

Comité permanent du droit des brevets

Trentième session
Genève, 24 – 27 juin 2019

**DOCUMENT D'INFORMATION SUR LES BREVETS ET LES TECHNOLOGIES
EMERGENTES**

établi par le Secrétariat

TABLE DES MATIÈRES

I.	INTRODUCTION.....	3
II.	INTRODUCTION À LA TECHNOLOGIE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : RÉSEAU NEURONAL ET APPRENTISSAGE PROFOND	4
A.	Apprentissage automatique.....	4
B.	Réseaux neuronaux	5
C.	Apprentissage profond	7
D.	Limites des réseaux de neurones profonds	10
E.	Où se déroule actuellement l'innovation dans les réseaux de neurones profonds?	12
III.	PROTECTION DES BREVETS DES INVENTIONS LIÉES À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	13
A.	Considérations d'ordre général	13
B.	Objet brevetable.....	16
C.	Nouveauté et activité inventive.....	18
D.	Divulgence suffisante et revendications.....	19
E.	Applicabilité industrielle	21
F.	Qualité d'inventeur et titularité	22
IV.	LA TECHNOLOGIE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE COMME OUTIL DE TRAITEMENT DES DEMANDES ET D'ADMINISTRATION DES SYSTÈMES DE BREVETS	23
A.	Un outil pour les administrations chargées de la propriété intellectuelle	23
B.	Un outil pour les déposants, les tiers et les praticiens de la propriété intellectuelle	24

Annexe

Références de conférences organisées par l'OMPI ou des offices de propriété intellectuelle, ainsi que de leurs sites Web et publications consacrées à l'intelligence artificielle

I. INTRODUCTION

1. À la vingt-neuvième session du Comité permanent du droit des brevets (SCP), tenue à Genève du 3 au 6 décembre 2018, le comité a décidé que le Secrétariat préparerait un document d'information portant sur les brevets et les technologies émergentes et le présenterait à la trentième session du SCP. Le présent document est soumis au SCP en application de ladite décision.
2. Le terme "technologies émergentes" pourrait avoir un sens large, couvrant diverses nouvelles technologies, y compris l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique, la chaîne de blocs, la biologie synthétique et la modification génétique, etc. Toutefois, du point de vue technologique, l'intelligence artificielle et la chaîne de blocs, par exemple, sont des technologies différentes qui peuvent soulever des problèmes différents en matière de brevets. Au cours des débats tenus à la vingt-neuvième session du comité qui ont abouti à la décision susmentionnée, de nombreuses délégations ayant pris la parole avaient indiqué que l'intelligence artificielle est une question qui doit être examinée par le comité. Par conséquent, le présent document contient des informations générales sur les brevets et l'intelligence artificielle.
3. Le document comprend trois parties. La première partie fournit des informations générales sur la technologie de l'intelligence artificielle. Un expert en technologie de l'intelligence artificielle¹ a contribué à la préparation de la première partie du document qui présente le concept technologique fondamental sur lequel repose l'intelligence artificielle, en particulier la technologie de l'apprentissage automatique, qui est au cœur du développement actuel de l'intelligence artificielle. Cette description liminaire est jugée nécessaire, car l'intégration d'une technologie spécifique dans le système des brevets exige tout au moins une connaissance élémentaire de cette technologie en tant que telle.
4. Les deuxième et troisième parties du document décrivent l'intersection entre les systèmes des brevets et l'intelligence artificielle. Elles abordent deux questions distinctes : la deuxième partie examine la technologie de l'intelligence artificielle (ou les inventions liées à l'intelligence artificielle) en tant qu'objet de la protection par brevet, et la troisième partie traite de l'utilisation de la technologie de l'intelligence artificielle comme d'un instrument pouvant être employé par les autorités et les utilisateurs des systèmes de brevets.
5. En ce qui concerne l'expression "qualité des brevets", bien qu'il n'existe pas de définition unique, deux concepts majeurs sont nés des activités antérieures du SCP. Il s'agit de : i) la qualité même d'un brevet; et ii) la qualité des procédures en matière de brevets au sein des offices des brevets et ailleurs (document SCP/27/4 Rev.). De ce point de vue, on pourrait dire que les questions relatives à la protection par brevet des inventions liées à intelligence artificielle touchent au premier aspect de la qualité des brevets, tandis que les questions relatives à l'amélioration des procédures en matière de brevets utilisant la technologie de l'intelligence artificielle concernent le second aspect de la qualité des brevets.
6. De plus, le document contient une annexe qui dresse la liste des conférences organisées par l'OMPI et ses États membres et les documents qu'ils ont publiés.

¹ Le Secrétariat a grandement bénéficié de l'apport de M. Patrice Lopez (Science-Miner) dans la préparation de la première partie du document sur la technologie de l'intelligence artificielle, le réseau neuronal et l'apprentissage profond intitulée, "Introduction à la technologie de l'intelligence artificielle : réseau neuronal et apprentissage profond". Il a également aidé le Secrétariat à examiner l'exactitude du document en ce qui concerne la description de la technologie de l'intelligence artificielle.

II. INTRODUCTION A LA TECHNOLOGIE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : RESEAU NEURONAL ET APPRENTISSAGE PROFOND

7. Il n'existe pas de définition unique de l'intelligence artificielle, mais les systèmes d'intelligence artificielle peuvent être considérés comme étant principalement des systèmes d'apprentissage. La première partie du document présente les concepts techniques les plus importants relatifs au réseau neuronal et à l'apprentissage profond, qui sont aujourd'hui les technologies émergentes dans le domaine de l'intelligence artificielle². Cette partie explique comment ces technologies fonctionnent d'une manière accessible aux profanes en informatique afin d'aider à mieux comprendre le point de rencontre entre la technologie de l'intelligence artificielle et les brevets.

A. Apprentissage automatique

8. Par le passé, les premières approches de l'intelligence artificielle consistaient à *programmer* une machine. Par programmer, on entend qu'un être humain fournit des instructions étape par étape à la machine pour accomplir une tâche précise. Dans les années 1980 par exemple, l'approche dominante de l'intelligence artificielle consistait à recourir aux *systèmes experts* utilisant des règles écrites par des spécialistes de leur domaine pour reproduire l'expertise humaine. Coûteuse et limitée, cette approche a conduit à ce qu'on a appelé le deuxième hiver de l'intelligence artificielle entre 1987 et 1993.

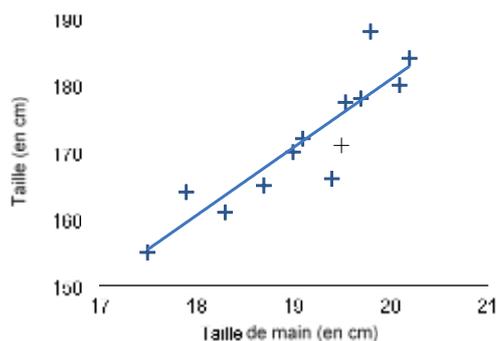
9. En revanche, les approches d'apprentissage automatique explorent comment une machine peut apprendre à résoudre une tâche à partir d'exemples d'entrées et de sorties attendues, sans être explicitement programmée à le faire dans une séquence d'instructions, étape après étape. Cette approche ressemble plus à de réelles facultés cognitives biologiques, car un enfant apprend à reconnaître des objets (comme des tasses) à partir des exemples de ces objets (comme divers types de tasses). Aujourd'hui, c'est de loin l'approche dominante et la plus réussie dans le domaine de l'intelligence artificielle.

10. D'une manière générale, une méthode d'apprentissage automatique prend en considération des observations comme entrée et utilise celles-ci pour prédire une sortie. Avec l'ensemble des données d'une paire d'entrées et de sorties, la méthode d'apprentissage tentera de construire un modèle mathématique qui réduit la différence entre ses prédictions et les résultats attendus. Ce faisant, la machine essaie d'apprendre les associations/modèles qui existent entre des entrées et des sorties spécifiques et qui peuvent être généralisées à des entrées jamais rencontrées auparavant.

11. Pour illustrer ce processus d'apprentissage, considérons l'approche la plus simple de l'apprentissage automatique, une régression linéaire. Supposons que nous voulons apprendre à établir une corrélation entre la taille d'un individu et celle de sa main. Nous possédons quelques observations sur des paires de tailles et de dimensions de mains (tableau de gauche), représentées par des croix dans la figure suivant :

² Rapport 2019 de l'OMPI sur les tendances technologiques – Intelligence artificielle, p. 31 (de la version en anglais). L'apprentissage automatique représente 89% des dépôts de demandes de brevet et 40% de tous les brevets en rapport avec l'intelligence artificielle. En ce qui concerne les techniques d'apprentissage automatique, de 2013 à 2016, l'apprentissage profond a connu un taux de croissance annuel de 175%, et les réseaux neuronaux ont progressé à un taux de 46%.

Taille (en cm)	Taille de main (en cm)
170	19,0
155	17,5
184	20,2
188	19,8
178	19,7
172	19,1
165	18,7
180	20,1
161	18,3
171	19,5
164	17,9
166	19,4



taille de main =
 $0,098 * \text{taille} + 2,23$

si la taille = 180 cm,
taille de main =
 $0,098 * 180 + 2,23$
taille de main = 19,9 cm

12. La régression linéaire est une technique permettant de trouver une ligne droite entre des points, avec le moins d'erreur possible. Pour réduire la marge d'erreur, on procède à un apprentissage. Une méthode mathématique permet de matérialiser cet apprentissage en trouvant la ligne droite la plus proche des points de données. Une fois que la droite représentant le moins d'erreurs possible est trouvée, il est possible de prédire la taille de main d'une personne en se basant sur sa taille. Par exemple, si la taille d'une personne est de 180 cm, le modèle prédira que sa taille de main est de 19,9 cm (voir l'encadré de droite).

