

Enjeux numériques



L'intelligence artificielle :
un enjeu d'économie et de civilisation ?

UNE SÉRIE DES
ANNALES
DES MINES
FONDEES EN 1794

N° 1 - Mars 2018

*Publié avec le soutien
de l'Institut MinesTélécom*



ENJEUX NUMÉRIQUES

Série trimestrielle • N°1 - Mars 2018

Rédaction

Conseil général de l'Économie, ministère de
l'Économie et des Finances
120, rue de Bercy - Télédéc 797
75572 PARIS Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68
<http://www.annales.org>

François Valérian

Rédacteur en chef

Gérard Comby

Secrétaire général

Delphine Mantienne

Secrétaire générale adjointe

Liliane Crapanzano

Assistante de la rédaction

Marcel Charbonnier

Correcteur

Myriam Michaux

Webmestre

Membres du Comité de Rédaction

Jean-Pierre Dardayrol,

Président du Comité de rédaction

Edmond Baranes

Godefroy Beauvallet

Côme Berbain

Pierre Bonis

Serge Catoire

Michel Cosnard

Arnaud de La Fortelle

Caroline Le Boucher

Alban de Nervaux

Bertrand Pailhès

Grégoire Postel-Vinay

Jacques Serris

Hélène Serveille

Laurent Toutain

Françoise Trassoudaine

François Valérian

Photo de couverture :

Wassily Kandinsky (1864-1944), *Deutliche
Verbindung (Liaison manifeste)*.

Aquarelle et encre noire sur papier. Coll. Part.

Photo © CHRISTIE'S IMAGES-
BRIDGEMAN IMAGES

Iconographie

Christine de Coninck

Abonnements et ventes

COM & COM

Bâtiment Copernic - 20, avenue Edouard
Herriot

92350 LE PLESSIS ROBINSON

Alain Bruel

Tél. : 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32

a.bruel@cometcom.fr

Mise en page : Nadine Namer

Impression : Printcorp

Éditeur Délégué :

FFE - 15 rue des Sablons - 75116 PARIS -
www.ffe.fr

Régie publicitaire : Belvédère Com

Fabrication : Aïda Pereira

aida.pereira@belvederecom.fr

Tél. : 01 53 36 20 46

Directeur de la publicité : Bruno Slama

Tél. : 01 40 09 66 17

bruno.slama@belvederecom.fr

La mention au regard de certaines illustrations
du sigle « D. R. » correspond à des documents
ou photographies pour lesquels nos recherches
d'ayants droit ou d'héritiers se sont avérées in-
fructueuses.

L'intelligence artificielle, un enjeu d'économie et de civilisation

- 05** *Enjeux numériques / Digital issues*
Une nouvelle série, des ambitions renouvelées
Jean-Pierre DARDAYROL
- 06** Introduction
Jacques SERRIS
- 09** Accompagner la dissémination de l'intelligence artificielle pour en tirer parti
Yves CASEAU
- 15** Finance et intelligence artificielle : une révolution en marche
Claire CASTANET et Camille PLANES
- 22** La mise en place du cognitif au sein du Crédit Mutuel
Frantz RUBLÉ
- 27** Intelligence artificielle et règles de protection de la clientèle dans la banque et l'assurance
Olivier FLICHE
- 31** Intelligence artificielle et assurance
Patrick DIXNEUF
- 38** Les impacts de l'intelligence artificielle sur l'emploi : comment favoriser la complémentarité avec l'humain et faire émerger de nouveaux types de métiers ?
Reynald CHAPUIS
- 44** L'intelligence artificielle, nouvelle interface utilisateur ?
Yan GEORGET
- 48** Comprendre les habitudes des consommateurs grâce à l'intelligence artificielle
Charles OLLION
- 53** L'intelligence artificielle et la publicité : quelle éthique ?
Mohamed MANSOURI
- 59** Intelligence artificielle et publicité
Romain NICCOLI et Franck LE OUAY

- 63** L'émergence des plateformes de données industrielles
Hubert TARDIEU
- 69** Entretien avec Tatsuya TANAKA et Shingo KAGAWA
- 72** Artificial intelligence in China
Yifei FAN et Frank DESVIGNES
- 78** Intelligence artificielle : défis scientifiques et attentes socio-économiques
Stephan CLÉMENÇON
- 81** Questions juridiques au sujet de l'intelligence artificielle
Marie SOULEZ
- 86** L'Homme face à l'intelligence artificielle : repenser l'éthique de la relation homme-machine
Paul-Olivier GIBERT

Hors dossier

- 91** Le Baromètre du numérique
Gérard LALLEMENT et Matthias de JOUVENEL

104 Résumés

110 Abstracts

116 Contributeurs

Ce numéro a été coordonné par Jacques SERRIS

1365 LE CLOS DES LAMBRAYS 1593 CHÂTEAU
D'YQUEM 1668 DOM PÉRIGNON 1729 RUINART 1743
MOËT & CHANDON 1765 HENNESSY 1772 VEUVE
CLICQUOT 1780 CHAUMET 1815 ARDBEG 1817 COVA
1828 GUERLAIN 1832 CHÂTEAU CHEVAL BLANC 1843
KRUG 1843 GLENMORANGIE 1846 LOEWE 1849 ROYAL
VAN LENT 1849 MOYNAT 1852 LE BON MARCHÉ 1854
LOUIS VUITTON 1858 MERCIER 1860 TAG HEUER
1860 JARDIN D'ACCLIMATATION 1865 ZENITH 1870
LA SAMARITAINE 1884 BVLGARI 1895 BERLUTI 1898
RIMOWA 1908 LES ÉCHOS 1916 ACQUA DI PARMA
1924 LORO PIANA 1925 FENDI 1936 FRED 1944 LE
PARISIEN 1945 CÉLINE 1947 DIOR 1947 EMILIO PUCCI
1947 PARFUMS CHRISTIAN DIOR 1952 GIVENCHY
1957 PARFUMS GIVENCHY 1958 STARBOARD CRUISE
SERVICES 1959 CHANDON 1960 DFS 1969 SEPHORA 1970
CAPE MENTELLE 1970 KENZO 1972 PERFUMES LOEWE
1976 BENEFIT COSMETICS 1977 NEWTON VINEYARD
1980 HUBLOT 1984 THOMAS PINK 1984 MARC JACOBS
1984 MAKE UP FOR EVER 1985 CLOUDY BAY 1988
KENZO PARFUMS 1991 FRESH 1993 BELVEDERE 1998
BODEGA NUMANTHIA 1999 CHEVAL DES ANDES
1999 TERRAZAS DE LOS ANDES 2004 NICHOLAS
KIRKWOOD 2005 EDUN 2006 HÔTELS CHEVAL BLANC
2008 KAT VON D 2009 MAISON FRANCIS KURKDJIAN
2010 WOODINVILLE 2013 AO YUN 2017 FENTY BEAUTY

LVMH

Enjeux numériques / Digital issues

Une nouvelle série, des ambitions renouvelées

Par Jean-Pierre DARDAYROL

Président du comité de rédaction d'*Enjeux numériques / Digital issues*

Bien que les enjeux numériques soient souvent évoqués ou fassent déjà l'objet de numéros thématiques des Annales, l'idée de créer une série dédiée à ces enjeux s'impose désormais.

Cette création s'inscrit dans les valeurs et les objectifs des Annales : faire circuler les idées, éclairer les débats, analyser les faits, rapprocher les personnes, décrire les futurs, accompagner et provoquer la réflexion, tirer le meilleur des utopies. Son outil privilégié est la confrontation de points de vue technologiques, économiques et sociétaux, divers et exprimés avec rigueur.

La création d'*Enjeux numériques* est aussi l'occasion de renouveler les ambitions de la revue et de les adapter au contexte du numérique tel qu'il s'affirme aujourd'hui.

La fin de la pénurie de l'information – bonne nouvelle s'il en est ! –, et le foisonnement du numérique amènent à rénover, diversifier et ouvrir la construction de notre série en tant que média : le monde académique ainsi que les professionnels du secteur auront une large place parmi les auteurs et dans le comité de rédaction afin d'assurer un sourcing solide et profond ; des tables rondes lors de la sortie de numéros thématiques permettront d'associer les lecteurs aux débats.

Mondialiser la revue, ses sujets, les points de vue exposés, l'origine des auteurs et des lecteurs est un impératif, et une nouvelle ambition, pour traiter du numérique. La publication des numéros se fait en anglais et en français sur le Web, à côté de la traditionnelle revue papier.

Le premier numéro est dédié à l'intelligence artificielle ; les trois suivants (en préparation) à la régulation et l'économie du *Big data*, à la transformation des métiers du droit et à la gouvernance du numérique.

Je voudrais dès maintenant remercier pour leur engagement les auteurs, plus de 80, les coordonnateurs des numéros, les membres du comité de rédaction, ainsi que la rédaction des *Annales des Mines*.

Bonne lecture.

Introduction

Par Jacques SERRIS

Ingénieur général des Mines, Conseil général de l'économie

Vous avez sous les yeux le premier numéro d'*Enjeux numériques*, une nouvelle série trimestrielle de la revue des *Annales des Mines*, qui a pour ambition de traiter des enjeux du numérique en croisant les regards technologiques, économiques et sociétaux. Et c'est bien parce que l'intelligence artificielle cristallise des réflexions mobilisant ces différents regards que ce premier numéro lui est consacré.

Ces réflexions ont d'abord émergé de la prise de conscience de la portée des technologies d'intelligence artificielle (IA) que nous voyons se développer aujourd'hui sous nos yeux.

Comme l'illustre la fréquence des recherches sur le sujet avec le moteur de Google, l'intérêt renouvelé pour l'intelligence artificielle (avec des termes comme « intelligence artificielle », « *machine learning* » ou « réseaux neuronaux ») suit l'émergence du « *Big data* ». Progrès des algorithmes, utilisation de nouvelles capacités de calcul (des cartes graphiques jusqu'au *Cloud*) et disponibilité de grandes quantités de données se combinent pour expliquer les avancées de l'intelligence artificielle.

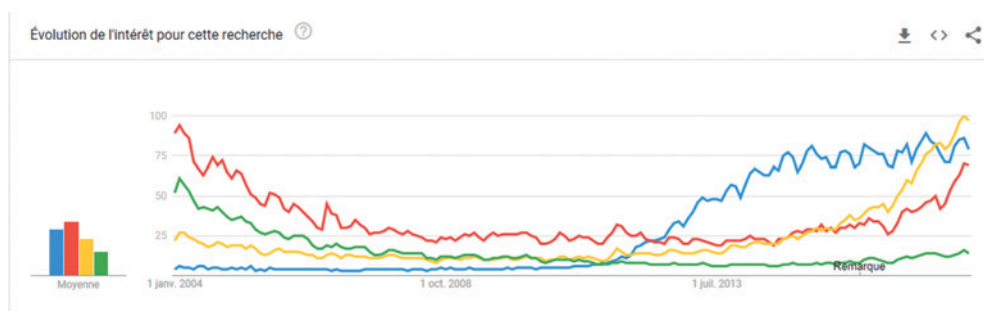


Illustration : Google trends, courbe 2004 – décembre 2017, pour le monde

Thèmes de recherche : *Big data*, Artificial intelligence, Machine learning, Neural networks.

L'intelligence artificielle, ce sont donc des algorithmes inséparables des données qu'ils utilisent et de la plateforme de traitement qui les accueille. Dans sa leçon inaugurale au Collège de France en février 2016, « L'apprentissage profond, une révolution en intelligence artificielle », Yann LeCun (directeur de Facebook AI Research) montre comment l'apprentissage profond, qui est sans doute la cause première du récent renouveau d'intérêt pour l'IA, ouvre une porte vers des progrès significatifs en intelligence artificielle. Mais il rappelle que : « C'est l'apprentissage qui anime les systèmes de toutes les grandes entreprises d'Internet. Elles l'utilisent depuis longtemps pour filtrer les contenus indésirables, ordonner des réponses à une recherche, faire des recommandations, ou sélectionner les informations intéressantes pour chaque utilisateur. » L'intelligence artificielle est là depuis plusieurs années, omniprésente, dans le monde de l'Internet, à commencer par les moteurs de recherche ou les réseaux sociaux. Les services Web sont encore son principal champ de développement et c'est une des raisons pour lesquelles les grandes plateformes du numérique ont voulu être des leaders de l'intelligence artificielle.

Mais ce n'est pas tout : l'intelligence artificielle, ce ne sont pas seulement des algorithmes qui tournent en arrière-plan sur des plateformes numériques. L'IA s'insère de plus en plus dans une

chaîne d'interactions avec le monde physique : des caméras qui reconnaissent les images, des microphones qui comprennent le langage naturel parlé, des robots qui deviennent autonomes... Les Allemands parlent de « systèmes cyber-physiques » à propos de l'industrie du futur. C'est pour cela qu'il est si important de s'attacher à comprendre les enjeux de l'intelligence artificielle aujourd'hui. Je souhaiterais partager avec vous l'idée qui a servi de fil rouge pour construire ce numéro : l'IA est en train de migrer et de prendre place dans le monde des métiers.

Nous avons donc choisi de donner d'abord la parole à des acteurs, surtout français, qui développent des pratiques de mise en œuvre de l'intelligence artificielle, ou qui réfléchissent sur ces pratiques et leur place dans notre société.

Les exemples sont pris dans la finance, l'assurance, l'emploi, le commerce, ou encore l'industrie. La santé, le transport ou l'éducation ne sont pas traités dans ce numéro, faute de place, mais mériteraient bien sûr de l'être. Ces études sectorielles sont éclairées par des analyses des rapports qu'entretiennent l'homme et la société avec l'IA. Deux points de vue internationaux, au Japon et en Chine, viennent compléter ces réflexions. Nous laissons largement de côté la réflexion futuriste sur le passage d'une intelligence artificielle faible (celle que nous connaissons aujourd'hui) à une intelligence artificielle forte (celle qui pourrait dépasser l'homme) pour nous concentrer sur des enjeux économiques et sociaux qui apparaissent dès aujourd'hui. Ce numéro a ainsi l'ambition d'accompagner une série de réflexions sur le développement de l'IA en France. Après la sortie du rapport France IA, qui a proposé en 2017 une stratégie pour la France en matière d'intelligence artificielle, le député et mathématicien Cédric Villani a été chargé, à l'automne 2017, de dresser une feuille de route sur l'intelligence artificielle pour le gouvernement dans les années à venir. L'Académie des technologies a publié un rapport sur le renouveau de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage, sur lequel s'appuie Yves Caseau, dans son article, pour proposer de développer des « pratiques d'intelligence artificielle ».

Ces pratiques doivent s'appuyer sur une infrastructure. Dans un rapport du Conseil général de l'économie sur la « Régulation des algorithmes de traitement des contenus⁽¹⁾ » de mai 2016, nous avons considéré trois modèles de développement, qui répondent à des logiques différentes :

- Le foisonnement : des centaines d'entreprises offrent de nouveaux services de traitement de données, utilisant des briques logicielles - dont des algorithmes d'apprentissage machine - dont une large part est en *open source*. C'est un domaine dans lequel la France est présente, avec ses chercheurs et de nombreuses *start-ups*.
- Les « algorithmes maîtres du monde » : ils sont développés par des leaders de l'intelligence artificielle, tels que Watson d'IBM, qui s'est fait connaître en devenant champion du jeu « Jeopardy », ou AlphaGo de Deep Mind-Google, qui a battu des champions de go. Ces véritables plateformes d'intelligence artificielle cherchent aujourd'hui à se développer dans le domaine de la santé. En outre, IBM et Google réfèrent des entreprises qui utilisent leur intelligence artificielle, *via* une interface, pour inventer de nouveaux services. Ils créent ainsi un véritable écosystème autour de leurs plateformes.
- Les silos de données (ou *data lakes*) : des entreprises proposent un service utilisant une infrastructure de stockage et de traitement des données qu'elles ont souvent développée pour leurs besoins propres. En Europe, c'est la stratégie utilisée par des entreprises qui cherchent à organiser des partenariats pour acquérir une taille critique, tant en termes de masse de données que de compétences en traitement.

(1) [https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/Rapports/2016_05_13_Rapport_Algorithmes\(1\).pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/Rapports/2016_05_13_Rapport_Algorithmes(1).pdf)

Ces trois modèles coexistent et se développent en parallèle. Ils posent, malgré leurs différences, des questions transversales communes, au premier rang desquelles la capacité à maîtriser le fonctionnement de l'intelligence artificielle et à communiquer sur cette maîtrise. Il existe toujours une équipe humaine, des développeurs responsables, et elle doit être capable de rendre des comptes. C'est aussi un enjeu de recherche sur l'intelligence artificielle elle-même : comment développer une intelligence artificielle qui explicite ce qu'elle fait ? La nécessité d'un contrôle interne, par tous ceux qui offrent un service utilisant l'intelligence artificielle, rejoint celle d'un contrôle externe, par les pouvoirs publics, pour s'assurer que le fonctionnement de l'intelligence artificielle respecte les règles de droit, à commencer par la non-discrimination. Dans les différents secteurs ou métiers, on peut progresser en formalisant des réflexions sur les bonnes pratiques, encadrant les nouveaux services utilisant l'intelligence artificielle.

À travers ces approches, nous voulons nous éloigner d'un discours qui serait seulement anxiogène sur les technologies (les dangers de l'IA), sur les libertés (la captation des données personnelles), sur la compétitivité (*winners take it all*) et sur la souveraineté (les grandes plateformes du numérique peuvent-elles être plus puissantes que les États ?). Nous souhaitons œuvrer pour préserver une image positive de l'intelligence artificielle et des technologies utilisées pour concevoir ou opérer des algorithmes. C'est essentiel pour continuer à attirer les jeunes étudiants et étudiantes dans des filières de formation exigeantes (mathématiques, ingénieurs ou *data scientists*) où la France est aujourd'hui bien placée.

Accompagner la dissémination de l'intelligence artificielle pour en tirer parti

Par Yves CASEAU

Membre de l'Académie des Technologies

Directeur des systèmes d'information du groupe Michelin

Prise au sens large (en incluant les méthodes d'apprentissage machine), l'intelligence artificielle (IA) est un ensemble de méthodes qui permettent d'automatiser, d'améliorer ou d'imiter un certain nombre d'actions humaines, telles que le raisonnement et la prise de décision (RUSSEL et NORVIG, 2002). L'IA n'est pas une technique spécifique et facilement identifiable, mais un ensemble large de méthodes qui ont vocation à s'intégrer dans l'ensemble des méthodes et outils informatiques. Les progrès spectaculaires des réseaux neuronaux profonds, en particulier dans le domaine de la perception (vision artificielle ou reconnaissance de la parole) ont suscité une très forte attention ces dernières années. Cependant le domaine de l'IA ne se réduit pas aux réseaux neuronaux ou à l'apprentissage machine.

L'Académie des Technologies s'est intéressée à ce domaine parce qu'il est en grande partie tiré par la technologie et la pratique. Dans cet article, nous proposerons un sous-ensemble des idées et recommandations pour les entreprises tirées du rapport « Renouveau de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage » (ADT, 2018). Ce rapport postule que l'IA est un outil, pas une fin en soi, mais que la maîtrise de cet outil est bien un enjeu stratégique. Cette thèse est bien illustrée par les propos du CEO de NVIDIA, Jen-Hsun Huang : “*Software is eating the world and AI is eating software*”.

L'article est construit selon le plan suivant. La première partie cherche modestement à répondre à la difficile question : « Quelle IA ? Pour quels problèmes ? ». Nous proposerons un guide simplifié d'utilisation de la panoplie des méthodes disponibles permettant de traiter à la fois ce qui semble réaliste aujourd'hui et la manière de procéder. La deuxième partie traite des conditions favorables pour faire émerger la pratique de l'IA : il n'existe pas encore, du moins pour l'instant, d'approche unique ou universelle, mais plutôt de multiples formes d'IA adaptées à chaque domaine. La troisième partie contient une mise en garde contre les attentes irréalistes : il nous reste de nombreux défis à relever, comme l'apprentissage du « sens commun » et la capacité à expliquer les raisonnements issus de l'analyse massive de données pour construire les prochaines générations de « systèmes intelligents ».

Quelle intelligence artificielle ? Pour quels problèmes ?

Comprendre la boîte à outils

Pour résoudre les problèmes qu'elles rencontrent, les entreprises souhaitant expérimenter certaines approches IA sur leurs problèmes disposent d'une riche boîte à outils (DOMINGOS, 2015) :

- les outils classiques de *data science/data mining* : voir, par exemple, Biernat et Lutz (2015). Ces outils font partie de bibliothèques classiques d'algorithmes, ces packages pouvant être commerciaux ou *open source* ;
- les moteurs de règles, qui sont des outils logiciels matures ayant fait leurs preuves, y compris en combinaison avec d'autres outils, comme l'orchestration ou le « *complex-event processing* » ;
- l'automatisation d'agent dans des processus, qui est une variante des moteurs de règles incluant des capacités de *scripting* et de traitement de langage naturel pour simuler des agents de façon « intelligente ». Connue sous le nom de RPA (*Robotic Process Automation*), cette technologie est d'ores et déjà employée par de nombreuses entreprises ;

- plusieurs plateformes permettant de construire des traitements intelligents du langage naturel, depuis l'extraction des émotions jusqu'à l'analyse sémantique. Les agents conversationnels (« *chatbots* ») permettent de conduire une interaction avec un client (ou avec un employé) en langage naturel ;
- les méthodes modernes d'apprentissage par réseaux neuronaux, facilement accessibles puisque la plupart des algorithmes sont disponibles en libre-service (*Software as a Service*) ou en librairie *open source*.

L'accès aux techniques d'IA est fortement facilité par la disponibilité de l'ensemble des « briques de base » en *open source* depuis quatre ans. En effet, tous les grands acteurs (les « GAFAMI » ou Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft et IBM) ont décidé de rendre accessible, à tour de rôle, une partie importante de leur patrimoine logiciel. Il existe une conviction partagée que nous n'en sommes qu'au début de l'aventure de l'IA et que l'écosystème gagnant sera celui qui attirera le plus grand nombre de talents et de données validées.

Savoir appliquer des méthodes simples à bon escient

Même s'il n'existe pas de règle simple pour savoir quelle méthode appliquer, on peut comprendre quelles approches conviennent le mieux en fonction de la question qui se pose et des données disponibles. La Figure 1 propose une vision très simplifiée de l'influence de ces deux critères majeurs sur le choix de l'approche. Le premier critère est le volume des données disponibles, qui est essentiel pour certaines méthodes comme le *deep learning* (GOODFELLOW *et al.*, 2016). L'autre critère est la nature de la question ou du problème à résoudre, selon que la cible est bien précise ou, au contraire, ouverte. Il faut insister sur le fait que les méthodes simples fonctionnent bien pour résoudre une grande classe de problèmes (PROVOST et FAWCETT, 2013) et que l'IA ne doit pas être réduite au *deep learning*.

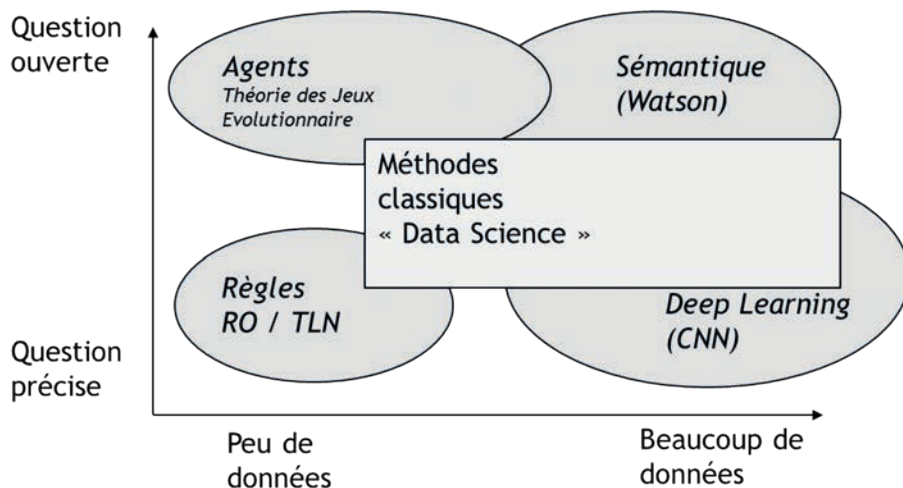


Figure 1 : Une vision simplifiée des approches IA en fonction des situations.

L'utilisation de l'IA pour la prévision requiert un minimum de connaissances en statistiques, et surtout de la rigueur dans les protocoles de test. L'engouement pour l'IA et l'apprentissage conduit à tomber dans des pièges classiques, tels que les « *spurious correlations* » ou le classique « *overfitting* » (STEPHENS-DAVIDOWITZ, 2017). Il existe de nombreux protocoles de test pour les éviter, mais des compétences statistiques sont indispensables pour comprendre et valider les premiers résultats.

Le processus d'extraction de valeur de la donnée

Mettre en place une démarche d'IA est un processus qui commence par la collecte, la sélection et la curation de données, et qui se termine par une longue validation :

- la première étape est celle de la curation des données : collecter, enrichir par des métadonnées, en fonction de modèles ;
- la deuxième étape consiste à choisir les méthodes que l'on veut tester ;
- la troisième étape est une étape d'intégration : on retrouve l'importance des compétences informatiques et du savoir-faire technologique ;
- la quatrième et dernière étape est celle de l'optimisation du processus d'apprentissage et de la validation des résultats.

Lorsqu'on l'applique à un nouveau problème, ce processus prend du temps. Cette complexité est plutôt une bonne nouvelle pour les entreprises (elle constitue en effet une barrière à l'entrée dans de nouveaux métiers) : elle rend moins crédible le scénario dans lequel les compétences d'IA seraient concentrées parmi peu d'acteurs (les GAFAMI de demain) qui exploiteraient les opportunités - *as a service* - dans l'ensemble du monde.

Appliquer une approche d'intelligence artificielle et d'apprentissage à un processus métier transforme notre vision du métier. Premièrement, la vision métier et sa modélisation forment une part intégrante du processus précédent. Les expériences d'application du *machine learning* aux domaines industriels montrent qu'il est nécessaire d'ajouter de la connaissance métier aux données brutes collectées par les machines et par les capteurs. Deuxièmement, l'existence d'une capacité intelligente de contrôle est une grande opportunité de transformation. Il existe de multiples opportunités de concentration locale - voir Pavel et Serris, 2016 - pour créer des écosystèmes de données correspondant à un domaine métier.

Favoriser le développement de l'IA dans les entreprises

Comprendre les conditions de succès

Pour profiter pleinement des avancées de l'IA, l'entreprise doit travailler à rassembler un ensemble de conditions favorables afin de faire « émerger » les succès. Il s'agit de se mettre dans de bonnes

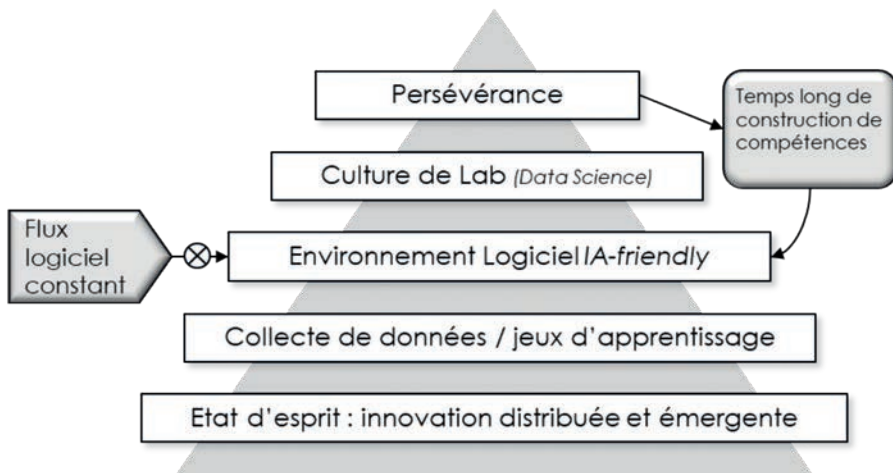


Figure 2 : Pyramide hiérarchique des conditions de mise en place d'une démarche IA.

conditions pour profiter à la fois des opportunités technologiques qui arrivent en flux continu de l'extérieur (de nouveaux algorithmes, des interfaces ou API de nouveaux services, de nouveaux capteurs, etc.) et des opportunités métiers, que l'ensemble des acteurs de l'entreprise peuvent identifier dès lors que les données nécessaires ont été collectées. La pyramide de la Figure 2 est une représentation simplifiée des conditions qu'une entreprise doit réunir pour être « *AI-ready* ».

Beaucoup d'incertitudes continuant à peser sur ce qu'il sera possible de faire, il est important de traiter ce sujet en ayant une approche de gestion des risques. Une telle approche consiste à combiner une politique agressive de déploiement de l'IA sous la forme de petits pas autour de ce qui est possible (aujourd'hui, ou dans un futur proche) avec une approche stratégique défensive consistant à observer et à considérer l'avancée rapide des capacités de l'IA comme un risque (par exemple, de disruption par un nouveau compétiteur).

Construire une culture propre à chaque domaine d'activité

La plupart des entreprises qui utilisent l'IA avec succès développent progressivement une approche propre à leur métier, à leur problématique et à leurs données. L'IA évolue en ce moment vers la spécialisation, c'est-à-dire vers le développement de multiples approches dépendantes du domaine d'application. Pour les entreprises, cela signifie qu'il n'y a pas d'« approche type » : les choix de modèles, d'algorithmes et de protocoles d'apprentissage et d'intégration sont propres aux domaines et aux types de données collectées.

Les recommandations du rapport de l'Académie des Technologies sont semblables à celles qu'avait faites Neil Jacobstein lors de son intervention à la Singularity University. Il faut :

- investir sans attendre (en fonction des moyens propres à chaque entreprise).
- utiliser la boîte à outils des algorithmes disponibles.
- apprendre à utiliser les *hardwares* spécialisés (GPU, TPU, ASIC) ;
- faire l'inventaire de l'ensemble des sources de données de l'entreprise et rendre celles-ci disponibles ;
- utiliser des approches collaboratives pour travailler avec des *data scientists* externes.

Tirer parti de l'intelligence artificielle prend du temps

La nécessité de garder un regard lucide sur les progrès technologiques

Les publications récentes montrent un emballement contreproductif sur les possibilités du *deep learning*. Les articles qui ont accompagné les prouesses récentes ont tendance à exagérer l'applicabilité des réalisations et à oublier la très longue phase d'apprentissage et d'optimisation. Le domaine des « *chatbots* » est également atteint par l'inflation des promesses et par un abus du terme « intelligence artificielle ». Nous n'en sommes qu'au début et les applications ne fonctionnent que dans un cadre étroit, avec une valeur strictement proportionnelle au temps passé à collecter et à traiter les données d'apprentissage.

La complexité du monde rend de nombreux processus imprévisibles (TALEB, 2005), et ce, indépendamment de la quantité de données collectées ou de la puissance des algorithmes d'IA qu'on leur applique. Il n'existe pas de méthode pour prévoir un bruit aléatoire ou un phénomène éminemment complexe (comme la météo ou les cours de la Bourse). Lorsque l'on se heurte à ce type de difficulté, il faut éviter de chercher la solution dans la collecte supplémentaire de données ou dans l'utilisation de puissance de calcul, si l'on ne prend pas garde à conserver un jugement prudent sur les résultats statistiques.

