

Rapport 2019 de l'OMPI sur les  
tendances technologiques  
Résumé

# Intelligence artificielle

**Le Rapport 2019 de l'OMPI sur les tendances technologiques: l'intelligence artificielle met en évidence la manière dont les technologies fondées sur l'intelligence artificielle pénètrent rapidement les marchés mondiaux et rassemble les points de vue d'experts à l'avant-garde dans ce domaine. Il s'agit d'une contribution qui vise à fournir aux décideurs des secteurs public et privé une meilleure base de connaissances pour les discussions sur l'avenir de l'intelligence artificielle et à définir le cadre politique et réglementaire dans ce domaine qui évolue rapidement. Pour des statistiques plus complètes, voir [www.wipo.int/tech\\_trends/fr/artificial\\_intelligence](http://www.wipo.int/tech_trends/fr/artificial_intelligence).**

L'intelligence  
artificielle constitue  
une nouvelle frontière  
numérique qui  
aura une incidence  
considérable sur le  
monde, transformant  
notre manière de  
vivre et de travailler.

**Francis Gurry, Directeur général de l'OMPI**

# Résumé

L'intelligence artificielle est à l'origine d'avancées importantes sur les plans technologique et commercial, qu'il s'agisse de véhicules autonomes, de diagnostics médicaux ou d'industrie manufacturière de pointe. À mesure que l'intelligence artificielle passe du domaine du virtuel au marché mondial, sa croissance est alimentée par une profusion de données numérisées et une puissance de traitement informatique qui progresse rapidement, avec un effet potentiellement révolutionnaire: en détectant des tendances parmi des milliards de points de données apparemment sans rapport, l'intelligence artificielle peut améliorer les prévisions météorologiques, accroître le rendement des cultures, améliorer la détection du cancer, prévoir une épidémie et améliorer la productivité industrielle.

L'intelligence artificielle représente l'électricité de demain. Je ne peux imaginer un seul secteur industriel qui ne sera pas transformé par l'intelligence artificielle.

## **Les tendances technologiques peuvent être déterminées grâce à l'analyse des brevets**

S'appuyant sur l'expertise de l'OMPI en matière d'analyse de données sur les brevets, cette première publication de la série consacrée par l'OMPI aux "tendances technologiques" examine les tendances à l'ère de l'intelligence artificielle : elle analyse les brevets, les publications scientifiques et autres données afin d'étudier les tendances passées et actuelles, et donne un aperçu des perspectives en matière d'innovation dans ce domaine au cours des prochaines années.

Cette publication est l'une des premières à rechercher systématiquement les tendances dans les technologies fondées sur l'intelligence artificielle afin de découvrir les domaines qui présentent le plus grand nombre d'activités innovantes en la matière, ainsi que les entreprises et les institutions qui sont à la pointe du développement de l'intelligence artificielle et la localisation des futurs marchés en expansion.

L'OMPI a mis au point un nouveau cadre pour la compréhension de l'évolution dans ce domaine, les technologies liées à l'intelligence artificielle étant regroupées de manière à prendre en considération trois dimensions : les techniques utilisées en intelligence artificielle, telles que l'apprentissage automatique; les applications fonctionnelles, telles que le traitement de la parole et la vision par ordinateur; les domaines d'application, notamment les télécommunications et les transports.

Pour chacun de ces domaines, ce rapport fournit des données et des analyses qui recensent les tendances, les acteurs clés, la répartition géographique et l'activité du marché, y compris les acquisitions et les litiges. Il comprend en outre des contributions de spécialistes de l'intelligence artificielle du monde entier, qui traitent de questions telles que les utilisations actuelles et potentielles et l'impact des technologies fondées sur l'intelligence artificielle, les questions juridiques et réglementaires, la protection des données et les préoccupations éthiques.

## **Augmentation rapide du nombre d'inventions fondées sur l'intelligence artificielle, qui passent du domaine théorique à une application commerciale**

Depuis l'apparition de l'intelligence artificielle dans les années 50, les inventeurs et les chercheurs ont déposé des demandes portant sur près de 340 000 inventions en rapport avec l'intelligence artificielle et publié plus de 1,6 million d'articles scientifiques.

