

LA NUMÉRISATION POUR LE DÉVELOPPEMENT. UNE BOÎTE
À OUTILS POUR LES PRATICIENS DE LA COOPÉRATION AU
DÉVELOPPEMENT

PARTENARIATS INTERNATIONAUX (INTPA)

Les mégadonnées et l'intelligence artificielle

Fiche d'information n° 5

Cette fiche d'information fait partie d'une série de documents consacrés à la numérisation, aux partenariats internationaux de l'UE et à la pertinence des programmes de coopération entre l'UE et ses partenaires, dans le cadre de projets de développement. L'ensemble des fiches constitue une boîte à outils conçue pour fournir des définitions clés, ainsi qu'un aperçu des principales opportunités et défis pour le développement mondial en matière de transformation numérique. Elle est complétée par des études de cas et des suggestions de lectures complémentaires. En savoir plus sur [Cap4Dev](#)

Le monde vit une révolution des données. Le volume de données produit par les individus, les organisations et les entreprises ne cesse d'augmenter.

Ceux qui souhaitent jouer un rôle dans l'économie des données, les problèmes allant de la connectivité au traitement et au stockage des données, doivent prendre en compte la puissance informatique et la cybersécurité. De plus, des structures de gouvernance doivent être développées pour la gestion des données et le besoin d'avoir davantage de bases de données de qualité disponibles à utiliser et réutiliser. Ces sujets sont pris en compte par l'approche de l'Union européenne (UE) dans un environnement de plus en plus concurrentiel et géopolitiquement contesté, où les données sont au centre de la transformation économique et sociétale.

La [stratégie de l'UE relative aux données](#) et le [livre blanc sur l'IA](#) sont pertinents ici et ont été mentionnés dans la **fiche d'information jointe à la politique et la réglementation**.¹

L'approche de l'UE centrée sur l'humain est importante dans le contexte des partenariats internationaux et en tant que contrepoids pour éviter une « dystopie des mégadonnées ». L'initiative Gaïa-X en Europe et le projet phare relatif aux données UE-UA, tous deux brièvement présentés ici, font partie des initiatives récentes.

L'initiative Gaïa-X a pour but de créer une infrastructure européenne de données cloud afin de favoriser l'indépendance numérique dans le contexte de concurrents géopolitiques. Gaïa-X soutiendra le développement d'un écosystème numérique en Europe, qui générera de l'innovation et de nouveaux services et applications basés sur les données. Elle vise l'interopérabilité et la portabilité des infrastructures, des données et des services, et l'établissement d'un degré élevé de confiance pour les utilisateurs.

Grâce au projet phare UE-UA relatif aux données, la Commission européenne et la Commission de l'Union africaine s'efforceront de développer un cadre pour les données basé sur des valeurs et des

principes partagés et avec pour objectifs principaux de protéger les droits des citoyens, d'assurer la souveraineté des données et de soutenir la création du marché unique numérique africain. Le cadre commun relatif aux données visera exclusivement à créer une harmonisation des données sur le continent africain et à faciliter les investissements dans les infrastructures de données publiques et les technologies et services de données privés.

Les données sont le bloc constitutif de l'intelligence artificielle (IA). Les données et l'IA améliorent la vie quotidienne et sont déjà largement utilisées dans les activités de coopération au développement. En exploitant les mégadonnées, l'IA peut, par exemple :

- contribuer à l'atténuation et à l'adaptation au changement climatique, par exemple en améliorant les prévisions météorologiques, en garantissant la sécurité de la distribution de l'énergie, ainsi qu'en traquant les sources de pollution atmosphérique ;
- accroître l'efficacité de l'agriculture, en permettant de détecter les maladies des cultures de façon précoce et de prévoir l'offre et la demande du marché ;
- améliorer le développement et la planification urbains, y compris la mobilité urbaine, en analysant les données pour mieux comprendre comment les villes et les services peuvent être modifiés au profit de leurs habitants ;
- renforcer le développement du secteur privé en améliorant les chaînes d'approvisionnement et la logistique industrielle ; et
- rendre les diagnostics de santé plus précis, en détectant et en classant les maladies, permettant une meilleure prévention et même un meilleur traitement.

Cette fiche d'information propose une introduction aux mégadonnées et à l'IA et donne quelques exemples de cas d'utilisation pertinents pour la coopération au développement.

¹ L'UE propose une loi sur les données en 2021, qui pourrait favoriser le partage de données entre les entreprises et les gouvernements dans l'intérêt public, entre autres.

Qu'est-ce que les mégadonnées?