L'IA ne se réduit pas à des données et à des algorithmes, même si le point de départ de toute stratégie IA est la constitution de larges corpus de données annotées. Ce qui précède permet d'apprécier le rôle clé de la pratique, qu'il s'agisse du savoir-faire en termes de collecte et de curation de don-

nées, des protocoles de mise au point ou des compétences d'ingénierie logicielle nécessaires pour manipuler les données et réaliser l'intégration des briques logicielles.

Il reste de vraies barrières scientifiques

Il reste de nombreuses questions difficiles à résoudre sur le chemin d'une IA plus généralisable. Ces sujets sont traités plus en détail dans les rapports FRANCE IA, 2017 ou INRIA, 2016. Nous nous contenterons ici de souligner quatre thèmes :

- Avec les nouvelles méthodes issues de l'apprentissage (telles que le *deep learning*), il est souvent difficile de demander des explications au « système intelligent ». Ce n'est pas toujours nécessaire lorsque la réponse ou l'action se situent dans des cadres très délimités, mais cela le devient dans d'autres cas pour lesquels l'explicabilité est essentielle ;
- De façon quelque peu similaire, les mêmes systèmes issus du *deep learning* sont pour l'instant incapables d'évaluer ou de qualifier leurs erreurs. Cela se traduit par des erreurs « spectaculaires », là où un humain, moins précis qu'un système, commettrait davantage d'erreurs, mais moins importantes (ou moins visibles) ;
- Un des problèmes les plus difficiles et les plus anciens de l'IA est la capacité à intégrer « le raisonnement de sens commun ». Le sens commun est ce qui nous permet d'exercer une intelligence « large » et non pas « étroite » en convoquant un « contexte » autour de la question à traiter. C'est fondamental pour la compréhension du langage naturel, pour laquelle la plupart des connaissances nécessaires sont implicites ;
- La frontière la plus active entre le monde de la recherche et celui des applications est le passage de l'apprentissage supervisé (celui qui est utilisé aujourd'hui pour la plupart des applications) à l'apprentissage non supervisé (qui existe dans nos laboratoires, mais qui n'est pas encore prêt à être généralisé).

Conclusion

L'IA n'est pas une technique spécifique et facilement identifiable, mais un ensemble large de méthodes qui ont vocation à s'intégrer dans l'ensemble des approches et des outils informatiques. La modélisation et la compétence métier jouent un rôle fondamental dans l'obtention des succès. La réussite de l'écosystème de l'IA passe également par l'usage des applications idoines et la qualité de la collecte des données, ce qui suppose une relation pacifiée entre la société civile et ces nouvelles technologies.

L'IA n'est pas un but en soi, mais un moyen qui peut servir à des fins multiples et qui est destiné à pénétrer la majorité des pratiques et des environnements, dans l'entreprise comme dans la société civile. Les succès spectaculaires des dernières années dans le domaine de la perception (qu'il s'agisse de vision, de reconnaissance de la parole ou, plus généralement, de reconnaissance de motifs) ont créé des « briques élémentaires » qui vont permettre, dans les années qui viennent, d'assembler une nouvelle génération de systèmes intelligents.

Pour les entreprises, il faut développer des « pratiques d'ingénierie de l'intelligence artificielle ». Une « stratégie IA » consiste, en premier lieu, en une stratégie d'acquisition de données d'autant plus complexe que l'on ne sait pas, aujourd'hui, ce que la technologie permettra demain. Il faut également développer, formaliser et capitaliser le savoir-faire des protocoles d'apprentissage, et les méthodes de test afin de nous assurer de leur validité. Ces pratiques d'ingénierie doivent permettre la certification et l'auditabilité des processus d'utilisation des données.

Bibliographie

- ADT (2015), « *Big data*, un changement de paradigme peut en cacher un autre », Rapport Académie des Technologies, décembre.
- ADT (2018), « Renouveau de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage », Rapport Académie des Technologies (à paraître).
- BIERNAT E. & LUTZ M. (2015), *Data Science : fondamentaux et études de cas*, Eyrolles.
- PROVOST F. & FAWCETT T. (2013), *Data Science for Business*, O'Reilly.
- FRANCE IA (2017), « France IA. Rapport de synthèse », <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid114739/rapport-strategie-france-i.a.-pour-le-developpement-des-technologies-d-intelligence-artificielle.html>
- GOODFELLOW I., BENGIO Y. & COURVILLE Y. (2016), *Deep Learning*, MIT Press.
- INRIA (2016), "Artificial Intelligence - Current Challenges and Inria's engagement", rapport.
- PAVEL I. & SERRIS J. (2016), « Modalités de régulation des algorithmes de traitement des contenus », Rapport du CGEJET.
- TALEB N. (2005), *Foiled by Randomness*, Random House.
- DOMINGOS P. (2015), *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*, Basic Books.
- RUSSEL S. & NORVIG P., Eds. (2002), *Artificial Intelligence : A Modern Approach*, Prentice Hall Series.
- STEPHENS-DAVIDOWITZ S. (2017), *Everybody Lies : Big Data, and What the Internet Can Tell Us About Who We Really Are*, Dey Street Books.

Finance et intelligence artificielle : une révolution en marche

Par Claire CASTANET

Directrice des relations avec les épargnants, Autorité des Marchés Financiers (AMF)

et Camille PLANES

AMF Épargne INFO Service, Filière Digitale

Intelligence artificielle et champs de compétence de l'AMF : des marchés à l'investisseur

La mission de l'AMF repose sur les trois piliers que sont le bon fonctionnement des marchés financiers, l'information des investisseurs et la protection de l'épargne. Les effets de la disruption technologique peuvent s'observer sur chacun de ces éléments, mais à des degrés d'avancement très divers.

Marchés financiers : l'exemple du *High Frequency Trading*

Le développement des produits dérivés, la mathématisation des salles de marchés et la recherche croissante de gains de temps ont contribué à l'essor vertigineux du *trading* haute fréquence (THF). Aujourd'hui, celui-ci représente plus de la moitié des échanges sur les marchés financiers. Dans un espace-temps en mutation, les algorithmes sont le nerf de la guerre : de la décision à l'exécution, l'automatisation omniprésente permet aujourd'hui de passer et d'annuler un ordre en quelques microsecondes seulement. En 2015, l'AMF prononce une sanction à l'encontre d'Euronext et de la société de THF Madison Tyler, et rappelle l'importance du respect de l'intégrité du marché. Toutefois, le *trading* algorithmique, désormais bien installé sur les places financières, n'est pas nécessairement manipulateur ; il reste sous l'observation rapprochée des régulateurs. En janvier 2017, l'AMF a publié une étude décrivant le comportement des *traders* haute fréquence sur le marché des actions d'Euronext ⁽¹⁾.

Si ces technologies posent des défis aux régulateurs, de nouveaux outils de surveillance fondés sur l'intelligence artificielle permettent aussi aux acteurs financiers d'identifier plus facilement des schémas de négociation douteux ou d'automatiser la surveillance et l'analyse des messages.

L'industrie de la gestion, de nouvelles opportunités

Pour les sociétés de gestion ⁽²⁾, la transformation digitale est à la fois un défi et une opportunité. *Big data* et *machine learning* sont des leviers qui permettent de transformer leurs modèles de production, de distribution et de coûts.

Ils leur offrent la capacité de traiter les nombreuses données disponibles, structurées ou non, textuelles, visuelles ou sonores. Ils sont susceptibles de fournir plus aisément des angles d'analyse originaux, de nouveaux indicateurs macroéconomiques, une meilleure prévision des succès commerciaux d'entreprises ou des cycles économiques sectoriels grâce à l'analyse des appréciations des consommateurs et de la diffusion des tendances par les influenceurs. L'amélioration de la connaissance du passif des fonds des clients permettrait une gestion plus affûtée de leur ALM ⁽³⁾. La gestion

(1) AMF (2017), « Comportement des traders haute fréquence sur Euronext Paris ».

(2) Association française de la gestion financière (AFG) (2017), « La transformation digitale des sociétés de portefeuille en "SGP3.0" ».

(3) ALM : Asset Liability Management : gestion actif-passif (ou gestion de bilan), dans le domaine financier.

des risques liés aux comportements moutonniers ou systémiques serait précisée. Les stratégies d'investissement, affinées et diversifiées, permettraient désormais de capter les sources de croissance et d'identifier des risques de retournement avant leur réalisation.

Ces perspectives sont à portée de main. Elles nécessitent des investissements intellectuels et un renforcement de la culture de la protection des données personnelles et de la primauté des intérêts des clients, afin de déterminer une juste ligne directrice pour ces transformations d'avenir.

Commercialisation de solutions financières : quelles applications possibles de l'intelligence artificielle (IA) ?

Les robo-advisors

Dans le domaine de la gestion d'actifs, les *robo-advisors* permettent d'offrir une expérience client simplifiée, une meilleure adéquation client/produit, et ce, à des coûts moindres. Leur modèle s'appuie sur un modèle d'ubérisation, avec des chemins clients raccourcis. Ils se sont concentrés sur la satisfaction des nouveaux besoins des consommateurs financiers que sont la simplicité, l'ubiquité et la disponibilité. Ils offrent un profilage du client et proposent des simulateurs de performance basés sur des technologies plus ou moins complexes, mais finalement peu disruptives. C'est leur modèle *marketing* qui a créé la rupture. Les *robo-advisors* peuvent ainsi être substitués au conseil humain, ou le compléter.

La banque de détail entre automatisation administrative et aide au conseil

La banque de détail, interface entre le client et une offre bancaire assurantielle et financière large, a saisi l'enjeu considérable de sa participation à la mutation du paysage financier en investissant dans des outils d'intelligence artificielle. Les banquiers prévoient d'en faire le principal vecteur de leur interaction client⁽⁴⁾.

Les projets portent sur l'automatisation de tâches récurrentes et chronophages. L'analyse sémantique est mise en œuvre notamment pour la relecture de contrats ou pour des traductions. En ce qui concerne les réclamations, l'outil traite la demande tout en identifiant l'état d'esprit du réclamant pour l'orienter au mieux. Ces techniques assimilables à des outils dits de *machine learning* (ou *deep learning*) nécessitent que l'on puisse accéder à de très nombreuses données (*data lake*) et que l'on construise une base d'apprentissage à partir des savoirs professionnels. Elles requièrent une bonne maturité des systèmes d'information et une gestion expérimentée des données.

Autre application en plein développement : les robots intelligents au service des conseillers bancaires⁽⁵⁾ pour une gestion efficace des *emails* et l'amélioration des solutions d'épargne proposées. Des « visites mystères » menées par l'AMF depuis 2010⁽⁶⁾ ont permis d'observer que la découverte du profil des clients (situation financière, connaissance et expérience des produits financiers, appétence au risque, objectifs) par leurs conseillers est insuffisante⁽⁷⁾. Les produits sont trop souvent présentés de manière déséquilibrée et les frais peu explicités, la technicité des conseillers peut être améliorée. La mise en place d'outils d'aide au conseil devrait contribuer à une qualité et une traçabilité améliorées de leurs recommandations. Cette problématique touche tous les acteurs, traditionnels ou purs digitaux.

Plusieurs applications de l'IA (traitement du langage naturel, traitement visuel, apprentissage automatique, systèmes multi-agents et robotiques) font évoluer rapidement les outils utilisés dans la

(4) Accenture (2017), Étude annuelle « Vision technologique ».

(5) *Le Monde Économie* (20 avril 2017), « Le Crédit mutuel déploie le robot d'intelligence artificielle Watson dans son réseau ».

(6) AMF, *Lettre de l'Observatoire de l'épargne*, n°22, n°17 et précédents, www.amf-france.org/Publications

(7) *Obligations de Suitability Directive MIF1*, qui seront renforcées le 3 janvier 2018 par l'entrée en vigueur de MIF2.

relation client. Ainsi, en complément des canaux de relations traditionnels (mails, téléphone), de nombreux acteurs ont aujourd'hui recours aux outils conversationnels s'appuyant sur des *chatbots*, aux reconnaissances vocale ou visuelle ou à des serveurs vocaux interactifs. Profilage, catégorisation de la requête, communication adaptée à la typologie du client (*millennials*⁽⁸⁾, populations vulnérables), la robotisation des relations consommateurs est vécue comme une véritable rupture d'avec un milieu traditionnellement procédural avec des conséquences socio-économiques à prendre en compte⁽⁹⁾.

L'intelligence artificielle, un sujet pour les régulateurs

Les apports de la directive MiFID 2

L'entrée en vigueur en janvier 2018 de la directive MIF 2 (mise à jour de la directive MIF « Marchés d'Instruments financiers »⁽¹⁰⁾) va profondément réorganiser la structure des marchés et la relation client des prestataires de services d'investissement.

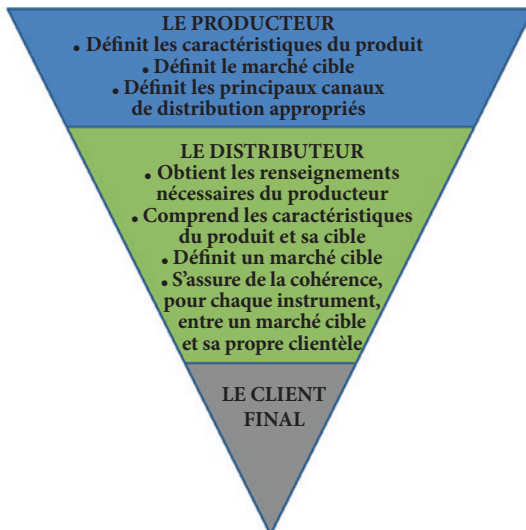
Le trading algorithmique

Dans la continuité du respect de l'intégrité du marché, MIF 2 prévoit un certain nombre de dispositions destinées à prévenir les risques liés à la négociation algorithmique. Désormais responsabilisés, les *traders* haute fréquence devront être en mesure de notifier aux autorités leur utilisation de processus automatisés, de tester les algorithmes qu'ils utilisent et de conserver un enregistrement des ordres passés. La directive pousse également à un encadrement de l'activité de tenue de marché, des structures de frais des plateformes de négociation et des services de colocalisation⁽¹¹⁾ afin d'assurer la transparence et de garantir davantage d'équité sur les marchés.

Replacer le client final au cœur du processus de commercialisation

Dédié à la protection de l'investisseur, l'un des trois volets de la directive européenne va venir renforcer les processus de la connaissance client, des canaux de distribution et d'exécution des ordres. Cette directive apporte, d'une part, un encadrement des évolutions des pratiques de commercialisation, et elle contribue, d'autre part, à une utilisation croissante des technologies digitales par les gestionnaires financiers.

Le dispositif de la « gouvernance produits⁽¹²⁾ » consiste à définir précisément le partage des responsabilités entre producteurs et distributeurs, dans la définition des produits, l'adaptation de ces derniers aux besoins des clients, et le choix du canal adéquat de distribution (voir la Figure).



Source : Site Internet de l'AMF.

Toute fourniture d'un service d'investissement nécessite au préalable une vérifica-

(8) Désigne la « génération Y » (18-30 ans).

(9) *Challenges* (28 novembre 2017), « Fermeture d'agences, suppressions de postes... Ce que prévoit le plan d'économies de la Société Générale à 1 milliard d'euros ».

(10) MIF1 (2007).

(11) La colocalisation est la possibilité, pour un acteur d'un marché, de placer ses serveurs informatiques au plus près de ceux des entreprises objets de marché afin de pouvoir accélérer ses passations d'ordres.

(12) AMF (2017), « MIF 2 : Guide à l'usage des sociétés de gestion de portefeuille »

tion de l'adéquation du produit concerné au profil du client. MIF2 élargit le processus KYC⁽¹³⁾ en tenant compte de la capacité du client à subir des pertes financières, en mesurant sa tolérance au risque et en définissant les objectifs visés par son investissement. Le recours au numérique soulève la question de la perception par les internautes des questions qui leur sont posées. Des tests doivent éviter des biais négatifs en termes de protection de la clientèle et de bonne compréhension des offres⁽¹⁴⁾. Des dispositions viennent compléter le cadre de la commercialisation *a posteriori* avec l'obligation de fournir un enregistrement du service sur réclamation du client. Le prestataire de services d'investissement (PSI) doit être en mesure de prouver la « *best execution* », soit le meilleur résultat possible lors de l'exécution d'un ordre du client.

Les évolutions de la doctrine de l'AMF

L'AMF est d'ores et déjà positionnée sur la surveillance de certaines externalités négatives observées lors de la digitalisation des processus. Pour les pratiques de KYC, il revient aux PSI⁽¹⁵⁾ de rester vigilants sur les risques de l'automatisation des vérifications clients⁽¹⁶⁾ et de dérive de leur plateforme vers une « *gamification* » la rapprochant des jeux vidéo. En mai 2017, l'AMF a également modifié son règlement général et publié une recommandation à destination des acteurs proposant des simulations de performance⁽¹⁷⁾.

Les apports réglementaires définissent mieux les contours des possibilités technologiques tout en impulsant leur utilisation par les intermédiaires financiers, afin de satisfaire à des exigences croissantes en matière de conformité (avec l'essor des *RegTechs*).

Défis posés par l'IA⁽¹⁸⁾

L'IA est déjà présente dans notre quotidien : reconnaissance vocale, reconnaissance faciale, diagnostic médical, ... En 2017, elle s'inscrit dans le paysage des services financiers, avec force relais dans les médias. Cette technologie fascine : recherche, homme augmenté, source de richesse et d'emploi... Mais elle suscite des craintes : cet outil ne risque-t-il pas de dépasser l'homme et de le dominer, de déclencher des crises boursières majeures (*via* le THF), de percer les secrets de notre vie intime par l'analyse de nos données personnelles et/ou de détruire massivement des emplois ?

Utiliser l'intelligence artificielle, une intention et un cadre

L'implémentation de l'IA s'inscrit dans une intention stratégique de l'entreprise. Son caractère particulièrement novateur nécessite que l'on en fixe le cadre et que l'on y intègre le respect et la protection des personnes. L'objectif est non pas de demander à l'IA de comprendre ce que veulent les utilisateurs, mais uniquement d'interpréter leurs consignes, sous peine de tomber dans le biais de l'apprenti sorcier⁽¹⁹⁾. Son acceptation par toutes les parties prenantes (clients, salariés) doit guider l'explicitation de ce cadre et en assurer la transparence.

C'est la conviction de nombreux chercheurs.

(13) KYC : *Know Your Customer* (connaissez bien votre clientèle).

(14) Travaux exploratoires européens (en cours), dans le cadre du *joint committee* trans-sectoriel, qui regroupe les régulateurs.

(15) PSI : Prestataires de services d'investissement.

(16) Position AMF – DOC 2013-02 (2013), « Le recueil des informations relatives à la connaissance du client. »

(17) Recommandation AMF DOC 2017-07 (2017), « Simulations de performances futures ». Elle rappelle les dispositions législatives et réglementaires s'appliquant aux PSI et aux CIF et formule des modalités techniques d'élaboration de ces simulateurs.

(18) INRIA (2016), « Intelligence artificielle : les défis actuels et l'action de l'INRA », Livre blanc coordonné par Bertrand Braunschweig.

(19) DIETTERICH Th. G. & HORVITZ E. J. (2015), "Rise of Concerns about AI : Reflections and Directions", *Communications of the ACM*, vol. 58, n°10, p. 38 et suivantes.

Intelligence artificielle, un système sous surveillance, doté d'une gouvernance continue

Les systèmes apprenants créent des règles applicables automatiquement sur une grande échelle. Ils sont fondés sur des hypothèses sous-jacentes qui doivent être identifiées, explicitées et débattues collégialement : omettre de le faire serait susceptible de conduire à des risques de discrimination (âge), d'exclusion financière (niveau de revenus), d'iniquité de traitement (frais)...

Le processus qualité doit être à la hauteur des enjeux : des informations inattendues peuvent créer des résultats inadéquats. Intrinsèque au système, ce processus permet de piloter les architectures, de bénéficier d'un méta-niveau de contrôle de la cohérence entre le cadre posé et les résultats générés par le système. Des coupe-circuits sont indispensables, l'éthique ou la sensibilité des acteurs sont des critères majeurs à prendre en compte. La gouvernance d'un système d'IA doit être permanente et robuste.

L'IA peut être vulnérable aux cyberattaques. Identifier les systèmes présentant un important intérêt pour des cybercriminels est un enjeu majeur d'une gestion des risques qui doit être supervisée au plus haut niveau.

Un des objectifs de l'IA est de réduire les erreurs humaines. Un point sensible est la détermination des moments-clés où l'analyse humaine est requise pour que le conseil délivré soit réellement personnalisé.

La finance comportementale a étudié les différents biais cognitifs auxquels sont soumis les consommateurs de produits et services financiers. Daniel Kahneman⁽²⁰⁾ a décrit nos deux systèmes de décision. Émotionnel, rapide et intuitif, le système 1 fonctionne en mode automatique. Réfléchi, calculateur et plus lent, le système 2 nécessite, quant à lui, un effort mental. L'IA reproduit le système 1. C'est celui qui s'impose naturellement lors de la prise de décision. Mais cette rapidité ne risque-t-elle pas d'être contreproductive si l'objectif est effectivement un consentement éclairé du consommateur ? Ne faut-il pas prévoir des ruptures dans les chaînes d'interaction de plus en plus fluides qui s'adressent au client ? Une réflexion croisée de ces différents champs académiques permettrait de vérifier à quels biais cognitifs risquent de conduire ces nouveaux outils de l'intelligence artificielle, et de les corriger en conséquence.

Les prestataires financiers sont au final pleinement responsables de l'adéquation de leur conseil au profil et aux besoins du client. Ces nouveaux écosystèmes porteurs de réels avantages (efficacité, assistance cadrée, augmentation et structuration de la connaissance des conseillers...) requièrent un pilotage éclairé. Des enjeux majeurs s'annoncent en termes de ressources humaines : transformation culturelle des différents acteurs, formation des concepteurs d'algorithmes à la protection de la clientèle et à la finance comportementale, talents à développer en matière de *Data Analytics* (DA)...

Intelligence artificielle : l'utilisation des données

Les investisseurs séduits par des parcours clients plus fluides alimentent ces outils de leurs données personnelles. Ces technologies en sont friandes : les algorithmes donnent des résultats d'autant plus performants que les données augmentent en volume, sont variées et circulent à une vitesse élevée, et que leur cohérence en garantit la véracité (ce sont les « Quatre V du *Big Data*⁽²¹⁾ »). Or, les investisseurs doivent savoir avec qui ils contractent, quelles sont les données utilisées, par qui et dans quel but.

(20) DIETTERICH Th. G. & HORVITZ E. J. (2015), "Rise of Concerns about AI : Reflections and Directions", *Communications of the ACM*, vol. 58, n°10, p. 38 et suivantes.

(21) Rapport du Sénat (2017), « Pour une intelligence artificielle maîtrisée, utile et démystifiée ».

Le nouveau règlement européen sur la protection des données personnelles⁽²²⁾, qui entrera en vigueur en mai 2018, viendra renforcer les droits des personnes définis dans l'article 8 de la Charte des droits fondamentaux de l'Union européenne⁽²³⁾. Il crée notamment un droit à la portabilité des données personnelles, prévoit un article spécifique sur la décision individuelle automatisée, y compris le profilage (article 22)⁽²⁴⁾. De manière plus générale, il donne aux citoyens davantage de contrôle sur leurs données à caractère personnel. La CNIL, qui en assure l'exécution, conduit une réflexion sur les enjeux éthiques soulevés par l'évolution des technologies numériques (algorithmes et intelligence artificielle)⁽²⁵⁾.

Bibliographie

Les Échos (2 août 2017), « Petite histoire de l'Intelligence artificielle ».

Décision de la commission des sanctions de l'AMF à l'encontre des sociétés Euronext Paris SA et Virtu Financial Europe LTD (2015), <http://www.amf-france.org/Actualites/Communiqués-de-presse/Commission-des-sanctions>

AMF, Comportement des *traders* haute fréquence sur Euronext Paris (2017), <http://www.amf-france.org/Actualites/Communiqués-de-presse/AMF/annee-2017>

Association française de la gestion financière (AFG) (2017), *La transformation digitale des sociétés de portefeuille en « SGP3.0 »*

Accenture (2017), Étude annuelle « Vision technologique ».

LECUN Yann (2011) “Building Artificial Vision Systems with Machine Learning, Deep learning”, *The NYU Center for Data Science*.

Le Monde Économie (20 avril 2017), « Le Crédit mutuel déploie le robot d'intelligence artificielle Watson dans son réseau ».

AMF, *Lettre de l'Observatoire de l'épargne*, n°22, 17 et précédents, www.amf-france.org/Publications

Challenges (28 novembre 2017), « Fermeture d'agences, suppressions de postes... Ce que prévoit le plan d'économies de la Société Générale à 1 milliard d'euros », https://www.challenges.fr/finance-et-marche/banques/fermeture-d-agences-suppressions-de-postes-ce-que-prevoit-le-plan-d-economies-de-la-societe-generale-a-1-milliard-d-euros_516246

Report on Big Data (2017), <https://www.esma.europa.eu/press-news/consultations/joint-committee-discussion-paper-use-big-data-financial-institutions>

Report on Automation in Financial Advice (2016), <https://esas-joint-committee.europa.eu/Publications/Reports/EBA.pdf>

AMF (2017), « Guide sur MIF 2 pour les sociétés de gestion de portefeuille », <http://www.amf-france.org/>

(22) Règlement général sur la protection des données (RGPD) (2016/679) entré en vigueur le 24 mai 2016 et applicable à partir du 25 mai 2018, eur-lex.europa.eu

(23) Charte des droits fondamentaux de l'Union européenne (2000/C 364/01), Journal officiel des Communautés européennes.

(24) RGPD, article 22 : « La personne concernée a le droit de ne pas faire l'objet d'une décision fondée exclusivement sur un traitement automatisé, y compris le profilage, produisant des effets juridiques la concernant ou l'affectant de manière significative de façon similaire », hors situations prévues par le texte.

- AMF (2013), Position AMF - DOC 2013-02, « Le recueil des informations relatives à la connaissance du client ».
- AMF (2017), Recommandation AMF - DOC 2017-07, « Simulations de performances futures ».
- INRIA (2016) : « Intelligence artificielle : les défis actuels et l'action de l'INRA », Livre blanc coordonné par Bertrand Braunschweig.
- DIETTERICH Thomas G & HORVITZ Éric J. (2015), "Rise of Concerns about AI: Reflections and Directions", *Communications of the ACM*, vol. 58, n° 10, pp. 38 sq.
- KAHNEMAN Daniel (2012), « Système 1/Système 2 : les deux vitesses de la pensée » [*Thinking fast and slow*] Hors collection - Essais - Flammarion.
- Rapport du Sénat (2017), « Pour une intelligence artificielle maîtrisée, utile et démystifiée ».
- Règlement général sur la protection des données (RGPD) (2016/679), eur-lex.europa.eu
- Charte des droits fondamentaux de l'Union européenne (2000/C 364/01), *Journal officiel des Communautés européennes*, article 8.
- CNIL (2017), « Éthique et numérique : les algorithmes en débat ».

La mise en place du cognitif au sein du Crédit Mutuel

Par Frantz RUBLÉ

Président d’Euro-Information et Directeur général adjoint de la Caisse fédérale de Crédit Mutuel*

Le contexte et la genèse du projet

L’apparition récente de solutions informatiques dites cognitives, capables de traiter automatiquement le langage naturel et d’apprendre par l’exemple, est à l’origine du lancement du projet décrit ici.

En mai 2015, IBM - avec qui nous collaborons depuis 55 ans - nous a proposé de travailler ensemble sur la version française de la technologie Watson qui venait de sortir de ses laboratoires. Parmi tous les cas d’usage à travers le monde qu’IBM nous a présentés, ce sont ceux du domaine médical (en oncologie, en particulier) qui nous ont convaincus. Le système indique au médecin les traitements susceptibles de fonctionner en affichant un indice de confiance. Ensuite, c’est le médecin qui conclut, selon sa connaissance du patient. Cela nous a permis de bien visualiser ce que cette technologie pouvait apporter à nos conseillers, au service de nos clients-sociétaires. À la fin juin de cette même année, nous avons décidé de nous lancer dans l’aventure, devenant ainsi la première entreprise à mettre en œuvre en France la technologie cognitive IBM Watson.

Le projet est ensuite allé très vite : dès le dernier trimestre 2015, nous avons mis en place une équipe multidisciplinaire issue de nos réseaux bancaires, de l’informatique, de nos métiers internes, renforcée par des collaborateurs d’IBM (de France, d’Irlande et des États-Unis).

La première étape a été de bien comprendre la technologie, ses performances et ses limites actuelles, et d’identifier des cas d’utilisation potentiels. Trois cas (sur lesquels nous reviendrons plus bas) ont été retenus, fin 2015. Forts de ces travaux qui ont montré que nos projets autour de “Watson” allaient faciliter le travail de nos conseillers et améliorer le service rendu à nos clients-sociétaires, et forts des engagements pris par IBM, nous avons donné notre accord définitif le 29 décembre 2015.

Les premières solutions à avoir été développées en 2016 ont été déployées au cours du premier semestre 2017 dans 2 800 caisses du Crédit Mutuel et agences du CIC.

Cette première expérience nous a permis de construire un socle technologique solide et durable qui ouvrirait de nouvelles perspectives, sur la base de l’analyse de demandes formulées en langage naturel.

En 2017, de nouveaux projets similaires ont été engagés dans d’autres domaines « métiers ».

Un projet qui arrive au bon moment

La transformation digitale fait évoluer les comportements de nos clients-sociétaires :

- les contacts se font de plus en plus à distance ;

(*) Crédit Mutuel Anjou, Crédit Mutuel Antilles-Guyane, Crédit Mutuel du Centre, Crédit Mutuel Centre Est Europe, Crédit Mutuel Dauphiné-Vivaraïs, Crédit Mutuel Ile-de-France, Crédit Mutuel Loire-Atlantique et Centre-Ouest, Crédit Mutuel Maine-Anjou Basse-Normandie, Crédit Mutuel Méditerranéen, Crédit Mutuel Nord Europe, Crédit Mutuel de Normandie, Crédit Mutuel Midi-Atlantique, Crédit Mutuel Océan, Crédit Mutuel Savoie-Mont Blanc, Crédit Mutuel du Sud-Est.

- nos clients-sociétaires sont de plus en plus connectés, informés et autonomes ;
- ils restent toujours attachés à une relation forte avec leur conseiller, avec leur agence et avec leur caisse ;
- ils ont plus que jamais un besoin d'accompagnement et de conseils personnalisés.

Face à l'augmentation du nombre des produits en catalogue à maîtriser (banque, assurances, immobilier, téléphonie, sécurité du domicile, voitures...) et face aux volumes croissants des informations à traiter, nos conseillers ont besoin d'être assistés dans leurs activités quotidiennes afin de maintenir le niveau de qualité des services fournis à nos clients-sociétaires.

Dans ce contexte, notre ambition est de mieux assister nos 20 000 conseillers dans leur quotidien et de mettre la technologie au service du développement de la relation humaine, dans l'intérêt de nos clients-sociétaires.