Plus particulièrement, le nombre de demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle a augmenté rapidement : plus de la moitié des inventions recensées ont été publiées à partir de 2013.

Alors que les publications scientifiques sur l'intelligence artificielle remontent à plusieurs décennies, leur forte augmentation n'a commencé qu'autour de 2001, environ 12 ans avant l'explosion du nombre de demandes de brevet. De plus, le rapport entre le nombre d'articles scientifiques et le nombre d'inventions est passé de 8:1 en 2010 à 3:1 en 2016, ce qui signifie que l'on est passé de la recherche théorique à l'utilisation des technologies fondées sur l'intelligence artificielle dans les produits et les services commerciaux.

## **Certains domaines de l'intelligence artificielle connaissent une croissance plus rapide que d'autres...**

L'apprentissage automatique, qui est la principale technique d'intelligence artificielle divulguée dans les brevets, est inclus dans plus du tiers de l'ensemble des inventions recensées (134 777 documents de brevet). Le nombre de demandes de brevet en rapport avec l'apprentissage automatique a augmenté chaque année de 28% en moyenne annuelle, 20 195 demandes de brevet ayant été déposées en 2016 (contre 9567 en 2013).

Les techniques d'apprentissage automatique qui révolutionnent l'intelligence artificielle, à savoir l'apprentissage profond et les réseaux neuronaux, sont les techniques d'intelligence artificielle

qui connaissent la croissance la plus rapide au regard du dépôt de demandes de brevet : l'apprentissage profond a connu un taux de croissance annuel moyen impressionnant de 175% de 2013 à 2016, pour atteindre 2399 dépôts de demandes de brevet en 2016; les réseaux neuronaux ont progressé à un taux de 46% pendant la même période, avec 6506 dépôts de demandes de brevet en 2016.

Parmi les applications fonctionnelles de l'intelligence artificielle, la vision par ordinateur, qui comprend la reconnaissance d'images, est la plus populaire. La vision par ordinateur est mentionnée dans 49% de l'ensemble brevets en rapport avec l'intelligence artificielle (167 038 documents de brevet), soit une croissance annuelle moyenne de 24% (21 011 demandes de brevet déposées en 2016).

Les applications fonctionnelles de l'intelligence artificielle qui ont enregistré les taux de croissance les plus élevés en matière de dépôts de demandes de brevet entre 2013 et 2016 étaient la robotique et les méthodes de contrôle, qui ont toutes deux augmenté en moyenne de 55% par année.

Les taux de croissance observés dans les données sur les brevets en rapport avec l'intelligence artificielle sont sensiblement plus élevés que le taux de croissance annuel moyen des brevets dans tous les domaines technologiques, qui s'élevait à 10% entre 2013 et 2016.

### **... et un grand nombre de brevets en rapport avec l'intelligence artificielle portent sur des inventions pouvant être appliquées dans différentes industries...**

Les brevets en rapport avec l'intelligence artificielle non seulement divulguent les techniques et les applications de l'intelligence artificielle, mais ils font aussi souvent référence à un domaine d'application ou à une industrie. L'analyse montre que de nombreux secteurs et industries étudient la possibilité de procéder à l'exploitation commerciale de l'intelligence artificielle. Vingt domaines d'application ont été recensés et au moins un

d'entre eux a été mentionné dans 62% de l'ensemble des données sur les brevets en rapport avec l'intelligence artificielle. Il s'agit, par ordre d'importance, des télécommunications (mentionnées dans 15% de l'ensemble des documents de brevet recensés), des transports (15%), des sciences de la vie et des sciences médicales (12%) et des dispositifs personnels, de l'informatique et de l'interaction homme-machine (11%). D'autres secteurs figurent dans les résultats, notamment les banques, le divertissement, la sécurité, l'industrie et la fabrication, l'agriculture et les réseaux (y compris les réseaux sociaux, les villes intelligentes et l'Internet des objets).