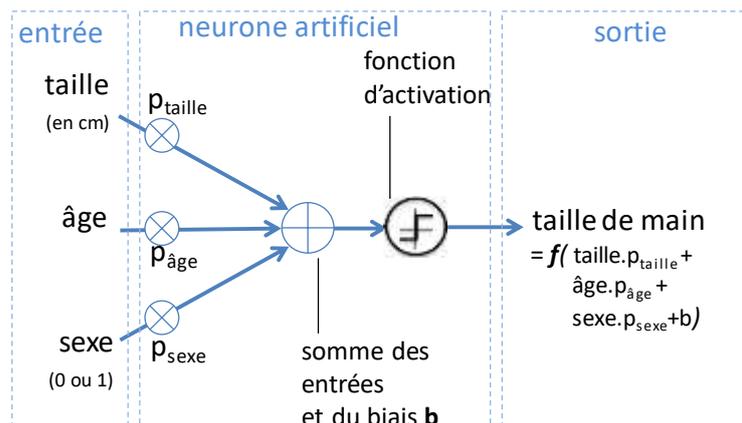
13. Une méthode aussi simple est bien sûr trop limitée pour apprendre à résoudre des problèmes plus complexes, impliquant par exemple plus de deux variables numériques. Dans l'exemple ci-dessus, l'âge et le sexe devraient être ajoutés à la taille de la personne pour obtenir des prédictions plus fiables de la taille de main. Des modèles mathématiques plus sophistiqués sont également utilisés, en particulier des modèles non linéaires qui ne se limitent pas à des lignes droites.

14. Parmi ces méthodes plus avancées, les réseaux neuronaux offrent un prédicteur universel, capable d'accepter toutes sortes d'entrées. Les réseaux neuronaux excellent plus précisément dans la résolution de tâches impliquant des données non structurées en entrée, telles que l'image ou la parole. En tant que type avancé de réseau neuronal, l'apprentissage profond est aujourd'hui en plein essor comme technique fondamentale dans toutes les demandes de brevet en rapport avec l'intelligence artificielle.

B. Réseaux neuronaux

15. L'élément fondamental d'un réseau neuronal est le neurone artificiel, aussi appelé *perceptron* ou *noeud*. Il a été développé par Frank Rosenblatt dans les années 1950 et 1960. Un neurone prend n entrées, appelées *caractéristiques*, qui sont des représentations numériques des données à traiter (pixels, mots, signal, etc.). Chaque entrée est multipliée par un poids et une somme (voir le diagramme ci-dessous). Un biais b est ajouté à cette somme pondérée. Enfin, cette valeur est transmise à une fonction d'activation f .

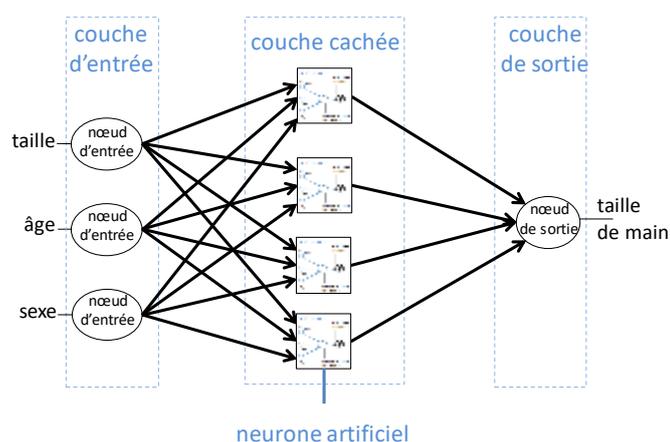
16. À titre d'illustration, reprenons l'exemple sur la prédiction de la taille de main. Si les données sur la taille, l'âge et le sexe d'une personne sont disponibles, le neurone artificiel se présentera comme suit :



17. Les poids représentent la force des caractéristiques d'entrée correspondantes, en d'autres termes, l'influence d'une caractéristique spécifique sur le résultat final.

18. La fonction d'activation modélise le "taux d'activation" d'un neurone biologique – en envoyant un signal final ou aucun signal. Elle prend la somme pondérée des entrées et l'utilise pour une opération mathématique simple et précise. L'unité linéaire rectifiée (ReLU)³ est l'une des fonctions d'activation les plus couramment utilisées de nos jours.

19. Un neurone artificiel est une fonction relativement simple. Il peut être programmé en moins de 25 lignes de codes. Un réseau neuronal complet est alors composé d'au moins trois couches : une couche d'entrée, une ou plusieurs couches cachées et une couche de sortie. Les couches d'entrée et de sortie contiennent des nœuds n'effectuant aucun calcul. Elles transmettent simplement les informations numériques à la couche cachée pour ce qui est des nœuds d'entrée, ou transfèrent les informations du réseau vers le monde extérieur dans le cas de la couche de sortie. Les couches cachées contiennent des neurones artificiels comme présenté ci-dessus. Les nœuds des couches adjacentes ont des connexions (ou des bords) indiquées par les flèches.



20. La couche d'entrée est remplie d'informations codées numériquement, puis propagées vers l'avant par l'intermédiaire de couches cachées. Les valeurs numériques initiales sont modifiées par les neurones des couches cachées puis envoyées vers la couche de sortie correspondant à la sortie finale. Le nombre de nœuds de sortie correspond au nombre de réponses attendues du réseau neuronal. Ainsi, dans cet exemple, une valeur unique, la taille

³ La ReLU prend un nombre comme entrée et la sortie est au minimum 0 ou ce nombre. Par exemple, si l'entrée est "1", la sortie sera "1" et si l'entrée est "-1", la sortie sera "0".

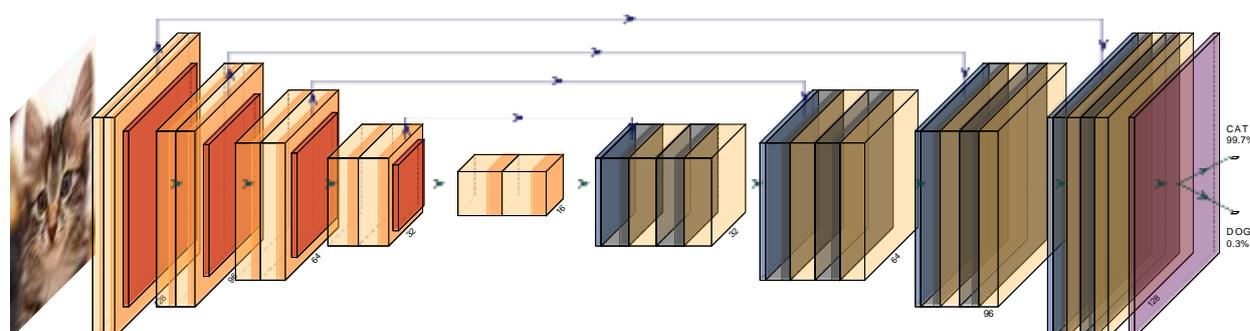
de main, est attendue. Dans ce cas, le flux de données est toujours propagé vers l'avant par l'intermédiaire des différentes couches.

21. La formation d'un réseau neuronal consiste à régler les poids des paramètres et le *biais* de tous les neurones des couches cachées pour réduire la marge d'erreur observée dans un ensemble d'exemples, de la même façon que pour la régression linéaire présentée dans la section A. Le mécanisme permettant d'entraîner un réseau neuronal consiste essentiellement à "tirer les leçons de ses erreurs". Les données d'apprentissage se composent d'un certain nombre de paires d'entrées/sorties. Lorsqu'une entrée est présentée à un réseau neuronal, ce dernier formule une "hypothèse" aléatoire quant à ce que pourrait être la sortie correspondante. Il constate ensuite dans quelle mesure sa réponse était éloignée du résultat réel et procède à un ajustement approprié en fonction de ses pondérations et de son biais. Le processus est répété plusieurs fois avec toutes les paires d'entrées/sorties jusqu'à ce qu'on atteigne des pondérations et des biais optimaux.

22. Il est à noter que les neurones artificiels ne s'inspirent que très vaguement de la structure neuronale biologique des mammifères et à une échelle beaucoup plus faible. Les neurones biologiques sont considérablement plus complexes et diversifiés que les neurones artificiels. De nombreux facteurs (structure et géométrie synaptique, type de neurotransmetteur, etc.) ont un effet sur la propagation du signal. Une synapse par exemple est composée de plus de 2000 protéines différentes, présentant une grande variété de propriétés physico-chimiques⁴.

C. Apprentissage profond

23. Les réseaux neuronaux sont connus depuis les années 1950, mais dans la pratique, il n'existait en général qu'une seule couche cachée jusqu'aux années 2000. L'amélioration de la puissance de calcul a permis au cours de la dernière décennie d'augmenter (donc "d'approfondir") le nombre de couches de réseaux neuronaux. Par exemple, si l'on considère un problème de classification d'images de chats ou de chiens (avons-nous un chat ou un chien sur une image?), un réseau neuronal profond se présente de cette manière :



24. Dans l'exemple ci-dessus, nous constatons un changement d'échelle important par rapport au simple réseau neuronal décrit précédemment :

- i) Le nombre de nœuds d'entrée est très élevé; chaque nœud d'entrée reçoit l'information d'un pixel de l'image. Pour classer des images de chats et de chiens, nous pouvons utiliser des images de taille 128*128 pixels, chaque pixel étant défini par

⁴ "The differences between Artificial and Biological Neural Networks", Nagyfi Richárd, billet publié sur le site Web Towards Data Science, septembre 2018. <https://towardsdatascience.com/the-differences-between-artificial-and-biological-neural-networks-a8b46db828b7>.

trois valeurs pour les niveaux Rouge, Vert et Bleu, soit 49 152 nœuds d'entrée, et donc 49 152 caractéristiques d'entrée pour *chacun* des neurones.

image perçue par un être humain



image perçue par un ordinateur



ii) Plusieurs couches de neurones sont introduites pour traiter successivement les caractéristiques d'entrée. Il n'est pas rare que plus de 10 couches soient utilisées pour le traitement d'images, chaque couche pouvant contenir des centaines de neurones, généralement organisés différemment pour offrir des avantages spécifiques.

iii) Un réseau neuronal profond typique comme celui-ci peut avoir plusieurs dizaines de millions de poids et de paramètres de polarisation à régler pendant l'apprentissage, ce qui nécessite des dizaines de milliers d'images étiquetées.

