

● L'intelligence artificielle pour la science de la durabilité

L. Berti Equille,
UMR Espace Dev, Montpellier, France
A. Drogoul et J.-D. Zucker,
UMR Ummisco, IRD, Bondy, France

Mise en contexte

L'émergence de l'intelligence artificielle (IA) et de la science des données transforme non seulement nos sociétés, mais aussi la manière de mener, structurer et comprendre les recherches dans d'autres disciplines scientifiques. Du fait de son recours aux données et aux modèles, la science de la durabilité, qui vise à trouver des solutions durables dans les limites planétaires, en fait partie. Mais que peut faire l'IA aujourd'hui ? Comment l'IA peut-elle avoir un impact sur la science de la durabilité et les ODD ? Autant de questions importantes pour les chercheurs de l'IRD, qui sont par ailleurs déjà nombreux à recourir à l'IA dans leurs propres recherches.

Contacts

laure.berth@ird.fr
alexis.drogoul@ird.fr
jean-daniel.zucker@ird.fr

Pour aller plus loin

NISHANT R. *et al.*, 2020 – Artificial intelligence for sustainability Challenges, opportunities, and a research agenda. *Int. J. Inf. Manag.*, 53 : 102-104.

L'IA aujourd'hui et son succès dans de multiples domaines d'application

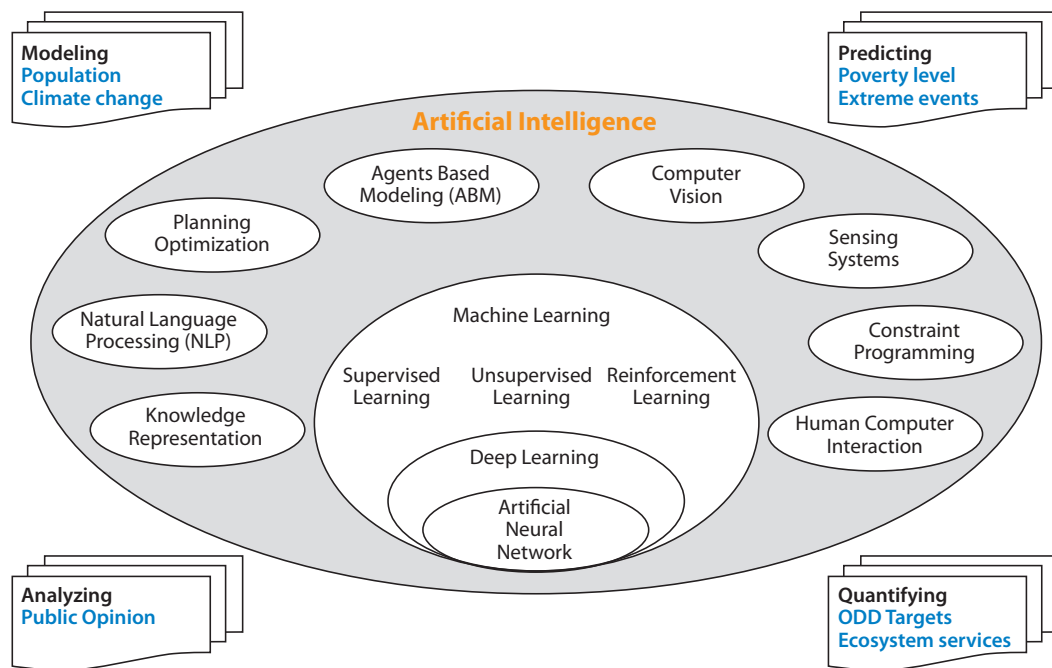
L'intelligence artificielle (IA) est définie comme « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine ». Aujourd'hui, elle est devenue incontournable pour toutes les sciences dès lors qu'elles cherchent à passer à l'échelle (augmenter leurs capacités de traitement au fur et à mesure que les données augmentent) pour extraire des connaissances ou construire des modèles à partir de masses de données. L'IA a été depuis sa naissance interdisciplinaire à l'image de la cybernétique, qui fut étroitement liée à son émergence. Elle a intégré et fait évoluer des théories et des techniques issues de nombreux champs disciplinaires, comme l'informatique, les statistiques, l'épidémiologie, l'économie, la biologie, etc. Mais l'une des raisons incontestables du renouveau de l'IA est liée à ses succès des dix dernières années à reproduire et même dépasser les capacités humaines dans un nombre sans cesse croissant de tâches. Et cela notamment grâce aux succès de l'apprentissage automatique (le *Machine Learning*) et, plus précisément, de l'apprentissage de réseaux de neurones profonds (le *Deep Learning*), qui permet aux IA d'être aussi bien imbattable au jeu de go, que d'exceller à la conduite de véhicules ou au diagnostic de cancers à partir d'images médicales, ou encore de détecter des galaxies. Selon la phrase de l'expert mondial Andrew Ng : « Si une personne ordinaire peut effectuer une tâche mentale en moins d'une seconde de réflexion, nous pouvons l'automatiser grâce à l'IA [...] ». Et cette

automatisation passe souvent par la construction de modèles de classification ou de prédiction, qui sont appris automatiquement à partir de données.