Un grand nombre de technologies en rapport avec l'intelligence artificielle peuvent être utilisées dans différentes industries, comme le montre le grand nombre de brevets qui font référence à plusieurs industries. Les transports occupent une place prépondérante non seulement dans les résultats globaux, mais aussi parmi les secteurs qui affichent les taux de croissance les plus élevés, avec une croissance annuelle de 33% entre 2013 et 2016 (8764 dépôts en 2016). Les secteurs de l'aéronautique et de l'avionique (croissance annuelle de 67%, avec 1813 dépôts en 2016) et des véhicules autonomes (croissance annuelle de 42%, avec 5569 dépôts en 2016) sont en rapide expansion dans la catégorie des transports. L'essor des technologies dans le domaine des transports devient plus évident lorsqu'on examine les tendances au cours de la période 2006-2016 : alors qu'elles représentaient seulement 20% des demandes en 2006, elles constituaient en 2016 un tiers des demandes (plus de 8700 dépôts de demandes).

Bien que le taux de croissance affiché ne soit pas aussi élevé que celui des transports, les dépôts de demandes de brevet dans le domaine des télécommunications en rapport avec l'intelligence artificielle ont quand même augmenté en moyenne de 23% par année entre 2013 et 2016, avec 6684 dépôts en 2016. Dans le secteur des télécommunications, les réseaux informatiques et l'Internet (17%) ainsi que la radiodiffusion et la télévision (17%) ont enregistré la plus forte croissance. Les dépôts dans le domaine des sciences de la vie et des sciences médicales ont augmenté de 12% au cours de la même période, avec 4112 dépôts en 2016,

y compris l'informatique médicale (18% de croissance) et la santé publique (17% de croissance). Les dispositifs personnels, l'informatique et l'interaction homme-machine ont connu une croissance annuelle moyenne de 11% entre 2013 et 2016, avec 3977 dépôts en 2016, et dans cette catégorie, une croissance notable a été enregistrée dans le sous-domaine de l'informatique affective (37%), qui reconnaît les émotions humaines.

L'apprentissage automatique, qui est la principale technique d'intelligence artificielle divulguée dans les brevets, est inclus dans plus du tiers des inventions recensées

Parmi les autres secteurs et sous-catégories au sein des secteurs ayant connu une croissance notable des dépôts de demandes de brevet, il convient de mentionner les villes intelligentes (croissance annuelle de 47%), l'agriculture (32%), l'informatique au niveau du gouvernement (30%) et la banque et la finance (28%).

### **... alors que certaines techniques, applications et industries de l'intelligence artificielle semblent être étroitement liées.**

Près de 70% des inventions liées à l'intelligence artificielle mentionnent une technique, une application ou un domaine de l'intelligence artificielle en rapport avec un autre. Les combinaisons les plus fréquentes dans les dépôts de demandes de brevet sont : l'apprentissage profond avec la vision par ordinateur; la vision par ordinateur avec le transport, les télécommunications et la sécurité; l'ingénierie ontologique avec le traitement du langage naturel; et l'apprentissage automatique avec les sciences de la vie et les sciences médicales. Ces combinaisons semblent indiquer les domaines où l'évolution rapide de l'intelligence artificielle dans un avenir proche est à suivre.

## **Les entreprises, en particulier celles du Japon, des États-Unis d'Amérique et de la Chine, dominent l'activité en matière de brevets**

Les entreprises représentent 26 des 30 principaux déposants de demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle, tandis que quatre seulement sont des universités ou des organismes de recherche publics. Ce schéma s'applique à la plupart des techniques, applications et domaines de l'intelligence artificielle. Sur les 20 plus grandes sociétés déposant des brevets en rapport avec l'intelligence artificielle, 12 sont basées au Japon, trois aux États-Unis d'Amérique et deux en Chine. Les entreprises japonaises d'électronique grand public sont particulièrement bien représentées.