25. Étonnamment, avec un cadre de logiciel libre (Open-source framework) existant, tel que Keras⁵, un informaticien formé peut mettre en service un réseau neuronal profond en moins de 100 lignes de code. Avec un ensemble virtuel de données libres d'images de chiens et de chats, le réseau atteindra une précision de classification de plus de 93% avec un matériel de base : un pourcentage proche de celui de la performance humaine (estimée à environ 95% pour cette tâche).

26. La multiplication des couches introduit la notion de hiérarchie dans les représentations et le processus associés à la tâche générale de prédiction. Les premières couches capturent généralement des motifs de bas niveau dans les données d'entrée (comme les lignes, les zones colorées, etc., lors du traitement d'une image), les couches intermédiaires identifient les structures de niveau supérieur (comme le museau ou les oreilles propres aux chats en vue de distinguer les chats des chiens) et enfin les dernières couches se spécialisent pour effectuer les prédictions finales en fonction des structures identifiées.

27. Les réseaux de neurones profonds présentent plusieurs propriétés clefs, par rapport aux réseaux neuronaux traditionnels, ce qui explique leur succès actuel.

Découverte de la représentation des caractéristiques

28. L'apprentissage automatique traditionnel utilise des fonctions faites manuellement par un ingénieur pour résoudre un problème. Par exemple, pour prédire une taille de main, l'ingénieur en apprentissage automatique sélectionnera lui-même certaines caractéristiques basées sur son intuition et ses expériences, par exemple la taille, le sexe et l'âge de la personne. Il s'agit de l'*extraction des caractéristiques*. Une caractéristique est une variable des données utilisées par l'algorithme en apprentissage automatique pour prédire une sortie. Cette étape prend en

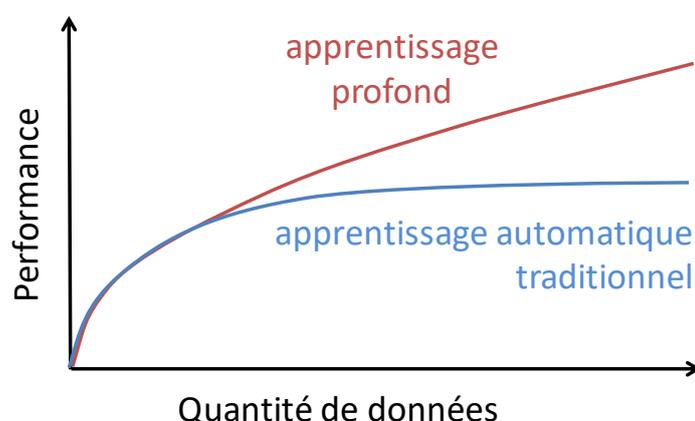
⁵ Keras : The Python Deep Learning library, François Chollet *et al.*, 2015-2019. <https://keras.io/>.

général beaucoup de temps et dans le traitement de données non structurées (images, texte, voix, vidéos), elle est relativement inefficace.

29. Pour la première fois dans le domaine de l'apprentissage automatique, les réseaux de neurones profonds montrent une capacité pratique à repérer automatiquement de telles caractéristiques à partir de données brutes. En augmentant le nombre de couches, les réseaux de neurones apprennent à la fois des fonctions utiles et comment les utiliser pour résoudre des tâches. Par exemple, pour prédire une taille de main, il suffit d'introduire dans un réseau de neurones profond le plus grand nombre possible de mesures biométriques et de laisser le réseau identifier automatiquement celles à exploiter pour la sélection finale. De même, pour classer des images, les données brutes de pixels sont envoyées au réseau, qui identifiera les motifs, comme les formes d'oreilles, de langues ou de dents qui sont discriminantes pour décider si l'entrée est l'image d'un chien ou un chat.

Volume de données et performance de l'apprentissage profond

30. Avec les techniques traditionnelles d'apprentissage automatique, la performance atteint rapidement un plateau au fur et à mesure que la quantité de données d'apprentissage augmente. Cela signifie que l'ajout de données d'apprentissage supplémentaires est inutile après un certain temps, l'algorithme d'apprentissage devenant quelque peu "saturé". L'une des caractéristiques majeures de l'apprentissage profond est qu'avec l'augmentation des données d'apprentissage, la performance augmente de manière continue. C'est la raison pour laquelle les plus grands réseaux actuels en vision artificielle peuvent utiliser jusqu'à 15 millions d'images pendant la phase d'apprentissage.



31. Mathématiquement, les modèles de réseaux de neurones artificiels peuvent être compris comme un simple ensemble d'opérations matricielles et la recherche de dérivées⁶. Avec l'augmentation de la puissance de calcul, l'apprentissage profond peut surpasser toutes les autres approches d'apprentissage automatique, à condition qu'une quantité importante de données d'apprentissage soit disponible.

⁶ Dans le cas des processeurs vectoriels, on peut fortement optimiser l'exécution de tels calculs mathématiques (effectuer les mêmes calculs sur d'importantes quantités de points de données à maintes reprises) et accélérer la vitesse par ordre de grandeur en utilisant des unités de traitement graphique (le même type utilisé pour accélérer les jeux vidéo) ou du nouveau matériel dédié.

D. Limites des réseaux de neurones profonds

Les réseaux de neurones profonds : une boîte noire

32. Contrairement aux algorithmes plus classiques, le processus de décision capturé par un réseau neuronal pendant le processus d'apprentissage ne peut pas être explicitement exprimé sous une forme compréhensible pour un être humain. Comme il a été mentionné, un réseau neuronal profond pourrait apprendre par lui-même des caractéristiques utiles à partir des données. Par exemple, pour distinguer les chiens des chats, le réseau pourrait identifier le museau ou les oreilles typiques d'un chat. Mais, dans la pratique, ces caractéristiques ne sont pas interprétables par un humain la plupart du temps. Ces modèles résultent du processus d'optimisation numérique dans les couches cachées et ne sont pas accessibles à notre interprétation.

33. De plus, il n'est pas possible de présenter une équation ou les coefficients représentant la relation entre une entrée et une sortie en termes mathématiques standard. Le réseau est l'équation finale de la relation, combinant potentiellement des centaines de millions de paramètres. Un processus de décision aussi complexe ne peut être illustré par un organigramme ou toute autre méthode traditionnelle de représentation des algorithmes. C'est pourquoi on dit souvent que les réseaux de neurones profonds sont les "meilleures" boîtes noires. Le réseau neuronal s'entraîne *seul* et le réseau obtenu est extrêmement complexe.

L'apprentissage profond requiert beaucoup de données

34. Il est surprenant de constater que les réseaux neuronaux et l'apprentissage profond sont parmi les modèles d'apprentissage automatique les plus simples en termes de modélisation mathématique. Il est souvent dit que les mathématiques sous-jacentes sont accessibles à un bon élève du secondaire. Pourtant, de nos jours, ces modèles produisent de loin les meilleurs résultats car ils sont les mieux adaptés pour tirer profit d'un volume considérable de données d'apprentissage. Le succès de l'apprentissage profond est aujourd'hui beaucoup moins lié au progrès théorique qu'à la simple augmentation de la puissance de calcul et à la disponibilité de données comportementales, généralement appelée *force brute*.

35. Les limites immédiates de l'apprentissage profond sont liées à l'indisponibilité de la force brute. Il s'agit en particulier de tâches pour lesquelles les données d'apprentissage sont inexistantes ou limitées (par exemple, le traitement de langues humaines rares, la découverte de médicaments pour des maladies rares, etc.) ou dont le domaine fait l'objet de restrictions légales.

Les données du monde réel sont biaisées

36. Le succès de l'apprentissage profond dépend de la disponibilité d'un volume important de données, mais cette dépendance à des ensembles de données massifs crée également plusieurs problèmes :

- *Biais des données* : La collecte de larges quantités de données à grande échelle n'est pas généralement neutre, certains groupes étant sous- ou surreprésentés⁷ selon l'âge, le sexe et l'origine ethnique. Le biais peut provenir de la technique de

⁷ Amazon se débarrasse d'un outil de recrutement secret d'intelligence artificielle qui manifestait un parti pris contre les femmes, Jeffrey Dastin. Reuters Business News, octobre 2018 (<https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight/amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK08G>).

collecte des données, des préjugés sociaux existants ou du manque de diversité au sein des groupes de personnes qui créent les ensembles de données et les modèles.

- *Intensification des biais* : Par définition, les méthodes d'apprentissage automatique tendent à identifier des modèles discriminants dans les données afin d'améliorer rapidement la qualité des prédictions. Par conséquent, non seulement ils apprennent notre parti pris réel, mais en général, ils l'amplifient également.
- *Manque de reproductibilité* : Étant donné qu'un modèle dépend d'une association unique de données d'apprentissage, il est très rare de reproduire certains résultats obtenus à partir de données ouvertes.

L'apprentissage profond exige encore beaucoup d'efforts humains

37. Certes, les machines peuvent apprendre les caractéristiques à utiliser grâce à l'apprentissage profond comme expliqué dans la section C, mais des efforts humains sont encore nécessaires pour créer un modèle de réseau neuronal profond dans de nombreux domaines. Par exemple :

- création de l'architecture réseau (type de couches, ordre des couches, etc.);
- détermination des meilleurs paramètres (nombre de neurones par couche, taille de l'entrée, etc.);
- sélection des catégories obtenues;
- décision sur l'encodage numérique de l'entrée.

Cependant, l'effort le plus important est de loin la création des données d'apprentissage.