Sans ambiguïté, le conseiller est l'acteur central de cette innovation (qui n'est pas mise directement à la disposition du client-sociétaire). Cela fait écho à notre choix de maintenir un réseau physique performant et de placer le conseiller au cœur de la relation avec le client-sociétaire, y compris à distance. Nous devons lui donner les outils lui permettant d'être plus réactif face aux sollicitations sur des canaux de communication multiples, et lui libérer du temps pour sa mission de conseil et pour ses activités à forte valeur ajoutée nécessitant une intervention humaine.

Ces technologies ne se substituent pas à nos collaborateurs mais les assistent. Il n'y a aucun changement dans la relation : le conseiller est seul décisionnaire pour l'ensemble des actions et il reste l'interlocuteur auquel le client-sociétaire peut poser ses questions et adresser ses demandes.

L'analyseur d'e-mails

Le premier cas d'usage a été la création d'un analyseur d'e-mails. En effet, les conseillers de nos réseaux en France reçoivent plus de 300 000 e-mails par jour de la part de leurs clients-sociétaires. Ils doivent y répondre et traiter les tâches associées, le tout avec une exigence accrue de réactivité.

L'outil est intégré dans notre solution de messagerie :

- il enrichit l'e-mail entrant du client-sociétaire en identifiant des « intentions » parmi une liste des demandes les plus fréquentes : prendre un rendez-vous, effectuer un virement, faire opposition à une carte bancaire... ;
- il permet de détecter le caractère d'urgence de l'e-mail soit par la nature urgente par essence de l'intention, soit à travers le vocabulaire utilisé par le client-sociétaire : c'est donc un outil d'aide à la priorisation des tâches ;
- la barre d'analyse intégrée dans la messagerie propose également un lien direct vers l'appliquatif métier correspondant à l'intention détectée et permettant de traiter la tâche liée à la demande. Par exemple, pour une demande de virement, si les informations sont explicites dans l'e-mail, l'outil va permettre d'ouvrir le bon applicatif et de pré-renseigner certains paramètres, le conseiller restant le décisionnaire quant à la validation de l'opération ;
- l'outil peut également lui proposer une réponse personnalisée extraite de notre bibliothèque de réponses. Auparavant, il devait ouvrir un applicatif dédié et rechercher le bon modèle parmi un grand nombre de modèles. Avec l'analyseur d'e-mails, tout cela est désormais automatisé - jusqu'au nom du client-sociétaire, qui peut être préinscrit grâce au lien établi entre l'adresse e-mail de l'expéditeur et notre référentiel Clients.

Il s'agit donc d'aider le conseiller à traiter les opérations courantes à faible valeur ajoutée et de lui faire gagner du temps pour l'aider à se concentrer sur son cœur de métier : le conseil et le service à nos clients-sociétaires.

Les assistants virtuels

Pour leurs recherches, nos conseillers puisent dans un corpus interne de 52 000 documents et ils soumettent chaque année plusieurs dizaines de millions de recherches à notre base documentaire. Ils utilisaient jusqu'ici un moteur de recherche par mots-clés qui peut prendre beaucoup de temps s'ils n'ont pas les bons mots-clés en tête – par exemple, « conducteur occasionnel » pour une question telle que : « mon fils peut-il conduire ma voiture ? ».

Nous avons donc développé un assistant pour optimiser cette recherche, tout d'abord dans le champ de l'assurance de biens. L'outil s'adapte au vocabulaire généraliste du conseiller et entame un dialogue avec lui, s'il a besoin de paramètres complémentaires pour préciser la question et renvoyer une réponse unique. Le conseiller a la possibilité de poursuivre la conversation avec une de nos plateformes support si la question est plus complexe.

Un deuxième assistant virtuel a par ailleurs été développé sur les problématiques de l'épargne des particuliers.

L'entraînement initial

Au départ, les technologies qui constituaient l'offre Watson ne contenaient aucune donnée, hors celles liées à l'utilisation du français. Il a donc fallu d'abord créer un dictionnaire d'un millier de concepts décrits par environ 4 000 motifs de langage, chacun rattaché à une intention. Cette annotation est un investissement qu'il faut pouvoir rentabiliser. Avec plus de 300 000 *e-mails* reçus chaque jour par nos conseillers, c'est le cas (mais cette solution n'est pas adaptée à tous les contextes).

Pour l'analyseur d'*e-mails*, nos experts métiers ont commencé par annoter un échantillon de 10 000 *e-mails* entrants anonymisés pour établir une intention et un degré d'urgence, de façon à mettre en exergue des récurrences. Nous nous sommes focalisés sur les plus fréquentes pour constituer le jeu d'entraînement de la machine.

Pour les assistants virtuels, notre démarche a consisté, dans un premier temps, à recueillir auprès de nos 20 000 conseillers plusieurs milliers de questions parmi les plus fréquentes dans les domaines métiers souhaités, puis à faire classer par nos experts métiers ces questions par intention et par entité, avant de paramétrer les dialogues et d'identifier dans notre base documentaire les paragraphes de documents *ad hoc* y apportant une réponse.

Dans 40 % des cas, nous avons été amenés à améliorer le contenu des documents concernés rédigés par nos experts métiers, notamment afin de rendre ceux-ci plus accessibles à nos conseillers, qui sont des généralistes. Cela représente un investissement conséquent en temps et en ressources, mais la capacité de démultiplication offerte par la machine auprès de nos 20 000 conseillers rend cet investissement intéressant.

L'apprentissage continu

Nos conseillers ont la possibilité de « remonter » leurs retours, positifs ou négatifs, sur les réponses apportées par l'outil. Nos experts métiers peuvent ensuite analyser ces retours afin d'améliorer l'outil. Cette amélioration n'est donc pas automatisée.

Cette absence d'auto-apprentissage n'est pas une limitation technique, mais bien plutôt une décision de notre part. Prenons l'exemple de la notion d'urgence : chacun de nos 20 000 conseillers en aura une conception personnelle. Si on laisse le système apprendre par lui-même directement sur la base des retours des utilisateurs, il ne parviendra pas à converger vers une réponse unique.

L'intervention d'experts humains est nécessaire pour définir de manière très précise la notion d'urgence, selon les cas. Des expériences d'auto-apprentissage ont été menées par le passé dans d'autres entreprises, mais les résultats n'ont pas été au rendez-vous : dans certains cas, les internautes avaient entraîné l'outil à répondre de manière inconvenante.

Pour les assistants virtuels, le corpus documentaire qui nourrit nos solutions évolue, avec des intentions, des questions ou des produits nouveaux tous les jours. Cela nécessite une organisation transverse avec différents experts, qu'il faut coordonner afin de conserver la cohérence de l'outil. Nous travaillons à la finalisation de cet outillage méthodologique. C'est là le véritable enjeu de ces premiers projets, qui doivent aboutir si l'on veut que les suivants soient menés encore plus efficacement.

Les limites de ces technologies

Il ne faut pas occulter les limites (actuelles) de ces technologies.

Pour l'analyseur, la solution n'a pas connaissance du contexte de l'*e-mail* et des informations implicites. Elle ne saisit pas toutes les ambiguïtés et subtilités du langage, l'ironie ou la menace par exemple. Nous avons mesuré que, dans un cas sur cinq, un même message étudié en parallèle par deux experts métiers, et ce, dans les mêmes conditions que pour l'analyseur, était interprété de manière différente. Si l'humain ne parvient pas à une compréhension parfaite d'un *e-mail*, la technologie ne le pourra pas non plus. Cela met une borne supérieure à ce qu'il est possible de faire et, sur un domaine aussi ouvert et complexe que celui des demandes des clients des banques, mettre au point une solution qui soit entièrement automatisée ne semble pas aujourd'hui envisageable.

Les assistants virtuels apportent actuellement une réponse satisfaisante dans environ les deux-tiers des cas. Ce taux de succès constaté est déjà significativement supérieur à celui du moteur de recherche d'informations dans notre base documentaire et les performances des solutions seront progressivement améliorées au fil de la prise en compte des retours de ses utilisateurs : ces derniers sont primordiaux pour aider toute solution à progresser. Mais elles ne pourront jamais répondre correctement à 100 % des questions, même à des questions paraissant très simples : ce sont là les limites inhérentes à l'apprentissage par l'exemple.

Les nouveaux cas d'utilisation

En nous appuyant sur l'expérience acquise et sur la méthodologie et les infrastructures mises en place en 2016, nous développons de nouveaux cas d'utilisation en 2017 :

- des assistants virtuels, dans trois nouveaux domaines métiers : le crédit à la consommation, l'assurance santé et l'assurance prévoyance ;
- pour accélérer l'apport de valeur aux métiers du Crédit Mutuel et du CIC *via* les solutions cognitives, nous avons mis en place une équipe interne dédiée (la *Cognitive Factory*) comptant une soixantaine de collaborateurs, pour :
 - identifier de nouveaux cas d'utilisation ;
 - accélérer l'exécution opérationnelle des nouveaux projets cognitifs ;
 - améliorer toujours davantage le service à nos clients-sociétaires.

Premiers enseignements

Ces deux premières années nous ont permis d'identifier sept enseignements principaux :

1) la phase d'apprentissage a nécessité plusieurs mois de travail avec nos experts métiers afin d'identifier les questions les plus fréquentes et de préparer les réponses à fournir aux conseillers.

Cet effort se poursuit après le déploiement généralisé des premières solutions pour améliorer continuellement les réponses et maintenir celles-ci à jour : il n'y a pas d'autoapprentissage et de nouveaux métiers sont créés dans l'entreprise de manière pérenne autour de ces solutions ;

2) les performances sont au rendez-vous : le taux de satisfaction des utilisateurs est supérieur à 80 %, et dans 60 % des cas les conseillers trouvent plus rapidement les bonnes réponses aux questions posées par les clients-sociétaires en utilisant ces solutions (par rapport à ce que permet l'utilisation du moteur de recherche classique) ;

3) il serait souhaitable de ne pas utiliser le terme d' « intelligence artificielle », générateur d'une inquiétude infondée et d'attentes exagérées. Cette technologie repose en réalité sur l'apprentissage par l'exemple, qui permet de reproduire un comportement de manière mécanique. C'est un grand progrès, car les informaticiens ne sont pas capables d'écrire des programmes aboutissant à ce résultat. Mais, à ce stade, la machine ne « comprend » pas : dépourvue de raisonnement et de créativité, elle reproduit simplement un jeu d'exemples prédéfinis ;

4) il faut rassurer : les assistants virtuels ne répondent qu'à des questions simples et récurrentes dont la réponse se trouve déjà dans notre base documentaire interne. Tout ce qui relève de la créativité, de l'empathie, de la compréhension d'une situation donnée, voire simplement du bon sens, reste exclusivement du domaine de l'humain ;

5) la mise en place de solutions cognitives n'est aujourd'hui qu'une réponse partielle aux défis digitaux des entreprises. Elle est systématiquement accompagnée d'un défi organisationnel. Il est crucial que les entreprises fassent preuve d'anticipation : innover dans les façons de travailler vers plus de pratiques collaboratives, identifier les futurs besoins en termes de compétences ou encore promouvoir l'émergence de nouveaux métiers pour bénéficier pleinement des apports des technologies ;

6) il faut accompagner : une part importante de ce challenge concerne l'accompagnement des collaborateurs en vue du changement. Cela passe par des formations, mais aussi par la transmission de bonnes pratiques et de bons réflexes pour lutter contre les habitudes. Cela prend du temps, mais c'est la clé de la réussite pour renforcer l'utilisation de ces nouvelles solutions dans le quotidien de nos 20 000 conseillers ;

7) enfin, un soutien et une implication, au plus haut niveau de l'entreprise, sont indispensables pour mener à bien un tel projet. Cela a été le cas aussi bien du côté du Crédit Mutuel que du côté d'IBM.

Conclusion

Les technologies cognitives ont des champs d'application très vastes, tant sur les plans fonctionnels/métiers que sur le plan des technologies, et nous devons veiller à toujours être capables de nous projeter dans des visions à court, moyen et long termes, afin d'en saisir les opportunités. Une certitude : pour nous, ces technologies doivent s'inscrire dans la lignée des innovations technologiques au service de l'humain.

Intelligence artificielle et règles de protection de la clientèle dans la banque et l'assurance

Par Olivier FLICHE

Directeur du contrôle des pratiques commerciales, Autorité de contrôle prudentiel et de résolution (ACPR)

L'analyse des données et l'intelligence artificielle ouvrent des perspectives inédites aux secteurs de la banque et de l'assurance

Aujourd'hui, dans la banque et l'assurance, l'intelligence artificielle en est à ses balbutiements. La grande question qui préoccupe les esprits – entreprises, médias spécialisés, autorités de régulation ou de contrôle – est celle de l'utilisation des données des clients. Cette question est d'importance en effet, non seulement en raison des développements considérables des techniques d'analyse des données et de la prise de conscience par les acteurs des « gisements » de données dont ils disposent (*Big data*), mais également du fait de l'actualité réglementaire : l'entrée en vigueur prochaine du Règlement général sur la protection des données⁽¹⁾ (RGPD).

Dans le domaine des services de paiement, l'arrivée des « agrégateurs de compte » est reconnue et favorisée par la deuxième directive sur les services de paiement⁽²⁾ (DSP2). Dans le domaine des assurances, les objets connectés (notamment la voiture, mais également, entre autres, les applications des *smartphones* relatives au sport ou au mode de vie) suscitent la création de produits d'assurance davantage liés à l'usage et assortis de services de prévention. Autant de signes avant-coureurs des mutations qui s'annoncent pour le secteur.

Dans ce contexte, l'acclimatation des techniques d'intelligence artificielle se fait plutôt discrète et son importance est peut-être encore un peu sous-estimée. Les réponses à un récent *discussion paper*⁽³⁾ du comité joint des trois autorités européennes de supervision sur le *Big data* montrent ainsi que les outils d'intelligence artificielle sont très peu développés dans les secteurs financiers ; le marché les envisage à terme comme une « couche additionnelle » du *Big data* permettant d'analyser de grands volumes de données non structurées et d'améliorer les performances de classification, d'évaluation et de prédiction. Parallèlement, des projets concernant la gestion des réclamations des clients, la gestion des sinistres ou de la fraude en assurance, ou plus globalement l'aide à la gestion de la relation clients, commencent à voir le jour.

(1) Règlement n° 2016/679. Le RGPD entrera en vigueur le 5 mai 2018. Il a vocation à constituer le nouveau cadre européen de protection des données personnelles, avec trois objectifs :

- renforcer les droits des personnes, notamment par la création d'un droit à la portabilité des données personnelles et de dispositions propres aux personnes mineures ;
- responsabiliser les acteurs traitant des données (responsables de traitement et sous-traitants) ;
- crédibiliser la régulation grâce à une coopération renforcée entre les autorités de protection des données, qui pourront notamment adopter des décisions communes lorsque les traitements de données seront transnationaux, et des sanctions renforcées.

(2) Directive 2015/2366/UE. Elle doit être transposée par les États membres avant le 13 janvier 2018.

(3) *Joint Committee Discussion Paper on the Use of Big Data by Financial Institutions*.

En effet, une machine qui devient capable, non seulement d'analyser un grand nombre de données, mais aussi de comprendre le langage naturel et d'apprendre de ses interactions passées avec les clients, a nécessairement un rôle à jouer dans les secteurs de services que sont la banque et l'assurance.

Elle peut jouer, en premier lieu, un rôle - direct ou en appui - lors de la commercialisation des produits financiers. Pour des raisons techniques (tarification, prise de risque) et réglementaires (connaissance du client, devoir de conseil), la connaissance du client, de ses caractéristiques et de ses besoins, est en effet un préalable indispensable à la commercialisation de la plupart des produits et services financiers.

L'intelligence artificielle peut aussi enrichir la relation client postérieurement à la vente, en étendant le champ du conseil ou en améliorant la gestion du service rendu. On peut penser, par exemple, en assurance-dommages ou santé, à un meilleur suivi de l'évolution des risques et à des propositions de couverture adaptées dans le temps, dans le secteur de l'épargne ou de l'assurance-vie, à des services de réallocation des actifs d'un portefeuille - une version améliorée des algorithmes des *robo-advisors* actuels. En matière de gestion, certains acteurs étrangers de la *fintech* se sont déjà illustrés en annonçant des solutions, semble-t-il particulièrement efficaces, pour traiter des déclarations de sinistres, tout en gérant les risques de fraude.

Quels risques, quels enjeux pour le secteur et ses clients ?

Le secteur financier n'est pas à l'origine de ces mutations : est-il prêt à se les approprier sans que son paysage et les rapports de force entre acteurs en soient bouleversés ? Rien n'est moins sûr. La notoriété, la technicité et la force financière des acteurs en place leur donnent clairement des atouts pour passer des alliances avantageuses avec de nouveaux acteurs, pour peu que ceux-ci soient petits ; la question est un peu différente quand les nouveaux entrants sont eux-mêmes des géants des nouvelles technologies. La course de vitesse actuelle pour diffuser des solutions de paiement sur *smartphone* (Paylib, Apple Pay, etc.) est assez éloquente en la matière. Gageons que le même scénario se répétera lors de la généralisation de l'intelligence artificielle dans les secteurs financiers.

Quoi qu'il en soit, la remise en cause quasi certaine des usages et des modèles économiques du secteur n'est pas sans risque pour les clients.

Il y a tout d'abord les risques liés à la *Big data* : le risque qui pèse sur la sécurité et l'intégrité des données des clients, ceux liés à leur exploitation. Ces risques se retrouvent dans les autres secteurs économiques ; on ne les développera pas ici ⁽⁴⁾, mais il faut en souligner les spécificités pour le secteur financier.

En effet, à l'origine de la relation entre un client et son assureur ou son banquier il y a généralement un transfert, ou un partage, de risques : c'est l'objet même de l'assurance et la notion n'est pas non plus absente de la banque (risque de crédit de l'emprunteur, garanties données sur une partie de l'épargne et les dépôts, sécurisation des paiements, etc.). Ces différents transferts de risque font une grande partie de l'utilité sociale de ces secteurs : ils permettent en effet le maintien de la confiance et le développement de la vie économique, en en sécurisant les acteurs - consommateurs et entrepreneurs.

Le métier de l'assureur ou du banquier est de connaître les risques qu'il prend et, de fait, il les connaît mieux que les clients qui les lui transfèrent. C'est ce que les régulateurs et contrôleurs des pratiques commerciales désignent sous le terme de « asymétrie d'information ⁽⁵⁾ ». Cette asymétrie

(4) On mentionnera toutefois les risques de reproduction des biais sociaux que les algorithmes sont susceptibles d'hériter des données qu'ils traitent et les risques de discrimination (inconsciente) qu'ils entraînent. Voir BARO-CAS S. & SELBST A. D. (2016), "Big Data's Disparate Impact", *California Law Review* 671 (104).

(5) En actuariat, l'asymétrie d'information est plutôt envisagée, à l'inverse, comme la connaissance du risque que peut avoir le client à l'insu de l'assureur et que celui-ci se fixe comme objectif de découvrir, par l'étude des données.

d'information s'accroît de façon considérable avec l'explosion du nombre de données exploitables et des techniques pour les exploiter, notamment celles de l'intelligence artificielle : la connaissance des risques des clients se fait de plus en plus fine et individualisée, y compris leur évolution dans le temps. Dès lors, comment s'assurer que le professionnel ne tire pas un parti excessif de cette asymétrie d'information, en excluant par exemple de sa prise en charge les risques dont lui seul sait que ce sont les plus significatifs ou en proposant des tarifs déconnectés des risques réellement pris en charge ?

Ce risque est accru par les potentialités de l'intelligence artificielle en matière de gestion de la relation client. La compréhension des biais comportementaux, surtout si elle devient individualisée, est un levier puissant pour faire accepter au client une relation commerciale totalement déséquilibrée⁽⁶⁾. Pourtant, mis en œuvre et poussé à l'extrême, un tel programme ne peut qu'aboutir à la ruine de la confiance dans le secteur, en le privant de son utilité sociale.

Dans ce contexte, la réglementation et le contrôle des secteurs financiers sont-ils adaptés ?

En première approche, et compte tenu de l'état de l'art actuel des techniques, la réponse semble être positive. La réglementation européenne de protection de la clientèle des secteurs de la banque, de l'assurance et des instruments financiers est tout entière construite sur la reconnaissance de cette asymétrie d'information entre le professionnel et son client. Tout son objet est de rééquilibrer la relation qui en résulte en imposant au professionnel non seulement un devoir de loyauté, mais également, et c'est le trait le plus original, la prise en charge de l'intérêt du client. Face aux risques évoqués ci-dessus, ce principe reste pleinement valable.

Toutefois, si l'on entre dans le détail de ces réglementations, la réponse devient moins évidente. En effet, celles-ci sont bâties sur une dichotomie que le développement de l'intelligence artificielle pourrait bien bouleverser : celle qui existe aujourd'hui entre les fonctions de « concepteur » et de « distributeur » de produits financiers. Au concepteur, la réglementation impose d'identifier des catégories de clients cibles et de développer des offres de produits adaptés aux besoins de ces catégories : c'est ce que l'on appelle la « gouvernance » des produits. Au distributeur revient le devoir de conseil ou d'explication au client, qui inclut la charge de vérifier que le produit proposé à un client donné correspond effectivement à ses demandes et ses besoins (ou ses capacités économiques, s'agissant d'emprunt). Les relations entre producteur et distributeur sont régies, quant à elles, par une obligation de circulation d'information, qui permet au distributeur de prendre connaissance des spécifications du produit et au producteur de vérifier que son produit rencontre effectivement sa cible et satisfait ses besoins ou, dans le cas contraire, de faire les ajustements nécessaires.

Que devient un tel schéma si l'on imagine une interaction commerciale avec le client entièrement automatisée, basée sur des logiciels auto-apprenants, où la cible commerciale ou les caractéristiques du produit sont ajustées en permanence en fonction des expériences de commercialisation individuelle ? Et où les explications données au client varient également en fonction de l'expérience acquise des ventes précédentes, pour lever les éventuelles difficultés de compréhension détectées ? L'ensemble des règles actuelles de protection de la clientèle, basées sur le contrôle de procédures conçues somme toute comme des algorithmes déterministes (même quand elles sont destinées à être appliquées par des êtres humains), trouveraient sans doute ici leurs limites.

(6) Un autre risque de l'usage de l'intelligence artificielle dans la gestion de la relation client est l'augmentation de la pression que le professionnel est susceptible d'exercer, même à son insu, sur le comportement de ses clients. Ce risque est également bien identifié des professionnels qui en voient les conséquences potentielles sur la relation de confiance avec leurs clients.

La réponse à un tel cas de figure, s'il se généralisait, consisterait sans doute à changer l'énoncé de la réglementation pour en maintenir l'objectif, par exemple, en exigeant que la programmation elle-même, ainsi que l'apprentissage de la machine, prennent en compte les intérêts du client. Les règles de gestion des conflits d'intérêts seraient elles-mêmes adaptées à un contexte où les décisions seraient prises par des machines. On passerait d'une « gouvernance des produits » à une « gouvernance des algorithmes ». Cette notion de « gouvernance des algorithmes » peut se concevoir également en dehors du secteur financier mais, dans ce secteur, elle est appelée à intégrer les principes réglementaires déjà existants.

Naturellement, la question qui se pose alors de suite est celle de l'auditabilité, de la possibilité de contrôler le fonctionnement de ces algorithmes et l'efficacité de leur gouvernance. Ce dernier problème a été clairement exposé dans un rapport récent du Conseil général de l'économie⁽⁷⁾.

Un autre aspect des règles de protection de la clientèle pourrait se voir renouvelé avec les développements technologiques : celui lié à la protection contre les phénomènes d'exclusion⁽⁸⁾. Dans le secteur financier, en particulier en assurance, le jeu de la concurrence incite à la segmentation et, d'une certaine façon, à une démutualisation des risques qui peut aller jusqu'à une exclusion, explicite ou par les prix, d'une partie de la population. Ce phénomène, ancien, a déjà suscité en France des réponses dans divers domaines : droit au compte bancaire, bureau central de tarification en assurance automobile, convention AERAS pour les emprunteurs avec risque aggravé de santé, etc. La possibilité d'approcher de façon toujours plus individualisée le client potentiel augmente le risque de démutualisation et, partant, celui d'exclusion en même temps qu'il en rend les facteurs plus difficiles à cerner. Si la « gouvernance des algorithmes » ne suffit pas à rendre ces risques socialement acceptables, la réglementation peut venir - sur tel ou tel point - corriger ces effets. Tel est le cas, par exemple, de l'instauration récente d'un « droit à l'oubli » de certaines maladies passées et considérées comme définitivement guéries.

On terminera ces quelques perspectives par une question : à plus long terme, la diffusion de l'intelligence artificielle n'est-elle pas de nature à résoudre les questions qu'elle aura posées ? En effet, pour peu que l'on imagine des outils d'intelligence artificielle directement et facilement accessibles à tous et (c'est l'hypothèse forte) exempts de biais commercial, ne pourra-t-on pas en faire de formidables outils de réduction des asymétries d'information au bénéfice des clients ?

(7) SERRIS J. & PAVEL I. (2016) « Modalités de régulation des algorithmes de traitement des contenus », Rapport au ministre de l'Économie et des Finances.

(8) Nous ne parlerons pas ici des risques de discrimination communs à toutes les activités, financières ou non.

Intelligence artificielle et assurance

Par Patrick DIXNEUF

Directeur général d'Aviva France

L'intelligence artificielle : une innovation... déjà ancienne

Lorsque l'on retourne aux racines, par exemple au Dartmouth College (New Hampshire) au milieu des années 1950 (McCARTHY, MINSKY, ROCHESTER et SHANNON, 1955), ou, souvenir plus personnel, lorsque l'on se remémore la frénésie du Laboratoire LSI-IRIT de l'Université de Toulouse, de l'INRIA ou des projets MAIA (SANSONNET, 1988) ou LORE (CASEAU, 1987), aux laboratoires de Marcoussis, les mots « intelligence artificielle » recouvrent clairement l'espoir suscité par la machine « consciente » du test de Turing (TURING, 1950).

Aujourd'hui suremployés, ces mots se sont dévalorisés. Luc Ferry (FERRY, 2016), comme d'autres, essaie d'en proposer des définitions renouvelées. Il distingue l'intelligence artificielle faible (essentiellement algorithmique, elle est obtenue grâce à la puissance de calcul, rare hier, mais disponible en abondance aujourd'hui) et l'intelligence artificielle forte (la vraie, celle des pionniers).

Aussi intéressant soit-il, ce débat n'est pas le nôtre ici.

Reconnaissons simplement que les technologies permettent aujourd'hui de simuler, au moins dans certaines circonstances, le travail et le comportement humains, et d'avoir certaines capacités d'autoapprentissage : *machine learning*⁽¹⁾, si ce n'est *deep learning*⁽²⁾. Ces technologies arrivent aujourd'hui au stade industriel : robots⁽³⁾, *chatbots*⁽⁴⁾ (agents conversationnels), Watson d'IBM...

Ses impacts sur la chaîne de valeur dans l'assurance

Les petits caractères des contrats d'assurance... Combien de fois n'a-t-on pas entendu des clients se plaindre, souvent à juste titre, de ce qui ne leur avait pas été expliqué ou qu'ils n'avaient pas compris, dans les contrats qu'ils avaient souscrits ? La question du conseil au client en assurance est posée, et elle n'est pas encore complètement résolue.

Les plateformes téléphoniques introduites dans les années 1980, puis les *emails* (dans les années 1990), puis Internet depuis le tournant du siècle... : toutes ces innovations devaient apporter des améliorations définitives dans nos services clients. Nos clients sont-ils aujourd'hui bien servis, mieux servis ? La question du service au client en assurance est elle aussi posée. Elle non plus, elle n'a pas encore été complètement résolue (LETRIBOT, 2017).

Reconnaissons que la matière assurancière est complexe. Les compagnies d'assurance n'ont cependant pas toujours déployé les efforts nécessaires de pédagogie et de simplification – surtout dans nos pays européens, où la culture financière et la culture du risque sont, pour ne pas dire taboues, en tous les cas plus faibles que dans les pays anglo-saxons.

(1) *Machine learning* : processus d'apprentissage permettant à une machine d'évoluer *via* des données, et ce, sans que ses algorithmes ne soient modifiés.

(2) *Deep learning* : variante du *machine learning* permettant à la machine d'évoluer et d'apprendre de façon autonome.

(3) Robot : terme inventé en 1922 par le Tchèque Karel Čapek (1890-1938) pour décrire un automate construit de façon industrielle déchargeant l'homme de tâches ingrates et répétitives.

(4) *Chatbot* ou agent conversationnel : interface facilitant le dialogue et diverses formes de conversation entre un service et un usager.

Malgré les discours des assureurs sur leur centricité client, il demeure une distance entre les propositions des compagnies d'assurance et les attentes de leurs clients, que celles-ci soient exprimées ou non.

Nécessité ou alibi, l'intermédiaire en assurance (agent ou courtier) a longtemps été vu comme celui en charge de combler cette distance, d'être de fait l'interprète plus ou moins neutre entre des compagnies d'assurance impersonnelles et les interrogations inquiètes de leurs clients.

Le canal direct d'Internet peut rapprocher les compagnies et les clients. Mais il peut aussi déshumaniser la relation. Sa progression au final relativement lente dans le domaine de l'assurance peut sans doute être imputée à l'absence d'aide humaine dans un domaine qui reste complexe et abscons pour la plupart des gens.

Dans ce contexte, l'émergence d'outils maniant le « langage naturel » semble pouvoir apporter une réponse. Logiquement, ces outils allant des *chatbots* les plus simples jusqu'au Watson d'IBM doivent permettre de combler un peu le fossé (à tout le moins sémantique) qui sépare les compagnies d'assurance de leurs clients.

Les résultats sont encourageants.

Loin des parcours interminables des premiers serveurs vocaux interactifs, ces nouveaux outils sont mieux acceptés par les clients, et ce, non seulement grâce à la qualité et à la rapidité de leurs réponses, mais aussi grâce à leur qualité d'accueil quasi humaine.

Ces progrès bénéficient également aux compagnies d'assurances. Les réponses immédiates et correctes diminuent le nombre des relances et permettent, selon l'expression consacrée, de recentrer les équipes vers des tâches à plus forte valeur ajoutée.

Ce n'est d'ailleurs pas là le seul intérêt de ces technologies pour l'optimisation de la chaîne de valeur de l'assurance.

Les systèmes d'information y sont la plupart du temps anciens et peu agiles. De plus, leur refonte est difficile, non pas sur un plan technologique ou algorithmique, mais à cause de la profusion et de l'ancienneté des données qu'ils gèrent : certains contrats peuvent être trentenaires, voire cinquantenaires.

Combien de collaborateurs ne doivent-ils pas, quotidiennement, jongler entre divers systèmes pour y puiser et y recopier des informations, travail aussi ingrat que générateur d'erreurs ?

La robotisation de ces tâches et la reconnaissance de la teneur des documents reçus (y compris manuscrits) sont autant de facteurs d'optimisation bien réels de la chaîne de valeur de l'assurance.

Ni ces premiers résultats ni les perspectives futures ne doivent occulter certaines questions essentielles :

- sur la centricité client : quelle transparence pour les offres d'assurance, et pour quelle qualité du conseil et du service associé ?
- sur le management et l'employabilité dans un monde digital : quel accompagnement des équipes pour que celles-ci puissent réellement assurer des tâches à plus forte valeur ajoutée ?