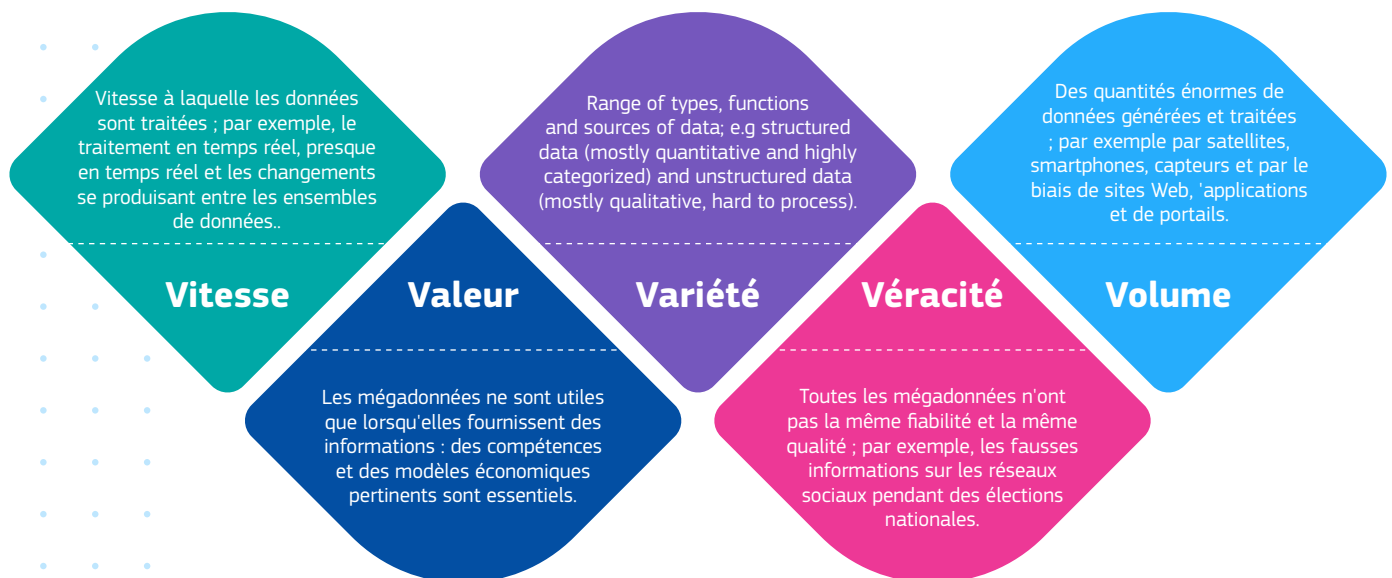
Mégadonnées est un terme générique désignant les grandes quantités de données numériques qui sont continuellement générées par la population mondiale. Les données peuvent être créées par des particuliers, des organisations, des gouvernements, des objets et des machines couvrant tout type d'interaction avec la technologie, qu'elle soit directe (une personne qui publie une photo sur un réseau social) ou indirecte (une image de la même personne prise par un satellite). Il n'y a pratiquement aucune différence entre ce que nous appelons les mégadonnées et tous les autres types de données. En fin de compte, **toutes les interactions actives et passives** entre une personne et les technologies numériques sont traduites en nombres numériques (zéros et uns). De cette façon, les mégadonnées intègrent des messages texte, des images et des vidéos, des messages vocaux, des signaux GPS et des données géospatiales, des achats électroniques et des transactions bancaires mobiles, des recherches en ligne et des historiques de navigation, des données de satellites, de voitures ou de montres de fitness, des données chronologiques et de réseau, etc.

Les données peuvent être stockées à la fois dans des systèmes de stockage locaux et sur Internet dans des centres de données basés sur le cloud. Étant donné que les mégadonnées sont extrêmement volumineuses, hautement diversifiées et complexes, et qu'elles grandissent très rapidement, elles ne peuvent pas être gérées avec des outils de gestion de données traditionnels.

L'Internet des objets (IdO)

L'International Data Corporation (IDC) estime qu'il y aura 41,6 milliards d'appareils IdO d'ici 2025. L'IDC a noté que les 79,4 zettaoctets (ZB) de données comprendront tout, des petits éléments qui génèrent des données, comme la santé et l'état de la machine, jusqu'aux grandes données non structurées provenant des caméras de vidéosurveillance.²