38. La forme la plus courante d'apprentissage automatique aujourd'hui est l'*apprentissage supervisé*. Les exemples présentés appartiennent tous à cette catégorie. Les données d'apprentissage sont un ensemble de paires d'entrées et de sorties, où la paire de sorties correspond à la réponse attendue à l'entrée. L'apprentissage est dit supervisé, car un superviseur enseigne à l'algorithme les conclusions qu'il doit tirer. L'étiquetage manuel de milliers ou de millions d'exemples est un effort considérable souvent nécessaire pour atteindre une précision satisfaisante. Une autre conséquence est que l'apprentissage supervisé ne fonctionne que sur des problèmes simples qui requièrent des décisions ponctuelles, par exemple, la détection d'un mélanome sur des images médicales. Cependant, il ne peut pas facilement s'attaquer à des tâches plus complexes, comme le diagnostic, qui implique une plus grande variété d'entrées et de décisions précises, ou qui fait appel à une réflexion d'ordre général.

39. Par contre, dans le cas d'un *apprentissage non supervisé*, un ordinateur peut apprendre à identifier des processus et des modèles sans l'aide d'un être humain, ce qui lui permet d'attribuer de nouvelles étiquettes qui lui sont propres aux groupes de données qu'il a créés. L'apprentissage non supervisé réduit le rôle de l'être humain en évitant à la fois le choix des étiquettes et l'étiquetage très coûteux d'exemples dans les données d'apprentissage. Cette approche ressemble davantage à l'apprentissage humain, qui est en grande partie non supervisé : les humains découvrent la structure du monde en observant et en interagissant avec lui, et non en se faisant dire le nom de chaque objet.

40. Les réseaux de neurones profonds peuvent apprendre de manière supervisée ou non supervisée. Cependant, l'apprentissage non supervisé donne actuellement des résultats

nettement plus mauvais que l'apprentissage supervisé. Il suffit d'utiliser une petite quantité de données étiquetées dans le cadre d'un apprentissage non supervisé pour obtenir de meilleurs résultats par rapport à ceux d'un apprentissage non supervisé même si ce dernier utilise une énorme quantité de données non étiquetées. Avec certaines des méthodes récentes (apprentissage actif, apprentissage par transfert, apprentissage par renforcement), le besoin de supervision est moindre et, à plus long terme, l'apprentissage non supervisé devrait devenir plus important.

E. Où se déroule actuellement l'innovation dans les réseaux de neurones profonds?

41. Alors que les principes des réseaux de neurones profonds sont relativement simples et génériques, les travaux innovants en matière d'apprentissage profond couvrent actuellement un champ plus large que les aspects fondamentaux du réseau neuronal :

- *Données d'apprentissage* : comme la quantité de données d'apprentissage est le facteur le plus important en matière d'apprentissage profond, le défi majeur est d'innover sur la meilleure façon de créer, d'exploiter ou de réduire les ensembles de données destinées à des applications particulières;
- *Puissance de calcul* : une puissance de calcul accrue conduit, dans la pratique, à de meilleurs modèles. Dans le domaine de l'apprentissage automatique, l'accent est mis sur l'optimisation du matériel et des logiciels;
- *Application* : les technologies d'intelligence artificielle peuvent être appliquées à de multiples domaines pour exécuter diverses fonctions. Quels sont les problèmes peut résoudre et quelles sont les nouvelles tâches fonctionnelles qu'il peut effectuer? Comment intégrer efficacement ces techniques à des champs d'application plus larges?
- *Architecture de réseau neuronal* : concrètement, il existe différents types de couches cachées ayant des propriétés différentes, comme les réseaux neuronaux récurrents adaptés aux données séquentielles (reconnaissance vocale, traduction, etc.), ou les réseaux neuronaux convolutionnels plus adaptés à la reconnaissance des objets dans les images. Il est complexe de concevoir la meilleure architecture pour un réseau neuronal profond, car elle dépend de la tâche, de la nature des données, du domaine et de la quantité de données d'apprentissage disponibles.
- *Robustesse* : le réseau neuronal profond peut être facilement dupé par des attaques contradictoires⁸, où un réseau neuronal rivalise avec le premier pour en identifier les faiblesses. La sécurité et la fiabilité de ces systèmes d'apprentissage profond seront essentielles dans les années à venir.

42. Dans l'ensemble, les organisations disposant des ensembles de données et de la puissance de calcul les plus importants disposent d'un avantage considérable pour développer les principaux systèmes d'intelligence artificielle, indépendamment des innovations techniques de base. En général, les principales innovations techniques sont mises à disposition très tôt dans la distribution des logiciels libres.

⁸ Des chercheurs fabriquent un carton pour rendre les gens "pratiquement invisibles" aux détecteurs de l'intelligence artificielle, avril 2019. <https://www.computerworld.com.au/article/660283/researchers-design-patch-make-people-virtually-invisible-ai-detectors/>.

III. PROTECTION DES BREVETS DES INVENTIONS LIEES A L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

43. Cette partie du document porte sur la protection par brevet des inventions liées à l'intelligence artificielle. Les "inventions liées à l'intelligence artificielle" peuvent prendre différentes formes. Il peut y avoir innovation en perfectionnant les techniques d'intelligence artificielle ou en intégrant l'intelligence artificielle à des objets existants pour en améliorer les fonctionnalités ou y ajouter une nouvelle caractéristique. De plus, l'intelligence artificielle peut être utilisée comme un outil de recherche et développement pour créer une invention nouvelle. L'utilisation de la technologie de l'intelligence artificielle évoquée dans le droit des brevets pourrait ne pas être la même dans les différentes formes d'inventions liées à l'intelligence artificielle.

A. Considérations d'ordre général

44. Il est largement admis que le système des brevets doit contribuer à la promotion de l'innovation technologique ainsi qu'au transfert et à la diffusion de la technologie, dans l'intérêt général de la société, par le biais de droits et d'obligations équilibrés des producteurs et des utilisateurs de connaissances technologiques. À cette fin, chaque pays fournit un cadre juridique et adopte des lois et des règlements, qui sont interprétés par les tribunaux et complétés par des orientations pratiques élaborées par un organe administratif.

45. Comme le système des brevets est neutre sur le plan technologique, chaque fois qu'une nouvelle technologie émerge, l'on se demande généralement s'il sera encore possible d'atteindre les objectifs de ce système. C'est le cas de la technologie des semi-conducteurs, des logiciels, des technologies de l'information et de la biotechnologie : les débats se poursuivent au fur et à mesure que la technologie évolue. Il n'est donc pas surprenant que l'émergence de l'intelligence artificielle ait soulevé des questions et des débats similaires provoquant l'examen minutieux de la capacité du système des brevets actuel de répondre aux besoins liés à la technologie de l'intelligence artificielle.

46. Depuis des décennies, les technologies informatiques, qui désignent à la fois le matériel et les logiciels, sont utilisées pour aider à la création d'inventions humaines dans de nombreux domaines techniques. Par exemple, les progrès de la mécanique et de l'électronique ont été facilités par la conception assistée par ordinateur (CAO), la bio-informatique a permis aux chercheurs d'analyser et d'interpréter des données biologiques et la chimie computationnelle a aidé les chimistes à trouver de nouvelles substances chimiques. Des ordinateurs ont également été intégrés à des dispositifs et des appareils pour exécuter une fonction spécifique.

47. Dans le cas de la technologie informatique, les inventions nouvelles peuvent être classées en trois catégories :

- i) les inventions nouvelles qui améliorent les fonctions informatiques des ordinateurs en tant que tels;
- ii) les inventions nouvelles (un dispositif, un appareil, etc.) intégrées à des ordinateurs pour remplir une fonction spécifique;
- iii) les inventions nouvelles créées à l'aide d'ordinateurs, dans n'importe quel domaine technique.

48. Il est possible de faire une catégorisation similaire pour la technologie de l'intelligence artificielle :

- i) les inventions nouvelles relatives à la technologie de base de l'intelligence artificielle;
- ii) les inventions nouvelles qui intègrent la technologie de l'intelligence artificielle (par exemple, un dispositif de traduction intégrant l'apprentissage profond de l'intelligence artificielle et un dispositif médical pour le diagnostic d'une maladie spécifique);
- iii) les inventions nouvelles créées à l'aide de la technologie de l'intelligence artificielle (par exemple, un nouveau matériau découvert grâce à la technologie de l'intelligence artificielle).

49. Au stade actuel du développement technologique de l'intelligence artificielle, les instructions et les interventions de l'homme restent un élément important dans le processus de création de ces nouvelles inventions. Comme nous l'avons expliqué dans la partie II, pour l'instant, l'apprentissage non supervisé donne des résultats nettement plus mauvais que l'apprentissage supervisé. Cependant, au fur et à mesure que la technologie de l'intelligence artificielle progresse⁹, l'intervention humaine serait moins nécessaire ou pertinente dans le processus de création grâce au rendement autonome accru d'un système d'intelligence artificielle.

50. Par conséquent, les inventions liées à l'intelligence artificielle peuvent être interprétées sous un autre angle, en mettant l'accent sur la création d'un concept inventif de base. De ce point de vue, les inventions liées à l'intelligence artificielle peuvent être classées comme il suit :

- i) l'identification d'un problème et la mise au point d'une solution sont faites par un être humain, tandis que la technologie de l'intelligence artificielle est simplement utilisée aux fins de vérification, d'automatisation, d'adaptation ou de généralisation de la solution humaine;
- ii) l'identification d'un problème est faite par l'homme et la mise au point d'une solution est assistée, orientée ou dirigée par la technologie de l'intelligence artificielle;
- iii) l'identification d'un problème et la mise au point d'une solution sont réalisées par la technologie de l'intelligence artificielle sans aucune intervention humaine.

Dans le deuxième scénario, la pertinence de la technologie de l'intelligence artificielle dans la création de l'invention peut être minimale ou déterminante. Le troisième scénario, c'est-à-dire l'intelligence artificielle générale ou la superintelligence¹⁰, n'est pas réalisable étant donné la technologie actuelle¹¹. Néanmoins, la possibilité d'un tel développement constitue une grande différence par rapport à la technologie informatique conventionnelle. Cette différence soulève d'autres nouvelles questions quant au brevetage de l'intelligence artificielle.

51. Depuis l'émergence de la technologie de l'intelligence artificielle, des innovateurs et des chercheurs ont déposé des demandes de brevet, et des brevets ont été accordés, pour ces

⁹ La puissance de calcul accrue permet aux machines d'intelligence artificielle de gérer un vaste espace de recherche : par exemple, un jeu d'échecs implique 10^{47} possibilités (Deep Blue, 10 février 1996) et le jeu de go implique 10^{170} possibilités (AlphaGo, mars 2016).