## **IBM et Microsoft sont les chefs de file du dépôt de demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle dans différents secteurs en rapport avec l'intelligence artificielle**

IBM possède le plus grand portefeuille de demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle avec 8290 inventions, suivi de Microsoft avec 5930 demandes. Les portefeuilles des deux sociétés couvrent un large éventail de techniques, d'applications et de domaines de l'intelligence artificielle, ce qui indique qu'elles ne limitent pas leur activité à une industrie ou un domaine particulier. Les trois autres sociétés figurant sur la liste des cinq principales entreprises sont Toshiba (5223), Samsung (5102) et NEC (4406). La State Grid Corporation of China s'est hissée parmi les 20 principales entreprises, ses dépôts de demandes de brevet ayant augmenté de 70% par an en moyenne entre 2013 et 2016, en particulier dans les techniques d'apprentissage automatique d'approches bioinspirées, qui s'appuient sur l'observation de la nature, et des machines à vecteurs de support, une forme d'apprentissage supervisé.

Dans certains domaines et techniques, le plus grand nombre de demandes de brevet provient d'entreprises possédant un degré élevé de spécialisation et d'expertise dans ce domaine. Citons par exemple Baidu, qui se classe en tête pour l'apprentissage

approfondi, Toyota et Bosch, qui occupent une place importante dans les transports, et Siemens, Philips et Samsung dans les sciences de la vie et les sciences médicales. Certaines entreprises bien connues qui ne figurent pas parmi les principaux acteurs mondiaux en matière de brevets dans le domaine de l'intelligence artificielle sont néanmoins très présentes dans d'autres domaines, notamment Facebook et Tencent dans les réseaux et les réseaux sociaux. L'expertise de l'industrie et l'accès à des données spécialisées peuvent expliquer pourquoi certaines entreprises sont chefs de file dans des industries spécifiques.

### **Les universités contribuent de manière significative à la recherche sur l'intelligence artificielle dans des domaines spécifiques, les universités chinoises étant en première ligne**

Malgré la prédominance des entreprises en intelligence artificielle, les universités et les organismes de recherche publics jouent un rôle de premier plan dans les inventions dans certains domaines de l'intelligence artificielle tels que l'intelligence artificielle distribuée, certaines techniques d'apprentissage automatique et les neurosciences ou la neuro-robotique.

Les établissements chinois représentent 17 des 20 principales universités ayant déposé des demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle, et 10 des 20 principales universités en ce qui concerne les publications scientifiques dans ce domaine. Les établissements chinois ont des compétences particulièrement solides dans la technique de l'apprentissage profond, en pleine expansion. Le principal organisme de recherche public déposant des demandes de brevet est l'Académie chinoise des sciences, avec plus de 2500 familles de brevets et plus de 20 000 articles scientifiques publiés sur l'intelligence artificielle. Elle possède en outre le plus grand portefeuille de brevets (235 familles de brevets). Les établissements chinois ont conforté leur avance, leurs dépôts de demandes de brevet ayant augmenté en moyenne de plus de 20% par an entre 2013 et 2016, ce qui leur permet d'égaliser ou de dépasser le taux de croissance des établissements de la plupart des autres pays.

L'Institut de recherche en électronique et en télécommunications (ETRI) de la République de Corée se classe au deuxième rang des universités et des organismes de recherche publics en matière de dépôt de demandes de brevet et se classe parmi les 30 principaux déposants de demandes de brevet en général.

Parmi les 500 principaux déposants de demandes de brevet, on dénombre 167 universités et organismes de recherche publics. Cent-dix de ces derniers sont chinois, 20 viennent des États-Unis d'Amérique, 19 de la République de Corée et 4 du Japon. Quatre organismes de recherche publics européens figurent parmi les 500 principaux déposants; l'institution européenne la mieux classée est l'Institut Fraunhofer allemand, classé au cent cinquante-neuvième rang, tandis que le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), se classe au cent quatre-vingt-cinquième rang.