LES 5 V DES MÉGADONNÉES

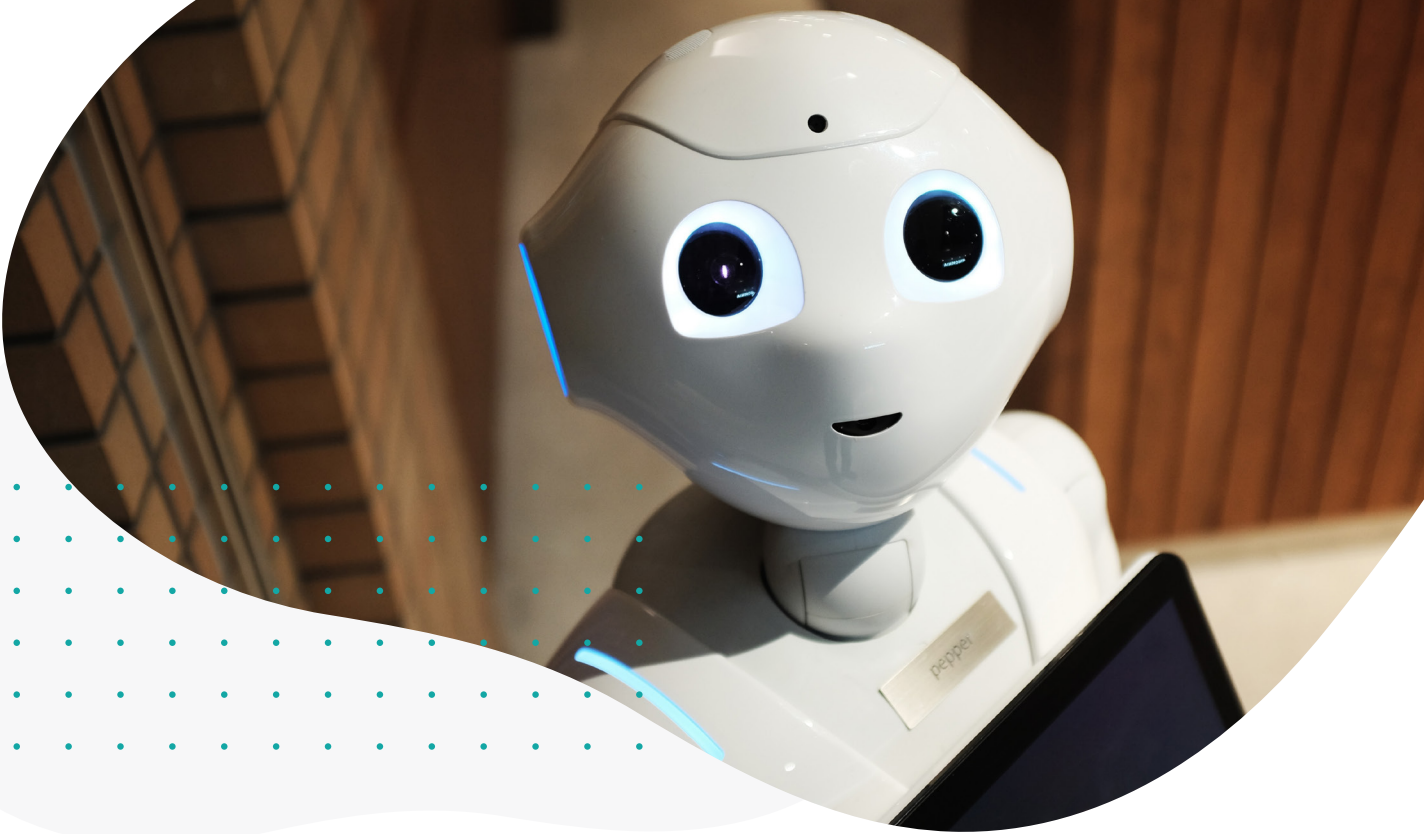


Les mégadonnées peuvent appartenir à des particuliers ou avoir **différents degrés de contrôle d'accès**. Aujourd'hui, les entreprises gèrent et analysent une énorme quantité d'ensembles de données, qui peuvent apporter des informations précieuses en soutien à la prise de décision ou fournir des informations sur le marché. Considérées comme « **le nouvel or** », les mégadonnées sont devenues une marchandise et un facteur clé de production, à condition qu'elles soient traitées correctement. Les entreprises monétisent souvent les actifs de données en proposant des produits et des applications basées sur les données. Par exemple, Facebook ne vend pas simplement ses données utilisateur sous forme brute. Il a plutôt développé une activité beaucoup plus rentable autour de la **publicité basée sur les données** qui permet aux marques de produits et de divertissement de cibler les utilisateurs de Facebook, sur la base des données que ces utilisateurs fournissent à propos de leurs opinions et de leurs préférences. Bon nombre des plus grandes sociétés informatiques d'aujourd'hui ont été accusées de monopoliser les données et d'abuser de domination du marché (en grande partie liée aux données) et il y a actuellement un regain d'intérêt pour un examen de la réglementation. D'un point de vue mondial, cela peut avoir des **impacts significatifs sur les tendances sociales et les événements politiques**, dont la perception des individus sur les événements dans le monde, et des tentatives d'influencer des élections présidentielles et parlementaires nationales.