¹⁰ Cela signifie que les systèmes d'intelligence artificielle sont capables d'accomplir toutes les tâches intellectuelles qu'un cerveau humain pourrait effectuer ou, qu'hypothétiquement, la capacité d'une machine dépasse de loin celle du cerveau humain.

¹¹ Rapport 2019 de l'OMPI sur les tendances technologiques – Intelligence artificielle, p.19 (de la version en anglais).

inventions. Comme l'illustre le document intitulé "Rapport 2019 de l'OMPI sur les tendances technologiques – Intelligence artificielle", ces brevets couvrent diverses techniques d'intelligence artificielle¹² utilisées pour de nombreuses applications fonctionnelles¹³ dans divers domaines d'application de l'intelligence artificielle¹⁴. Les approches open-source (ou innovation ouverte) sont également répandues parmi les développeurs d'intelligence artificielle¹⁵. Pour avoir les données détaillées de la cartographie des brevets sur les inventions liées à l'intelligence artificielle, bien vouloir se référer est faite à ladite publication de l'OMPI.

52. L'incidence de la technologie de l'intelligence artificielle sur le droit des brevets n'a pas encore été déterminée. Toutefois, certaines caractéristiques de la technologie de l'intelligence artificielle semblent indiquer les domaines du droit des brevets qui pourraient être affectés à l'avenir par cette technologie émergente, si ce n'est immédiatement. Il serait souhaitable de mener une réflexion sur les points suivants :

- i) Étant donné que la technologie de l'intelligence artificielle est essentiellement mise en œuvre au moyen de logiciels, les questions de droit des brevets actuelles relatives aux inventions mises en œuvre par ordinateur et aux inventions utilisant des logiciels peuvent rester applicables en ce qui concerne la technologie de l'intelligence artificielle;
- ii) Les caractéristiques cognitives de la technologie de l'intelligence artificielle appellent une réflexion plus approfondie sur la manière dont cette technologie pourrait être intégrée aux procédés d'innovation humaine et son incidence sur le principe d'inventions "faites par l'homme" dans le système des brevets et selon le droit des brevets;
- iii) Les limites techniques inhérentes à une reproduction et une description complètes des processus réalisés dans le réseau neuronal d'apprentissage profond attirent notre attention quant à leur potentiel impact sur l'un des principes fondamentaux du système des brevets, à savoir la diffusion des nouvelles connaissances technologiques.

53. Tant que le système des brevets a pour raison d'être de contribuer à la promotion de l'innovation technologique ainsi qu'au transfert et à la diffusion de la technologie, il doit également continuer de fournir des incitations à l'innovation et aux mécanismes de partage des nouvelles connaissances dans le domaine de l'intelligence artificielle (à moins que d'autres outils juridiques, sociaux et économiques s'occupent suffisamment de ces questions). Au niveau des politiques, les considérations principales pourraient être les suivantes : compte tenu de l'objectif du système des brevets, le développement de la technologie de l'intelligence artificielle fausserait-il l'équilibre que ce système cherche à établir? Dans l'affirmative, comment rétablir cet équilibre? Est-ce utile de mettre à jour les lois et pratiques en matière de brevets à la lumière de l'évolution de la technologie de l'intelligence artificielle? Existe-t-il, ou existera-t-il, des écarts entre les concepts juridiques existants du système des brevets et l'émergence de l'intelligence artificielle?

54. Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de comprendre la spécificité technique de l'intelligence artificielle par rapport à la technologie informatique conventionnelle et d'évaluer dans quelle mesure la pratique et le droit actuels pourraient désormais s'appliquer à la technologie de l'intelligence artificielle et à d'autres technologies. Le présent document d'information n'essaie pas de traiter toutes ces questions de manière exhaustive. Toutefois, les paragraphes qui suivent donnent une idée des questions liées au droit des brevets qui peuvent être pertinentes, lorsque des demandes de protection par brevet sont faites et que des brevets sont délivrés pour les inventions liées à l'intelligence artificielle. L'expression "inventions liées à

¹² Par exemple, apprentissage automatique, logique floue et programmation logique.

¹³ Par exemple, la vision par ordinateur, le traitement du langage naturel et le traitement de la parole.

¹⁴ Par exemple, les transports, les télécommunications, les sciences de la vie et les sciences médicales.

¹⁵ Rapport 2019 de l'OMPI sur les tendances technologiques – Intelligence artificielle, p.109 (de la version en anglais).

l'intelligence artificielle" désigne divers types d'inventions décrites aux paragraphes 48 et 50. À l'heure actuelle, il existe très peu de directives officielles qui abordent spécifiquement des questions de droit des brevets appliquées aux inventions liées à l'intelligence artificielle. L'intelligence artificielle étant une nouvelle technologie, la jurisprudence n'est pas pleinement développée et quelques offices des brevets ont publié des directives expliquant leurs pratiques dans ce domaine. L'application de la loi et l'octroi de licences de brevets liés à l'intelligence artificielle dans le cadre de l'interprétation des revendications pourraient également faire partie des sujets de discussion futurs, de même que la commercialisation accrue sur le marché de produits utilisant l'intelligence artificielle. En général, pour négocier des contrats de licence et régler des litiges en matière de brevets, il faut prendre en considération des facteurs complexes et multidimensionnels. Il reste à voir si les inventions liées à l'intelligence artificielle en tant que telles ne compliqueront pas davantage des questions déjà complexes.

55. Le système actuel des brevets repose sur le principe selon lequel certains mécanismes d'incitation favoriseraient les activités créatives des êtres humains. Du point de vue des politiques de haut niveau, les possibilités qu'offre le développement de la technologie de l'intelligence artificielle soulèvent une question philosophique juridique concernant l'application de la théorie des incitations au système des brevets. Pour l'instant, cette question relève de la science-fiction, mais elle pourrait se poser avec plus d'acuité lorsqu'une machine dotée d'une intelligence artificielle sera capable de traiter de manière exhaustive diverses données (non seulement des données scientifiques et technologiques mais aussi des données personnelles et comportementales, ainsi que des données sociales et juridiques), d'identifier un problème, de le résoudre par une invention nouvelle et de mettre de nouveaux produits sur le marché pour satisfaire les besoins humains, tout cela de manière autonome. C'est une question passionnante sur le plan intellectuel, mais elle dépasse largement la portée du présent document.

B. Objet brevetable

56. En général, des brevets sont disponibles pour toutes les inventions, qu'il s'agisse de produits ou de procédés, dans tous les domaines technologiques, à condition que celles-ci remplissent toutes les conditions légales, notamment l'exigence que les inventions ne soient pas exclues de la brevetabilité. Il n'existe aucune définition internationale convenue du terme "invention" et chaque pays définit la portée de l'objet exclu dans sa législation nationale, conformément aux traités internationaux auxquels il est partie. Par conséquent, d'un pays à l'autre¹⁶, il existe des différences quant à la définition d'un objet brevetable. De nombreux pays considèrent que les méthodes mathématiques, schémas, règles et procédés employés pour accomplir des activités intellectuelles, les règles commerciales et les méthodes et programmes pour ordinateurs ne sont pas brevetables. Certains précisent que ces objets ne sont exclus de la brevetabilité que dans la mesure où une demande de brevet porte sur un objet en tant que tel. Dans une juridiction donnée¹⁷, la jurisprudence établit que les revendications portant sur les lois de la nature, les phénomènes naturels et les idées abstraites sont exclues de la protection par brevet. Dans une autre juridiction¹⁸, la loi sur les brevets définit le terme "invention" comme étant "une création très avancée d'idées techniques utilisant les lois de la nature" et l'une des catégories d'inventions établit une équivalence entre un programme d'ordinateur et toute autre information qui doit être traitée par un ordinateur électronique et un programme d'ordinateur¹⁹.

¹⁶ Voir "Quelques aspects des lois nationales/régionales sur les brevets" à l'adresse : https://www.wipo.int/scp/fr/annex_ii.html.

¹⁷ Les États-Unis d'Amérique

¹⁸ Alinéas 1 et 4 de l'article 2 de la loi sur les brevets du Japon.

¹⁹ Pour plus d'informations sur les exclusions de la brevetabilité et l'admissibilité au brevet des inventions mises en œuvre par ordinateur, voir SCP/13/3 et SCP/15/3 (en ce qui concerne l'exclusion des programmes d'ordinateur de la brevetabilité, voir en particulier l'annexe II du SCP/15/3).

57. En plus des améliorations apportées aux composants matériels qui exécutent les fonctions de l'intelligence artificielle, les inventions liées aux techniques et aux applications fonctionnelles de l'intelligence artificielle portent essentiellement sur les logiciels. Comme dans le cas de la technologie informatique conventionnelle, les applications de l'intelligence artificielle peuvent également être utilisées dans des domaines non technologiques, tels que la finance, les assurances, le commerce électronique, etc. De plus, l'apprentissage automatique est basé sur des modèles de calcul et des algorithmes de classification, de regroupement, de régression et de réduction des dimensions, qui peuvent être considérés comme des techniques mathématiques. Par ailleurs, s'il est impossible de nier l'importance des données d'apprentissage pour la performance de l'apprentissage automatique, les données proprement dites, qui ne sont que des informations, ne sont pas une invention brevetable.

58. L'admissibilité au brevet des inventions mises en œuvre par ordinateur ou des inventions mises en œuvre par logiciel est l'un des domaines où il a été difficile d'établir une distinction nette entre les objets admissibles et non admissibles. Par exemple, dans de nombreux pays, la "technicité" de l'invention revendiquée importe pour en déterminer l'admissibilité au brevet. Dans ces pays, la jurisprudence et les pratiques administratives ont été développées pour clarifier des concepts tels que "problème technique", "moyens techniques", "effets techniques" et "finalité technique". Aux États-Unis d'Amérique, afin d'appliquer la décision de la Cour suprême des États-Unis d'Amérique à l'évaluation de l'admissibilité au brevet (le test *Alice/Mayo*), l'Office des brevets et des marques des États-Unis d'Amérique (USPTO) a publié des Directives révisées d'admissibilité aux brevets en janvier 2019 afin d'expliquer la méthode utilisée²⁰. L'admissibilité au brevet des inventions mises en œuvre par un logiciel soulève toutefois des questions complexes, qui peuvent changer avec le développement technologique.