Nous tenterons d'y revenir plus bas.

Les impacts de l'intelligence artificielle sur la gestion des risques dans l'assurance

À mi-chemin entre l'optimisation de la chaîne de valeur et la meilleure gestion des risques, nous trouvons la tarification sophistiquée, *sophisticated pricing* pour nos collègues anglo-saxons (SANTONI et GOMEZ ALVADO, 2007).

La tarification sophistiquée est un peu le Janus de la technique assurancielle moderne. Elle permet, en effet, une meilleure appréhension et donc une meilleure tarification des risques, mais elle porte en elle-même le danger de tuer leur mutualisation, base pourtant incontournable de l'assurance.

On est loin du temps où le débat faisait rage dans le monde mutualiste pour ou contre l'introduction de catégories d'âge dans les contrats complémentaires santé.

Aujourd'hui, les données disponibles tant dans les bases des assureurs que dans les bases publiques (lorsqu'elles sont accessibles) permettent une appréhension individualisée du risque.

Cette tendance n'est pas nouvelle : elle existait déjà bien avant ce que l'on appelle aujourd'hui le *Big data*⁽⁵⁾ et le *data mining*⁽⁶⁾. Mais aujourd'hui, la performance des outils informatiques permet non seulement de traiter de grandes quantités de données, mais aussi, grâce à l'intelligence artificielle, de prendre en compte leur degré relatif de véracité ou de précision.

Nous retrouvons également l'intelligence artificielle dans nombre des biens couverts par une assurance ou des assistants permettant de diminuer des risques assurés. Nous citerons, dans le désordre : la voiture autonome, la sécurité informatique par reconnaissance tactile ou visuelle, la réalité augmentée, les assistants santé ou encore les robots chirurgiens (KOENIG, LANZILOTTA, LAVALLE, PANDE & VAIDYA, 2016).

Le métier de l'assurance, c'est aussi (pour ne pas dire avant tout) celui de la gestion des risques et de leur analyse prédictive⁽⁷⁾. Or, qui dit nouvelle technologie et/ou nouveaux comportements dit nouveaux risques.

Lorsque ceux-ci sont maîtrisables et quantifiables, ils représentent pour les compagnies d'assurance de la nouvelle matière assurancielle. S'ils ne le sont pas, ces risques que l'on dit émergents, les compagnies d'assurance (en gestion prudente) s'en protègent et en protègent leurs clients par du capital alloué, du tarif demandé, voire par de la non-assurabilité.

L'attention des assureurs et celle de leurs clients (professionnels d'abord, mais aussi de plus en plus particuliers) est aujourd'hui focalisée sur les risques cyber.

Depuis le risque de perte de données et de continuité d'exploitation jusqu'aux risques d'exploitation frauduleuse de ces données et d'atteinte à la réputation qui leur est associée, voilà typiquement les champs d'activité que l'assurance tente aujourd'hui de maîtriser à la fois, bien entendu, pour le développement et la protection de sa propre activité, mais aussi pour répondre aux attentes toujours plus grandes de ses clients.

L'approche du risque inhérent à l'intelligence artificielle est assez similaire avec un point de départ assez proche de ce que nous connaissons aujourd'hui pour la conception et la réalisation de systèmes d'information traditionnels : en cas d'erreur, la responsabilité civile de celui qui a conçu ou réalisé un système d'information pourra être mise en cause.

Il en va de même pour les systèmes intégrant de l'intelligence artificielle. Cependant, la notion même d'apprentissage introduit une complexité additionnelle.

Si la réponse donnée par un robot ou par un *chatbot* est erronée et que cette erreur porte à conséquence, qui en portera la responsabilité : son fabricant (qui en a créé le moteur), son utilisateur (qui l'a nourri de sa connaissance) ou encore – poussons le raisonnement à l'extrême – le robot ou le *chatbot* lui-même, dans le cas où celui-ci serait auto-apprenant ?

(5) *Big data* : ensemble des données disponibles pour être collectées ou transmises par les machines.

(6) *Data mining* : extraction d'informations pertinentes à partir d'une grande quantité de données.

(7) Analyse prédictive : analyse des données permettant d'établir des modèles sur des événements susceptibles de se produire (utile pour prévoir le comportement des consommateurs).

Voilà plus d'un siècle, on avait eu l'idée de faire marcher des piétons munis d'un drapeau rouge 50 mètres devant les voitures pour prévenir les autres piétons de leur arrivée. Beaucoup plus près de nous dans le temps, nous demandions confirmation de nos appels téléphoniques et de nos *e-mails* par la poste ordinaire.

L'immédiateté caractéristique de notre société actuelle pousse à ce que les réponses des robots ou des *chatbots* fassent foi.

C'est la beauté de l'assurance, face à toute innovation industrielle ou technologique, de devoir avancer vers un objectif qui lui-même progresse au fur et à mesure du temps.

La solution assurancielle existera dès lors que la quantification des risques sera possible sur les plans technologique et économique, ainsi (nous l'avons vu dans de nombreux domaines de la responsabilité civile) que sur un plan jurisprudentiel.

Que rien de tel n'existe aujourd'hui ne doit pas nous surprendre, car nous n'en sommes qu'au début. Ayons cependant le rêve que tous - assureurs, clients, législateurs - se mettent à travailler de concert pour anticiper un mouvement qui, comme celui de l'Internet, n'acceptera pas d'être freiné par son cadre réglementaire ou assuranciel.

Nous vivons dans une société du confort, qui veut à la fois avancer vite et bannir le risque. Mais le « principe de précaution » systématique n'est pas une solution : ce n'est qu'une réponse politique, frileuse et souvent de façade aux progrès de la science et de la technologie sur lesquels il est peu probable que nous acceptions de faire marche arrière.

Acceptons donc le fait que l'intelligence artificielle existe aujourd'hui et qu'elle se généralisera demain. Il est donc plus que temps de l'intégrer dans nos réflexions d'analyse des risques et de trouver les réponses assurantielles, non pas pour en éliminer les risques - il y en aura, comme avec toute innovation - mais pour essayer d'en couvrir, autant que faire se peut, les conséquences.

Questions de responsabilité et d'éthique

Si les impacts sur la chaîne de valeur et les impacts sur la gestion des risques sont deux sujets clés posés par l'arrivée de l'intelligence artificielle dans le monde de l'assurance, nous avons aussi vu que cela n'allait pas sans un certain nombre d'impacts sur les plans éthique et sociétal.

L'intelligence artificielle pose de manière évidente des questions de respect de la vie privée (*data privacy*).

Cela avait été anticipé par Isaac Asimov⁽⁸⁾ avant même l'émergence de l'idée d'intelligence artificielle. Cette question n'en est pourtant pas résolue aujourd'hui.

Certains apports du *Big data*, du *data mining* et, de manière plus générale, de l'intelligence artificielle sont clairement au bénéfice du client. Qui ne serait pas satisfait de ne pas se voir demander pour la énième fois sa date et son lieu de naissance ? Ou, plus largement, de voir se réduire drastiquement la taille des questionnaires de souscription d'un contrat d'assurance ?

Mais ce qui peut être interprété positivement par certains clients (comme le conseil qu'ils s'attendent à recevoir) peut être interprété par d'autres comme une intrusion intolérable dans leur vie privée ou une obstruction à leur libre choix lorsque tel ou tel produit leur est proposé en fonction de leur profil.

(8) Règles d'Asimov : ensemble de règles édictées en 1942 par l'écrivain de science-fiction Isaac Asimov (1920-1992) afin de protéger l'homme contre les robots.

De toute évidence, il n'y a pas de réponse unique, blanche ou noire, à ces questions qui, au-delà du domaine de l'assurance, agitent clients, vendeurs et... législateurs, depuis l'avènement de la révolution digitale⁽⁹⁾.

Essayons maintenant de reprendre et de classer certaines des autres questions que nous nous sommes posées au fil des paragraphes précédents.

Un premier groupe de ces questions n'est sans doute pas directement lié à l'intelligence artificielle. Il ressortit plutôt à la protection du client, à ce que les Anglo-Saxons appellent le *conduct*. À l'instar de l'ensemble des technologies digitales, l'intelligence artificielle ne fait que rendre ces questions plus urgentes. Il s'agit de :

- la compréhension des besoins des clients ;
- la transparence des propositions des assureurs ;
- la qualité du conseil ;
- la qualité des parcours clients.

Un deuxième groupe de problématiques a trait non seulement à la technique assurancielle, mais aussi à la place que l'on accorde au risque et à la responsabilité dans notre société. Il s'agit de :

- la notion de mutualisation du risque ;
- la responsabilité des dommages directs ;
- l'évaluation des dommages indirects ;
- le rôle et les évolutions des cadres réglementaires.

Un dernier groupe de problématiques, enfin, se rapporte davantage à la dimension éthique :

- la protection de la vie privée de nos clients ;
- la question de l'employabilité de nos équipes.

C'est, de manière plus générale, le débat de l'acceptation du changement et du refus du renfermement sur soi.

Sans réelle surprise, nous sommes là sur un terrain complexe, au sens de la complexité d'Edgar Morin (MORIN, 1982), c'est-à-dire de ce qui est « tissé ensemble », dans notre cas : les progrès et les risques. Ce sont aussi les bases de la systémique. Relisons Joël de Rosnay (DE ROSNAY, 1975).

Dans notre monde incertain, incomplet et en interaction permanente, l'émergence de nouveaux risques et leur maîtrise par l'assurance sont des sujets liés qui interagissent. L'intelligence artificielle impacte l'assurance, qui elle-même peut aider ou freiner l'acceptation de l'intelligence artificielle. Il n'y a là rien de nouveau, si ce n'est qu'aujourd'hui, en termes de mutations, tout est plus grand et va plus vite.

C'est cette taille et cette rapidité qui créent chez certains un sentiment de déshumanisation frustrant au niveau de la relation client, et dangereux au niveau de la relation salariale. Là encore, l'assurance est proche, car ce sentiment crée l'émergence de nouveaux risques en matière d'assurance santé.

(9) Nous ne résistons pas à l'envie d'illustrer le caractère essentiellement culturel et politique de ce problème en reproduisant l'interview croisée de Laurent Alexandre et de Cédric Villani dans le numéro 538, du 19 octobre 2017, du magazine *Challenges* : « L. A. : L'Europe ne fait aucun lien entre sa politique industrielle, sa politique de protection du consommateur, sa protection des données privées et son droit de la concurrence. Il n'existe pas d'organisme communautaire unifié de régulation, et les différentes Cnil européennes ont favorisé la croissance des plateformes américaines en empêchant la collecte de grosses bases de données en Europe. Les États-Unis ont les Gafa, nous avons la Cnil et des nains numériques - C. V. : Le règlement européen a été conçu pour préserver la vie privée du citoyen contre la surveillance généralisée. Une protection bien fondée peut apparaître, au départ, comme une faiblesse. Le développement de la collecte des données se fera de façon plus lente, mais avec des garde-fous. »

Ces risques-là sont bien réels. Ils sont pourtant maîtrisables, si nous pensons à remettre l'humain au centre de la relation. Même dans un monde digital, même dans un monde où l'intelligence artificielle trouvera une place de plus en plus grande.

L'intelligence artificielle ne doit pas être un mode d'organisation ou de management des entreprises ou de la société. C'est un outil dont les bénéfices peuvent dépasser largement les risques dès lors que nous évoluons aussi dans notre conception de l'organisation et du management.

Avec certes des chaos, l'humanité a toujours réussi à domestiquer ses innovations. Certains croient que cela n'est plus possible, ils voudraient que notre société abdique. Ils voient une société inégalitaire où les nations numériques seraient l'équivalent des nations coloniales d'autrefois (HARARI, 2017). Mais cela n'est pas inéluctable, et nous croyons que l'intelligence artificielle peut aussi bénéficier aux hommes et aux femmes, dans le cadre protégé de nos démocraties occidentales.

Les élites, l'éducation et les entreprises ont leur rôle à jouer. Il est vrai qu'il y a de grandes chances que la prédiction « un grand nombre de métiers vont disparaître, surtout dans les emplois médians⁽¹⁰⁾ » devienne réalité. Mais, pour reprendre ce que m'a dit un jour un dirigeant syndical, il faut « apprendre à nos collègues à réapprendre ».

Les livres d'Isaac Getz (GETZ, 2017), d'Alain Roumilhac et Gérard Karsenti (ROUMILHAC et KARSENTI, 2016), comme les cours de Sophie Floreani (fondatrice d'Ara &Co), à Sciences Po ou à l'École de communication digitale 2089 de Besançon, nous rappellent tout autant à nos devoirs de dirigeants qu'ils nous montrent que cela est possible !

Conclusion

L'assureur a en général tendance à « faire long et compliqué ». La matière, certes, s'y prête – et le cadre réglementaire ne l'incite pas à la concision. Son jargon l'aide peut-être à « montrer sa science » (et sans doute à en cacher les limites). Cela est d'autant plus vrai lorsqu'il aborde le sujet des risques émergents.

Nombre de contributions soulignent l'apport, pour l'assureur, de l'intelligence artificielle pour masquer sa propre complexité et combler le fossé qui existe avec ses clients. C'est là une vue assez restrictive, peut-être même inopérante si l'on ne garde pas la conviction qu'il faut à la fois réellement simplifier nos systèmes et, avec la révolution digitale, garder l'humain plus que jamais au cœur du dispositif.

Mais surtout, l'intelligence artificielle, comme toute innovation majeure, est à la fois une opportunité et un risque pour notre société, pour notre économie et pour nous-mêmes.

C'est ce que l'assureur doit savoir prendre en compte pour continuer à jouer son rôle dans un monde en évolution de plus en plus rapide, pour aider à « défier l'incertitude », pour paraphraser la mission que s'est donnée le groupe Aviva.

(10) Cédric Villani, dans le n°538 (du 19 octobre 2017) du magazine *Challenges* déjà cité.

Bibliographie

- AUBERT J.-P. & DIXNEUF P. (1991), *Conception et programmation par objets*, Paris, Masson.
- CASEAU Y. (1987), « Étude et réalisation d'un langage objet : Lore », thèse soutenue en 1987 à l'Université Paris XI.
- DE ROSNAY J. (1975), *Le Macroscopie - Vers une vision globale*, Paris, Le Seuil.
- FERRY L. (2016), *Penser le XXI^e siècle - La 3^{ème} révolution industrielle : économie collaborative, transhumanisme et ubérisation du monde*, Paris, Frémeaux & Associés.
- GETZ I. (2017), *L'Entreprise libérée - Comment devenir un leader libérateur et se désintoxiquer des vieux modèles*, Paris, Fayard.
- HARARI Y. N. (2017), *Homo Deus - A brief history of tomorrow*, London, Harvill Secker.
- KOENIG K., LANZILOTTA C., LAVALLE S., PANDE R. & VAIDYA M. J. (2016), *The Internet of things in insurance - Shaping the right strategy, managing the right risks*, London, EY.
- LETRIBOT M. (2017), *IA, chatbot, place de la relation humaine - Pour quel service client en 2020 ?*, Paris, Eurogroup Consulting.
- McCARTHY J., MINSKY M., ROCHESTER N. & SHANNON CL. (1955), "A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence", republié dans *AI Magazine*, volume 27, n°4 (2006).
- MORIN E. (1982), *Science avec conscience*, Paris, Fayard.
- ROUMILHAC A. & KARSENTI G. (2016), *Digital, emploi et compétences - Terres nouvelles, droit devant !*, Paris, Eyrolles.
- SANSONNET J.-P. (1988), « Présentation générale du projet MAIA », republié sur <https://perso.limsi.fr/jps/actions/maia/doc/maia.presentation>
- SANTONI A. & GOMEZ ALVADO F. (2007), *Sophisticated price optimization methods*, Stamford, Towers Perrin.
- TURING A. (1950), "Computing machinery and intelligence", publié dans *Oxford University Press*, vol. 59, n°236.

Les impacts de l'intelligence artificielle sur l'emploi : comment favoriser la complémentarité avec l'humain et faire émerger de nouveaux types de métiers ?

Par Reynald CHAPUIS
Pôle Emploi

Cet article a pour objectif d'analyser les impacts de l'intelligence artificielle sur l'évolution des métiers et des secteurs professionnels, d'identifier les approches à mettre en place pour faire évoluer les horizons professionnels et les rendre complémentaires de l'IA et, enfin, de parcourir les premières initiatives de Pôle Emploi en la matière.

Les impacts de l'IA sur l'emploi

D'après le rapport de synthèse des groupes de travail France Intelligence artificielle, l'IA peut être définie comme un usage visant à automatiser des tâches intégrant plusieurs briques technologiques relevant d'un même écosystème thématique.

L'écosystème thématique de l'IA peut être défini de la manière suivante :

- l'information : organisation et gestion numérisées de la donnée ou de l'expertise (procédures de capture, bases de données...).
- le matériel : l'infrastructure matérielle comprend les capteurs et la technologie de calcul.
- les algorithmes : ce sont les algorithmes proprement dits, mais aussi les stratégies de résolution, les stratégies de calcul, les systèmes experts, etc.
- les interactions : la robotique, les interfaces homme-machine (IHM), l'ergonomie.
- enfin, l'encadrement : il s'agit des savoir-faire transverses permettant une implémentation contrôlée de ces technologies, c'est-à-dire le droit, la philosophie et l'éthique, l'acceptabilité et la mesure de l'impact individuel et social, et plus largement les sciences humaines et sociales (SHS).

Intelligence artificielle : différentes générations répondant à des besoins variés

Il est crucial de préciser que l'expression générique « intelligence artificielle » regroupe en fait un grand nombre de technologies, plus ou moins avancées.

Pour éclairer ce constat, différents niveaux d'IA ont été classifiés en générations successives.

Les IA 1.0 peuvent répondre à un besoin d'automatisation (par exemple, augmentation de la productivité d'une usine) ou à des tâches de surveillance et d'enregistrement de données (télé-surveillance CCTV).

Viennent ensuite les IA 2.0, qui sont capables d'analyser de grandes bases de données (*Big data*), d'interagir avec autrui (*chatbots*) ou de stocker de l'information (*cloud*).

Enfin, les IA 3.0, le stade le plus avancé à l'heure actuelle, peuvent, en plus des compétences précédentes, reconnaître des comportements récurrents pour faire du prédictif (jeux vidéo) ou pour apprendre à partir de leurs actions précédentes (*machine learning*), ce qui leur permet de procéder à une analyse cognitive de la situation, et donc de raisonner.

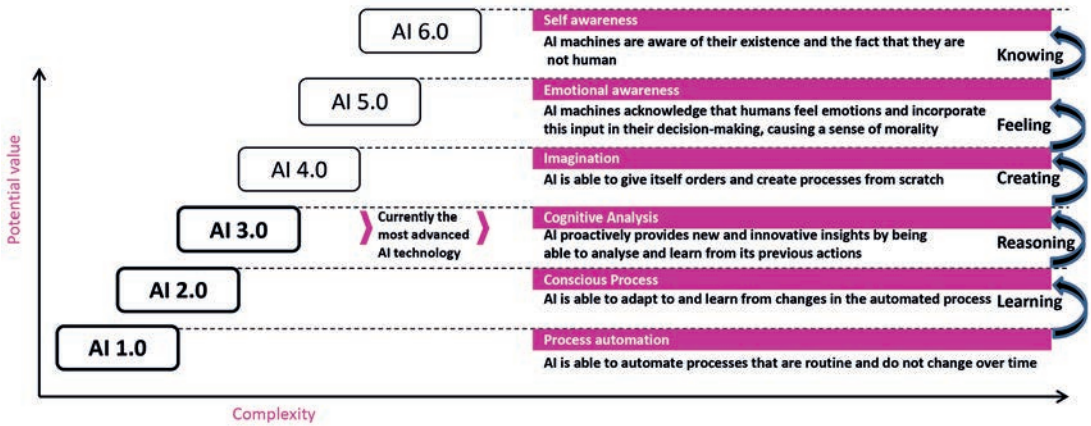


Figure 1 : Les différentes générations d'IA.
 Source : Capgemini Consulting.

Le secteur public, premier employeur français, n'utilise par exemple principalement que des IA des générations 1.0 et 2.0 permettant surtout de réaliser des tâches des types « préparer », « appliquer » et « analyser ». Récemment, Shark Robotics a équipé les pompiers de Paris d'un drone terrestre non autonome, qui explore les zones à risques à la place des humains (IA 1.0). Autre exemple : pendant l'élection présidentielle, la métropole de Marseille a expérimenté un *chatbot* capable de donner aux utilisateurs les horaires d'ouverture et la localisation des bureaux de vote, ainsi que la liste des documents à apporter pour voter (IA 2.0).

Plus simplement, dans le secteur public l'IA sert aujourd'hui à automatiser des processus et à analyser de grosses banques de données dans le but de désengorger les services, d'améliorer les conditions de travail de ses agents et d'améliorer l'expérience utilisateur.

Dans certains cas, les entreprises recourent à la génération 3.0 de l'IA. C'est par exemple le cas de l'apprentissage dont sont capables des voitures autonomes à partir d'accidents subis afin d'améliorer la détection des obstacles.

Enfin, l'on pense que les futures générations de l'IA devraient être plus autonomes, capables de ressentir, de moraliser et de créer. Cependant, cette étape est encore loin d'avoir été franchie, contrairement à une opinion répandue, et, par conséquent, de nombreux métiers sont encore loin d'être exposés au risque d'une automatisation. Cette croyance en l'arrivée rapide de générations lointaines démontre le travail de pédagogie qu'il reste à accomplir autour du développement de l'IA.

Comment évaluer la possibilité d'automatiser un métier ou une tâche ?

Dans leur article pionnier, Autor, Levy et Murnane (2003) ont été les premiers à avoir conceptualisé un modèle théorique du risque que fait peser l'automatisation sur l'emploi de travailleurs.

Ils construisent une matrice de classement des tâches selon deux dimensions principales : d'une part, des tâches qui sont soit manuelles, soit cognitives - analytiques ou interactives - ; d'autre part, des tâches qui sont soit routinières, soit non routinières.

Selon ces auteurs, les tâches substituables sont les tâches routinières, aussi bien manuelles que cognitives, c'est-à-dire un nombre limité de tâches qui peuvent être définies au moyen des règles explicites d'un programme informatique.

A contrario, les tâches non routinières, qu'elles soient manuelles ou cognitives, sont des tâches plus complexes pour lesquelles le capital informatique se révèle être plutôt complémentaire

que substituable au travailleur. Ainsi, des tâches comme « présenter », « influencer », « écrire des articles », « organiser son emploi du temps » ou « former les autres » ont moins de probabilité d'être automatisées, même si, selon Frey et Osborne (2013), cela ne reste pas impossible avec les nouvelles avancées technologiques (*machine learning*, intelligence artificielle, *Big data*...).

L'application par Frey et Osborne (2013) de leur modèle à plus de 700 métiers a permis aux États-Unis d'établir que près de 47 % d'entre eux étaient susceptibles d'être automatisés. Les métiers dans les secteurs du transport et de la logistique, ainsi que dans les fonctions support de bureau, sont parmi les plus exposés. Cette étude a aussi permis de rendre compte des compétences humaines requises par l'IA :

- Intelligence sociale : il s'agit des compétences mobilisées pour toute tâche nécessitant des capacités de négociation, de persuasion ou comportant une dimension de soin.
- Perception et manipulation : il s'agit des compétences mobilisées pour des tâches liées à un environnement de travail non structuré, pour lesquelles la reconnaissance d'une pluralité d'objets irréguliers est nécessaire, ou pour lesquelles la mobilité est contrainte par des espaces étroits.
- Intelligence créative : ces compétences sont difficilement automatisables, l'obstacle principal à l'automatisation de la créativité étant de définir clairement les valeurs créatives pour pouvoir les coder dans un algorithme.

Une agence de voyages pourrait, par exemple, recourir à l'IA pour effectuer les tâches routinières comme la réservation de vols, mais les demandes plus complexes comme la création d'un voyage sur mesure seraient encore réservées à un humain.

Dans le même esprit, Laurent Alexandre, spécialiste de l'IA, défend l'idée que pour être complémentaire de l'IA, un raisonnement d'expert hautement qualifié ne suffit pas. En effet, selon lui, c'est la capacité à posséder à la fois l'intelligence et un esprit innovant et créatif - utilisés dans des tâches manuelles ou cognitives - qui permettra aux individus d'être à l'abri de la substitution par l'IA.

Accompagner la transformation des métiers pour les rendre complémentaires de l'IA

Trois paramètres sont importants pour rendre les métiers complémentaires de l'intelligence artificielle.

Le premier est l'adaptation de l'éducation et de la formation à un écosystème de l'emploi en pleine évolution. Afin de réussir à être complémentaire de l'IA, il faut être capable de valoriser les compétences transverses (*soft skills*) autant, voire plus, que les compétences découlant d'un apprentissage technique (*hard skills*), contrairement à ce qui se fait aujourd'hui. En effet, dans le rapport « Anticiper les impacts économiques et sociaux de l'intelligence artificielle » de France Stratégie, l'IA est perçue comme un chantier de formation professionnelle, ayant pour objectif de faire évoluer les visions actuelles de l'éducation et de la formation.

Actuellement le ratio entre temps de travail et temps de formation est très déséquilibré et la formation continue est peu mise en pratique. Les entreprises et institutions publiques doivent être acteurs du changement en encourageant la montée en compétences de leurs employés sur des sujets hautement technologiques, d'une part, et en valorisant les compétences créatives et artistiques - manuelles ou non -, d'autre part. Cela permettra à tous d'acquérir de nouvelles capacités et d'embarquer les agents publics et privés dans la transformation de leur métier par l'appropriation des nouveaux besoins.

Martin Ford, entrepreneur et auteur d'un livre remarqué (lauréat du *Financial Times Business Book Of The Year Award* en 2015), met en avant le fait que la révolution de l'IA touche l'ensemble des

secteurs de l'économie contrairement aux révolutions technologiques précédentes. Cela signifie qu'un humain ne pourra pas passer d'un métier routinier à un autre dans un secteur différent, et devra donc occuper un métier non routinier requérant des compétences particulières.

Pour favoriser cette transformation, les institutions vont devoir se montrer à l'écoute de leur environnement. Si l'IA risque de détruire des emplois, toutes les études s'accordent à dire qu'une phase de transformation et de création de métiers aura lieu au même moment, c'est-à-dire que des milliers de nouveaux métiers peuvent émerger, au sein des organisations ou dans un statut de *freelance*. La société devra affronter le challenge qui est de conseiller les citoyens dans la transformation de leur parcours professionnel, en priorisant les professions potentiellement les plus touchées par l'automatisation.

Le deuxième paramètre - la flexibilité du rythme de travail - est très bien représenté dans « *Why there are still so many jobs?* », un article publié en 2015 par David Autor, un chercheur américain. Celui-ci souligne que les travailleurs disposent encore d'un avantage compétitif sur les machines en termes d'interactions sociales, d'adaptabilité, de flexibilité et de capacité à résoudre des problèmes. Aussi, il précise que l'automatisation d'une tâche entraîne une exécution plus rapide et plus rentable, ce qui libère de la demande pour des tâches non encore automatisées et effectuées par des humains.

De plus, selon France Stratégie, deux questions posées dans les enquêtes sur les conditions de travail permettent d'approcher le nombre de salariés qui mobilisent ou non les compétences permettant à leur emploi de n'être pas automatisé :

- 1) Les salariés doivent-ils répondre immédiatement à une demande extérieure (clients, public) ?
- 2) Doivent-ils ou non appliquer strictement des consignes pour réaliser leur travail correctement ?

Schématiquement, le fait d'avoir un rythme de travail imposé par une demande extérieure obligeant à une réponse immédiate éclaire à la fois sur les interactions sociales, l'adaptabilité et la flexibilité du salarié. Ne pas devoir appliquer strictement des consignes pour faire son travail correctement informe sur l'adaptabilité du salarié et sa capacité à résoudre des problèmes. Ces emplois difficilement substituables ont augmenté de 1,14 million en moins de 10 ans, passant de 7,9 millions à 9,1 millions entre 2005 et 2013.

Le dernier paramètre est celui de l'acceptabilité sociale de l'automatisation. Si l'ensemble des ruptures technologiques ont débouché sur la création d'emplois, il est extrêmement difficile de prévoir l'émergence des métiers de demain. Les métiers d'expert en cybersécurité ou de développeur de jeux vidéo étaient encore très difficiles à imaginer il y a 50 ans. L'enjeu est par conséquent pour les entreprises et les gouvernements de faciliter l'acquisition de nouvelles compétences et de nouvelles orientations professionnelles.

Les initiatives de Pôle Emploi

Actuellement, plusieurs initiatives liées à l'intelligence artificielle sont en expérimentation chez Pôle Emploi, utilisant principalement des algorithmes intelligents et des technologies de *machine learning*.

- Pôle Emploi propose aux demandeurs d'emploi d'avoir un aperçu de leur horizon professionnel en leur offrant la possibilité de vérifier l'adéquation entre les offres sur le marché du travail et leurs compétences dès l'inscription. Ce travail sera effectué par un algorithme qui donne de la visibilité aux demandeurs d'emploi sur les transferts de compétences possibles en comparant les offres sur lesquelles d'autres demandeurs d'emploi ayant le même profil candidatent (*clustering*). Il suggère ainsi au demandeur d'emploi d'autres offres, classées par taux de retour à l'emploi, pouvant correspondre à ses compétences.
- Régulièrement, de fausses offres d'emploi sont publiées sur le site de Pôle Emploi. Ces offres sont

considérées comme frauduleuses, soit parce qu'elles ne sont pas conformes au Code du travail, soit parce qu'elles émanent de fraudeurs qui se font passer pour des recruteurs et qui essaient d'en tirer profit au détriment des candidats. Pour lutter contre ce phénomène des offres frauduleuses, Pôle Emploi a mis en place un algorithme qui permet, en analysant la sémantique et le contenu des offres frauduleuses déjà détectées, de déterminer si l'offre est potentiellement frauduleuse ou non et de la retirer du site. Le *pattern* est adaptatif et capable d'un taux de détection de plus de 90 %.

- Sur l'Emploi Store, plateforme proposant près de 300 services autour de l'emploi et de la formation développés par Pôle Emploi ou par des acteurs de l'écosystème numérique de l'emploi, Pôle Emploi propose un moteur de recommandation apprenant. Le moteur fait des recommandations de services sur la base d'un questionnaire et, en analysant le comportement de l'utilisateur, change le score d'affectation des services. Il utilise aussi depuis peu le *clustering* pour faire des recommandations de pair à pair.

À la suite de la mise en œuvre d'un démonstrateur autour de l'intelligence collective, il a été décidé de généraliser un service d'entraide sur les plateformes grand public et pour les outils du conseiller. Ce dispositif (le bloc en *pop-up* en bas à droite de la copie d'écran) permet de poser une question directement aux autres internautes et ainsi de disposer de la puissance de l'audience de nos plateformes.