### **Les États-Unis d'Amérique et la Chine sont les principaux pays visés dans les demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle...**

Les offices des États-Unis d'Amérique et de la Chine sont les deux offices les plus populaires en ce qui concerne le dépôt de demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle, conformément aux tendances en matière de demandes de brevet dans d'autres domaines, suivis du Japon. Ces trois offices représentent 78% du nombre de demandes de brevet déposées. Le système PCT de l'OMPI, qui permet aux déposants de demandes de brevet d'agir dans plusieurs pays à la fois en déposant une seule demande, est de plus en plus utilisé. Le système du PCT se classe au quatrième rang en ce qui concerne le dépôt de demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle.

### **...mais les dépôts ont un caractère de plus en plus international**

Un grand nombre de demandes de brevet sont étendues à plus d'un ressort juridique. Un tiers de l'ensemble des demandes

de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle est déposé dans d'autres ressorts juridiques à la suite du premier dépôt et 8% sont déposés dans cinq ressorts juridiques ou plus.

Parmi les trois principaux offices de dépôt, 40% des demandes de brevet déposées initialement au Japon et 32% des demandes de brevet déposées d'abord aux États-Unis d'Amérique sont ensuite déposées ailleurs. Seulement 4% des demandes de brevet déposées en premier lieu en Chine sont ensuite déposées dans d'autres pays.

Les entreprises et les universités chinoises ont actuellement tendance à déposer leurs demandes en Chine seulement, en comparaison avec les déposants d'autres pays, en particulier les États-Unis d'Amérique.

Les établissements chinois représentent 17 des 20 principales universités ayant déposé des demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle, et 10 des 20 principales universités en ce qui concerne les publications scientifiques dans ce domaine.

### **Les acquisitions complètent les stratégies internes en matière de recherche et de propriété intellectuelle**

Au total, 434 entreprises du secteur de l'intelligence artificielle ont été acquises depuis 1998 et 53% des acquisitions se sont produites à partir de 2016. Le nombre d'acquisitions recensées dans le secteur de l'intelligence artificielle a augmenté chaque année depuis 2012 pour atteindre 103 en 2017. Bien qu'Alphabet (regroupant Google, DeepMind, Waymo et X Development) se classe au dixième rang en ce qui concerne le nombre d'inventions déposées, avec 3814 au total, il se classe premier en ce qui concerne le nombre d'acquisitions de sociétés menant des activités dans le domaine de l'intelligence artificielle. Apple et Microsoft ont également été actifs en matière d'acquisitions.

Certaines sociétés, telles que IBM et Intel, ciblent des sociétés solidement établies. La majeure partie des sociétés acquises sont cependant de jeunes entreprises start-ups avec des portefeuilles de brevets peu importants ou inexistant. Cela donne à penser que des entreprises ciblées sont acquises pour d'autres actifs, notamment les talents, les données, le savoir-faire et d'autres actifs de propriété intellectuelle.

### **La coopération en matière de recherche sur l'intelligence artificielle est limitée, tout comme les conflits**

Dans de nombreux cas, les organisations qui collaborent dans le cadre de la recherche sont mentionnées comme co-cessionnaires dans les demandes de brevet. Toutefois, aucun des 20 principaux déposants de demandes ne partage avec d'autres déposants plus de 1% de son portefeuille de demandes relatives à l'intelligence artificielle.

Dans l'ensemble, le nombre de litiges recensés dans le rapport est relativement faible (moins de 1% des brevets font l'objet d'un litige), ce qui peut être dû au fait que les produits n'ont pas encore été mis sur le marché et que la contrefaçon peut être difficile à prouver. Au total, 1264 familles de brevets dans le domaine de l'intelligence artificielle ont été recensées comme ayant fait l'objet de litiges, dont 74% aux États-Unis d'Amérique et 4231 dans le cadre de procédures d'opposition à des brevets dans le monde entier. Les trois principaux plaignants dans les litiges concernant des brevets dans ce domaine sont Nuance Communications, American Vehicular Sciences et Automotive Technologies International.