Afin d'éviter une myriade d'abus rendus possibles par les mégadonnées et pour que les gouvernements bénéficient de manière appropriée des revenus et des informations pertinentes, il est essentiel de promouvoir des **lois et des politiques qui réglementent les données** aux niveaux national, régional et international. Les institutions du secteur public ont également commencé à intégrer **l'analyse des données pour orienter l'élaboration des politiques** à l'aide de nouveaux outils. Par exemple, le potentiel des mégadonnées à fournir des informations sur les **changements dans le paysage et les comportements** au fil du temps permet une modélisation prédictive et d'autres types d'analyse de données, qui donnent la possibilité aux institutions publiques de se concentrer davantage sur la prévention, au lieu de se limiter à traiter et atténuer les effets. D'où le fort besoin d'avoir des partenariats public-privé qui s'avèrent durables dans le temps avec des cadres clairs qui régulent les rôles, les besoins et les attentes de toute part.³ Ceci est extrêmement pertinent lorsqu'il s'agit de comprendre **comment les mégadonnées peuvent aider à résoudre les problèmes de développement**, de mesurer l'impact des stratégies et programmes pertinents, ainsi que de produire des politiques publiques efficaces. **La souveraineté des données** est un concept clé que les pays où la gouvernance des données fait défaut ou en est encore à ses débuts doivent traiter. La souveraineté des données est une exigence spécifique au pays selon laquelle les données sont soumises aux lois et aux structures de gouvernance du pays dans lequel elles sont collectées et traitées, et doivent rester à l'intérieur des frontières nationales.

² Business Wire, 18 juin 2019: [Growth Connected to IoT](#)

³ Nations Unies, [Big Data for Sustainable Development](#)



Qu'est-ce que l'IA ?

L'IA fait référence à toute machine ou algorithme capable d'observer son environnement, d'apprendre de l'expérience et, sur la base des connaissances acquises, de s'adapter à de nouvelles entrées et d'effectuer des tâches humaines.

Pour effectuer des tâches, les ordinateurs ont généralement besoin d'instructions étape par étape, appelées algorithmes. Une distinction générale est faite entre l'IA faible et forte. **L'IA faible** résout un problème assigné avec des algorithmes d'auto-optimisation. **L'IA forte** possède des compétences intellectuelles comparables, voire supérieures, à l'intelligence humaine. C'est actuellement dans le domaine de l'IA faible que la recherche et les applications en IA sont les plus avancées.⁴ Une application typique de l'IA dans ce domaine est l'**apprentissage automatique**, qui est utilisé pour analyser et traiter les mégadonnées. Ce faisant, l'IA peut détecter des relations et des schémas qui échappent à la perception humaine et peut prédire des schémas et des comportements futurs. Cela permet d'utiliser les mégadonnées pour automatiser et améliorer des tâches analytiques descriptives et prédictives complexes qui seraient extrêmement laborieuses et chronophages si elles étaient effectuées par des humains.

L'architecture réseau 5G (et par la suite 6G) prend en charge le traitement de l'IA, accélérant les services sur le cloud. À son tour, l'IA analyse et apprend plus rapidement à partir des mêmes données.⁵

Les mégadonnées alimentent le processus d'apprentissage automatique. À leur tour, les moyens plus rapides et plus efficaces d'analyser les données fournies par l'IA nous permettent d'obtenir des informations plus approfondies à partir de quantités de données plus importantes. Il existe une **relation à double sens entre les mégadonnées et l'IA**: les mégadonnées ne servent à rien si elles ne sont pas analysées, mais l'IA dépend fortement de la qualité des mégadonnées. Étant donné que le succès de l'IA et de l'apprentissage automatique dépend des données disponibles, nous ne pouvons pas tirer des **informations fiables de l'IA** si nous ne pouvons pas nous fier aux données à analyser. Les défis liés à la disponibilité de données fiables et les opportunités manquées qui en

découlent en matière d'IA sont particulièrement pertinents dans **les pays partenaires**, dans lesquels le système statistique national et l'économie numérique sont encore en développement.

Parallèlement à ces problèmes, il existe plusieurs risques potentiels liés à l'utilisation de l'IA. Ils concernent notamment l'éthique, les droits de l'Homme et la démocratie. L'IA peut provoquer des dommages intentionnels et non intentionnels, dont des menaces aux droits fondamentaux tels que la vie privée et la non-discrimination, liés au sexe ou à des groupes ethniques, une intrusion dans notre vie privée ou elle peut être utilisée à des fins criminelles (ainsi que pour la désinformation et les cyberattaques). Les problèmes ne sont pas seulement liés à des données trompeuses mais aussi à d'autres facteurs comme l'opacité du système, conduisant à un **effet de boîte noire**, et la **manipulation consciente du comportement** que certaines entités pourraient décider de mettre en œuvre. De plus, il est fondamental de tenir compte de la complexité croissante des **réseaux de neurones**, qui peuvent intégrer des milliers de couches, et font qu'il est de plus en plus difficile de comprendre le processus décisionnel de l'IA, et donc de vérifier si les règles éthiques ont été respectées. L'IA peut également transformer la nature et la pratique des conflits. Non seulement elle peut augmenter l'efficacité du déploiement de systèmes d'armes, qui peuvent fonctionner de manière autonome, mais l'IA cherche également à améliorer considérablement la vitesse et la précision de la logistique militaire, du renseignement et de la connaissance de la situation, de la planification du champ de bataille et des opérations en général.

