L'apprentissage profond, ou apprentissage en profondeur (en anglais : deep learning) est un sous-domaine de l’intelligence artificielle qui utilise des réseaux neuronaux artificiels formant de nombreuses couches pour résoudre des tâches complexes. L'apprentissage profond permet des progrès importants et rapides dans les domaines de l'analyse du signal sonore ou visuel, notamment de la reconnaissance faciale, de la reconnaissance vocale, de la vision par ordinateur, du traitement automatisé du langage. Les développements de l'apprentissage profond sont rendus possibles par des investissements privés et publics importants, notamment de la part des GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft), durant les années 2000.  
Définition  
Pour créer un modèle informatique prédictif de manière classique, on modélise les données par extraction de caractéristiques, cette dernière étant souvent effectuée au moyen d'un algorithme. Selon la méthode de l'apprentissage profond, l'extraction de caractéristiques résulte elle-même d'un processus d'apprentissage : on parle donc d'apprentissage de représentations. En pratique, la machine apprend des représentations hiérarchisées, souvent dans les couches cachées de réseaux de neurones artificiels, chacune étant définie à partir de représentations plus simples. Ces représentations étant apprises directement à partir des données, cela évite que les humains aient à expliciter la manière de les construire au moyen d'un algorithme. Si l'on représente la manière dont ces représentations sont construites les unes à partir des autres au moyen d'un graphe, celui-ci sera profond, avec de multiples couches, justifiant ainsi la qualification de « profond ».  
Description et contexte  
L’apprentissage profond fait partie d’une famille de méthodes d'apprentissage automatique fondées sur l’apprentissage de représentations de données. Une observation peut être représentée de différentes façons. Une image peut être modélisée par exemple par un vecteur, une matrice ou un tenseur de données décrivant la scène observée, notamment en fonction :  
des pixels dont elle est constituée ;  
des contours de ce qu'elle représente ;  
des formes qu'elle comporte.  
Une des finalités des techniques d'apprentissage profond consiste à remplacer certaines tâches simples telles que des calculs mathématiques,[Information douteuse] encore relativement laborieux, par des modèles algorithmiques d’apprentissage supervisé et non supervisé (c’est-à-dire prenant ou non en compte des connaissances spécifiques du domaine étudié) ou encore par des techniques d’extraction hiérarchique[Quoi ?] des caractéristiques.  
Les recherches dans ce domaine s’efforcent de construire de meilleures représentations du réel et de créer des modèles capables d’apprendre ces représentations[pas clair] à partir de données brutes et non-travaillées en amont par l'homme, et ce à grande échelle. Certaines[Lesquelles ?] de ces représentations s’inspirent des dernières avancées en neuroscience. Il s'agit, donc pour résumer d'interprétations du traitement de l'information et des modèles de communication du système nerveux, à l'image de la façon dont le système nerveux établit des connexions en fonction des messages reçus[pas clair], de la réponse neuronale[Quoi ?] et du poids des connexions[Quoi ?] entre les neurones du cerveau.  
Les architectures d’apprentissage profond telles que les réseaux de neurones profonds, les réseaux neuronaux convolutifs « convolutional deep neural networks », et les réseaux de croyance profonde (en) ont plusieurs champs d’application :  
la vision par ordinateur (reconnaissance de formes) ;  
la reconnaissance automatique de la parole ;  
le traitement automatique du langage naturel ;  
la reconnaissance audio ;  
la bio-informatique,,.  
Dans ces deux derniers domaines, notamment, elles ont obtenu des résultats très prometteurs[réf. nécessaire].  
Historique  
Le concept d'apprentissage profond prend forme dans les années 2010, avec la convergence de quatre facteurs :  
Des réseaux de neurones artificiels multicouches (eux-mêmes issus entre autres du concept de perceptron, datant de la fin des années 1950) ;  
Des algorithmes d'analyse discriminante et apprenants (dont l'émergence remonte aux années 1980) ;  
Des machines dont la puissance de traitement permet de traiter des données massives ;  
Des bases de données suffisamment grandes, capables d'entraîner des systèmes de grandes tailles.  
En 2015, le programme AlphaGo, à qui l'on a « appris » à jouer au jeu de go grâce à la méthode de l'apprentissage profond, bat le champion européen Fan Hui par cinq parties à zéro. En mars 2016, le même programme bat le champion du monde Lee Sedol par 4 parties à 1.  
En 2019, OpenAI publie GPT-2, un modèle de fondation capable de générer du texte. Tout en exprimant leurs inquiétudes sur les détournements possibles de ce type de technologie, les chercheurs de l'association renoncent à partager la version complète.  
Domaines d'application  
L'apprentissage profond s'applique à divers secteurs des NTIC, notamment :  
la reconnaissance visuelle, par exemple la reconnaissance d'un panneau de signalisation par un robot ou une voiture autonome, ou la reconnaissance d'emplacements dans une image en combinant ses caractéristiques, comme un lit, une fenêtre et des affiches peuvent indiquer une chambre. Elle aide à prédire certaines propriétés (ex. : les propriétés d'un sol filmé par un robot) ;  
la reconnaissance ou la comparaison de formes ou d'objets hautement déformables ;  
l'analyse de mouvements et positions des doigts d'une main, ce qui peut être utile pour traduire les langues signées ;  
le positionnement automatique d'une caméra, etc. ;  
la télédétection (notamment en imagerie satellitaire).  
l'art numérique, l'histoire de l'art ; par exemple la création d'œuvres artistiques à partir d'une photo ;