Les applications de l'IA à la science de la durabilité sont multiples (Nishant *et al.*, 2020) : pour quantifier, analyser et assurer le suivi de la biodiversité, de la pollution de l'air et des sols, ou des changements climatiques ; pour planifier la gestion des villes durables ou celle du trafic ; pour modéliser des solutions de transition énergétique ou de conservation des ressources naturelles ou en eau ; pour prédire et réduire les risques de catastrophes, etc. Mais l'IA ne se réduit pas au *Machine Learning*. Elle offre aussi des moyens de mettre l'interdisciplinarité « en pratique » par la diversité des formalismes qu'elle intègre (mathématiques, logiques, à base de règles, à base d'agents, etc.), de générer et explorer des scénarios « possibles » (création de connaissances de façons, ni inductives ni déductives, mais génératives) pour différents usages du fait des différentes échelles de modélisation (spatiales et temporelles) qu'elle associe. Par ailleurs, les outils qu'elle développe dans le cadre de démarches participatives permettent la collaboration de diverses communautés scientifiques, par exemple en économie, climatologie, océanographie ou écologie.

L'IA pour les ODD

IA4Good, IA4SG, AI4Climate, AI for Climate Action sont autant d'appellations pour les nombreuses initiatives et les mouvements actuels, dont le but est de fédérer, au niveau international, des communautés de savoirs et de



Les domaines de l'IA au centre, et aux quatre coins quelques exemples d'applications à l'IRD.

savoir-faire mettant l'IA au service des enjeux climatiques et sociaux. Ces efforts conjoints de recherche et de développement sur les volets théoriques, méthodologiques et appliqués mettent les ODD au cœur des champs d'application de l'IA et démontrent déjà son très grand potentiel dans de nombreux secteurs. L'IA appliquée aux ODD impose de fait l'interdisciplinarité avec le bénéfice du respect des principes FAIR & CARE (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable ; Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility, Ethics*). Ceux-ci s'appliquent aux données ainsi qu'aux produits et développements de l'IA tels que les prédictions, les estimations, les résultats de

classification, de clustering ou encore les simulations, les modèles, les représentations de connaissances et leur code informatique. Par ailleurs, un des avantages de l'IA est qu'elle se prête à un déploiement rapide et opérationnel dans de nombreux domaines techniques liés au développement durable. Elle se positionne depuis plusieurs années comme technologie majeure pour la transition, l'adaptation et la gestion des crises, en exploitant les données de plusieurs disciplines. Elle a par exemple été utilisée pour estimer le stock de carbone séquestré par les forêts à partir de données LiDAR, permettant ainsi d'estimer la hauteur des arbres, pour évaluer et prédire la pauvreté

à partir d'images satellites dans des lieux où les sondages sociaux-économiques ne peuvent être effectués, ou encore pour créer, en temps quasi réel, des cartes et des stratégies d'évacuation lors de catastrophes en exploitant les données des réseaux sociaux et les photographies aériennes.

Enfin, les atouts de l'IA pour les ODD sont la possibilité de prendre en compte différentes échelles de temps et d'espace en exploitant les données de différentes modalités (textes, images, audios, vidéos). Elle permet aussi de proposer des méthodologies qui peuvent

être transférables et automatisées, à moindre coût, pour répondre à diverses questions thématiques, tout en prenant en compte les externalités, les aspects socio-techniques des solutions et l'expertise humaine. Une myriade d'initiatives démontre ces avantages, ainsi que l'« actionnabilité » de l'IA pour les ODD. Elles ouvrent également une réflexion plus générale sur le rôle de l'IA dans la/les sociétés et sur la place que l'IRD souhaite prendre dans cette dynamique internationale, en tant qu'acteur et contributeur légitime dans des partenariats au Sud.

À RETENIR

L'IA peut être un moyen clé dans le développement de la science de la durabilité. L'IA est, par construction, interdisciplinaire et procède d'une démarche qui favorise la modélisation de systèmes complexes en offrant des outils qui permettent de renforcer le dialogue entre experts et de co-construire des connaissances sur les modèles de la science de la durabilité. En outre, elle permet, grâce à l'apprentissage, de construire des outils innovants au service des ODD. Nous avons une grande marge de progression et un rôle à jouer pour inscrire l'IRD en tant que contributeur de premier plan dans la dynamique internationale de l'IA pour les ODD.

SCIENCE DE LA DURABILITÉ

COMPRENDRE, CO-CONSTRUIRE, TRANSFORMER

Réflexion collective coordonnée
par Olivier Dangles et Claire Fréour

Institut de recherche pour le développement
Marseille, 2022

Comité de lecture

Valérie Verdier, présidente-directrice générale de l'IRD

Corinne Brunon-Meunier, directrice générale déléguée

Isabelle Benoist, secrétaire générale

Philippe Charvis, directeur délégué à la Science

Marie-Lise Sabrié, directrice de la mission Culture scientifique et technologique

Photo de couverture : Peinture rupestre, Cueva de los Manos, Argentine.

© IRD/O. Dangles - F. Nowicki/*Une Autre Terre*

Photo p. 14, « Comprendre » : Travail d'enquête, Kenya.

© IRD/S. Duvail

Photo p. 40 : Observation et collecte d'échantillons, Burkina Faso.

© IRD/M. Barro

Photo p. 62, « Co-construire » : Atelier de cartographie participative autour du patrimoine culturel du littoral, Marquises. ©IRD/P. Ottino

Photo p. 88 : Travail participatif avec les populations, Madagascar.

© IRD/M. Léopold

Photo p. 110, « Transformer » : Fresque d'écolier autour du thème de la Pachamama, Équateur.

© IRD-CNRS/S. Desprats Bologna

Photo p. 136 : Enfants jouant sur une plage de Salango, Équateur.

© IRD/O. Dangles - F. Nowicki/*Une Autre Terre*

Coordination éditoriale : Corinne Lavagne

Couverture, maquette et mise en page : Charlotte Devanz

IRD, Marseille, 2022