Cela permet ainsi de :

- compléter l'action du réseau de Pôle Emploi et de pallier la question des horaires de travail pour obtenir, à la différence d'un *bot*, une réponse humaine sur une grande variété de questions ;
- contextualiser la question de son environnement pour détecter des problématiques d'usage ou d'information et améliorer les parcours utilisateurs ;
- disposer d'une base de connaissance directe et en amélioration continue pour pouvoir l'injecter demain dans un *bot* qui sera, dès lors, bien mieux armé pour répondre aux questions très variées des utilisateurs ;
- faire grossir le corpus naturellement et sans faire produire le contenu par l'établissement.

L'intelligence collective se voit du coup un ressort-clé de l'intelligence artificielle, sans prendre la place de l'échange interpersonnel, base de la relation de service public à Pôle Emploi.

Un nouvel environnement de travail numérique est également offert aux conseillers de Pôle Emploi. Ce nouvel environnement (Mon Assistant personnel - MAP) permettra à chaque conseiller, quel que soit son domaine de spécialité, de disposer d'une interface intégralement digitale, utilisant largement les API de services et de données et qui utilisera l'intelligence artificielle pour :

- confronter immédiatement le profil de la personne et son projet aux données du travail ;
- suggérer les bons services au demandeur d'emploi (aide à la décision) ;
- réaliser des synthèses écrites de données pour gagner du temps ;
- suggérer des actions ou des offres d'emploi.

Bien entendu, MAP ne remplace pas la décision humaine et c'est bien le conseiller qui décide, ou non, des services ou des offres à proposer. Il n'en demeure pas moins un outil utile qui fait gagner du temps à tous en permettant précisément au conseiller de se concentrer sur les actes à plus haute valeur humaine.

En conclusion

- Il apparaît ainsi que l'intelligence artificielle est un support complémentaire à d'autres formes d'intelligence et, en premier lieu, à l'intelligence interpersonnelle, irremplaçable dialogue humain intégrant autant le verbe que le non-verbal (phéromones, couleur de la peau, gestes, dimensions culturelles, etc.), et sur laquelle la pensée s'articule.
- L'intelligence collective apporte également à toutes les organisations une approche horizontale favorisant les échanges internes et externes, permettant de détecter des irritants et des besoins, et apportant également une capacité de réponse immédiate et élaborée. Pôle Emploi lance dès à présent des communautés sous forme d'un réseau social, dont il maîtrise complètement les données et les conditions générales d'utilisation, pour mieux accompagner des demandeurs d'emploi et des recruteurs de manière permanente dans les territoires. Ces communautés, ouvertes à nos partenaires, permettent de repenser notre action au bénéfice du bien commun.

C'est donc d'abord par cette approche humaine et humanisante que notre organisation peut investir le champ de l'intelligence artificielle en lui octroyant une place claire.

- L'action publique a une responsabilité en matière de protection des citoyens, notamment sur l'usage de leurs données, le respect des personnes, la lutte contre les discriminations... À ce titre, les systèmes d'IA posent un certain nombre d'écueils, voire de fautes. Les intelligences artificielles reproduisent les représentations humaines et leurs travers : stéréotypes, discriminations...
- De même, chaque décision prise dans le cadre d'un service public doit être opposable et chaque traitement algorithmique signalé au bénéficiaire (loi Lemaire). Or, par l'utilisation d'un modèle apprenant, il est impossible, y compris pour les concepteurs eux-mêmes du modèle, d'explicitier le résultat obtenu. Il devient ainsi impossible en droit, aujourd'hui, de remplir nos obligations de redevabilité des décisions.

Notre responsabilité sociale et sociétale n'est pas de refuser la technologie mais davantage de comprendre les apports des technologies et la place de l'homme dans un monde qui se digitalise, se transforme, accélère. Notre conviction est bien que l'intelligence artificielle sera incontournable pour nous permettre d'investir dans les compétences proprement humaines, mais à une place maîtrisée.

L'intelligence artificielle, nouvelle interface utilisateur ?

Par Yan GEORGET
Botfuel

Les agents conversationnels à la conquête du Web

Voyons précisément quelles sont les caractéristiques de la révolution des usages de l'Internet.

Une révolution récente

Il s'agit d'une révolution récente ! En effet, depuis l'année 2015, l'audience cumulée des systèmes de messageries (l'américain Facebook Messenger, le canadien Kik, le chinois WeChat, le russe Telegram et les autres) a dépassé celle des réseaux sociaux. Par ailleurs, à eux seuls, Facebook et le réseau social chinois Tencent ont plus de trois milliards d'utilisateurs actifs (YEUNG, 2015). L'Internet vit donc une seconde révolution : à peine devenu mobile, le voici désormais conversationnel !

En ce qui concerne la croissance fulgurante des agents conversationnels, la plateforme de messagerie de Facebook, Messenger, lancée lors de la conférence F8 de 2016, avait atteint cent mille *chatbots* un an plus tard (VENTUREBEAT, 2017).

Une révolution portée par la dématérialisation

Cette révolution s'inscrit dans une révolution plus générale, celle de la dématérialisation des biens et des services !

Plus précisément, cette transformation de l'Internet s'accompagne d'un second changement : la dématérialisation des interfaces homme-machine, l'interface graphique s'éffaçant au profit de l'interface conversationnelle. De plus, la conversation est une interface flexible et facile d'accès puisqu'elle ne demande pratiquement aucun apprentissage. La conversation serait donc l'interface ultime !

Ces échanges de messages se font soit sur des messageries (publiques ou privées), soit, plus récemment, sous la forme de conversations orales, grâce à des assistants de plus en plus présents autour de nous (Amazon Alexa, Google Home, Siri d'Apple,...).

Deux vecteurs, l'écrit et l'oral

Notons, dès à présent, que l'oral et l'écrit ne sont pas à opposer. En effet, ils s'adressent à la fois à des usages spécifiques (échanges plus courts pour l'oral et plus longs pour l'écrit) dans des contextes différents (sphère privée pour l'oral, par exemple à la maison ou dans sa voiture, et sphère potentiellement publique pour l'écrit, par exemple au travail ou encore dans le métro).

Quels sont les marchés visés par les agents conversationnels (*chatbots*) ?

Les entreprises et les marques qui veulent pouvoir continuer à s'adresser à leurs audiences doivent désormais le faire sur les messageries et *via* des assistants vocaux. Pour cela, elles ont le choix entre embaucher de véritables armées de *community managers* qui vont communiquer avec les internautes, ou bien développer des agents conversationnels aussi appelés, en anglais, *chatterbots*, *chatbots*, ou plus simplement *bots*. On peut aisément imaginer quel choix elles vont faire !

Passons maintenant en revue des cas d'utilisation concrète des agents conversationnels.

Le support client

Le premier marché qui vient à l'esprit lorsque l'on parle d'agents conversationnels est celui du support-client.

On peut en effet facilement imaginer des agents conversationnels capables de traiter jusqu'à 50 % des demandes clients simples, tout en sachant aiguiller la conversation vers des opérateurs humains lorsque le besoin s'en fait sentir : requêtes trop compliquées, clients mécontents...

Par ailleurs, les agents conversationnels sur messageries et les *webchats* sont disponibles 24 heures sur 24 et sept jours sur sept, et ils parlent toutes les langues. Enfin, leur coût est sans commune mesure avec celui des centres d'appel (dont, par ailleurs, la qualité laisse souvent à désirer).

Les grands acteurs du *helpdesk* (WebHelp, Acticall,...) l'ont bien compris et regardent de près le sujet des *chatbots*.

Le commerce conversationnel

Un autre marché très prometteur est celui du commerce conversationnel. On peut déjà commander un taxi ou une pizza sur des plateformes comme Slack (la messagerie d'entreprise qui ambitionne de supplanter l'*email*). L'éditeur de solutions de *chatbots* Botfuel aide la Française des Jeux à proposer des paris sportifs sous forme conversationnelle sur Facebook Messenger (BOTFUEL, 2017).

La souplesse de l'interface conversationnelle permet de proposer des interactions innovantes. On pourrait ainsi imaginer demander, à un site de vente de livres, « le dernier polar à la mode ».

Il est probable qu'au cours des prochains mois de plus en plus d'e-commerçants vont développer leur *chatbot* en plus de leur site Web et de leur application mobile (cette dernière devenant par ailleurs obsolète, l'obsolescence inéluctable des applications mobiles s'expliquant par le fait que télécharger du logiciel sur son téléphone portable est anachronique à l'époque du *cloud*).

Les messageries d'entreprise

Les messageries d'entreprise représentent un domaine qui offre beaucoup d'opportunités. On peut en effet imaginer remplacer un intranet (d'un usage souvent peu pratique) par un agent conversationnel, lequel va permettre d'accéder, grâce à un petit nombre de questions, à l'information recherchée. Certains analystes vont plus loin et pensent que la plus grande menace pour le *search* tel que nous le connaissons (et tel qu'il a été popularisé par Google) vient de l'intelligence artificielle et des agents conversationnels (YEUNG, 2017).

En effet, lors d'une requête sur un moteur de recherche tel que celui de Google, c'est l'internaute qui doit faire preuve d'intelligence, qui doit trouver comment préciser sa requête lorsque celle-ci est ambiguë. Avec un agent conversationnel, la responsabilité de préciser la requête change de côté, puisque c'est le *chatbot* qui pose les questions qui permettent de « désambiguïser » la requête et donc de parvenir plus vite à un résultat (idéalement unique... ce qui n'est jamais le cas avec un moteur de recherche).

L'animation des réseaux sociaux

Enfin, l'animation des réseaux sociaux est un quatrième cas d'usage pour les *chatbots*, qui peuvent modérer, commenter et répondre en lieu et place de *community managers* souvent débordés par le flux grandissant de commentaires d'internautes.

Les enjeux technologiques

Voyons maintenant quels sont les enjeux et les révolutions technologiques qui portent cette révolution dans l'usage que nous avons décrite plus haut.

Le traitement automatique du langage naturel (TALN, souvent abrégé en TAL – *Natural Language Processing*, NLP)

L'histoire du traitement automatique du langage naturel commence dans les années 1950, bien que l'on puisse trouver des travaux antérieurs.

Un peu d'histoire

En 1950, Alan Turing publie un article célèbre (TURING, 1950) dans lequel il propose ce que l'on appelle à présent le test de Turing comme critère d'intelligence. D'après Wikipedia, « ce critère dépend de la capacité d'un programme informatique à personnifier un humain dans une conversation en temps réel de façon si convaincante que l'interlocuteur humain ne peut distinguer sûrement – sur la base du seul contenu de la conversation – s'il interagit avec un programme ou avec un autre vrai humain ».

ELIZA était une simulation à la manière de la psychothérapie rogérienne, écrite par Joseph Weizenbaum entre 1964 et 1966. Bien que n'employant presque aucune information sur la pensée ou l'émotion humaine, ELIZA parvenait parfois à offrir un semblant stupéfiant d'interaction humaine. Quand le « patient » dépassait sa base de connaissances (par ailleurs, très petite), ELIZA pouvait fournir une réponse générique, par exemple, en réponse à : « J'ai mal à la tête », dire : « Comment cela se manifeste-t-il ? »

Le traitement automatique du langage naturel appliqué aux agents conversationnels

La technologie a fait d'énormes progrès depuis l'époque de Turing, des technologies comme le *deep learning* sont même désormais connues du grand public, par exemple au travers de leurs applications à la reconnaissance vocale et à la reconnaissance d'images, à la traduction automatique, mais aussi au jeu de Go (DEEPMIND, 2017).

Plus prosaïquement, la capacité d'un *chatbot* à implémenter un service complexe va reposer sur sa capacité à traiter des phrases complexes en utilisant des algorithmes de traitement automatique des langues.

De nombreuses *start-ups* se positionnent sur ce créneau, elles fournissent des Web services de traitement automatique des langues. D'une phrase écrite par l'internaute, ces services sont capables d'extraire une intention (*intent classification*) et des entités nommées (*named entity extraction*) – et donc, d'en comprendre le sens. La correction orthographique est aussi un élément clé de la conception de *chatbots* résistant aux erreurs des internautes.

Les *chatbots* de seconde génération

Chez Botfuel, nous pensons qu'il est nécessaire d'aller plus loin et de traiter les conversations dans leur ensemble. C'est pourquoi nous nous attaquons à la modélisation des conversations, à la gestion des intentions multiples, aux digressions, aux changements de contexte, pour bâtir des *chatbots* de seconde génération. Ceux-ci, à la différence d'ELIZA, cherchent non pas à réussir au test de Turing, mais à proposer aux êtres humains qui les utilisent des interactions moins rigides.

Conclusion

Nous avons vu que, dix ans après son passage au mobile, Internet est en train de vivre sa seconde révolution, une révolution d'usage qui s'incarne à travers les messageries et les assistants vocaux.

Par ailleurs, les progrès de la technologie, en particulier l'apprentissage profond, permettent de lever beaucoup de verrous : les ordinateurs peuvent désormais voir, entendre et parler (à défaut de réellement comprendre)!

Nous pensons que la conjonction de ces deux phénomènes va profondément et durablement bouleverser l'interaction homme-machine qui va vers toujours plus de dématérialisation.

Bibliographie

Accenture (2017), "Accenture Technology Vision 2017".

BOTFUEL (2017), « La Française des Jeux », <https://www.botfuel.io/en/more/customer-stories/la-francaise-des-jeux>

DEEPMIND (2017), "AlphaGo Zero: Learning from scratch", <https://deepmind.com/blog/alpha-go-zero-learning-scratch/>

YEUNG E. (2015), "Messaging is eating the world", <https://www.slideshare.net/EdithYeung/mobile-is-eating-the-world-by-edith-yeung>

ELIZA (article Wikipedia), <https://fr.wikipedia.org/wiki/ELIZA>

IMORE (2017), "Siri: The Ultimate Guide", <https://www.imore.com/siri-ultimate-guide>

JDN (2017), « Google Home : Google pénètre dans votre salon avec ses trois enceintes », <http://www.journaldunet.com/ebusiness/internet-mobile/1194558-google-home-google-penetre-dans-votre-salon-avec-ses-trois-enceintes/>

NDTV GADGETS (March 28th, 2015), "The WeChat revolution: China's 'killer app' for mass communication", <https://gadgets.ndtv.com/apps/features/the-wechat-revolution-chinas-killer-app-for-mass-communication-494716>

TURING A. (1950), *Computing machinery and intelligence*, Oxford University Press.

VENTUREBEAT (April 18th, 2017), "Facebook Messenger hits 100,000 bots", <https://venturebeat.com/2017/04/18/facebook-messenger-hits-100000-bots/>, Venture Beat

WAGNER K. & MOLLA R. (April 12th, 2017), "Facebook Messenger has 1.2 billion users and is now twice the size of Instagram", <https://www.recode.net/2017/4/12/15263312/facebook-messenger-app-billion-users>, Recode

WIRECUTTER (2017), "What Is Alexa? What Is the Amazon Echo, and Should You Get One?", <https://thewirecutter.com/reviews/what-is-alexa-what-is-the-amazon-echo-and-should-you-get-one/>, *Wirecutter*.

Comprendre les habitudes des consommateurs grâce à l'intelligence artificielle

Par Charles OLLION

Co-fondateur et directeur de la recherche, Heuritech

Introduction

Dans le secteur du commerce, l'expression « intelligence artificielle » (IA) est très galvaudée. Actuellement et pour les années à venir, l'IA est synonyme de nouvelles approches statistiques qui influencent profondément le secteur. Appliquée au commerce, l'IA permet en effet d'analyser un très grand nombre de produits, de prix ou de comportements de consommateurs.

Applications principales

Les applications principales au service du commerce sont :

- La recommandation de produits et la publicité ciblée : en analysant les historiques d'achats ou d'avis consommateurs, il est possible de prédire si un nouvel utilisateur va préférer le produit A ou le produit B, et de pousser vers lui celui qui lui correspond le mieux.
- L'amélioration des services pour les clients (*chatbots*, etc.) : de nombreuses entreprises ont des services clients qui sont des centres de coûts importants, et dont l'efficacité peut influencer fortement sur l'image de marque. Des services tels que les *chatbots* permettent d'avoir un conseiller virtuel à qui envoyer des questions ou qui va guider les utilisateurs dans leurs achats.
- L'intelligence des marchés et l'analyse des produits : l'IA permet de débloquent de nouvelles capacités d'analyse automatique et à large échelle des produits, des habitudes de consommation, des tendances. Cette application est, en général, moins mise en avant et plus récente, mais son importance va croître fortement avec les avancées de l'IA.

Acteurs de l'IA dans le commerce

Pour ces applications, les avancées de l'apprentissage statistique débloquent de nouveaux usages ou permettent d'atteindre des performances qui sont en train de changer fortement l'écosystème du commerce. Les géants du numérique (Amazon, Facebook, Google...) ont tous misé sur l'IA pour construire une partie significative de leur valeur, en particulier avec la recommandation⁽¹⁾ et la publicité ciblée.

Du côté des *start-ups*, un nouveau champ s'est ouvert depuis quelques années dans la recommandation et la publicité, avec des acteurs comme Criteo, Databerries ou TinyClues en France. En ce qui concerne les deux autres applications, ce sont des domaines plus récents dans lesquels il n'y a pas encore d'acteur majeur, bien que de nombreuses jeunes pousses s'y lancent.

Par contre, les marques et industries ne sont pas équipées aujourd'hui face à ces changements, car elles ne disposent pas, pour le moment, de la mentalité et des compétences pour exploiter les

(1) SMITH B. & LINDEN G., "Two Decades of Recommender Systems at Amazon.com".

avancées de l'intelligence artificielle. Elles vont devoir s'appuyer sur les services des géants du numérique et des *start-ups*.

Dans la suite de cet article nous allons nous focaliser sur la troisième application, et la moins connue : l'analyse des tendances.

Analyse de tendances : un enjeu très actuel

Positionnement de produits

Les marques et industries sont aujourd'hui dans un environnement de plus en plus concurrentiel, ce qui les force à positionner leurs produits et leur image très précisément en fonction des consommateurs et de leurs concurrents.

Le secteur de la mode fait par exemple appel à des études, des sondages sur panels de consommateurs, des consultants experts, des bureaux de tendances, et analyse les chiffres des ventes passées. On peut citer Zara, qui déploie un effort colossal pour capter les tendances de plus en plus rapidement, afin de créer et commercialiser de nouveaux produits en un temps record ⁽²⁾.

Approche *data-driven* du marketing

C'est pour répondre à cette demande que l'analyse des consommateurs et des tendances va s'appuyer sur des outils intelligents pour devenir *data-driven*, c'est-à-dire centrée sur les données des consommateurs.

Cela permet aux marques d'être proactives sur leur développement produit et leur stratégie *marketing*, en avance de phase par rapport à leurs concurrents. C'est d'autant plus un enjeu que les cycles de développement, *marketing* et vente de produits tendent à être réduits au maximum. À terme, il est probable qu'aucune industrie de grande taille ne puisse se passer de ce genre d'outil stratégique.

IA et Data

Nouvelle abondance des données

Ce nouveau besoin s'allie à une disponibilité grandissante des informations fournies par les consommateurs à propos des produits qu'ils aiment. De plus en plus, les gens partagent des styles, des avis, montrent leurs produits et leurs achats. Cela crée de gigantesques quantités d'informations partagées librement, ainsi que des réseaux d'influences, qui définissent aujourd'hui les tendances et les marchés.

Nouveaux traitements de données

C'est là que les avancées récentes de l'intelligence artificielle interviennent. L'apprentissage profond (*deep learning*) permet d'analyser aujourd'hui des signaux bien plus complexes et nombreux que les techniques plus anciennes. Par exemple, il est possible de traiter des données, telles que des images, des vidéos, des sons et des textes de natures variées et d'en extraire des informations pertinentes.

La récupération des données et l'analyse de celles-ci sont souvent considérées comme deux processus indépendants. Au contraire, le système d'IA apprend sur les données et dépend majoritairement d'elles ; et, à l'inverse, les capacités des nouveaux systèmes d'IA modifient les possibilités et poussent à récupérer des données qui semblaient auparavant impossibles à traiter (par exemple, la vidéo, la parole, etc.).

(2) PETRO G., "The Future Of Fashion Retailing: The Zara Approach", <https://www.forbes.com/sites/gregpetro/2012/10/25/the-future-of-fashion-retailing-the-zara-approach-part-2-of-3/#1b0d2fd7aa4b>

C'est en combinant des millions – demain des milliards – de données que l'on peut commencer à construire un nouveau type de valeurs précédemment inaccessibles : la connaissance et l'intelligence des besoins, produits, habitudes et marchés...

Analyse des images grâce aux algorithmes d'apprentissage profond

Lorsque l'on parle des avancées de l'intelligence artificielle, ce sont les algorithmes d'apprentissage profond, ou *deep learning*, dont on parle le plus.

Les nouvelles capacités du *deep learning*

Le *deep learning* est une méthode d'apprentissage statistique qui a récemment permis de nombreux progrès en IA (LECUN, BENGIO, HINTON, *Deep learning*, 2015). Le principe ne diffère que peu des techniques d'apprentissage statistique supervisé déjà connues depuis des décennies. À partir d'un jeu de données annotées – par exemple un million d'*emails*, chacun étant annoté selon qu'il est un *spam* ou non – un réseau de neurones est graduellement entraîné. À l'issue de l'entraînement, si celui-ci s'est bien passé, l'algorithme permet de prédire pour un nouvel *email* s'il s'agit d'un *spam* ou non.

Cependant, il existe des différences majeures d'usage entre le *deep learning* et les techniques de *machine learning* plus traditionnelles, différences qui ont propulsé l'IA sur le devant de la scène et permis à de nombreux acteurs de construire de nouveaux produits.

La principale est la capacité d'analyser des données complexes et de très haute dimension, telles que des images (chaque pixel de l'image correspond à une dimension, ou à trois dimensions si l'image est en couleur), du son (échantillonné à haute fréquence), des vidéos, du texte (la dimension dépend de la taille du vocabulaire). On peut également noter la capacité à faire des prédictions complexes et à apprendre sur des volumes de données gigantesques.

À l'avenir, il est tout à fait envisageable de construire des systèmes capables de classifier des images, sons et textes avec une précision supérieure aux hommes.

Deep learning dans la mode

Pour continuer sur l'exemple de la mode, un expert analyse aujourd'hui des centaines de photos de défilés ou de magazines pour dégager certaines tendances montantes. À l'aide d'algorithmes d'ap-

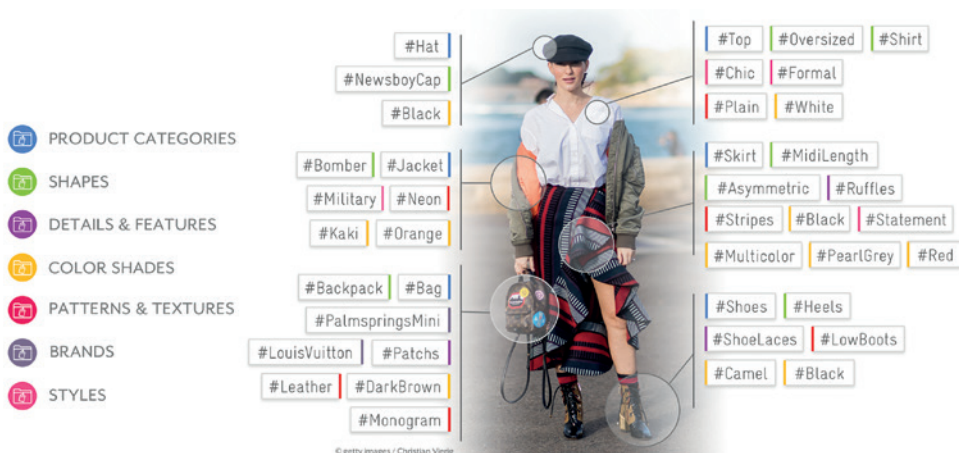


Figure 1 : Détection automatique des attributs de mode pour l'analyse des tendances automatiques (Heuritech).

prentissage profond, nous apprenons à détecter les habits, leurs styles, marques et caractéristiques afin de pouvoir analyser automatiquement et systématiquement des centaines de millions d'images (voir la Figure 1).

Au-delà de l'analyse de chaque point de donnée (ici chaque image), l'intelligence artificielle permet, à l'aide de l'ensemble des données historiques, de prédire les évolutions d'un marché et de détecter les tendances émergentes à travers un grand nombre de signaux faibles.

Il convient cependant de prendre garde à ne pas trop anticiper les avancées de l'IA : ces algorithmes permettent de quantifier les tendances, mais ne visent pas à remplacer la créativité ou la sensibilité artistique.

D'une façon plus générale, il est aujourd'hui évident que l'intelligence artificielle va permettre d'analyser le comportement et les usages de millions de consommateurs, et de modifier considérablement la façon dont les marques créent et vendent des produits plus pertinents.

Ciblage, régulation et enjeux éthiques

Ciblage publicitaire

À l'inverse de l'analyse des consommateurs dans leur globalité, se situe le ciblage individuel très précis. Cette approche nécessite d'avoir le maximum d'informations personnelles sur les individus consommateurs, afin de pouvoir cibler précisément vers qui diriger une campagne de publicité pour maximiser les chances d'achat. L'IA, dans ce cas, permet de prédire les individus, les produits, ou les conditions optimales pour développer cette campagne publicitaire.

Un paysage changé par les réglementations à venir

Le danger engendré par l'explosion de l'exploitation des données personnelles pour le commerce ou la surveillance est un sujet éthique important, qui a conduit à de nombreuses réflexions et débats. Aujourd'hui, des réglementations au niveau européen visent à encadrer l'usage des données personnelles (réglementation RGPD⁽³⁾). Elles imposent, par exemple, aux entreprises de demander un consentement explicite aux utilisateurs pour pouvoir exploiter leurs informations pour chacun de leurs services.

Au-delà des implications exactes de telles réglementations, il est intéressant de noter cette tendance vers un encadrement plus important des données personnelles. C'est pour cette raison que vont fleurir les services centrés sur les produits et non plus sur les utilisateurs.

Prenons l'exemple des modèles de publicité en ligne. Les publicités se basant seulement sur le ciblage d'un utilisateur précis vont progressivement diminuer au profit de publicités basées sur les produits et les contenus que l'utilisateur consulte (donc indépendants du profil de l'utilisateur).

De même, les analyses de produits qui ne sont pas basées sur les données d'un utilisateur unique, mais plutôt sur l'agrégation de données anonymes, ont un avenir plus important.

Réglementer les données personnelles, et non pas l'intelligence artificielle

Il est important de noter que l'IA est un outil permettant de faciliter le traitement des données, mais c'est surtout au niveau de l'usage des données personnelles qu'il est utile de réguler et de poser des questions éthiques.

(3) Le règlement général sur la protection des données, <https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-sur-la-protection-des-donnees-ce-qui-change-pour-les-professionnels>

La régulation des algorithmes en eux-mêmes peut être contre-productive, car elle équivaut à contraindre la création de nouveaux outils plus efficaces, et peut aller à l'encontre de l'innovation ou de la création de nouvelles sources de valeur.

Conclusion

Nous entrons dans une ère où l'analyse des données de consommation par l'intelligence artificielle va devenir primordiale. Cette approche a déjà permis à la recommandation et la publicité ultra-ciblée de se développer. Une partie de ces approches va cependant être limitée par des réglementations sur les données personnelles.

Demain, l'IA va permettre d'analyser des millions de données pour doter les marques d'une capacité d'analyse systématique et *data-driven* des tendances de leur marché. Ce processus, qui n'implique pas de stocker ou de vendre la donnée personnelle, sera inclus dans chacune des décisions de la marque.

Tout en veillant aux enjeux éthiques liés à l'utilisation des données personnelles, les industries et marques vont devoir inclure l'intelligence artificielle dans leurs processus de décision, d'achat, de vente et de *marketing* pour rester compétitives.

L'intelligence artificielle et la publicité : quelle éthique ?

Par Mohamed MANSOURI

Directeur des Opérations et des systèmes d'information,
Autorité de régulation professionnelle de la publicité (ARPP)

L'histoire moderne de l'IA débute en 1956, lors du *summer camp* de Dartmouth, dans le New Hampshire.

John McCarthy, pionnier de l'intelligence artificielle (avec Marvin Lee Minsky), y invite alors une dizaine de scientifiques œuvrant dans divers sujets de recherche avancée (comme la théorie de la complexité, les réseaux neuronaux, l'apprentissage machine...) pour discuter d'un sujet nouvellement appelé « intelligence artificielle ».

Cette terminologie - heureuse ou non selon les points de vue ! - désignait alors les sciences et les technologies permettant de simuler l'intelligence humaine au moyen de machines.

Les participants du *summer camp* travaillèrent pendant deux mois sur diverses questions très conceptuelles, en nourrissant l'espoir d'aboutir à des conclusions probantes dans un avenir qui leur était proche.

En 1957, on espérait déjà voir émerger dans la décennie des applications concrètes.

Or, en 2018, nous sommes encore loin du compte... Bien que l'appellation d'IA soit aujourd'hui largement (et souvent abusivement !) employée.

L'IA, une réalité fantasmée : des Trois lois de la robotique d'Isaac Asimov aux agents conversationnels « désobéissants » de Facebook

Tout d'abord, l'IA fascine autant qu'elle effraie. Sur fond de fantasmes, d'aucuns prédisent la fin de l'humanité comme Elon Musk dans ce *tweet* de septembre 2017 devenu célèbre et qualifié d'« irresponsable » par Mark Zuckerberg :



Ou lorsque *Forbes* soutient, en juillet 2017, que les chercheurs du Facebook AI Research Lab (FAIR) ont été contraints de désactiver un moteur d'IA après avoir constaté que ses agents conversationnels avaient créé leur propre et unique langage que les humains ne pouvaient comprendre...

Sur la base d'une conscience collective biberonnée aux nouvelles d'Isaac Asimov et à ses Trois lois de la robotique, ou au monde apocalyptique décrit par James Cameron

dans son *Terminator*, l'intelligence artificielle offre un potentiel *marketing* d'une telle puissance que le sens en est régulièrement dévoyé.

En qualifiant improprement une simple fonctionnalité d'intelligence artificielle, la confusion entre l'intelligence des personnes qui l'ont créée et celle prétendument portée par les outils est volontairement entretenue.

Parce qu'il convient de « s'efforcer au langage clair pour ne pas épaissir le mensonge universel » comme l'écrivait Albert Camus dans *L'Homme révolté* (1951), mais aussi parce que le premier rôle de l'Autorité de régulation professionnelle de la publicité (ARPP) est d'œuvrer en faveur d'une communication commerciale loyale et véridique, l'usage abusif de cette terminologie en *marketing* et publicité pose un problème de loyauté à deux niveaux : à l'égard du public, puisqu'il crée une fracture entre ses attentes et la réalité ; entre professionnels, car certains acteurs en font un usage indu, au détriment d'autres.

L'usage abusif des termes « intelligence artificielle » engendre un problème de loyauté à deux niveaux : à l'égard du public et entre professionnels

On se souvient tous, il y a une dizaine d'années, de la vague du *green washing* (ou éco-blanchiment), dont le but pour une entreprise était de se donner une image éco-responsable – plus ou moins justifiée.

Aujourd'hui, nous pouvons dénoncer son équivalent dans le domaine du numérique : l'*AI Washing*. En effet, ces dernières années, l'espace médiatique a été occupé par l'intelligence artificielle, parfois jusqu'à saturation. Des termes comme *machine learning*, *deep learning* ou « réseaux neuronaux » sont largement employés pour décrire le fonctionnement de logiciels classiques alors qu'ils correspondent à d'autres réalités, bien précises.

