercheurs cherchent alors à interpréter ces résultats pour transformer des modèles souvent considérés comme des “boîtes noires” en outils compréhensibles. Dans certains cas, il est même possible d’extraire des équations à partir des réseaux de neurones, permettant de découvrir de nouvelles lois ou de mieux comprendre des phénomènes comme la formation des nuages ou la nébulosité.

Cette démarche ouvre la voie à une véritable science augmentée, dans laquelle l’IA et la connaissance humaine se complètent. D’un côté, l’IA permet d’exploiter efficacement les données et de détecter des structures complexes. De l’autre, les connaissances physiques, chimiques et biologiques guident les modèles et garantissent leur cohérence. Cette interaction crée un cercle vertueux : les données améliorent les modèles, et les connaissances améliorent leur fiabilité.

En conclusion, l’intelligence artificielle constitue un outil majeur pour les sciences du climat. Elle permet d’améliorer la prévision météorologique, de mieux comprendre les phénomènes extrêmes et d’affiner les projections climatiques. Cependant, son efficacité dépend fortement de son intégration avec les connaissances scientifiques existantes. L’avenir de la recherche climatique repose donc sur une approche hybride, combinant IA et expertise humaine, afin de produire des modèles plus fiables et mieux adaptés aux défis du changement climatique.

Lien pour voir la conférence : https://youtu.be/-yBYYdloC_Q