Références clés sur l'IA et l'éthique:

Commission européenne

[Groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle](#)

Parlement européen

[The Ethics of Artificial Intelligence: Issues and Initiatives](#)

Agence des droits fondamentaux de l'Union européenne (FRA).

[Artificial Intelligence, Big Data and Fundamental Rights](#)

UNESCO

[PÉtude préliminaire sur l'éthique de l'intelligence artificielle](#)

OCDE

[Principes éthiques](#)

⁴ Ministère fédéral allemand de la coopération économique et du développement (BMZ), [Glossary – Digitalisation in Development cooperation](#)

⁵ Deepsig, [How AI Improves 5G Wireless Capabilities](#)

Au cours de son histoire, le développement de l'IA a connu plusieurs fluctuations:

- Années 1950** ● Le test de Turing est proposé : si une machine peut tromper les humains en leur faisant croire qu'elle est humaine, elle a fait preuve d'intelligence humaine. Le terme IA est inventé pour décrire « la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes ».
- Années 1960** ● Le développement de l'IA et l'apprentissage automatique s'accroissent à mesure que les ordinateurs deviennent plus accessibles et plus puissants.
- Années 1970** ● Déclin de l'IA : La recherche et le développement de l'IA subissent une baisse importante d'intérêt et d'investissements, en raison de nombreux faux départs et impasses.
- Années 1980** ● Une reprise des financements conditionne les progrès, par exemple dans le deep learning (maintenant pleinement utilisé pour les chatbots, la reconnaissance faciale, les publicités personnalisées, etc.).
- Années 1990** ● Une décennie de réalisations pour l'IA, par exemple Deep Blue, un ordinateur d'IBM qui bat aux échecs le champion du monde Garry Kasparov, et Kismet, un robot capable de reconnaître et d'afficher des émotions.
- Années 2000 de nos jours** ● L'IA devient de plus en plus sophistiquée, avec la création de robots industriels, de drones et de voitures sans conducteur. Elle devient également courante dans le commerce électronique et les plateformes numériques.

L'IA et l'avenir du travail

Il a été prouvé que les nouvelles technologies affectent principalement les tâches plutôt que les emplois. Cela explique pourquoi les technologies numériques ne se contentent pas de créer et de détruire des emplois : elles modifient aussi ce que les gens font au travail et comment ils le font. L'IA reprend principalement les opportunités de travail routinier bon marché, dont celles récemment externalisées dans les pays en développement, par exemple dans l'assistance des services clients, l'industrie et la fabrication, et l'administration du back-office. Toutefois, les progrès de l'IA n'impliquent pas nécessairement des pertes d'emplois pour les travailleurs de niveau intermédiaire ou inférieur, car les innovations créent également des emplois.⁶ Pour que les pays puissent répondre aux nouveaux besoins du marché du travail résultant du progrès technologique, il est essentiel d'investir dans des politiques habilitantes axées sur les compétences innovantes requises pour gérer la technologie, comme on l'a vu avec les changements technologiques passés⁷