C'est précisément cette impropriété de terme que dénoncent deux chercheurs du MIT dans la *Harvard Business Review*⁽¹⁾. Selon Erik Brynjolfsson et Andrew McAfee, « l'IA a généré beaucoup d'attentes irréalistes. Nous voyons quantité de *business plans* affublés de références au *machine learning*, aux réseaux neuronaux (...) très éloignées de leurs réelles capacités. Le simple fait de labelliser un site de rencontres d'"AI Powered", par exemple, ne le rend pas plus efficace, mais l'aidera à lever des fonds ».

C'est à ce niveau qu'il faut en appeler à l'autorégulation des acteurs dans l'usage de cette notion, car des problèmes de loyauté résultent de cette pratique, tant à l'égard :

- des professionnels, qui mettent au point de véritables solutions basées sur l'IA, mais les voient dévalorisées à cause d'un usage intensif et dévoyé de cette notion ;
- que des consommateurs, à qui l'on fait miroiter des solutions d'IA qui n'en sont pas, ou que l'on inquiète avec l'IA.

Un engagement de loyauté pris par les professionnels et fixant les conditions d'utilisation de cette notion doit être adopté très vite, et ce, au niveau mondial.

Quand le consommateur s'apercevra que l'application vendue comme prétendument basée sur le *machine learning* n'apprend rien d'elle-même, il se détournera de ces technologies. Les acteurs les plus sérieux en pâtiront alors.

Dès 1967, le chercheur en sciences cognitives Marvin Lee Minsky affirmait que « d'ici une génération, le problème de la création d'une "intelligence artificielle" sera résolu ». Dix ans plus tôt, en 1957, Herbert Simon prévoyait que, dans la même décennie, une machine battrait l'être humain

(1) "The Business of AI"

<https://hbr.org/cover-story/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>

aux échecs. Simon et Marvin étaient d'éminents intellectuels, deux géants, mais ils se sont trompés : la première assertion ne s'est jamais vérifiée, la seconde ne s'est réalisée qu'au bout de quarante ans.

Il est donc tout à fait naturel de nourrir une forme de scepticisme quant aux promesses de l'IA.

L'intelligence artificielle dans le domaine du *marketing* et de la publicité : quelles applications pour quelle éthique ?

Pendant que certains acteurs pratiquent l'*AI Washing*, d'autres, plus silencieusement, structurent le véritable marché de l'IA.

Aujourd'hui, nous pouvons affirmer que l'IA recouvre de manière effective deux domaines très larges : la perception et la cognition.

C'est dans la première catégorie (perception) que les améliorations les plus substantielles ont été réalisées ces derniers temps. Elles sont en rapport avec :



Karen Zack/@teenybiscuit

- la reconnaissance vocale, utilisée par des millions de personnes (Siri, Alexa ou Google Assistant) ;
- la reconnaissance d'images ; comme en témoigne l'expérience « Puppy or Muffin », le taux d'erreur dans la reconnaissance d'images présentes dans une base de données est passé de 30 % en 2010 à 4 % en 2016, surpassant les performances moyennes humaines.

Concernant la seconde catégorie (cognition), les réelles avancées concernent notamment le *machine learning*. Ces derniers temps, plusieurs agents intelligents basés sur le *machine learning* ont fait leurs preuves dans de nombreux domaines (lutte contre la fraude et le blanchiment d'argent, optimisation des ordres de Bourse...).

Dans le domaine de la publicité, nous pouvons citer par exemple la société Infinite Analytics qui a développé deux systèmes basés sur le *machine learning* :

- l'un capable de prédire si un utilisateur cliquerait sur une publicité en particulier, permettant l'optimisation de son placement ;
- l'autre en mesure d'améliorer les recherches et le processus de découverte d'un consommateur donné.

Le premier a permis de tripler le *ROI* publicitaire, et le second a généré une augmentation de 125 millions de dollars de chiffre d'affaires annuel⁽²⁾.

En matière de *marketing* et de publicité, quelles sont les réelles solutions d'IA qui émergent au tournant de l'année 2018 ?

Aujourd'hui, les acteurs qui structurent réellement le marché le font autour des trois familles de solutions suivantes⁽³⁾ :

(2) <https://www.forbes.com/sites/julianmitchell/2017/06/30/these-founders-turned-an-mit-class-project-into-a-leading-e-commerce-company/#7919527e5fda>

(3) Panorama complet réalisé par Fred Cavazza et François Ziseran, <https://fredcavazza.net/2017/10/02/panorama-des-solutions-dintelligence-artificielle-pour-le-marketing/>

- l'acquisition de trafic (*scoring* client et ciblage *marketing*, segmentation, analyse d'audience) ;
- la transformation des visiteurs ou cibles (personnalisation, recommandation, création et optimisation des contenus, pilotage automatisé des campagnes...) ;
- les solutions de fidélisation (agents conversationnels, automatisation du support client, analyse comportementale).

Favoriser un environnement de confiance

La combinaison de tout ou partie de ces trois solutions permet de bénéficier d'une connaissance extrêmement fine des individus et donc de mettre en œuvre des stratégies *marketing*, souvent prédictives et très persuasives.

Notons à ce sujet que pour toute décision automatisée de profilage « produisant des effets juridiques », l'article 22 du règlement général de protection des données (RGPD) oblige notamment le responsable du traitement à obtenir le consentement explicite de la personne concernée et à effectuer une analyse d'impact (un *Privacy Impact Assessment* ou PIA - analyse de la robustesse technique et de la conformité juridique).

Aujourd'hui, avec l'avènement des mégadonnées, la connaissance ultrafine d'un consommateur ne va pas sans poser de nouvelles questions éthiques.

Prenons un exemple extrême : la plupart des professionnels du *marketing* estimerait tout à fait acceptable de combiner plusieurs de ces solutions d'intelligence artificielle pour cibler un consommateur identifié comme manifestant un vif intérêt pour les voitures de sport.

Mais grâce à la puissance algorithmique de traitement des métadonnées (et sous réserve de sa conformité légale), qu'en est-il si l'IA détecte qu'il s'agit d'un individu :

- fortement endetté ;
- ayant commis des délits de conduite ;
- violent ou impulsif ;
- ayant des antécédents liés à l'alcool.

Devrions-nous continuer à exposer cette personne à des publicités ciblées portant sur des voitures de sport ?

Certes, de nos jours, les technologies doivent encore accomplir des progrès pour atteindre une telle finesse dans le ciblage, mais le jour viendra où des décisions automatisées basées sur une multitude de critères s'avéreront très pertinentes.

Pour éviter les dérives (y compris réglementaires, car elles s'avéreraient toxiques pour l'innovation et l'économie), il faut dès à présent encourager l'établissement de lignes directrices qui permettraient d'éviter ce type de ciblage malheureux.

Ces bonnes pratiques, partagées par l'ensemble des professionnels au niveau mondial comme le permet le Code ICC des pratiques de publicité et de communication commerciale⁽⁴⁾, garantiraient un système de transparence et de confiance, dans lequel le consommateur serait d'abord considéré comme un partenaire, plutôt qu'une cible plus ou moins consciente des traitements effectués de ses propres données.

Un tel système s'articulerait autour de trois aspects principaux : les données, les algorithmes et le choix du consommateur.

(4) https://www.arpp.org/IMG/pdf/code_consolide_pratique_publicite_marketing.pdf

Des données « propres », exactes et non biaisées

L'IA est alimentée par des données. Si les données sont inexactes, biaisées ou si elles présentent un risque élevé, les décisions prises par l'IA refléteront ces faiblesses.

Car parfois l'IA tend un miroir à l'être humain : souvenons-nous de la triste expérience, en mars 2016, de Tay, un agent conversationnel de Microsoft, ayant tenu, 24 heures après son lancement, un discours haineux après qu'il eut assimilé sur Twitter quantité de propos injurieux qui lui étaient adressés.

Nous sommes loin de l'annonce de Microsoft qui soutenait que « plus on discute avec Tay, plus il devient intelligent⁽⁵⁾ ».

La transparence algorithmique

Les moteurs d'intelligence artificielle étant conçus et développés par des humains, il faut partir du principe que leurs instructions doivent demeurer « explicables ».

On vise ici la notion même de transparence algorithmique. Or, la véritable propriété intellectuelle d'une intelligence artificielle réside dans ses algorithmes. Dès lors, dans un environnement fortement concurrentiel, cette transparence peut paraître utopiste.

En outre, les systèmes de *machine learning* les plus sophistiqués peuvent parfois s'avérer de véritables boîtes noires, à tel point que les éditeurs des solutions eux-mêmes peinent parfois à expliquer correctement la raison d'une décision d'IA.

Comme le souligne Nozha Boujemaa, directrice de recherche à l'Inria, en charge du lancement de la plateforme TransAlgo⁽⁶⁾, « les algorithmes sont partout dans notre vie quotidienne numérique (...). Il est crucial de comprendre les mécanismes à l'œuvre, et de s'assurer qu'ils respectent les intérêts des consommateurs comme les droits des citoyens⁽⁷⁾ ». C'est cette capacité à expliquer clairement les raisons d'une décision prise par une IA qui garantira cette transparence algorithmique et posera les bases d'une relation de confiance.

Le respect du choix des consommateurs

Enfin, les consommateurs, avec lesquels les marques dialoguent dorénavant pour susciter de l'engagement, doivent être considérés comme des partenaires de celles-ci.

L'information sur les techniques d'IA utilisées pour la promotion des marques et la possibilité de s'opposer à toute forme de décision automatique de ciblage renforceront cette confiance, nécessaire à la pérennité du marché.

Rappelons qu'en matière de publicité comportementale, les professionnels ont su faire preuve d'une grande responsabilité puisque d'excellentes initiatives internationales ont vu le jour, comme la plateforme paneuropéenne Youronlinechoices offrant la possibilité aux consommateurs de s'opposer à ces publicités.

(5) « *The more you chat with Tay, said Microsoft, the smarter it gets, learning to engage people through casual and playful conversation* ».

(6) En décembre 2016, à la suite de la loi pour une République numérique.

(7) http://www.lemonde.fr/campus/article/2017/05/02/o21-la-transparence-des-algorithmes-releve-des-droits-ci-viques_5121201_4401467.html

C'est précisément ce type d'initiative dont il conviendrait de s'inspirer pour les solutions *marketing* ou publicitaires basées sur l'IA.

IA et créativité publicitaire : une véritable intelligence artificielle peut-elle également créer ses propres standards éthiques ?

« Inter » et « ligere ». Ces deux termes latins ont donné naissance au mot « intelligence » et renvoient à la faculté de lier des situations entre elles.

L'intelligence, c'est aussi « réagir avec discernement face à des situations nouvelles, tirer profit de circonstances fortuites, discerner le sens de messages ambigus ou contradictoires, trouver des similitudes entre des situations malgré leurs différences, trouver de nouvelles idées⁽⁸⁾ », donc créer de la nouveauté.

L'intelligence artificielle peut-elle être créative au point d'être à l'origine de ses propres standards éthiques ?

L'IA peut créer des contenus parfois susceptibles de heurter la sensibilité du public⁽⁹⁾. Les règles adoptées par les professionnels réunis au sein de l'ARPP sont basées sur un engagement humain et volontaire. Comment continuer à assumer une responsabilité lorsque les contenus publicitaires sont susceptibles d'être entièrement générés par une intelligence artificielle, sans intervention humaine autre que celle qui l'a mise en œuvre ?

En tout état de cause, il convient de garder à l'esprit que les êtres humains demeurent à l'origine de la mise en œuvre d'une campagne basée sur l'IA. Il est donc de leur responsabilité :

- d'en conserver le contrôle ;
- d'en garantir la transparence algorithmique ;
- de traiter de manière responsable les données qui lui sont injectées.

En aucun cas, l'humain ne saurait se soustraire à ses responsabilités en se dissimulant derrière une

(8) Citation extraite d'un cours d'Olivier Boisard, http://www.planete-a-roulettes.net/squelettes/par/pro/documents/IA_BOISARD.pdf

(9) Voir les propos haineux de Tay, l'agent conversationnel de Microsoft. délégation du processus créatif à l'intelligence artificielle.

Intelligence artificielle et publicité

Par Romain NICCOLI
et Franck LE OUAY
Cofondateurs de Criteo

La publicité digitale a permis l'essor de nouveaux géants technologiques, tels Google et Facebook, et l'intelligence artificielle y a joué un rôle clé. À une moindre échelle, c'est aussi la clé du succès de Criteo.

Avant d'examiner plus en détail l'apport de l'IA dans la publicité, commençons par préciser l'objectif de la publicité. Pour simplifier, on peut dire qu'il s'agit de générer des ventes pour des produits ou des services. On distingue généralement les campagnes publicitaires de type *branding*, qui visent à développer l'image d'une marque et dont on attend des revenus supplémentaires, mais sur le long terme, et les campagnes dites de *direct response* ou « DR », qui visent à générer des revenus à court terme, directement liés à la campagne elle-même. Dans la catégorie *branding*, on trouvera, par exemple, un spot publicitaire à la télévision pour Pepsi pendant le Superbowl aux États-Unis : le succès de la campagne se mesurera sur la perception de la marque Pepsi par les consommateurs au travers de sondages, avec l'idée qu'une image positive conduira à des ventes en magasins plus tard. Au contraire, un catalogue papier envoyé par la poste, avec des coupons de réduction, sera à classer dans la catégorie DR : on mesurera le succès de cette action marketing au chiffre d'affaires supplémentaire généré pendant la période de validité des coupons.

Dans les deux cas se pose la question de l'efficacité de la publicité : est-ce que l'impact est à la hauteur de l'argent investi ? Pour répondre à la question, encore faut-il pouvoir mesurer l'impact et ensuite l'optimiser. John Wanamaker (1838-1922), un pionnier du *marketing*, disait déjà à son époque : "Half the money I spend on advertising is wasted; the trouble is I don't know which half". La publicité digitale (sur Internet) a changé la donne, au moins dans le domaine du DR, car elle a rendu l'impact mesurable à un niveau très fin. Il est en effet possible de connaître les revenus correspondant à des publicités vues par chaque internaute, en temps réel. Cela permet d'optimiser les campagnes et de mesurer les changements immédiatement. Cette boucle de rétroaction, couplée avec des quantités de données gigantesques, est un terrain de jeux parfait pour l'intelligence artificielle, qui peut effectuer l'optimisation beaucoup mieux qu'un humain tant il y a de paramètres et de combinaisons à prendre en compte. En effet, puisque la technologie le permet, il est intéressant de personnaliser l'expérience publicitaire pour chacun des millions d'internautes, afin d'en maximiser l'impact. Rien ne sert de montrer une publicité pour des couches à quelqu'un qui n'a pas d'enfant en bas âge. Il faut comprendre les centres d'intérêt de chacun. C'est une vraie révolution par rapport à ce qu'il était possible de faire sur les canaux classiques, comme la presse, la radio ou la télévision.

Le type d'IA qui est à l'œuvre dans la publicité est le *machine learning* ou apprentissage par la machine. Il s'agit d'algorithmes qui digèrent des quantités colossales d'indices sur les interactions passées entre les internautes et les publicités qu'ils ont vues pour apprendre ce qui sera le plus efficace à l'avenir. Il ne s'agit pas vraiment d'intelligence au sens classique du terme, mais plutôt de traitements statistiques très sophistiqués et redoutablement efficaces.

Des algorithmes et des hommes

Creusons un peu cette notion d'intelligence artificielle et en particulier la répartition des tâches entre l'algorithme et l'intelligence humaine. Dans le domaine de la publicité, l'intelligence artificielle est un serviteur dévoué, aux capacités de calcul exceptionnelles un peu comparables à celles du personnage autiste joué par Dustin Hoffman dans le film *Rain Man*, mais elle ne prend pas d'initiatives. Elle fait ce que l'on lui dit de faire et il reste à l'intelligence humaine la responsabilité de définir l'objectif. Il est donc crucial de choisir le bon objectif et le sujet est plus épineux qu'il n'y paraît. Au premier abord, on peut se dire qu'il faut maximiser les ventes à budget publicitaire donné. Plusieurs questions se posent alors.

La question de l'attribution

La première difficulté consiste à relier une vente sur un site de e-commerce à la campagne publicitaire qui en est à l'origine. Et là les choses se corsent. Imaginons une situation où un site de e-commerce mène de front différentes campagnes publicitaires : spots à la télévision, à la radio, affichages de bannières publicitaires sur Internet, etc. Une personne peut se retrouver exposée à plusieurs de ces campagnes. Si, en fin de compte, elle achète un produit, comment savoir laquelle de ces campagnes est à l'origine de cette vente ? À ce jour, personne n'a complètement résolu cette question, dite de l'attribution. L'industrie publicitaire utilise des règles d'attribution arbitraires, où l'on prend en compte l'interaction entre l'internaute et la publicité, et la chronologie des événements. Pour des bannières publicitaires affichées sur Internet, une règle assez répandue consiste à attribuer une vente à la dernière bannière publicitaire sur laquelle l'internaute a cliqué : c'est la règle dite du *post click*.

La question de la fenêtre d'attribution

Toujours concernant la problématique de l'attribution, faut-il prendre en compte les ventes réalisées dans les 24 heures qui suivent un clic sur la publicité, dans les 7 jours, 30 jours ? À nouveau, il n'y a pas de règle absolue et le chiffre choisi va changer énormément la valeur perçue de la publicité. On aimerait mesurer sur une période longue pour prendre en compte la valeur sur le long terme d'un nouveau client, mais l'on sent bien que plus une vente est éloignée du moment où la publicité a été consommée, plus il est douteux de penser que cette vente a été générée par la publicité en question. De plus, il faudrait attendre trop longtemps pour mesurer l'impact de la publicité et l'optimiser. On se limite donc généralement à des durées de l'ordre de quelques jours.

La question de l'incrémentalité

Dans la même veine, si un internaute achète un produit après avoir été exposé à de la publicité, on peut se demander s'il n'aurait pas acheté ce produit tout de même en l'absence de publicité, ou bien s'il l'aurait acheté un peu plus tard. En d'autres termes, le chiffre d'affaires généré par la publicité tel qu'il est mesuré avec la règle d'attribution *post-click* est-il vraiment incrémental ? On peut se rassurer en faisant des tests (dits A/B tests) où l'on sépare la population en deux groupes (A et B), l'un étant exposé à la publicité et l'autre non, pour comparer le chiffre d'affaires total sur chacun des deux groupes. La différence est alors l'impact réel de la publicité. Cela permet de s'assurer que l'impact réel est proche de la valeur mesurée, mais c'est un test statistique sur une grande population, cela ne permet pas d'optimiser une campagne publicitaire à l'échelle de chaque internaute.

Ces quelques exemples permettent de toucher du doigt la complexité de la mesure du succès d'une campagne publicitaire et donc de la définition de ses objectifs. Et nous n'avons même pas parlé de stratégies *marketing* à plus haut niveau : faut-il se concentrer sur ses clients actuels pour les fidéliser et leur faire acheter plus ou sur la conquête de nouveaux clients, par exemple ? Aujourd'hui, l'IA ne

répond pas à ces questions. Elle se contente d'exécuter au mieux la publicité, une fois les objectifs et mesures de succès définis par des humains. C'est déjà beaucoup !

Exemples de fonctionnement de l'IA

Le Search Engine Marketing

Google a été un pionnier de la publicité sur Internet. En octobre 2001, le moteur de recherche introduit un système de publicité qui allait faire sa fortune : AdWords. L'idée est toute simple. Il est désormais possible à un publicitaire d'insérer un petit texte promotionnel dans la colonne à droite des résultats de recherche. Il suffit d'indiquer la liste de « mots-clés » à cibler et Google se chargera d'afficher la publicité pour les internautes concernés. C'est le début de la publicité ciblée sur Internet. La pertinence des textes publicitaires est sans précédent. En effet, tapez « appareil photo » et vous ne verrez certainement que des publicités pour des appareils photos. Mais l'innovation de Google ne s'arrête pas là. Il introduit un *business model* révolutionnaire. Au lieu de se rémunérer sur l'affichage de chaque publicité, Google propose à l'annonceur de ne payer que si l'internaute clique sur la publicité. C'est le « Coût par clic » (CPC). L'espérance de gain d'une publicité est simplement $CTR * CPC$, CTR étant le *Click-Through Rate* ou « Taux de clic », en français. L'estimation précise de ce CTR devient cruciale pour optimiser le placement des publicités. S'il y a 20 annonceurs en compétition pour le mot-clé « couches », mieux vaut afficher celui qui aura le CTR le plus élevé. Cela optimisera le revenu de Google et maximisera également l'intérêt de l'internaute.

Un problème difficile

Comment estimer le CTR sur des publicités correspondant à des millions de mots-clés différents ? Il est fort à parier que le CTR va dépendre également de nombreux paramètres, tels que le mot-clé en question, la position de la publicité sur la page, le texte de la publicité, le « lien » entre la publicité et le mot-clé tapé par l'internaute, la notoriété du site annonceur, la période de l'année, etc. Il y a des milliards de combinaisons distinctes. Mais, comme si le problème n'était pas assez difficile, les taux de clics observés sont relativement faibles (de l'ordre du pourcent), ce qui fait que les événements « positifs », source de rémunération, sont relativement rares. Si nous voulions « mesurer » expérimentalement les CTR, il faudrait des dizaines de milliers d'impressions pour chaque combinaison de paramètres.

L'IA à la rescousse

Il se trouve que ce type de problème entre parfaitement dans le cadre de l'apprentissage supervisé. Cette branche du *machine learning* étudie les problèmes d'apprentissage guidés par des exemples. Chaque affichage constitue un exemple :

- positif (= 1), si l'utilisateur a cliqué ;
- négatif (= 0), si l'utilisateur ne clique pas.

L'algorithme peut être entraîné sur les millions d'exemples avec l'objectif de réduire l'erreur entre la prédiction et la réalité. Il suffit d'enregistrer tous les affichages de publicité et tous les clics pour « nourrir » l'algorithme en continu de nouveaux exemples. L'algorithme peut ainsi naturellement s'adapter à de nouvelles publicités, de nouveaux mots ou même des modes passagères.

L'IA et la publicité graphique

Les techniques de ciblage initialement développées sur les moteurs de recherche ont ensuite trouvé un développement considérable dans la publicité dite « graphique », c'est-à-dire tous les encarts publicitaires que l'on trouve sur Internet. Aujourd'hui, une très grande partie des publicités que vous voyez tous les jours sont achetées aux enchères. Le site qui propose un emplacement va l'offrir au

plus offrant en temps réel. Des dizaines de sociétés spécialisées, comme Criteo, ont alors quelques dizaines de millisecondes pour miser et espérer gagner cette impression. Le gagnant gagne le droit d'afficher sa publicité en direction de l'internaute. L'IA devient un formidable avantage concurrentiel si l'on est capable d'estimer l'espérance de gain de chaque impression de manière très fine et... en temps réel ! Non seulement il est primordial d'estimer des mises très rapidement, mais il faut également mettre à jour ces estimations en temps réel. Imaginez par exemple que vous montrez une publicité à un internaute. Celui-ci ne clique pas. Deux secondes plus tard, vous avez l'opportunité de lui montrer la même publicité. Sachant qu'il n'a pas cliqué la première fois, l'espérance de gain du second affichage en est sûrement diminuée. Les algorithmes d'IA sont très performants et donnent d'excellents résultats dans ces conditions pourtant très difficiles.

L'IA et la personnalisation de la publicité

Au-delà de prédire combien miser pour une opportunité d'affichage, il peut être pertinent également de générer directement des messages publicitaires en fonction des intérêts de l'internaute. Cette technique a notamment été popularisée par Criteo. Avec l'IA, tout devient paramétrable et configurable en temps réel et selon le contexte. Par exemple, on va pouvoir optimiser le nombre de produits montrés dans une bannière publicitaire, les produits eux-mêmes, les photos représentant les produits, les textes, les couleurs, le type d'animation, la présence ou non de prix ou de coupons de réduction, etc. L'IA permet toutes les folies et toutes les optimisations tant qu'il y a des données pour la nourrir. C'est pour cela que, au-delà des algorithmes d'IA, la bataille entre les géants du Web se situe sur l'acquisition de données propriétaires. Si Facebook connaît mes amis et la ville où j'habite, il aura peut-être un avantage compétitif sur le ciblage publicitaire par rapport à un concurrent qui n'aurait pas cette information.

L'IA, un outil universel

Aujourd'hui, l'IA est partout et ses champs d'application ne font que grandir de jour en jour. Tous les fils d'actualité sur Twitter ou Facebook sont mis à jour à partir des interactions de millions d'internautes. Les résultats de Google sont eux-mêmes améliorés en continu avec le *feedback* implicite des utilisateurs. Des campagnes d'emailing sont personnalisées et pilotées par des algorithmes similaires.

L'IA est présente pour reconnaître qu'un même internaute est en fait présent sur deux ordinateurs différents ou pour détecter une fraude.

L'IA permet aussi d'adopter des stratégies d'enchères très complexes, par exemple en n'estimant pas uniquement l'espérance de gain d'un affichage, mais la manière dont vont miser les concurrents potentiels.

Que peut-on attendre de l'IA au service de la publicité dans le futur ?

L'IA continue de faire des progrès spectaculaires, notamment avec le *deep learning*. Ces techniques sont désormais appliquées au service de la publicité pour affiner toujours plus la qualité des messages présentés et les montants à miser sur les places de marché.

Au-delà des progrès des algorithmes existants, il reste une grande marge de progression pour prétendre remplacer complètement les humains. L'IA pourrait apprendre par exemple à mesurer et optimiser le vrai impact de la publicité, en termes de ventes incrémentales sur toute la durée de vie d'un client, plutôt que de se contenter de mesures imparfaites mais plus faciles à réaliser. Ensuite, elle pourrait définir elle-même les stratégies *marketing* de haut niveau, y compris dans l'univers du *branding*. Elle aura alors complètement changé la nature du travail du directeur marketing, mais ce jour paraît aujourd'hui encore assez lointain.

L'émergence des plateformes de données industrielles

Par Hubert TARDIEU
Conseiller du PDG d'ATOS

L'auteur remercie Jacques Cremer, professeur à la Toulouse School of Economy, directeur de la Chaire digitale Jean-Jacques Laffont.

Trois des cinq plus grandes entreprises mondiales par la capitalisation boursière, Apple, Google et Microsoft, s'appuient sur des plateformes, c'est-à-dire sur un nouveau modèle économique qui s'est généralisé dans la dernière décennie. Alors même que de nombreuses organisations continuent de s'interroger sur la valeur inhérente de leurs données industrielles, les entreprises nées des plateformes ont démontré un talent incroyable pour faire croître et façonner les marchés dans lesquels elles opèrent. Elles ont ainsi été en mesure d'éclipser leurs concurrents qui utilisent des modèles traditionnels. Les nouveaux venus, s'appuyant sur des plateformes, ont réussi parce qu'ils comprennent les données et leur valeur dans leurs marchés et qu'ils ont su faciliter la création de vastes écosystèmes de consommateurs et de fournisseurs. Dans leur livre *Platform Revolution*⁽¹⁾, Parker, Van Alstyne et Choudary affirment que l'émergence des plateformes comme modèle de *business* et d'organisation est « une des plus importantes évolutions de notre époque ». Les auteurs affirment aussi que le modèle de plateforme dépassera durablement le modèle de pipeline, dans les marchés où les plateformes réussissent, pour autant que ce modèle soit bâti sur une organisation appropriée. En ce sens, c'est bien le *business model* qui constitue l'innovation, la plateforme technologique associée étant son support. On peut s'attendre à une accélération de l'émergence des plateformes qui va créer une rupture dans l'industrie.

Les plateformes de données industrielles

Alors que la valeur des plateformes dans le monde du *Business-to-Consumer* (B-to-C) ne fait guère de doute, l'industrie est à un point de bifurcation quant à son appropriation du concept d'écosystème de confiance orchestrée pour les données *Business-to-Business* (B-to-B). Les investissements lourds consentis par les grands équipementiers, comme Siemens et General Electric, montrent leur détermination à prendre, les premiers, leur part dans ce marché en s'appuyant sur la vague Industrie 4.0 pour aider leurs clients à réduire les délais de mise sur le marché et à augmenter leur flexibilité tout en améliorant leur efficacité.

Dans l'industrie, l'exemple de l'écosystème créé par BMW, Daimler et Audi autour de Here, la compagnie rachetée à Nokia, montre la direction : initialement créée pour disposer de données cartographiques, Here a été récemment étendue à l'ensemble des données collectées sur les voitures de ces trois constructeurs.

Jusqu'à présent les technologies digitales ont transformé les marchés des biens immatériels (finance, médias, musique, communication...). Elles commencent à s'inscrire dans le monde réel, et l'impact de l'analytique, de l'Internet des objets et des systèmes autonomes, commence à se faire sentir dans les usines, l'énergie, la mobilité et la santé. Nous prévoyons l'émergence d'entreprises s'appuyant sur des plateformes permettant l'amélioration des produits et des services.

(1) PARKER G., VAN ALSTYNE M. W. et CHOUDARY S. P. (2016), *Platform Revolution: How Networked Markets are transforming the Economy and how to make them work for you*, WW Norton & Company.

Même si l'Europe a largement raté la première vague des plateformes de données dans le monde du B-to-C, la taille des opportunités dans le monde du B-to-B et la place de l'Europe dans l'industrie mondiale nous encouragent à ne pas manquer ce second rendez-vous. Les compagnies européennes ont un savoir-faire et un accès aux données industrielles qui leur font obligation de conduire elles-mêmes cette transformation avec l'aide des pouvoirs publics qui joueront un rôle essentiel dans la mise en place des régulations sur la circulation et le partage des données industrielles.

Le document « Journey 2020 » qui décrit la vision d'Atos ⁽²⁾, ou encore « Pictures of the Future » de Siemens ⁽³⁾, montrent ce qu'on est en droit d'attendre d'une augmentation de la coopération au sein d'un écosystème industriel à un moment où l'*open source* et la recherche coopérative deviennent la meilleure réponse pour saisir des opportunités qui seront par nature transitoires. La mise en œuvre d'une plateforme de données industrielles requiert à la fois d'avoir une vue à long terme sur le capital de données de chaque entreprise, et de s'adapter au contexte de marché pour créer la masse critique parmi les membres de l'écosystème.

Nous verrons ainsi se développer, autour des plateformes de données industrielles, des chaînes de valeur, où les participants accepteront de partager des données relatives à la conception, à l'exploitation, aux usages, à la maintenance et aux retours clients, sachant qu'aucun des participants à l'écosystème n'a la maîtrise de toutes ces données ; la valeur des données ne pourra être libérée par l'analytique et le *machine learning* que si la plateforme met en commun une vue globale. Ces plateformes de données sont le catalyseur pour exploiter les externalités positives ⁽⁴⁾ créées par l'écosystème.

De la même façon que l'existence de marchés bifaces ⁽⁵⁾ explique le décollage des plateformes dans le B-to-C, les plateformes de données industrielles permettront de rendre compte des effets de réseaux dans le monde du B-to-B. Nous voyons ainsi que « les données échangées durant les instants de décision sont la ressource qui crée les effets de réseaux et génère la valeur ajoutée dans la plateforme ».