59. En ce qui concerne le critère d'admissibilité au brevet qui s'applique aux inventions liées à l'intelligence artificielle, certains offices des brevets ont publié des directives concernant les inventions liées à l'intelligence artificielle. Les Directives révisées de 2019 relatives à l'admissibilité au brevet publiées par l'USPTO contiennent un exemple qui aborde expressément l'admissibilité au brevet d'une méthode mise en œuvre par ordinateur pour former un réseau neuronal de reconnaissance faciale comprenant une série d'étapes pour un tel apprentissage²¹. Dans l'édition de novembre 2018 des Directives relatives à l'examen pratiqué à l'Office européen des brevets (OEB), dans les parties relatives à la brevetabilité des méthodes et schémas mathématiques, des règles et méthodes d'exécution d'activités intellectuelles, de jeu ou d'affaires, de nouvelles sous-parties relatives, entre autres, à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage automatique ont été insérées afin de définir plus précisément les conditions de brevetabilité pertinentes²². Le Manuel d'examen des brevets et des modèles d'utilité, publié par l'Office des brevets du Japon (JPO), contient également des exemples sur les inventions liées à l'intelligence artificielle²³.

²⁰ Directives révisées de 2019 relatives à l'admissibilité au brevet, disponible à l'adresse suivante : <https://www.uspto.gov/patent/laws-and-regulations/examination-policy/subject-matter-eligibility>.

²¹ Directives révisées de 2019 relatives à l'admissibilité au brevet, exemple 39.

²² Directives relatives à l'examen pratiqué à l'Office européen des brevets (OEB), partie G, chapitre II, 3.3.1. En résumé, les Directives précisent que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique sont fondés sur des modèles et des algorithmes informatiques de classification, de regroupement, de régression et de réduction des dimensions, qui ont nature mathématique abstraite intrinsèque, qu'ils puissent être "entraînés" ou non à partir de données d'apprentissage. Toutefois, si l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique trouvent des applications dans divers domaines technologiques, apportent une contribution technique et favorisent la réalisation d'une finalité technique, cette invention peut être considérée comme un objet brevetable.

²³ Annexe A du Manuel sur l'examen des brevets et des modèles d'utilité. En ce qui concerne l'admissibilité au brevet, les exemples abordés sont les suivants : des revendications portant sur des données qui ne constituent qu'une présentation simple de l'information ; une structure de données permettant de traiter l'information dans des systèmes interactifs vocaux ; un modèle entraîné pour analyser la réputation de logements.

60. S'agissant des inventions créées à l'aide de la technologie de l'intelligence artificielle, l'examen de l'objet brevetable dépend évidemment de la nature de l'invention finale et de la manière dont elle est revendiquée. Par exemple, dans les pays où les plantes sont exclues des objets brevetables, les revendications de brevet concernant une plante nouvelle et innovante, créée à l'aide d'un outil d'intelligence artificielle, ne seront pas recevables.

C. Nouveauté et activité inventive

61. On dit que l'activité inventive est le critère de brevetabilité le plus difficile à évaluer²⁴. De nombreuses demandes d'enregistrement de brevet sont rejetées pour défaut d'activité inventive. Lorsque des tiers contestent la validité d'un brevet, leur action est souvent fondée sur le manque d'activité inventive. Il semble en être de même en ce qui concerne les demandes de brevet et les brevets du domaine de l'intelligence artificielle. Bien que les données disponibles soient peu nombreuses, on constate en effet que lorsque des tiers engagent des oppositions contre des dépôts ou des brevets en rapport avec l'intelligence artificielle, le motif invoqué est fréquemment l'absence d'activité inventive ou l'évidence²⁵.

62. L'appréciation de l'activité inventive peut s'avérer particulièrement difficile lorsque l'invention a trait à une technologie récente. Les références à l'état de la technique sont en effet rares dans un tel cas, et les contours exacts des compétences que doit posséder l'hypothétique homme du métier et des connaissances générales courantes dans le domaine concerné ne sont pas encore pleinement établis. L'absence de jurisprudence et d'orientation officielle ne favorise pas l'homogénéité des évaluations de l'activité inventive. Les interprétations et les pratiques se sont toutefois uniformisées dans de nombreux domaines technologiques, à mesure de l'évolution de ces derniers.

63. L'activité inventive étant évaluée par référence à une personne du métier, la détermination du niveau de connaissances et d'aptitudes dont dispose cette personne fictive constitue l'un des éléments fondamentaux de l'appréciation de ce critère²⁶. L'étendue exacte de ces connaissances et aptitudes doit être définie dans chaque cas particulier. Elle varie en outre avec l'évolution de la technologie. D'une manière générale, les aptitudes et connaissances de l'hypothétique personne du métier peuvent éventuellement correspondre à celles d'une équipe de personnes de plusieurs disciplines²⁷. On peut donc s'attendre à ce que le caractère innovant de l'utilisation d'un outil d'intelligence artificielle dans une technique donnée diminue à mesure que cette utilisation se répand, car il devient alors d'autant plus probable qu'elle sera prise en compte dans les recherches d'une personne du métier ou d'une équipe pluridisciplinaire ayant les compétences nécessaires à cet effet. La même considération s'applique à la notion de "connaissance générale courante"²⁸.

64. L'annexe A du manuel d'examen des demandes de brevet et modèles d'utilité de l'Office des brevets du Japon (JPO) contient plusieurs exemples d'appréciations du critère d'activité inventive relatives à des inventions en rapport avec l'intelligence artificielle²⁹ :

- défaut d'activité inventive parce que l'invention consiste simplement dans la réunion d'opérations humaines en un système d'intelligence artificielle (exemple 33);

²⁴ Pour plus de renseignements concernant la manière dont le critère d'activité inventive est appliqué dans différents pays, voir SCP/22/3, SCP/28//4, SCP/29/4 et SCP/30/4.

²⁵ WIPO Technology Trends 2019 – Artificial Intelligence, p.115 à 117.

²⁶ Voir le document SCP/22/3.

²⁷ Document SCP/22/3, paragraphes 34 et 35.

²⁸ Voir le document SCP/28/4.

²⁹ Annexe A du manuel d'examen des demandes de brevet et modèles d'utilité (*Examination Handbook for Patent and Utility Model*), exemples 31 à 36, JPO.

- défaut d'activité inventive parce que l'invention est simplement la modification d'une méthode d'estimation de données de sortie à partir de données d'entrée (exemple 34);
- existence d'une activité inventive en raison de l'effet substantiel de l'ajout de données d'apprentissage (exemple 34);
- défaut d'activité inventive parce que la modification de données d'apprentissage automatique est simplement une combinaison de données connues, sans effet substantiel (exemple 35); et
- existence d'une activité inventive en raison d'un certain prétraitement de données d'apprentissage (exemple 36).

65. Des préoccupations ont été exprimées concernant la création massive de "nouvelles inventions" par des machines dotées d'intelligence artificielle et du risque d'aboutir à une situation dans laquelle toutes les inventions seraient faites par des machines et se verraient accorder des brevets. Il existe des projets qui tentent de faire contrepoids à ces préoccupations en utilisant des machines et l'intelligence artificielle pour constituer un "état de la technique" contenant le plus grand nombre possible de données publiées dans les bases de données de brevets, de manière à ce que les concepts qu'elles contiennent ne puissent plus être brevetés par des tiers³⁰. En ce qui concerne les nouvelles inventions, les conditions de divulgation suffisante et d'applicabilité industrielle (utilité) permettraient d'éviter qu'un brevet soit délivré, par exemple, pour une simple combinaison d'éléments chimiques connus, en l'absence d'une description de la manière de produire un tel composé et de l'utiliser. De même, les informations figurant dans une référence publiée peuvent seulement être considérées comme ayant été mises à la disposition du public et constituant, par conséquent, une référence valable à l'état de la technique si elles décrivent l'invention d'une manière suffisamment détaillée pour permettre sa mise en œuvre par une personne du métier. Il est, par exemple, très peu probable qu'une structure chimique divulguée simplement sous la forme d'une formule chimique soit considérée comme une référence valable à l'état de la technique détruisant le caractère inventif du composé chimique correspondant.

66. La condition d'activité inventive (non-évidence) a pour but d'éviter que la protection par brevet soit accordée à une invention susceptible d'être déduite, comme une conséquence évidente, de ce qui est déjà connu du public, dans la mesure où elle ne procurerait qu'un avantage minime à la société³¹. Cet objectif peut être retenu pour orienter la détermination de l'activité inventive dans tous les cas, y compris pour les inventions en rapport avec l'intelligence artificielle.

D. Divulgation suffisante et revendications

67. Comme dans le cas de l'appréciation de l'activité inventive, les nouvelles technologies posent des difficultés particulières en matière de divulgation claire et complète des inventions et de rédaction claire et concise de revendications couvrant adéquatement la protection légitime des droits s'y rapportant. Là encore, l'absence de jurisprudence et d'orientation officielle ne facilite pas, pour les offices et les utilisateurs du système des brevets, l'appréciation du respect des exigences en matière de divulgation.

68. S'agissant de la description de l'invention revendiquée, les lois nationales/régionales sur les brevets prévoient, en général, que le déposant d'une demande de brevet doit exposer

³⁰ Projet All Prior Art (<https://allpriorart.com/about/>).

³¹ Document SCP/22/3, paragraphe 3.

l'invention d'une manière suffisamment claire et complète pour qu'une personne du métier puisse l'exécuter (condition relative au caractère suffisant de la divulgation)³². C'est par cette condition que le système des brevets favorise la diffusion des informations et l'accès aux connaissances techniques contenues dans les demandes de brevet et les brevets. Il en résulte un développement des connaissances techniques et un accroissement des avantages pour l'ensemble de la société, par exemple, qui contribue au transfert de technologie et permet d'éviter les chevauchements dans la recherche-développement.