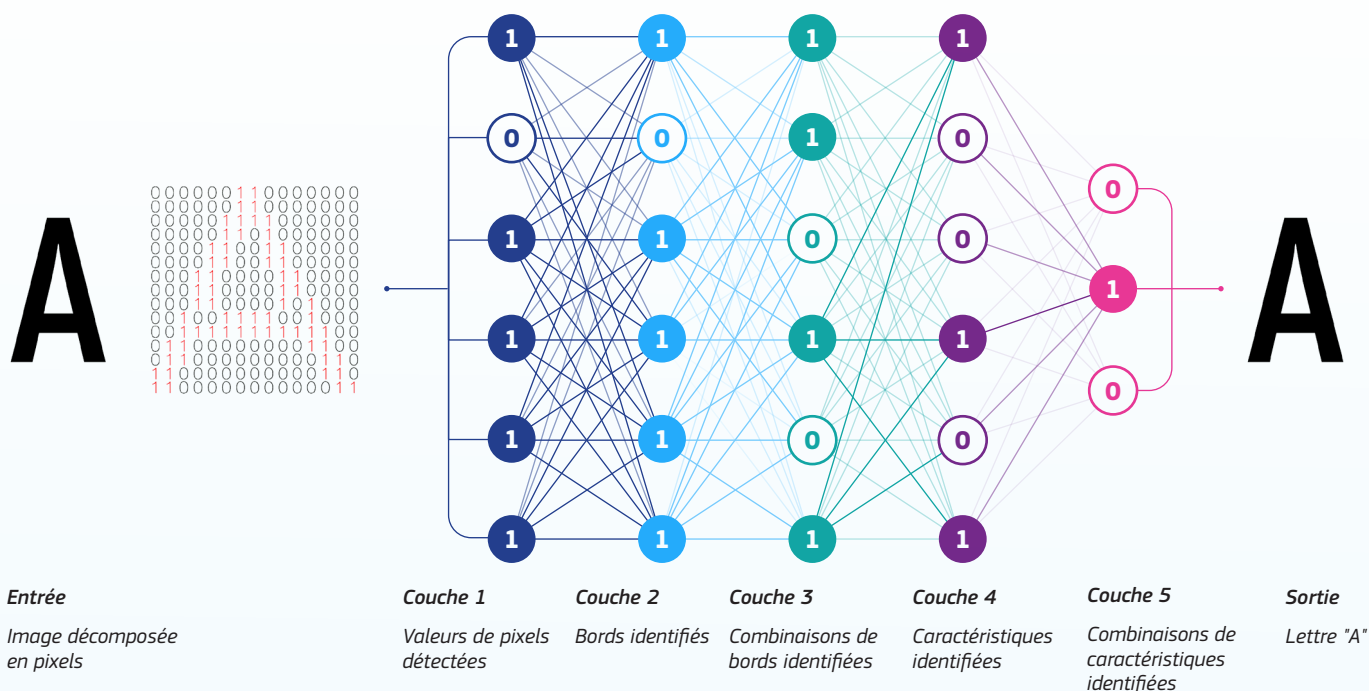


L'entrepreneuriat et les compétences seront les principaux sujets de deux futures fiches d'information de cette série.



La politique et la réglementation ont fait l'objet de l'une des précédentes fiches d'information de cette série.

RÉSEAU DE NEURONES POUR LA RECONNAISSANCE OPTIQUE DE CARACTÈRES (OCR)



Comment fonctionne l'OCR?

L'OCR décompose d'abord la lettre « A » en pixels et le réseau de neurones utilise ces pixels comme entrée dans la couche 1. Les pixels traversent ensuite les différentes couches de neurones numériques artificiels. Différentes caractéristiques de l'entrée sont révélées dans chaque couche et chaque neurone artificiel transmet des signaux à certains neurones de la couche suivante pour finalement obtenir la sortie "Lettre-A".

⁶ Commission européenne, [The Changing Nature of Work and Skills in the Digital Age](#)

⁷ MIT Work of the Future [The Work of the Future Report 2020](#)



ÉTUDE DE CAS

De brefs exemples de la façon dont les mégadonnées et l'IA sont utilisées pour le développement international

- [Springster](#) a développé un chatbot, appelé [BigSis](#), qui donne des conseils d'experts aux questions des jeunes filles sur la santé sexuelle. La plateforme fonctionne via Facebook Messenger/Whatsapp et offre aux jeunes filles un espace sûr pour accéder aux informations de manière confidentielle, dans des contextes où il est souvent impossible d'accéder aux informations sur la santé sexuelle et les relations, en raison de la stigmatisation sociale et où le manque de sensibilisation implique souvent que les jeunes filles reçoivent des informations inutiles ou incorrectes. La phase initiale a été menée aux Philippines, en Afrique du Sud, en Tanzanie et au Nigeria.
- L'Université de Chicago a créé le [Million Neighbourhoods Map](#), qui visualise l'infrastructure des bâtiments et les réseaux routiers, ou leur absence. L'objectif est de fournir aux autorités locales et aux résidents de la communauté un outil de visualisation pour aider à éclairer et à hiérarchiser les projets d'infrastructure dans les quartiers mal desservis, y compris les établissements urbains informels. La Million Neighborhoods Map a été créée à l'aide d'algorithmes développés par la recherche et appliqués à OpenStreetMap, une base de données SIG open source disponible gratuitement et basée sur le crowdsourcing.
- Le projet [Open Algorithms \(OPAL\)](#) est une innovation socio-technologique qui exploite les mégadonnées du secteur privé à des fins d'intérêt social. Il fonctionne principalement en « envoyant le code aux données » (par opposition à l'inverse) d'une manière qui préserve la confidentialité, qui est prévisible, participative, évolutive et durable. En libérant le pouvoir des mégadonnées détenues par des entités privées, OPAL vise à contribuer au renforcement des capacités et des connexions locales et à façonner les futurs cadres technologiques, politiques, éthiques et juridiques qui aideront à régir la collecte, le contrôle et l'utilisation locales des mégadonnées.
- [Google Earth Engine](#), l'une des plateformes les plus connues pour l'analyse des mégadonnées, est une plateforme pour l'analyse scientifique et la visualisation d'ensembles de données géospatiales qui comprennent des images historiques de la Terre remontant à plus de quarante ans. [Global Forest Watch](#) est un excellent exemple de la façon dont cette plateforme peut être utilisée, montrant comment de vastes quantités d'images satellites peuvent être analysées pour identifier où et quand la couverture arborée a changé au fil du temps et à l'échelle mondiale. Plus important encore, elle a contribué à mettre en évidence les taux croissants de perte des forêts tropicales et elle a accéléré la mise en œuvre de programmes nationaux de surveillance des forêts.