Le cycle de vie de la donnée industrielle

Le cycle démarre par la conception assistée par ordinateur, suivie de la collecte des données de production dans les usines automatisées, des données d'usage à partir des produits connectés et, enfin, des données de retours clients. Dans le respect des règles de la vie privée, tel qu'il est prévu par le règlement général sur la protection des données (RGPD), et avec une sécurité garantie, ces données alimenteront les applications analytiques. Le suivi des opérations permettra leur optimisation et la maintenance prédictive, tandis que l'analytique prescriptif permettra l'automatisation de certaines décisions sans intervention humaine. Cette connaissance et cette intelligence vont libérer la valeur dormante des données permettant la mise en œuvre de *business models* fondés sur les résultats. Cette nouvelle révolution digitale dans l'industrie ouvrira la voie aux objectifs identifiés pour l'Industrie 4.0 : la réduction des temps de mise sur le marché, l'accroissement de la flexibilité et une efficacité accrue dans toute la chaîne de production.

(2) <https://ascent.atos.net/journey-2020/>

(3) <https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software.html>

(4) Une externalité positive est un bénéfice indirect dont profite un tiers en raison d'une transaction dans laquelle il n'est pas impliqué.

(5) ROCHET J.-C. et TIROLE J. (2003), "Platform Competition in Two-Sided Markets", <http://www.rchss.sinica.edu.tw/cibs/pdf/RochetTirole3.pdf>

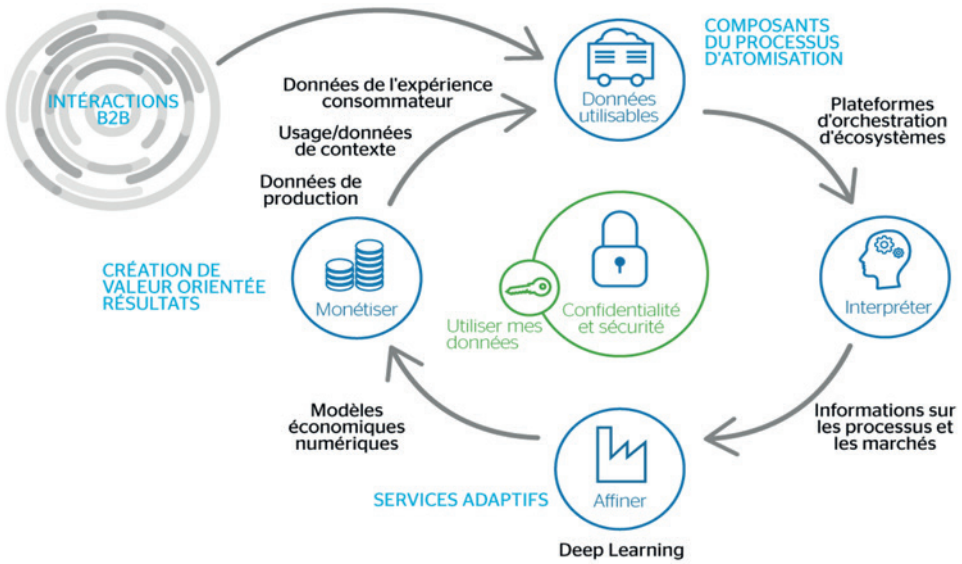


Figure 1 : Le cycle de vie des données industrielles - © Atos.

Les plateformes de données industrielles

Aucune entreprise ne dispose de l'ensemble des données de production, d'usage et de retour client. Il faut donc, pour bénéficier de toutes ces données, que les entreprises acceptent de partager leurs données entre elles au sein d'un écosystème. Pour être efficaces, les relations à l'intérieur de l'écosystème doivent s'appuyer sur une forme contractuelle qui définit la valeur associée aux échanges. Dans le cas du B-to-C, le contrat prend la forme d'un accord pour utiliser des données personnelles ou accepter des publicités, en échange d'un service gratuit ou d'un moindre coût. Dans le cas du B-to-B, les compagnies, leurs sous-traitants et leurs clients formeront un réseau d'innovation qui utilisera les plateformes pour partager les données industrielles dans le cadre de relations contractuelles limitées dans le temps et sur des domaines spécifiques.

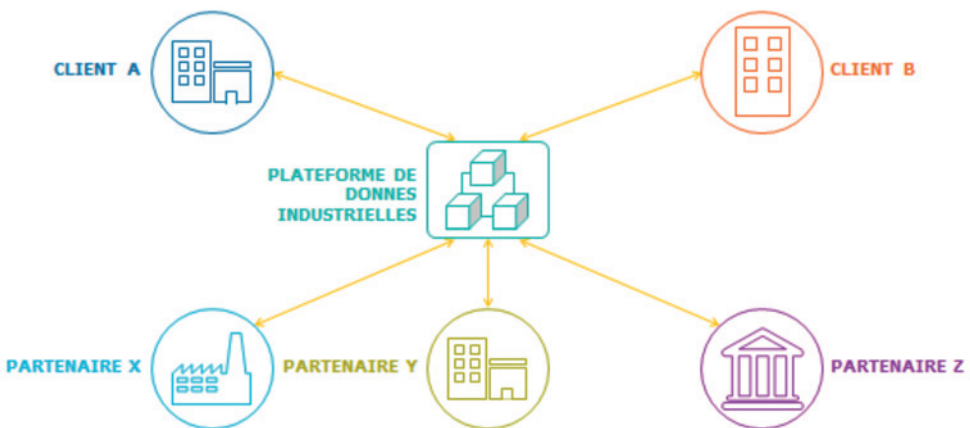


Figure 2 : Schéma d'une plateforme de données industrielles - © Atos.

Le Challenge du *multi-homing* pour les entreprises, leurs partenaires et leurs clients

Les principaux fournisseurs d'équipements et de services (les équipementiers industriels, de télécommunications, de transports...) ont un intérêt majeur à créer leur propre plateforme propriétaire pour y connecter les équipements qu'ils fournissent à leurs clients. Ceci posera des problèmes de connexion à des plateformes multiples et de partage volontaire ou involontaire des données avec les autres partenaires de la plateforme.

Les économistes ont nommé ce challenge *multi-homing*.

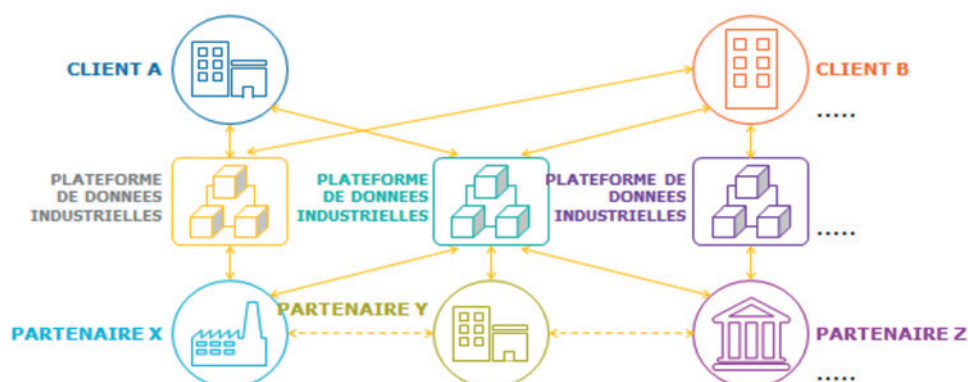


Figure 3 : Le dilemme du *multi-homing* pour les plateformes de données industrielles - © Atos.

L'émergence des plateformes B-to-B

L'industrie n'existe que pour créer et échanger de la valeur, mais dans l'économie des plateformes une approche différente est requise pour évaluer leur potentiel. Dans l'industrie traditionnelle, l'accent est mis sur la création de valeur au travers des produits et la monétisation se fait par une relation entre un client et un fournisseur qui constitue un modèle en pipeline. À l'inverse, dans le modèle de plateforme, l'accent est mis sur la création de relations entre les différents partenaires pour mettre en évidence la valeur des données et faciliter leur échange. Plus il y a de relations, plus le potentiel de distribution augmente. C'est une caractéristique essentielle des plateformes souvent appelée « effet de réseau » : les plateformes ont d'autant plus de valeur qu'elles ont d'utilisateurs. Pour une plateforme, la taille est à la fois le résultat des premiers succès et le moteur de la future croissance. Cette dynamique crée un effet d'entraînement. Si la valeur de la plateforme provient du réseau, le potentiel pour réaliser cette valeur n'est pas lié à la contrainte linéaire d'offre et de demande. À la limite, chaque participant du réseau est vu comme consommateur et fournisseur de valeur et le potentiel de la plateforme croît comme le carré du nombre de connexions.

La grande différence entre l'industrie traditionnelle et les plateformes est que ces dernières permettent l'échange de données et non de biens ou services. Les données sont utilisées pour disposer du contexte et de la compréhension permettant d'identifier les instants de décision qui sont ensuite exploités. Si la valeur tangible représentée par ces instants de décision peut être partagée sur l'ensemble de la plateforme, alors l'impact sur les revenus peut être considérable. Des industries aussi diverses que Disney, John Deere et Siemens reconnaissent ce potentiel et sont en compétition pour obtenir une part de ces revenus additionnels en bâtissant leur propre plateforme.

Quand nous examinons l'importance des données dans l'économie des plateformes, nous devons considérer deux dimensions :

- une valeur est attribuée au générateur ou au propriétaire de la donnée ;
- une autre valeur vient de ce que la donnée est partagée avec un tiers.

Dans les deux cas, la valeur de la donnée dépend directement ou indirectement du degré requis de raffinement et d'interprétation de la donnée.

Prenons l'exemple des données relatives à la performance opérationnelle d'un réacteur d'avion. La consommation de kérosène et les statistiques de vibrations sont d'une grande valeur pour le concepteur et pour le fabricant du réacteur, car ils souhaitent en permanence améliorer la qualité et la sûreté de leur produit (c'est une donnée de type 1). Mais ces données peuvent aussi permettre d'anticiper des problèmes imminents qui auront un impact significatif s'ils ne sont pas pris en compte durant la maintenance préventive. Il est de l'intérêt du fabricant de réacteurs de partager cette connaissance de son produit pour rendre plus efficace la maintenance préventive et minimiser le risque de panne pouvant affecter l'exploitation de l'avion (c'est une donnée de type 2). Cependant, ce n'est pas dans l'intérêt du fabricant du réacteur de donner un libre accès à toutes ses données et à sa propriété intellectuelle. Les plateformes de données industrielles offrent l'opportunité technique de décrire l'usage des données, les propriétaires des données, les partenaires de l'échange de données, et les contrats nécessaires pour gérer ces échanges.

Comment les « espaces de données industrielles » peuvent résoudre ces défis et permettre de fournir des services à l'industrie

« Un espace de données industrielles est un espace de données virtuel qui exploite des standards et des technologies ainsi que des modèles de gouvernance, pour faciliter un échange fiable et une mise en commun de données dans un écosystème de confiance. Il fournit ainsi les fondements pour les scénarios de service et les processus d'innovations partagées tout en garantissant à chaque partenaire de l'écosystème sa souveraineté sur ses données. »

L'association pour les espaces de données industrielles (IDSA) pilotée par les instituts Fraunhofer, regroupant un grand nombre d'industriels, a publié en avril 2017 un modèle d'architecture de référence pour les espaces de données industrielles⁽⁶⁾. Ce modèle abstrait englobe les différentes solutions logicielles en se concentrant sur les concepts, les fonctionnalités et les processus impliqués dans la création d'un réseau de confiance pour les données industrielles. Le document fournit à la fois une vue globale et la spécification des composants spécifiques de l'architecture (Connecteur, Broker, Appstore...).

Conclusion

Le monde du B-to-C a été bouleversé par les plateformes, d'abord dans les médias, puis dans le transport et l'hôtellerie. La révolution digitale dans le monde du B-to-B vient de commencer. Alors que les plateformes ont déjà transformé des marchés entiers, l'impact de l'analytique et de l'Internet des objets sur les usines, l'énergie, la mobilité et la santé commence à être significatif. Dans ce monde de plus en plus en réseau, un grand nombre d'équipements dans les usines peuvent être intelligemment connectés ; ils peuvent alors échanger des données en temps quasi réel. Ces données peuvent être analysées et utilisées pour optimiser les processus industriels, les rendre plus efficaces, plus flexibles et plus résistants en cas de pannes ou de cyber-attaques.

Les plateformes de données industrielles permettront à des partenaires industriels de partager leurs données pour tirer le meilleur parti de l'analytique, d'abord, et de l'intelligence artificielle, dans un deuxième temps.

(6) Document de référence : https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/Forschungsfelder/industrial-data-space/Industrial-Data-Space_Reference-Architecture-Model-2017.pdf

L'économie de ces plateformes industrielles est l'élément primordial à comprendre pour notre industrie afin de ne pas laisser passer la chance de l'Europe d'augmenter sa part mondiale dans l'industrie en mettant tout en œuvre pour favoriser l'émergence des plateformes.

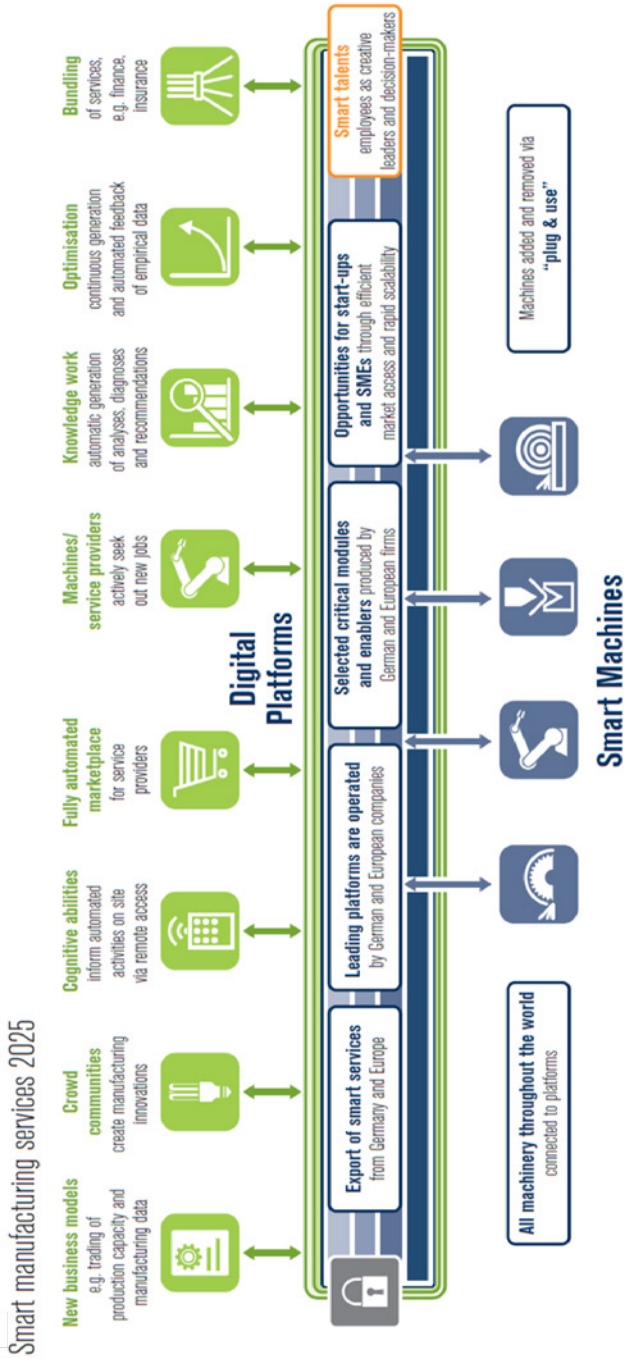


Figure 4 : Modèle de référence de l'architecture des espaces (plateformes) de données industrielles (avril 2017) - ©IDSA.

Entretien avec Tatsuya TANAKA, Président Monde du groupe Fujitsu, et Shingo KAGAWA, CEO, head of digital services business et CTO

Le 29 juin s'est tenue à Paris l'étape française du Fujitsu World tour 2017 « *Human centric innovation, Digital Co-creation* ». L'événement était tourné vers les enjeux de l'intelligence artificielle, à la suite de la récente annonce par Fujitsu d'un accord de coopération avec l'INRIA et d'un investissement de plus de 50 M€ en France dans la transformation digitale, les partenariats avec les *start-ups* et l'ouverture d'un centre d'excellence sur l'intelligence artificielle au Drahi X-Innovation Center de l'École polytechnique.

Propos recueillis pour Enjeux numériques par Jacques Serris (Conseil Général de l'Économie) et Delphine Mantiene (Annales des Mines).

Enjeux numériques [EN] : Fujitsu a annoncé en novembre 2015 que ses solutions d'intelligence artificielle seraient intégrées dans la plateforme « Zinrai ». Où en est Zinrai aujourd'hui ? Pouvez-vous nous citer des exemples de succès ou, à l'inverse, de difficultés rencontrées ?

Tatsuya Tanaka [T.T.] : Nous avons déjà plus de 30 années d'expérience dans le domaine de l'intelligence artificielle. Nous avons connu plusieurs « booms », notamment liés à des développements dans certains secteurs, tels que le *manufacturing* et les services financiers. Au cours de ces années, nous avons déposé plus d'une centaine de brevets et nous avons acquis une grande expérience dans les processus d'automatisation pour répondre aux besoins exprimés par nos clients. Le développement de Zinrai a été lancé comme une plateforme intégrée de services. En septembre 2016, nous avons identifié 300 projets répondant à des besoins de nos clients. Nous avons amélioré constamment le système en prenant en compte les nouvelles demandes : nous développons aujourd'hui 500 projets, pour des centres d'appels, d'entretien et de maintenance, les techniques de fabrication (*monozukuri*), la gestion intégrée des connaissances... L'intelligence artificielle devient omniprésente. En avril de cette année, nous avons annoncé le déploiement de Zinrai sur l'ensemble de notre offre de service. Nous co-créons Zinrai avec nos clients.

Mais bien sûr, le premier challenge est d'abord de constituer une base de données suffisamment importante pour faire appel à l'IA.

Shingo Kagawa [S.K.] : Sans les données, on ne peut rien. Quand on parle de données, on pense aux chiffres. Mais on peut transformer les données en graphiques, en schémas... On peut apprendre beaucoup de choses, « nourrir » en quelque sorte l'intelligence artificielle et en tirer profit. Fujitsu est à la pointe dans ce domaine. Voici deux exemples de succès emblématiques.

Un de nos clients avait des problèmes récurrents, des défauts de fabrication, sur une ligne de production. Nous avons combiné l'IoT [*Internet of Things : Internet des objets*] et l'IA pour détecter les problèmes et piloter toutes les unités de production utilisant le même type d'équipement de façon proactive et préventive, à partir d'un seul centre.

Un autre exemple important concerne un hôpital psychiatrique en Espagne : nous avons pu utiliser la formidable capacité d'analyse de l'intelligence artificielle pour mesurer le degré de gravité et catégoriser les pathologies avant même les consultations. Cela permet de prévenir les malades,

d'accélérer le diagnostic par le médecin et de prendre rapidement les mesures adéquates. C'est un grand succès, car il peut être difficile avec ce type de pathologies de poser un diagnostic et de prendre les bonnes décisions.

[EN] : Lors du lancement de Zinrai, vous avez annoncé un objectif de vente de 50 milliards de yens (390 millions d'euros) en 2018 pour l'ensemble de l'écosystème Zinrai. Êtes-vous en passe d'atteindre cet objectif ?

[T.T.] : Il y a véritablement un *boom* en matière d'intelligence artificielle et je pense que nous sommes entrés dans une époque où l'IA sera omniprésente dans *tous* les secteurs. Nous souhaitons en tout cas l'intégrer à l'ensemble de nos produits pour offrir des services de plus en plus complets. Notre unité de *business* IA est amenée à jouer un rôle essentiel. À l'horizon 2020, nous tablons sur un chiffre d'affaires de 320 milliards de yens (2,5 milliards d'euros). Il s'agit là du chiffre d'affaires de l'ensemble des services qui intègrent une part d'IA.

[EN] : Zinrai se veut « centré sur l'humain » (« human centric AI »). Qu'entendez-vous par là ?

[T.T.] : Notre philosophie est fondamentalement que l'IA n'est pas une confrontation *contre* l'humain et qu'elle doit être, au contraire, absolument centrée sur l'humain. L'automatisation, par exemple, a pour objectif de nous permettre de faire beaucoup plus de choses que ce que l'homme seul peut faire. C'est pour cela que nous l'appelons « *human centric AI* », l'intelligence artificielle centrée sur l'humain.

[EN] : Que signifie « Zinrai » en japonais et pourquoi avoir choisi ce nom ? Est-ce qu'on peut le comprendre 人来, avec les caractères 人 (*jin*, « une personne ») et 来 (*rai*, « venir » ou « futur »), cela évoquerait alors « l'homme du futur » ou « le futur de l'homme » ?

[T.T.] : En japonais, *Zinrai* est dérivé de « 疾風迅雷, *shippu jinrai* », qui désigne un « vent très violent », ou la « rapidité du tonnerre », parce que notre intelligence artificielle est aussi rapide que l'éclair pour répondre aux demandes. Mais votre jeu de mots avec des caractères est intéressant.

[EN] : En mars 2017, Fujitsu a annoncé la création, au sein de l'École polytechnique, d'un centre d'excellence dédié à l'intelligence artificielle, ainsi que le lancement d'un partenariat avec l'INRIA. Quelle est la place de la France dans votre stratégie de développement ?

[T.T.] : Nous attendons beaucoup de cette coopération. D'abord, nous avons identifié un grand potentiel de travail avec les nombreuses entreprises françaises, c'est une raison du renforcement de notre présence en France. D'autre part, la France forme beaucoup d'excellents mathématiciens, savants ou professeurs. En combinant les mathématiques avec la science informatique, on peut s'attendre à des résultats exceptionnels. Et puis, si nous voulons travailler avec la France, c'est aussi parce qu'elle a une très longue histoire en matière de culture, de civilisation et de très fortes valeurs philosophiques et éthiques. Nous vivons une époque de transformation et les usages de l'IA peuvent peut-être dérapier. C'est pourquoi notre slogan « *human centric AI* », « IA centrée sur l'humain », est au cœur de notre pilotage du développement de l'IA. Sur ce plan, l'apport de la France est intéressant. Nous espérons que nos partenariats seront encore approfondis dans un avenir proche. Que ce soit au niveau du traitement des données ou de la transformation du travail, l'automatisation est amenée à occuper une place croissante dans nos sociétés. Nous fondons beaucoup d'espoir sur nos projets avec les Français.

[EN] : Quel message souhaiteriez-vous faire passer aux Français pour améliorer cette coopération ?

[S.K.] : Le Président Tanaka vient de visiter le salon Vivatech, où nous avons rencontré de jeunes entreprises françaises dynamiques. Nous constatons que le gouvernement français est réellement désireux de soutenir ces jeunes entreprises. Par l'intermédiaire de Business France, nous avons noué de nombreux contacts. Il y a énormément d'acteurs français dans le domaine des technologies de l'information et de la communication. Les grandes entreprises possèdent des *Big data*, nous leur proposons d'appliquer nos techniques d'analyse et de traitement à ces données. Nous avons un accord de coopération avec l'INRIA qui incarne l'excellence mathématique. Quand on parle d'IoT, il y a les données, mais aussi, et surtout, les analyses. Nous sommes très intéressés par les techniques d'analyse topologique des données développées par l'INRIA. Nous voudrions en définitive constituer un écosystème de services connectés mettant en relation autour de Fujitsu nos clients, des entreprises partenaires, les milieux académiques, des chercheurs et des experts, en lien avec les projets des gouvernements.

[EN] : Il y a aujourd'hui une vision mitigée de l'intelligence artificielle, perçue à la fois comme une promesse et comme une menace. Quel regard les Japonais portent-ils sur l'IA ?

[T.T.] : Les Japonais sont un peuple très travailleur. Le travail est une valeur. Même si l'on ne gagne pas beaucoup d'argent, on a conscience de contribuer au développement de la société. Alors, bien sûr, les gens craignent l'arrivée de l'IA et des robots, ils ont peur d'être *remplacés*, en quelque sorte. Cette inquiétude est perceptible. Mais vous savez, au Japon, nous avons énormément de *mangas* dont les héros sont des robots, comme *Tetsujin 28go* [*L'homme de fer n°28*, manga publié à partir de 1956, réédité tous les dix ans, suivi de séries télévisées, d'un jeu vidéo et d'un film en 2005]. Il y a cette intuition que la technique peut apporter le bonheur, aider l'être humain. C'est une image positive de la technologie et de la robotique. Les Japonais apprécient ce côté positif de la technologie, et si l'entreprise prouve qu'elle est responsable sur le plan éthique, elle peut orienter dans le bon sens l'apport des nouvelles technologies.

Artificial intelligence in China

By Yifei FAN

Sciences Po Paris, School of Communication

and Frank DESVIGNES

AXA Lab Asia, Shanghai

The balance of power in technology is shifting. China, which for years watched enviously as the West invented the software and the chips powering today's digital age, has become a major player in artificial intelligence, what some think may be the most important technology of the future.

Artificial Intelligence refers to a set of computer science techniques that enable systems to perform tasks normally requiring human intelligence such as visual perception, speech recognition, decision-making and language translation. Machine learning and deep learning are branches of AI which, based on algorithms and powerful data analysis, enable computers to learn and adapt independently. For ease of reference "artificial intelligence" (AI) is used throughout this paper to refer to machine learning, deep learning and other related techniques and technologies⁽¹⁾.

China's AI market is estimated to grow from \$173m in 2015 to \$1.3bn in 2020, according to iResearch. In 2015, roughly \$203m (+76% year-over-year) capital flowed into Artificial Intelligence (AI) in China⁽²⁾.

The Chinese central government has released on July 2017 a clear plan to become the world leader in AI by 2030, aiming to surpass its rivals technologically, and build a domestic industry worth almost \$150 bn⁽³⁾. The government identifies AI as the key engine of China's progress toward a world economic leader in 2030. According to the plan, the government will provide great capital resources, market guiding and political support to AI development, and meanwhile strengthen links among private enterprises, research institutes and military bodies to promote mutual development.

Following the central government's instructions, a large number of local governments have created special plans, funds and built out research centers to focus on AI. These governments are making themselves a good example in adopting AI technologies in public services (including social welfare, education and national security).

China, the most populous country in the world, is home to 1.4bn people, 700mn of whom are on the internet communicating in the same language. As a result, China has two most important "essential production factors" in driving AI development: data and talent. China understandably generates about 13% of the global data - raw material to fuel the development of AI. It is expected to grow to 20% - 25% by 2020 and surpass that of the US⁽⁴⁾. As for talent, China, based on its large population base and strict mathematic training in national education program, is producing machine learning and deep learning researchers to fill the gap both in China and overseas: Google's Cloud Machine Learning group is co-headed by two renowned Chinese American scientists, Jia Li and Fei-Fei Li. Moreover, we noticed the wave of top talented American AI scientists and managers with Chinese background returning to China.

(1) https://www.eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/Artificial_intelligence_in_the_real_world_1.pdf

(2) http://www.iresearchchina.com/content/details8_20728.html

(3) <https://www.nytimes.com/2017/07/20/business/china-artificial-intelligence.html>

(4) <https://www.artificialintelligence-news.com/2017/09/01/goldman-sachs-china-u-s-ai/>

AI is increasingly penetrating into most aspects of the daily life of every Chinese citizen, the ways they act and think on a daily basis. In the media space, Xiaodu, an avatar for Baidu's proprietary AI, Baidu Brain, is competing against human in facial recognition on TV. Baidu's team chose for Xiaodu to compete in areas where computers are particularly weak, face and voice recognition, against China's best minds in the popular weekly show "The Brain". The show is #1 in audience rating in its slot in China.

AI – Not just American

Chinese internet Giants catching up in the AI race

While US-based firms such as Google, Facebook and Microsoft seem still dominating the artificial intelligence space, Chinese counterparts like Baidu, Tencent, and Alibaba are quickly catching up, and in some cases, surpassing their US competitors. As the domestic Internet market has matured, the country's big players aim to become technology leaders, rather than innovative imitators.

As far back as 2013, Baidu started an internal research lab it called The Institute of Deep Learning, showing its own extreme ambitions. Now, it runs several other labs, including the 200-persons outpost in Silicon Valley. All told, the company employs more than 1,800 researchers and engineers who work on AI, including driverless cars and other robotics as well as many online services⁽⁵⁾. Deep learning technology is already driving everything from the Baidu search engine to the company's image and speech recognition services.

Tencent has established an AI lab in Seattle in May 2017, and the company is building a very serious research team back in China. Tencent already makes use of machine learning in its products (for personalized news recommendations and search, for example). Tencent's AI Lab has so far around 50 world-class AI scientists, researchers and experts, focusing on AI related research fields such as machine learning, computer vision, speech recognition, and natural language processing⁽⁶⁾. Its massive data from more than 980m users and its technical advantages constitute a great asset to the company's top AI team.

The e-commerce giant Alibaba not only applies AI-enabled chatbot, image recognition and machine learning based recommendation to its platform, the growth of its affiliate company Ant Financial is almost being shaped by the company's AI research team. Yuan (Alan) Qi, a vice president and chief data scientist at Ant, says that "AI is being used in almost every corner of Ant's business, (...), we use it to optimize the business, and to generate new products." There's no lack of examples. Most recently, Ant Financial is offering for free their AI-driven image recognition system to aid vehicle insurance claims adjusters. It enables insurers to assess automobile damage by algorithm in six seconds.

A national development plan

Beijing is encouraging its artificial intelligence push with vast sums of money. Having already spent billions on research programs, China is readying a new multibillion-dollar initiative to fund moonshot projects, start-ups and academic research, all with the aim of growing China's A.I. capabilities.

At national level, Chinese government published in 2016 a 3-year guidance in support of AI development, including capital funding and IP protection. It then approved a 15-year project (China Brain Project) the same year to research into the neural basis of cognitive function, with additional

(5) <https://www.wired.com/2017/06/ai-revolution-bigger-google-facebook-microsoft/>

(6) <https://www.artificialintelligence-news.com/2017/09/01/goldman-sachs-china-u-s-ai/>

goals of improving diagnosis and prevention of brain diseases, and driving information technology and artificial intelligence projects that are inspired by the brain. The central government then established China's AI Lab on March 2017 to boost the country's overall competence in AI: Baidu is in charge of the lab in partnership with other Chinese elite universities. The lab is responsible for researching topics in machine learning-based visual recognition, voice recognition, new types of human-machine interaction and deep learning.

Besides governmental initiatives, numerous provinces and cities are spending billions on developing robotics, and a part of that funding is likely to go to artificial intelligence research. For example, the relatively unknown city of Xiangtan, in China's Hunan province, has pledged \$2bn toward developing robots and artificial intelligence. Other places have direct incentives for the A.I. industry. In Suzhou, leading artificial intelligence companies can get about \$800,000 in subsidies for setting up shops locally, while Shenzhen, in southern China, is offering \$1m to support any A.I. project established there.