### **Les tendances technologiques peuvent faciliter l'élaboration de politiques sur l'avenir de l'intelligence artificielle**

L'analyse présentée dans le présent rapport offre de nouvelles perspectives sur les tendances de l'innovation en matière d'intelligence artificielle. Elle montre à quel point l'intelligence artificielle joue un rôle de plus en plus important dans un large

éventail d'activités technologiques et dans d'autres domaines. L'impact potentiel de l'intelligence artificielle sur la société a déjà été déterminé, mais ce n'est pas encore fini. À cet égard, l'intelligence artificielle doit être prise en considération compte tenu de ses effets escomptés sur la main-d'œuvre, l'économie et la société dans son ensemble.

Les décideurs devront agir rapidement afin de pouvoir suivre l'évolution de l'intelligence artificielle et de l'orienter. Un large éventail de parties prenantes devront réfléchir à la bonne combinaison de politiques à élaborer en vue de tirer le meilleur parti possible de l'intelligence artificielle, en mettant particulièrement l'accent sur des stratégies, des politiques, des lois et des règlements qui tiennent compte des considérations juridiques et éthiques; de l'accès aux données numériques et de leurs effets sur les systèmes de propriété intellectuelle, ainsi que de la propriété de ces dernières; de la disponibilité d'une main-d'œuvre dûment qualifiée; et des stratégies en matière de placement et du financement connexe.

Le rapport met en évidence la manière dont les technologies fondées sur l'intelligence artificielle pénètrent rapidement les marchés mondiaux et rassemble les points de vue d'experts à l'avant-garde dans ce domaine. Il s'agit d'une contribution qui vise à fournir aux décideurs des secteurs public et privé une meilleure base de connaissances pour les discussions sur l'avenir de l'intelligence artificielle et à définir le cadre politique et réglementaire dans ce domaine qui évolue rapidement.

*Le Rapport 2019 de l'OMPI sur les tendances technologiques : l'intelligence artificielle* présente les tendances de l'innovation dans le domaine de l'intelligence artificielle et donne un aperçu de l'évolution future.

Sur la base de l'analyse des données, y compris les demandes de brevet dans le domaine de l'intelligence artificielle, les publications scientifiques, les actions en justice et les acquisitions, le rapport expose les techniques d'intelligence artificielle qui connaissent la croissance la plus rapide, comme l'apprentissage profond, et les applications fonctionnelles de l'intelligence artificielle, comme la robotique. Il présente également les tendances dans les domaines où l'innovation en matière d'intelligence artificielle est mise en pratique, révélant les principaux acteurs de l'intelligence artificielle issus du secteur privé et des milieux universitaires et la répartition géographique de la protection par brevet et des publications scientifiques liées à l'intelligence artificielle.

L'intelligence artificielle soulève de nombreuses questions de politique générale, comme la réglementation et le contrôle des données, l'incitation à poursuivre la recherche et le rôle de la protection de la propriété intellectuelle. L'analyse propose de nouvelles perspectives fondées sur des données factuelles sur ces questions et d'autres questions de gouvernance.

Ce rapport est le premier d'une nouvelle série de documents de l'OMPI consacrés au suivi de l'évolution des technologies grâce à l'analyse des données relatives aux activités d'innovation. Il est des plus intéressants pour les chefs d'entreprise, les chercheurs et les responsables politiques, les conclusions qu'il présente étant accompagnées des commentaires et des points de vue de plus d'une vingtaine de grands experts mondiaux de l'intelligence artificielle.

Organisation Mondiale  
de la Propriété Intellectuelle  
34, chemin des Colombettes  
Case postale 18  
CH-1211 Genève 20  
Suisse

Tél.: +41 22 338 91 11  
Tlcp.: +41 22 733 54 28

Les coordonnées des bureaux extérieurs  
de l'OMPI sont disponibles à l'adresse  
[www.wipo.int/about-wipo/fr/offices/](http://www.wipo.int/about-wipo/fr/offices/)



© OMPI, 2019

Attribution 3.0 Organisations  
internationales (CC BY 3.0 IGO)

La licence CC ne s'applique pas  
au contenu de la présente publication  
qui n'appartient pas à l'OMPI.

Montage de couverture réalisé avec  
des images par © Margarita Lyr et ©  
Daria Dombrovskaya/Getty Images

Imprimé en Suisse