- [Copernicus](#), le programme d'observation de la Terre de l'UE fournit une masse de données qui peuvent être traitées par l'IA (apprentissage automatique) à des fins des secteurs public et privé.



Copernicus a fait l'objet de l'une des précédentes fiches d'information de cette série.

ÉTUDE DE CAS

Intervention d'urgence et prévision sismique

Ces dernières années, de nombreux pays situés dans des zones hautement sismiques (une zone subissant de nombreux tremblements de terre), comme le Népal, se tournent de plus en plus vers l'IA pour renforcer leur résilience face aux futurs tremblements de terre. L'IA utilise déjà des modèles prédictifs pour analyser des quantités massives de données sismiques, facilitant la compréhension et fournissant des signaux d'alerte précoces plus rapides et fiables avant que les tremblements de terre ne frappent, ce qui réduit les pertes de vie et les dommages matériels pendant les tremblements de terre. L'IA est également utilisée après les tremblements de terre pour aider à sauver des vies et accélérer la mission de sauvetage. Par exemple, un modèle prédictif basé sur des techniques d'apprentissage automatique a été développé pour atténuer les conséquences d'un tremblement de terre majeur qui a frappé le Népal en 2015, d'une magnitude de 8,1 Ms et d'une intensité maximale de VIII (grave) sur l'échelle de Mercalli, touchant plus de 8 millions de personnes. Après ce tremblement de terre, des drones ont été déployés et utilisés pour cartographier et évaluer les dégâts, fournissant rapidement des informations précieuses sur les besoins humanitaires des survivants. Trois ans plus tard, Fusemachines (une entreprise développant des produits qui exploitent l'IA) et les systèmes d'information géospatiale (SIG) se sont associés aux responsables de la ville de Sankhu et ont à nouveau utilisé des drones et l'intelligence artificielle pour estimer automatiquement les besoins en reconstruction à allouer. Plus précisément, les données accumulées à partir de la cartographie aérienne de la région par les drones ont été traitées à l'aide d'algorithmes avancés d'apprentissage automatique. En combinant l'imagerie par drone, la cartographie numérique et l'apprentissage automatique, l'équipe a configuré la modélisation régionale et le développement d'infrastructures avec une plus grande précision. Compte tenu du nombre de variables complexes à prendre en compte lors de la prévision des tremblements de terre, telles que la position des plaques tectoniques ou le type de sol impliqué, les chercheurs ont conclu que l'apprentissage automatique est le mieux adapté pour analyser ces signaux sismiques complexes. En utilisant l'IA et l'apprentissage automatique, la résilience peut être renforcée contre les futurs tremblements de terre à l'échelle mondiale, protégeant des vies, des biens et, en fin de compte, améliorant les moyens de subsistance des communautés dans le monde en développement.

Pour aller plus loin

Le [répertoire mondial de l'IA](#) de l'Union internationale des télécommunications (UIT) contient des informations sur les projets, les initiatives de recherche, les groupes de réflexion et les organisations qui tirent parti de l'IA pour accélérer les progrès vers la réalisation des ODD.

Le rapport 2018 des [Nations Unies sur les activités sur l'IA](#) répertorie toutes les initiatives liées à l'IA mises en œuvre par les agences des Nations Unies.

[IDIA AI & Development Working Group - Landscape Mapping](#) - Une cartographie des acteurs internationaux impliqués dans l'IA et la coopération au développement par l'International Development Innovation Alliance (IDIA).

Documents multimédias AI

- ▶ IUIT : « AI for SDGs - How can Artificial Intelligence address humanity's greatest challenges? »
- ▶ Série de l'UNESCO sur l'intelligence artificielle : « Nnenna Nwakanma : Artificial Intelligence, Youth, and the Digital Divide in Africa »
- ▶ L'initiative AI for Good de Microsoft
- ▶ Google AI Impact Challenge : « Using Technology to Change the World (Google I/O'19) »

Mégadonnées

- ▶ Global Pulse des Nations Unies : « PulseSatellite: A collaboration tool using human-AI interaction to analyse satellite imagery »
- ▶ Orange for Development : « How can Big Data encourage societal development and well being? »
- ▶ GIZ (Société allemande pour la coopération internationale) : « Dark Days or a Brighter Tomorrow? How Big Data, Open Algorithms, and AI May Affect Human Development »

Références

Commission européenne, (2019a). [A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines](#) Groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle.

Commission européenne, (2019b). [Ethics guidelines for trustworthy AI](#) Groupe d'experts de haut niveau sur l'intelligence artificielle.