69. Une question qui peut se poser, lors du dépôt d'une demande de brevet portant sur une technique de l'intelligence artificielle, est celle de savoir jusqu'où doit aller la divulgation d'un algorithme d'intelligence artificielle, d'un modèle d'apprentissage, d'une architecture de réseau de neurones, d'un procédé d'apprentissage, de données d'apprentissage, de composants matériels, etc., pour que la condition de divulgation suffisante soit remplie. L'un des problèmes est que dans l'état actuel de la technologie de l'apprentissage profond, il est difficile pour un humain de reconnaître chacune des étapes du processus d'apprentissage qui se déroule dans un réseau neuronal et d'expliquer exactement de quelle manière il procède pour parvenir à un résultat final. Lorsque plusieurs dizaines de millions de nœuds contribuent à la réalisation d'une classification dans un système, ce dernier est trop complexe pour être exprimé sous une forme compréhensible pour un humain. Dans certains cas, il peut être plus difficile d'expliquer rationnellement un résultat produit par l'intelligence artificielle (autrement dit, de fournir un raisonnement crédible) sans disposer de données expérimentales concrètes.

70. D'autre part, il est évident que l'étendue de l'information divulguée dans la partie d'une demande de brevet consacrée à la description de l'invention dépend de ce qui est revendiqué dans la partie de cette demande consacrée aux revendications. Par exemple, si une invention consiste à utiliser l'intelligence artificielle pour entraîner un algorithme d'apprentissage profond à résoudre un problème en lui fournissant un jeu de données particulier et que cette invention peut avoir une application plus large, il peut être nécessaire de divulguer, dans la description, non pas un type de jeu de données, mais tous ceux qui sont nécessaires à une personne du métier pour exécuter l'invention revendiquée dans toutes ses applications.

71. À ce sujet, la notion de personne du métier est également importante pour l'évaluation de la suffisance de la divulgation. Par exemple, si une technique fondée sur l'intelligence artificielle est utilisée dans une invention d'un domaine particulier (par exemple un réseau de neurones de reconnaissance d'images appliqué à une invention dans le domaine de la sécurité et de la surveillance), l'hypothétique personne du métier utilisée aux fins de l'évaluation de cette invention peut être constituée par un groupe de personnes compétentes en matière de technologie de l'intelligence artificielle, ainsi que dans le domaine de la surveillance.

72. Une autre difficulté peut découler du fait que les techniques d'apprentissage profond ne sont pas déterministes – elles s'appuient sur un certain nombre de données aléatoires. Il en résulte que des données d'apprentissage et une architecture de réseau neuronal identiques peuvent conduire à de légères différences dans le fonctionnement de l'apprentissage automatique. Comme pour la variabilité biologique, qui est inévitable dans le cas des matières biologiques, il peut être utile de se poser la question de ce que l'on appelle la reproductibilité ou la plausibilité des inventions revendiquées sur la base des éléments divulgués dans une demande de brevet.

73. En ce qui concerne les données d'apprentissage, la résolution d'un problème au moyen d'une technique d'intelligence artificielle particulière peut nécessiter un jeu de données particulier. Eu égard à l'importance du rôle que jouent les jeux de données dans le fonctionnement de l'apprentissage automatique, des questions pourraient se poser quant à

³² Voir le document SCP/22/4. Voir aussi "Quelques aspects des lois nationales/régionales sur les brevets – Suffisance de la divulgation" : https://www.wipo.int/scp/fr/annex_ii.html.

l'étendue de leur divulgation dans les demandes de brevet et à l'accès à ces jeux de données aux fins de vérification de l'invention revendiquée (pour savoir si l'invention revendiquée fonctionne ou non).

74. S'agissant des revendications, un grand nombre de législations nationales prévoient que celles-ci doivent être claires et concises. Les revendications doivent en outre être fondées sur la description (exigence de fondement dans la description³³. Le principe sur lequel repose cette exigence est essentiellement qu'une invention revendiquée ne doit pas dépasser la portée de l'invention divulguée dans la description. De la même façon, les objectifs essentiels de l'exigence de description écrite prévue par la législation des États-Unis d'Amérique³⁴ sont "d'indiquer clairement qu'un déposant a inventé l'objet revendiqué et de mettre le public en possession de ce que le déposant revendique comme étant l'invention"³⁵. Ces règles renvoient donc au principe fondamental selon lequel la protection par brevet de doit pas être accordée pour un objet qui n'a pas été inventé par le déposant à la date de dépôt et qui n'a pas été partagé avec le public par divulgation dans une demande de brevet à la date de dépôt. S'agissant des modes de revendication d'inventions en rapport avec l'intelligence artificielle, étant donné que ces dernières sont pour la plupart mises en œuvre par ordinateur, les déposants pourraient avoir tout autant de difficultés à couvrir adéquatement leurs inventions dans les revendications.

75. S'agissant de l'application des exigences de divulgation aux inventions en rapport avec l'intelligence artificielle, l'annexe A du manuel d'examen des demandes de brevet et modèles d'utilité de l'Office des brevets du Japon (JPO) fournit plusieurs exemples concrets³⁶. Ces exemples portent principalement sur des inventions dans lesquelles l'intelligence artificielle est appliquée à plusieurs domaines techniques, de sorte que plusieurs types de données d'apprentissage automatique sont généralement nécessaires. L'importance de démontrer l'existence d'une certaine relation (par exemple une corrélation) entre ces données afin de satisfaire l'exigence de divulgation y est soulignée. En outre, l'un des exemples est celui d'une invention relative à un produit auquel l'intelligence artificielle est censée conférer une certaine fonction. L'invention revendiquée ne remplit pas la condition de divulgation, parce que la description fournit seulement les données d'apprentissage automatique par inférence (pas de données expérimentales sur le produit), et que rien, dans l'état de la technique ou les connaissances générales courantes, ne permet de conclure qu'il soit possible de remplacer des données expérimentales par des données d'inférence.

E. Applicabilité industrielle

76. Certains pays exigent, outre l'exigence de reproductibilité et de plausibilité, que pour remplir la condition d'applicabilité industrielle, les inventions revendiquées puissent également être reproduites avec les mêmes caractéristiques, aussi souvent que nécessaire³⁷.

³³ Voir le document SCP/22/4.

³⁴ Section 112.a) du titre 35 du Code des États-Unis d'Amérique. Voir le document SCP/22/4.

³⁵ Ibid.

³⁶ Annexe A du manuel d'examen des demandes de brevet et modèles d'utilité (*Examination Handbook for Patent and Utility Model*), exemples 46 à 51, JPO.

³⁷ SCP/5 Document officieux (L'application pratique des exigences d'applicabilité industrielle(utilité) dans les législations nationales et régionales). Voir aussi la jurisprudence des chambres de recours de l'Office européen des brevets (OEB), partie I.E.2.

F. Qualité d'inventeur et titularité

77. L'article 4^{ter} de la Convention de Paris dispose que l'inventeur a le droit d'être mentionné comme tel dans le brevet. Cette disposition établit ce qui est communément appelé le "droit moral" de l'inventeur d'être désigné en cette qualité dans tout brevet relatif à son invention, délivré dans un État membre de la Convention de Paris. La renonciation à ce droit par l'inventeur est généralement admise, sauf disposition contraire de la législation nationale. Le mot "inventeur" n'étant pas défini dans la Convention de Paris, les règles s'appliquant à la forme que doit prendre la mention de l'inventeur et à la procédure d'exercice de ce droit sont fixées par les États membres, dans leurs législations nationales³⁸.

78. Si la question de la qualité d'inventeur est indépendante de celle des conditions de brevetabilité (objet brevetable, nouveauté, activité inventive (évidence), applicabilité industrielle (utilité) et divulgation suffisante), le fait d'indiquer un faux nom d'inventeur peut avoir des conséquences juridiques importantes.

79. Bien que le mot "inventeur" ne soit pas toujours défini dans les législations nationales, on a pu considérer d'une manière générale, compte tenu du principe sur lequel repose le système des brevets et du fait que l'un des droits fondamentaux associés aux droits de brevet est le droit moral, qu'au regard du droit des brevets, un inventeur doit être une personne³⁹. Si cette hypothèse est valide, il devrait logiquement s'ensuivre – quelle que soit l'étendue de la contribution de l'intelligence artificielle à la conception d'une invention – que la machine n'est pas un inventeur.

80. Lorsqu'un processus d'invention fait intervenir un système d'intelligence artificielle et qu'une ou plusieurs personnes participant à ce processus remplissent les conditions nécessaires pour être considérées par la législation applicable comme des "inventeurs" contribuant, au sens large, à la conception de l'invention revendiquée, cette personne ou ces personnes sont des inventeurs de l'invention en question, qu'elles soient programmeurs d'intelligence artificielle, développeurs d'intelligence artificielle, utilisateurs d'intelligence artificielle ou autre chose. Une question – théorique à ce stade – se pose dès lors : si aucune personne ne remplit les conditions nécessaires pour être considérée comme un inventeur par la législation applicable, à qui appartiennent les droits sur le brevet?

81. Bien que l'on suppose que le progrès technologique confère aux machines dotées d'intelligence artificielle des facultés cognitives supérieures, l'évolution de la technique se fait souvent par étapes. Qui plus est, il se pourrait que l'intelligence artificielle joue un rôle différent, d'un cas à l'autre, dans le processus d'invention – de simple outil d'aide à moyen indispensable à la perception du concept inventif. C'est pour cela que la mise en balance des "inventions d'humains" et des "inventions de machines" apparaît comme une approche trop simpliste du débat complexe sur les questions de qualité d'inventeur.

82. En règle générale, le droit relatif à un brevet appartient d'abord à un ou plusieurs inventeurs, qui peuvent ensuite le céder à une autre personne, physique ou morale. Dans de nombreux pays, lorsqu'une invention est faite dans le cadre d'un emploi, le droit au brevet appartient, en principe, à l'employeur, souvent à certaines conditions⁴⁰. Les questions de

³⁸ Guide d'application de la Convention de Paris pour la protection de la propriété industrielle, G. H. C. Bodenhausen (publication de l'OMPI n° 611).

³⁹ En vertu du titre 35 U.S.C. §100.f), un "inventeur" est "la personne ou, s'il s'agit d'une invention commune, les personnes, collectivement, ayant inventé ou découvert l'objet de l'invention". Aux États-Unis d'Amérique, l'inventeur ou chacune des personnes ayant participé à une invention revendiquée doit, en principe, prêter serment ou faire une déclaration sur la demande d'enregistrement.

⁴⁰ Il convient d'ajouter, par souci d'exhaustivité, que le droit attaché à un brevet peut également être transféré à une autre personne par suite d'un héritage.

qualité d'inventeur et de titularité peuvent, par conséquent, constituer des questions de fond essentielles dans l'élaboration d'un système de brevets.

IV. LA TECHNOLOGIE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE COMME OUTIL DE TRAITEMENT DES DEMANDES ET D'ADMINISTRATION DES SYSTEMES DE BREVETS

83. La technologie de l'intelligence artificielle offre des solutions qui peuvent être mises en œuvre dans tous les aspects des procédures en matière de brevets, que ce soit le dépôt de demandes de brevet par les déposants, le traitement de ces demandes par les offices de brevets, la défense de brevets par les titulaires de droits, l'invalidation de brevets par les tiers, le règlement de litiges par les tribunaux ou d'autres encore.

A. Un outil pour les administrations chargées de la propriété intellectuelle

84. La technologie de l'intelligence artificielle est déjà présente dans les offices de propriété intellectuelle, qui l'utilisent pour faciliter leur travail d'administration des droits et la prestation de leurs services. L'OMPI a mis en ligne l'Index des initiatives en matière d'intelligence artificielle menées dans les offices de propriété intellectuelle⁴¹, un portail à partir duquel il est possible de découvrir comment l'intelligence artificielle est utilisée dans différents pays ou territoires et pour différentes applications opérationnelles. Les principales catégories d'applications opérationnelles de cet index pour lesquelles les offices de propriété intellectuelle font appel à l'intelligence artificielle sont : i) la numérisation et l'automatisation des processus, ii) l'examen, iii) les services d'assistance (helpdesk), iv) la recherche par image, v) la traduction automatique, vi) la classification des brevets, vii) la recherche sur l'état de la technique concernant les brevets et viii) la classification des marques.

85. Lors de la Réunion des offices de propriété intellectuelle sur les stratégies informatiques et l'intelligence artificielle aux fins de l'administration de la propriété intellectuelle, qui s'est tenue à Genève du 23 au 25 mai 2019, l'un des principaux thèmes examinés a porté sur la manière dont les offices de propriété intellectuelle ont utilisé des applications d'intelligence artificielle et d'autres technologies de pointe par le passé, et les possibilités à cet égard pour l'avenir⁴². Les travaux de cette réunion ont mis en lumière les progrès accomplis par différents offices pour exploiter le potentiel de l'intelligence artificielle dans leurs systèmes d'administration de la propriété intellectuelle, et démontré la volonté des offices de poursuivre l'échange d'informations et de données d'expérience en matière d'intelligence artificielle, notamment afin d'éviter le chevauchement des activités⁴³. À la suite de la réunion, l'OMPI a créé une page Web dédiée sur l'intelligence artificielle⁴⁴ et un forum de discussion électronique sur les stratégies informatiques et l'intelligence artificielle aux fins de l'administration de la propriété intellectuelle, dont l'accès est limité aux experts désignés par les offices de propriété intellectuelle. Le Comité des normes de l'OMPI (CWS) a en outre établi une équipe d'experts en matière de normes et de stratégies informatiques, notamment chargée d'examiner les recommandations présentées dans le cadre de la réunion⁴⁵.

86. Dans le domaine de l'administration des brevets, des offices de brevets nationaux et régionaux ont développé (ou sont en train de développer) des outils d'application de

⁴¹ https://www.wipo.int/about-ip/fr/artificial_intelligence/.

⁴² Les documents et les exposés de cette réunion peuvent être consultés à l'adresse : https://www.wipo.int/meetings/en/details.jsp?meeting_id=46586.

⁴³ Document WIPO/IP/ITAI/GE/18/5 (Résumé présenté par le modérateur).

⁴⁴ https://www.wipo.int/about-ip/fr/artificial_intelligence/.

⁴⁵ Document CWS/6/3.

l'intelligence artificielle pour le classement des demandes de brevet, la vérification des conditions de forme, la recherche sur l'état de la technique, la traduction automatique de documents pertinents, l'aide à l'examen quant au fond (par exemple l'annotation automatique des documents de brevet et la détection automatique des exclusions de la brevetabilité) et, d'une manière plus générale, la conversion de données et la gestion de documents⁴⁶.

87. Le Bureau international de l'OMPI a en outre utilisé l'intelligence artificielle pour améliorer les fonctions et les processus de l'Organisation. L'OMPI fait principalement appel à l'intelligence artificielle dans trois domaines : la traduction automatique (WIPO Translate), la recherche par image dans la Base de données mondiale sur les marques et la classification automatique des brevets⁴⁷.

B. Un outil pour les déposants, les tiers et les praticiens de la propriété intellectuelle

88. Eu égard au volume toujours croissant des informations publiques générées par le système des brevets, les techniques de l'intelligence artificielle peuvent également aider les déposants, les tiers et les praticiens de la propriété intellectuelle à produire plus efficacement des résultats de meilleure qualité dans leurs activités respectives.

89. L'Association internationale pour la protection de la propriété intellectuelle (AIPPI), l'Association américaine du droit de la propriété intellectuelle (AIPLA) et la Fédération internationale des conseils en propriété industrielle (FICPI) considèrent que les applications de l'intelligence artificielle à la pratique de la propriété intellectuelle peuvent être groupées en trois catégories : i) automatisation de la documentation, ii) automatisation des processus et iii) analyse prédictive par l'intelligence artificielle⁴⁸. Selon elles, l'automatisation de la documentation permettrait d'examiner le libellé des demandes en contexte et faciliterait, par exemple, leur rédaction et leur relecture. L'automatisation des processus par l'intelligence artificielle permettrait d'exploiter les données de brevet pour faciliter les recherches, et serait utilisée pour l'attribution de numéros d'enregistrement, la génération de "coquilles" pour les décisions de l'office, ainsi que la création et la gestion de déclarations de divulgation d'informations. L'analyse prédictive par l'intelligence artificielle permet de fournir aux utilisateurs du système des brevets des hypothèses et des prédictions qu'ils peuvent utiliser afin de prendre des décisions plus éclairées.

[L'annexe suit]

⁴⁶ Index des initiatives en matière d'intelligence artificielle menées dans les offices de propriété intellectuelle de l'OMPI.

⁴⁷ Pour plus de détails, voir le site Web de l'OMPI, à l'adresse : https://www.wipo.int/about-ip/fr/artificial_intelligence/.

⁴⁸ Introduction au colloque conjoint AIPLA/AIPPI/FICPI sur l'intelligence artificielle, 28 et 29 mars 2019 : <https://ficpi.org/colloquium>.

RÉFÉRENCES DE CONFÉRENCES ORGANISÉES PAR L'OMPI OU DES OFFICES DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE, AINSI QUE DE LEURS SITES WEB ET PUBLICATIONS CONSACRÉES À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

OMPI

WIPO Technology Trends 2019 – Artificial Intelligence (Publication de l'OMPI n° 1055E/19)
https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf.

Site Web "Intelligence artificielle et propriété intellectuelle"
https://www.wipo.int/about-ip/fr/artificial_intelligence/

Réunion des offices de propriété intellectuelle sur les stratégies informatiques et l'intelligence artificielle aux fins de l'administration de la propriété intellectuelle, 23 au 25 mai 2018
https://www.wipo.int/meetings/fr/details.jsp?meeting_id=46586

Dialogue de l'OMPI sur la propriété intellectuelle et l'intelligence artificielle, 27 septembre 2019
https://www.wipo.int/meetings/fr/details.jsp?meeting_id=51767

Argentine

Séminaire *Inteligencia Artificial Y Patentes*, 9 mai 2019
<https://eventos.udesa.edu.ar/evento/seminario-inteligencia-artificial-y-patentes-0>

Estonie

Conference on Artificial Intelligence and Smart Economy, 23 mai 2019
<https://www.epa.ee/en/news/tomorrow-100th-anniversary-estonian-patent-office>

Finlande

IP Rights as Key Success Factors for AI Driven Businesses, 5 février 2019
<https://ipruc.fi/koulutus-tapahtuma/ip-rights-as-a-key-success-factors-for-ai-driven-businesses/>

Israël

International Conference on Emerging Technologies and Intellectual Property – Connecting the Bits, 16 juillet 2019

Singapour

IP/IT Issues in Artificial Intelligence, 23 juillet 2018
https://docs.wixstatic.com/uqd/55329f_a9a5de07b0a546818c345078331ae8a5.pdf

Fédération de Russie

Conférence internationale : "*Digital Transformation : Focus on IP*", 23 et 24 avril 2019
<https://rupto.ru/en/news/anons-international-conference-focus-on-ip-en>

Royaume-Uni

AI : decoding IP – Exploring the Commercial, Economic and Legal Implications,
18 et 19 juin 2019
<https://orcula.com/ipo>

États-Unis d'Amérique

Artificial Intelligence : Intellectual Property Policy Considerations, 31 janvier 2019
<https://www.uspto.gov/about-us/events/artificial-intelligence-intellectual-property-policy-considerations>

Office européen des brevets

Site Web "Intelligence artificielle"
https://www.epo.org/news-issues/issues/ict/artificial-intelligence_fr.html

Patenting Artificial Intelligence, 30 mai 2018
https://www.epo.org/learning-events/events/conferences/2018/ai2018_fr.html

[Fin de l'annexe et du document]