Craglia M. (Ed.), Annoni A., Benczur P., Bertoldi P., Delipetrev P., De Prato G., Feijoo C., Fernandez Macias E., Gomez E., Iglesias M., Junklewitz H., López Cobo M., Martens B., Nascimento S., Nativi S., Polvora A., Sanchez I., Tolan S., Tuomi I., Vesnic Alujevic L., (2018). Artificial Intelligence – A European Perspective, EUR 29425 EN, Office des publications, Luxembourg, ISBN 978-92-79-97219-5, doi: 10.2760/936974, JRC113826.

Commission européenne, (2020). [A European strategy for data](#) Communication de la Commission au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des régions COM(2020) 66 final. Bruxelles.

Commission européenne, (2020). [On Artificial Intelligence - A European Approach to Excellence and Trust, White Paper](#). COM(2020) 65 final.

Gholami, S., (2018). [Spatio-Temporal Model for Wildlife Poaching Prediction Evaluated Through a Controlled Field Test in Uganda](#). Association américaine pour l'intelligence artificielle.

Kshirsagar, V., Wiecek, J., Ramanathan, S. & Wells, R., (2017). [Household](#)

[poverty classification in data-scarce environments: a machine learning approach](#). 31e conférence sur les Neural Information Processing Systems, Long Beach, CA. États-Unis.

Chambers, M., Doig, C. & Stokes-Rees, I., (2017). [Breaking Data Science Open-How Open Data Science is Eating the World](#). O'Reilly Media, Inc. Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472.

Databricks, (2017). [The Democratization of Artificial Intelligence and Deep Learning](#). Apache Software Foundation.

Loukides, M., (2010). [What Is Data Science?](#) O'Reilly Media, Inc., Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472.

Maheshwari, A.K., (2016). *Big Data: Made Accessible: 2020 Edition*, 333 pp, ISBN-10: B01HPFZRBV

Parkash, O., (pas de date). [Scope of Artificial Intelligence](#), Leçon N° 01, Code document : MCA 402.

Institut SAS, 2021. [Artificial Intelligence – What it is and why it matters](#).

Commission européenne, (2021). [Big data - Shaping Europe's digital future](#).

Commission européenne, (pas de date). [Policies on Big Data – Shaping Europe's Digital Future](#).

Commission européenne, (pas de date). [Building a European Data Economy](#).

Elite Data Science, (2020). [Data Cleaning \(Chapter 3\)](#), Data Science Primer

Sharma, G., (2016). [Armed with Drones, Aid Workers Seek Faster Response to Earthquakes, Floods](#). Fondation Thomson Reuters.

Microsoft News Centre India, (2017). [Digital Agriculture: Farmers in India are using AI to increase crop yields](#).

Yao, S., Zhu, Q., & Siclait, P., (2018). [Categorizing Listing Photos at Airbnb](#).

Partenariat mondial pour les données du développement durable, (pas de date). Étude de cas OPAL: [Unlocking Private Sector Data](#).

Melnichuk, A., (2020). [How Big Data and AI Work Together](#). Ncube.

Casey, K., (2019). [How Big Data and AI Work Together](#). The Enterprisers Project.

Vuleta, B., (2020). [How Much Big Data is Created Every Day?](#) Seed Scientific.

Sittón-Candanedo, I. & Corchado Rodríguez, J., (2019). [An Edge Computing Tutorial](#). Journal oriental d'informatique et de technologie. 12. 34-38. 10.13005/ojst.12.02.02.

Gurcan, F. & Berigel, M., (2018). Real-Time Processing of Big Data Streams: Lifecycle, Tools, Tasks, and Challenges. 2ème Symposium International sur les Etudes Multidisciplinaires et les Technologies Innovantes (ISMIT). DOI : 10.1109/ISMIT.2018.8567061.

Commission européenne, (pas de date). [Artificial Intelligence, Case Study Summary. Internal Market](#), Industrie, Entrepreneuriat et PME

Commission européenne, (pas de date). [Cloud Computing, Shaping Europe's Digital Future](#).

Mills, T., (2019). [Five Benefits of Big Data Analytics and How Companies Can Get Started](#). Forbes Technology Council.

Yeung, J., (2020). [What is Big Data and What Artificial Intelligence Can Do? Towards Data Science](#).

Hansen, M., Potapov, P., Moore, R., & Hancher, M., (2013). [The First Detailed Maps of Global Forest Change](#). Blog de l'IA de Google.

Page, V., (2020). [What is Amazon Web Services and Why is it so Successful?](#) Investopedia.

OPAL, (2017). [What is the Open Algorithms \(OPAL\) Project?](#) Paris 21.

Das, A., (2019). [AI for Earthquake Damage Modelling. Towards Data Science](#).

Shiwakoty, S., (2019). [Tools for Better Seismic Detection](#). The Katmandu Post

World Economic Forum (no date). [Fourth Industrial Revolution for the Earth](#).