China's four competitive advantages in AI development

Data availability. As machine learning algorithms become more and more commoditized, access to huge volumes of training data is starting to become the core competitive advantage. Chinese users have different notions of and expectations for privacy and willing to provide personal information for convenience. By 2020, China's digital data universe is going to surpass US. China's share of the global digital universe will grow from 364 exabytes in 2012 to 8.6 zettabytes in 2020, whereas US from 898 exabytes to 6.6 zettabytes⁽⁷⁾.

Talent pool. Chinese researchers are already savvy in AI. In 2015, 43% of the top academic papers relating to AI were published with one or more Chinese researchers, regardless of where in the world the work had been primarily conducted⁽⁸⁾. China traditionally has strong math training which has already generated a large number of data scientists domestically. In addition, there are more and more US-trained computer science PhD returnees.

Funding. KPMG found investment by venture capital (VCs) in China reached a record high in 2016, despite a global slowdown. Egidio Zarrella, Partner, Clients and Innovation, KPMG China, said that the amount being invested in artificial intelligence in Asia is growing by the day. China is also prompting provincial governments to acquire companies and invest in start-ups: Chinese regions are armed with \$445bn for VC investments⁽⁹⁾. The other way round, China investors are investing heavily in American AI start-ups: over the past six years, they helped finance 51 American artificial intelligence companies, contributing to the \$700m raised, according to the recent Pentagon report.

Chinese pragmatism. While US companies are still responsible for a lot of the most fundamental groundbreaking research in AI fields, Chinese companies are more pragmatic about turning generic work into value-oriented applications to drive business value, especially Alibaba and Tencent. Alibaba, for example, is good at using AI to provide customized service and support based on users' purchasing behavior and interests; Tencent is researching AI under 3 main topics closely tied to their core business: content, social and game.

More often than not, Chinese AI breakthroughs are not within the radar of Western mainstream media. Their presence on western media is relatively rare and language is a serious barrier which consequently limits the understanding of Chinese technological breakthrough over the world.

(7) <https://www.emc.com/collateral/analyst-reports/emc-digital-universe-china-brief.pdf>

(8) <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/this-is-why-china-has-the-edge-in-ai/>

(9) <https://www.deltapartnersgroup.com/sites/default/files/The%20Delta%20Perspective%20-%20State%20of%20the%20tech%20industry%20%26%20expectations.pdf>

AI is prompting the rapid development of Fintech and Insurtech in China

In Fintech area, Chinese private and public sectors are both building on rapid advances in AI and readily available consumer data to develop unique applications for consumers and businesses.

Process automation

Ant Financial launched in June 2017 an AI-driven, image-recognition system to automate the investigation of vehicle insurance claims. According to Ant Financial, exterior damage claims make up about 60% of the 45m private vehicle insurance claims filed in China every year. In a demonstration, Ant Financial's algorithm took 6 seconds to assess the damage in 12 different cases, whereas human investigators needed over 6 minutes to reach a verdict over the same claims⁽¹⁰⁾.

SenseTime, the Chinese AI start-up, as well as the world's biggest AI Unicorn, following funding round earlier this year that raised a huge \$410m, began to provide the similar offer to insurers since October 2017.

ZhongAn applies biometric recognition to automatically insure accident insurance, which is more efficient than traditional identity registration and insure/claim application. Once runners' face identified and matched with the ID photo they provided, Zhong An will activate their sport accident insurance immediately to cover them during the race, thus eliminating any procedure and avoiding other people replacing registered runners to participate in the marathon and benefit from insurance coverage. This technology has already be successfully used to identify marathon players in 4 races. It resulted an average of 40% reduction of manpower.

For customer onboarding (selfie vs administrative tasks), Ping An's agent only needs to take a selfie of the customer and him/herself, to immediately authenticate through ID photos. Then, by using natural language processing, voice recognition, the agent follows the script/steps while the customer replies. Depending on how the customer replies, the script will be different and the engine will know what kind of questions the customer should be prompted. In 5 minutes instead of 45 minutes, customers can get their policy done and sign by touching the phone screen.

Underwriting and credit scoring

ZhongAn is leveraging deep learning and machine learning to empower its big data analytics, which has significant impact on real-time insurance pricing, credit analysis and rating, credit risk pricing, user behaviour analysis, accurate marketing and customized products and services.

For example, for its Flight Delay Compensation Insurance (FDCI), ZhongAn applies its big data platform to gather various data sets - the flight dynamic state of Airline Company, the passenger identification of AIR Regulation, weather data from Meteorological Bureau to estimate the probability of flight delay. Thanks to AI, customers can purchase this insurance product even 15 minutes before departure.

Ant Financial is opening its car insurance score to the insurance industry for the first time; the score offers a car owner's user portrait and risk analysis, and quantifies it into a score between 300 and 700. It is one extension of Ant's Zhima Credit, its creditworthiness system uses advanced machine-learning algorithms and custom programmable chips to crunch huge quantities of user data in a few seconds, to determine whether to grant a customer a loan, for instance.

(10) <http://video.tudou.com/v/XMjg2MDc4MjA1Ng==.html>

Fraud claims detection

PingAn created its big data platform “PingAn Brain” in 2015. The platform applies data mining, machine learning, deep learning in analysing both structured and unstructured data (its historical customers’ data, internet data, financial transaction data and tens of million enterprises’ data) to help the company in customer profiling, risk management, fraud claims prevention and detection, claim management automation as well as health management.

In one year, its machine learning model saved PingAn \$ 302m (2bn RMB) from fraudulent claims and achieved a 78% accuracy in fraud detection, compared to 21% the previous year. Currently, “PingAn Brain” got into cities to digitalize and analyse medical records. Not only traders of PingAn will have access to these data, but also pharmas, HMOs, clinics, doctors, hospitals and patients. Ultimately, this will enable the insurer to offer health management to its customers and help them prevent critic illness by adopting a healthier lifestyle.

PICC, China’s largest property insurer, is applying Chinese start-up 4Paradigm’s own machine learning algorithm to root out fraudulent claims. Unlike other claims solutions that store and analyse unstructured claims data, 4Paradigm’s approach not only identifies suspect claims but continuously improves the accuracy of this identification by parsing petabytes of claim data in order to broaden its ability to highlight subtle fraud indicator.

There is no doubt that AI is already transforming the Chinese finance industry and has produced massive use cases in the country. Event though the gap between the research and development spending of Chinese internet companies and their global peers still exists, in terms of AI application, China may show the world how to do it.

Index

GOLDMAN SACHS (2017), “China’s Rise in Artificial Intelligence”.

MOZUR P. (2017), “Beijing Wants A.I. to Be Made in China by 2030”, *The New York Times*.

VERTEX (2017), “Global AI Hub? The V Factors Powering China’s Rise”.

WO-LAP LAM W. (2017), “Beijing Harnesses Big Data & AI to Perfect the Police State”.

CBINSIGHTS (2017), “The 2016 AI Recap: Start-ups See Record High In Deals And Funding”.

NIKKEI (2017), “China AI Patent Submissions Shoot UP”.

CHEN NA (2017), “China Plans to Launch ‘Brain Project’ by Year End”.

HEMPEL J. (2017), “How Baidu Will Win China’s AI Race – and, Maybe, The World’s”.

IRESEARCH (2017), “2017 China Artificial Intelligence Industry Research Report”.

SHI K. (2017), “AI in ALL: Tencent’s Ambitious AI Plans for Business Partners”.

ANADIOTIS G. (2017), “Alibaba: Building A Retail Ecosystem on Data Science, Machine Learning, and Cloud”.

SHELOON N. (2017), “Google Is Already Late to China’s AI Revolution”.

COGNIZANT (2016), “How Insurers Can Harness Artificial Intelligence”.

CHINA DAILY (2016), “China Unveils Three-Year Program for Artificial Intelligence Growth”.

PWC (2016), “AI in Insurance: Hype or Reality?”

National Science and Technology Council (2016), “The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan”.

GOLDMAN SACHS (2016), “Artificial Intelligence, AI, Machine Learning and Data Fuel the Future of Productivity”.

The Economist Intelligence Unit (2016), “Artificial Intelligence in the real world: the business case takes shape”.

GANTZ J., REINSEL D.& LEE R. (2013), “The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in The Far East - China”, IDC Country Brief.

腾讯研究院 (2017), 中美两国人工智能产业发展全面解读“”

国家工业信息安全发展研究中心 (2017), “2016 – 2017 全球人工智能发展报告”

张易 (2017), “BAT人工智能实验室大起底：都叫AI Lab, 三巨头究竟有什么不同”

科大讯飞 (2016), “人工智能，未来已来”

梁刚 (2016), “机器的崛起：中国高管眼中的人工智能”

田丰、任海霞、Philipp Gerbert、李舒、武治中、莫薪儒、董晓菡、ALIBABA INNOVATION VENTURES (2016), “人工智能：未来智胜之道”

乌镇智库、网易科技 (2016), “乌镇指数：全球人工智能发展报告”

陈雨强 (2016), “机器学习在工业应用中的新思考”

IRESEARCH (2015), “中国人工智能应用市场研究报告”

Intelligence artificielle : défis scientifiques et attentes socio-économiques

Par Stephan CLÉMENÇON

Professeur de mathématiques appliquées à Télécom-ParisTech,
Institut Mines-Télécom

Il faut reconnaître que l'accélération considérable des progrès réalisés ces dernières années dans les domaines, par exemple, de la vision par ordinateur, de la reconnaissance vocale ou de la recherche automatique d'information, est essentiellement le fait d'avancées spectaculaires en matière d'infrastructures de calcul et de stockage des données. Aussi n'est-il pas surprenant de retrouver aux avant-postes des applications les géants du Web, acteurs majeurs du développement de ces technologies, prompts à convertir l'information portée par les masses de données accumulées en nouveaux produits ou services. En effet, en *machine-learning*, une machine réalise automatiquement une tâche (la reconnaissance d'un objet spécifique apparaissant dans une image, par exemple) au moyen d'un programme, « appris » en résolvant la version statistique d'un problème d'optimisation rendant compte de l'efficacité générale de règles figurant dans un catalogue complexe et formulées à partir de données relatives à un grand nombre d'observations. Des images auxquelles sont attribués des labels indiquent la présence ou l'absence de l'objet dans l'image, pour reprendre l'exemple précédent d'« apprentissage supervisé », caractéristique des applications de la « reconnaissance de forme ». La disponibilité d'exemples (que la machine peut elle-même solliciter dans certains cas pour mieux apprendre), stockés sous forme de bases de mégadonnées et offrant une description quasi exhaustive de la variabilité du phénomène à analyser, combinée à la puissance de calcul des *clusters* d'ordinateurs modernes permettant de mettre en œuvre des programmes d'optimisation opérant sur des catalogues très complexes de règles prédictives, a permis de rendre véritablement effectives des méthodes d'apprentissages statistiques conçues vers la fin du XX^e siècle, théorisées en particulier par les mathématiciens russes V. Vapnik et A. Chervonenkis dans les années 1960 et préfigurées par l'algorithme du Perceptron de F. Rosenblatt dès les années 1950, la version la plus élémentaire des réseaux de neurones. Ces méthodes sont aujourd'hui à l'œuvre dans de nombreux « systèmes intelligents », pour des domaines aussi variés que la biométrie, le véhicule à délégation partielle, le diagnostic médical automatique, les moteurs de recommandation associés aux sites Web commerciaux ou les assistants virtuels.

L'ère du *Big data* et de l'intelligence artificielle généralisée a donc débuté grâce aux briques technologiques modernes qui nous permettent désormais de stocker et traiter de façon automatisée, dans des temps très courts, des données massives de nature et format divers, avec le succès grandissant des grandes entreprises du Web. Si celles-ci semblent en effet avoir été les premières à comprendre le rôle ubiquitaire que vont désormais jouer les données et les sciences et technologies de l'information, l'engouement pour le *machine-learning* s'étend à présent à presque tous les domaines (science, transports, énergie, médecine, sécurité, banque, assurance, commerce, etc.), au fur et à mesure que l'*Internet of Things* (IoT), l'usage généralisé de technologies d'analyse telles que la spectrométrie de masse ou le développement des solutions de type *Cloud* accroissent la disponibilité d'informations à la granularité de plus en plus fine. Les attentes sont considérables. L'intelligence artificielle permettrait de développer une médecine hautement personnalisée, allant jusqu'à adapter le traitement aux caractéristiques génétiques du patient, de concevoir des systèmes de maintenance prédictive des infrastructures complexes, tels que des réseaux de transport d'énergie ou des avions, détectant suffisamment tôt les « signaux faibles » annonciateurs

de dysfonctionnements, permettant ainsi le remplacement des composants avant leur probable défaillance et assurant une plus grande pérennité au service prodigué ou encore des véhicules de transport à la fois sûrs et totalement autonomes. Les opportunités sont indéniables et il est légitime d'espérer la mise au point d'applications performantes nourries par les mégadonnées. Cependant, l'intelligence artificielle ne tiendra vraiment ses promesses que si des défis scientifiques sont relevés. Avant d'être LA solution, le *machine-learning* pose un grand nombre de problèmes passionnants, pour les mathématiciens en particulier.

Variété, Volume et Vitesse. S'ils sont généralement convoqués pour définir les *Big data*, les 3 « V » recouvrent aussi en partie ces challenges mathématiques et constituent un bon point de départ pour comprendre la nature de certains enjeux scientifiques en *machine-learning*. Le traitement mathématique des données n'est certes pas une chose nouvelle. Les statistiques se sont développées avec les sciences sociales dès le XVIII^e siècle, leur essor s'est ensuite poursuivi avec celui des sciences agronomiques, du contrôle de qualité dans l'industrie, de l'épidémiologie, des tests cliniques, de l'économétrie ou encore, plus récemment, du Web. À l'époque où les données étaient rares et coûteuses, collectées le plus souvent au moyen de questionnaires, la statistique « traditionnelle » reposait de façon cruciale sur l'expertise humaine pour le prétraitement des données et la modélisation de leur variabilité. Motivé à l'origine par les problèmes de reconnaissance de forme et stimulé par les sciences cognitives, le *machine-learning* ne consiste pas à simplement exploiter les données pour ajuster les paramètres d'un modèle plus ou moins rigide, spécifié à l'avance, mais à concevoir des algorithmes qui apprennent *automatiquement*, à partir d'exemples, le modèle le plus efficace dans un immense catalogue de modèles. L'efficacité d'algorithmes d'apprentissage, tels que les réseaux de neurones, les « *support vector machines* » ou les « forêts aléatoires », et la mise au point de solutions logicielles optimisées pour les mettre en œuvre ont contribué à populariser l'usage de ces méthodes dans les deux dernières décennies. Le *machine-learning* convoque de nombreux domaines des mathématiques appliquées : le point de vue probabiliste, bien sûr, qui fournit le bon langage pour décrire la variabilité des données, la formulation statistique des problèmes prédictifs, mais aussi, par exemple, l'optimisation ou le traitement de l'image et du signal, tant les problèmes qu'il permet d'aborder sont variés. La recherche est en particulier sans cesse stimulée par la nature et le format des données disponibles pour l'analyse, lesquelles évoluent avec les technologies permettant de les capturer. Les *Big data* évoquent d'abord les données du Web, le contenu des pages et les données de navigation : des images, des vidéos, du son, du texte, des usages et des relations sociales. On est souvent loin de la « matrice rectangulaire » de données, qui fut l'objet de prédilection des statisticiens au XX^e siècle, avec en ligne les individus représentatifs de la population étudiée et en colonne les quelques variables les décrivant. L'analyse « sémantique » des données textuelles sur le Web visait surtout à l'origine à indexer les documents pour faire fonctionner les moteurs de recherche et se bornait plus ou moins à un comptage renormalisé de l'occurrence de chaque mot d'un dictionnaire sur chaque page Web. Mais les applications récentes, comme l'analyse de sentiments ou d'opinions, ou les assistants virtuels, requièrent l'élaboration de modèles mathématiques beaucoup plus sophistiqués. Certaines données du Web, et, plus généralement, les données relatives au fonctionnement des réseaux sociaux, rendent également compte de relations entre objets ou individus, lesquelles se décrivent au moyen de graphes. Si la théorie des graphes aléatoires s'est développée dans la seconde moitié du XX^e siècle avec les travaux de grands mathématiciens tels que P. Erdős, qui ont permis de formuler une grande variété de problèmes traitant de la diffusion d'une information au sein d'un réseau ou de l'influence de certains agents du réseau, la technologie moderne nous permet d'observer aujourd'hui des graphes d'une taille et d'une richesse inédites. La complexité de leurs propriétés et leurs dimensions appellent de nouvelles méthodes pour comprendre leur structure, la dynamique de leur éventuelle évolution, pour les visualiser et exploiter exhaustivement l'information qu'ils portent. Ils constitueront sans doute encore longtemps un champ d'investigation pour les mathématiciens. Dans le même ordre d'idées,

l'analyse des données de préférences n'est pas un sujet nouveau et renvoie par exemple aux travaux précurseurs de Condorcet au XVIII^e siècle et à la théorie sociale du choix, mais, encore une fois, les données collectées aujourd'hui *via* les applications numériques, au moyen desquelles les utilisateurs peuvent désormais exprimer leurs préférences pour tel ou tel film ou tel ou tel produit, sont d'une nature très différente. Les préférences effectivement exprimées varient selon l'utilisateur et ne concernent en effet qu'un nombre d'objets très faible par rapport aux dimensions du catalogue. Il serait vain de chercher à modéliser les préférences sur l'ensemble du catalogue, le nombre de façons de ranger des objets par ordre de préférence explosant avec leur nombre. Les mathématiciens cherchent encore une représentation efficace de ce type de données, sur le modèle de la représentation en « ondelettes » pour les signaux, les images et les vidéos, à l'œuvre de manière très concrète dans la norme JPEG2000 par exemple, mais fondée auparavant sur des travaux approfondis dans le domaine de l'analyse numérique (qui ont récemment valu le prestigieux prix Abel au mathématicien Yves Meyer). La représentation parcimonieuse et adaptative de l'information (et de la mise au point d'algorithmes rapides pour la calculer) est une question majeure en mathématiques et la clé du traitement efficace des données. Une représentation sera jugée d'autant plus performante qu'elle permettra d'éliminer le « bruit », de mettre en exergue des structures caractéristiques (« *patterns* ») et d'accroître la performance prédictive des algorithmes d'apprentissage statistique nourris par les données ainsi formatées. Dans de nombreuses situations, les multiples couches des architectures de réseaux de neurones profonds fournissent par exemple des représentations facilitant l'ajustement de règles de prédiction aux bonnes capacités de généralisation. Mais à l'heure de la biométrie déployée sur *smartphone*, on attend aussi que la mise en œuvre des modèles prédictifs embarqués ne compromette pas l'autonomie des systèmes qui les hébergent et se conforme aux contraintes du temps quasi réel, ce qui fait surgir les questions de compression de l'information et des règles qui l'exploitent. L'avenir proche est d'ailleurs à l'IoT et, pour des applications telles que la maintenance prédictive des réseaux de transport, à l'élaboration de capteurs « intelligents », qui, mis en réseau, seront capables de définir la meilleure stratégie de partage de l'information et de répartition des tâches de calcul en fonction des données qu'ils collectent et des tâches à accomplir.

Les questions scientifiques sont nombreuses et, dans certains cas, le niveau de délégation qui sera accordé aux « systèmes intelligents » dépendra en grande partie des réponses que la recherche méthodologique apportera aux enjeux d'éthique (traitement des données personnelles respectueux de la vie privée) et de fiabilité. Cela renvoie au développement de techniques d'apprentissage statistique résistant à une éventuelle « contamination » d'une partie des données (provenant, par exemple, de biais de mesures ou d'une volonté de nuire au fonctionnement du système automatisé, comme on l'a suspecté pour les données du Web lors de la dernière campagne présidentielle aux États-Unis) et produisant des décisions interprétables par l'utilisateur final, l'humain. L'aventure ne fait que commencer.

Questions juridiques au sujet de l'intelligence artificielle

Par Marie SOULEZ

Avocate à la Cour d'appel de Paris, Lexing Alain Bensoussan Avocats

L'intelligence artificielle, que certains identifient comme la prochaine révolution informatique, propose des applications de plus en plus performantes et fait une irruption dans le monde de l'entreprise. Ce mouvement vers la transition intelligente impose aux entreprises de maximiser la création de valeur et d'optimiser la gestion des risques liés à cette nouvelle technologie.

Tentative de définition

L'intelligence artificielle a fait l'objet d'évolutions dans son acception, de nombreux ingénieurs et scientifiques s'étant essayés à élaborer une définition de l'intelligence artificielle.

L'expression « intelligence artificielle » est apparue en 1950 dans le cadre d'un article d'Alan Turing, intitulé « *Computing Machinery and Intelligence* », dans lequel Turing a proposé sa désormais célèbre expérience connue sous le nom de « test de Turing », par une tentative de définition d'un standard permettant de qualifier une machine de « consciente ». Puis le terme a fait l'objet d'une première définition, lors du congrès de Dartmouth en 1956, par Marvin Lee Minsky, qui a défini l'intelligence artificielle comme « la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains, car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique ». De ce congrès est également issue une première définition de la machine intelligente qui se caractérise comme :

- une machine capable de reproduire le comportement d'un être humain dans un domaine spécifique ou non ;
- une machine capable de modéliser le « fonctionnement » d'un être humain.

Plus de soixante ans plus tard, l'intelligence artificielle est définie comme la « capacité d'une unité fonctionnelle à exécuter des fonctions généralement associées à l'intelligence humaine, telles que le raisonnement et l'apprentissage⁽¹⁾ » et doit être entendue comme un système autonome présentant une autonomie décisionnelle. Il convient de distinguer dans ce cadre l'intelligence artificielle de type « *advanced analytics* » - qui exploite des données structurées et qualifiées - de l'intelligence artificielle qui exploite des données non structurées et non qualifiées, en autonomie par rapport à son utilisateur. C'est cette dernière qui suscite l'intérêt par sa capacité d'analyse de l'environnement, sa capacité d'apprentissage et sa subjectivité.

Réflexions sur l'application des régimes juridiques existants aux spécificités de l'intelligence artificielle

Il n'existe pas à ce jour de cadre légal ou réglementaire dédié à l'intelligence artificielle, tant à l'échelle nationale qu'européenne ou internationale. Néanmoins, de nombreuses initiatives en France, en Europe et à l'étranger ont été prises afin de déterminer si le droit existant était applicable à l'intelligence artificielle ou s'il convenait de mettre en place un régime juridique dédié.

(1) Norme ISO 2382-28.

À titre d'illustrations, en France :

- la cellule « Veille et prospective » de l'Inria a publié un Livre blanc consacré à l'intelligence artificielle afin de donner une vision globale des problématiques engendrées, au regard du constat selon lequel « la recherche en IA a permis de réaliser d'importants progrès dans la dernière décennie, et ce, dans différents secteurs. Les avancées les plus connues sont celles réalisées dans l'apprentissage automatique, grâce notamment au développement d'architectures d'apprentissage profond, des réseaux de neurones convolutifs multicouche, dont l'apprentissage s'opère à partir de gros volumes de données sur des architectures de calcul intensif » ;
- l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques a publié son rapport le 15 mars 2017, qui « présente aussi les enjeux éthiques, juridiques, économiques, sociaux et scientifiques de ces technologies » ;
- le gouvernement a lancé, le 20 janvier 2017, la démarche France IA, composée de plusieurs groupes de travail, dont un dédié aux problématiques juridiques, qui conclut à la nécessité de coupler « les mécanismes et régimes juridiques actuels » à la « souplesse contractuelle » pour « faire face aux évolutions technologiques en apportant, sauf cas particuliers, un niveau de sécurité juridique satisfaisant ».

De plus, dans une résolution législative contenant des recommandations faites à la Commission européenne sur les règles de droit civil sur la robotique et l'intelligence artificielle adoptée le 16 février 2017, les députés européens soutiennent qu'un projet législatif est urgent pour mettre en place des normes éthiques et clarifier les règles juridiques, « l'autonomie des robots pos(ant) la question de leur nature à la lumière des catégories juridiques existantes ou de la nécessité de créer une nouvelle catégorie dotée de ses propres caractéristiques et effets spécifiques ⁽²⁾ ».

Enfin, aux États-Unis, le rapport « *Preparing for the future of AI* » d'octobre 2016 ⁽³⁾ recommande de développer une réglementation minimale et de la rattacher, lorsque cela est possible, à des schémas préexistants, comme dans l'industrie de l'automobile ou de l'aviation pour les véhicules autonomes.

Ces initiatives, dont la liste n'est pas exhaustive, sont justifiées par les problématiques juridiques engendrées par cette technologie, notamment celles de responsabilité et de propriété intellectuelle ; plus la machine intelligente devient autonome, moins les cadres juridiques préexistants se trouvent adaptés.

Droit de la responsabilité civile

L'un des premiers enjeux juridiques du déploiement de systèmes d'intelligence artificielle réside dans l'appréhension de la responsabilité d'un système autonome qui causerait un dommage.

Le principe de responsabilité est le suivant : pour être responsable, à savoir tenu de répondre des dommages causés à autrui et les réparer, il convient d'être doté d'une personnalité juridique dont seules peuvent bénéficier les personnes physiques ou les personnes morales, sous certaines conditions préalablement définies par la loi. Un système d'intelligence artificielle en tant que tel ne peut être tenu responsable de ses actes ou inactions en cas de dommages causés à des tiers. Les systèmes classiques de responsabilité civile, délictuelle, contractuelle ou pénale sont susceptibles d'être mis en œuvre, mais sont inadaptés à l'intelligence artificielle : la responsabilité pénale implique une personnalité juridique, la responsabilité civile pose comme prérequis l'action d'une personne dotée de la personnalité morale, la responsabilité du fait des choses nécessite une chose dont on a la

(2) Projet de rapport contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique du 31 mai 2016 [2015/2103 (INL)], dit rapport Delvaux.

(3) https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf

garde, ce qui est exclusif d'autonomie, et la responsabilité des commettants du fait des préposés nécessitant notamment un lien de subordination ne peut s'appliquer à l'IA, agissant en toute autonomie par rapport à son utilisateur.

Par ailleurs, ces systèmes créent une asymétrie des responsabilités entre celle du fabricant de l'objet ou d'un robot physique (*hard*) intégrant une plateforme d'intelligence artificielle (*soft*) dont le fabricant est rarement le propriétaire, et celle du développeur, éditeur de la plateforme. La responsabilité du fabricant du robot physique pourra être facilement engagée en cas de dommage, le *hard* et le *soft* formant un tout, un produit complexe. Dans cette hypothèse, la responsabilité de l'éditeur de la plateforme sera plus difficile à établir. Lorsque l'utilisateur contribue au processus décisionnel par l'utilisation des outils mis à sa disposition par les éditeurs, il pourra être responsable du système d'apprentissage.

L'exemple le plus marquant de l'année 2017 se trouve dans les *chatbots*, ces agents conversationnels qui interagissent avec l'homme. En février 2017, Microsoft lance Tay, son intelligence artificielle créée pour interagir avec les internautes de manière totalement autonome. Seulement quelques heures après sa naissance sur Twitter, Tay a tenu des propos racistes, antisémites, sexistes, complotistes et révisionnistes, pouvant notamment être qualifiés pénalement d'injures raciales et d'incitation à la haine et à la discrimination raciale. Qui est responsable de l'erreur inhumaine de Tay, algorithme concentré d'intelligence artificielle : le concepteur, l'utilisateur, le propriétaire ou le *chatbot* ?

Dans le rapport du 27 janvier 2017 contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique [2015/2013(INL)], la Commission des affaires juridiques de l'Union européenne précise que « les règles en vigueur en matière de responsabilité couvrent uniquement les cas où la cause des actes ou de l'inaction du robot peut être identifiée comme imputable à un acteur humain précis (fabricant, opérateur, propriétaire ou utilisateur) et où cet acteur pourrait avoir prévu et donc évité le comportement dommageable du robot ⁽⁴⁾ ».

Ainsi, les évolutions des technologies, qui induisent un niveau d'autonomie du robot pour la prise de décisions, impliquent que « les règles habituelles pourraient ne pas suffire à établir la responsabilité juridique pour dommages causés par un robot, puisqu'elles ne permettraient pas de déterminer quelle est la partie responsable pour le versement des dommages et intérêts, ni d'exiger de cette partie qu'elle répare les dégâts causés », comme il est relevé dans le rapport du 27 janvier 2017.

Pour contrer les lacunes des régimes de responsabilité de droit commun, seuls applicables aux conditions de mise en œuvre d'une éventuelle responsabilité de systèmes autonomes, les fabricants de machines, entendues au sens large, intégrant des systèmes d'intelligence artificielle, et les éditeurs de plateformes d'intelligence artificielle, utilisent l'outil contractuel pour définir les responsabilités.

Droit de la propriété intellectuelle

Par l'autonomisation des systèmes, ce sont également les créations générées par une intelligence artificielle, sans intervention directe d'une personne physique dans le processus créatif du résultat considéré, qui risquent d'échapper à l'appropriation par le droit d'auteur d'un processus créatif.

Le droit d'auteur protège, en vertu des dispositions de l'article L 112-1 du Code de la propriété intellectuelle, toutes les œuvres de l'esprit, quels qu'en soient le genre, la forme d'expression, le mérite ou la destination. La seule condition propre à permettre à une création d'accéder à la qualification

(4) Projet de rapport contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique du 31 mai 2016 [2015/2103 (INL)], dit rapport Delvaux.

d'œuvre de l'esprit est qu'elle soit originale, à savoir qu'elle porte l'empreinte de la personnalité de son auteur qu'elle fait d'ailleurs bénéficier de droits moraux, tels que le droit au respect ou le droit à la paternité.

Les cours et tribunaux ont déjà tranché la question de la protection des œuvres réalisées par l'homme assisté par ordinateur : elles sont protégeables par le droit d'auteur, l'ordinateur appréhendé comme un outil n'étant pas exclusif de créativité humaine dans laquelle doit être recherchée l'empreinte de la personnalité de l'auteur. La Cour d'appel de Paris a ainsi déjà jugé que l'œuvre assistée par ordinateur « peut être protégée par le droit d'auteur à condition qu'apparaisse l'originalité voulue par le concepteur ⁽⁵⁾ », soit l'empreinte de sa personnalité. De même, l'intelligence artificielle de type *advanced analytics* peut être appréhendée comme un outil de réalisation et non comme participant au processus créatif, et l'œuvre assistée par intelligence artificielle pourra bénéficier, au profit de son auteur personne physique, d'une protection par le droit d'auteur.

En revanche, tel n'est pas le cas de l'œuvre réalisée de façon autonome par une intelligence artificielle bénéficiant d'une capacité d'analyse de l'environnement, d'apprentissage et de subjectivité qui lui permette de faire des choix. Deux exemples récents d'œuvres créées par des intelligences artificielles justifient que l'on se pose la question : un robot peintre, eDavid, et un robot scénariste, Benjamin.

e-David est un bras robotisé qui, grâce à un algorithme de calcul et une caméra, est capable de peindre des toiles à partir d'un modèle, le robot se détachant alors de la programmation humaine pour réaliser des créations picturales qui lui sont propres. L'intelligence artificielle Benjamin est en mesure, après avoir analysé plusieurs dizaines de films et de séries, de réaliser un scénario de film à partir d'éléments imposés (un titre, une ligne de dialogue, un début d'action...).

Or, ici se dessinent les limites du droit positif d'auteur : seule une personne physique peut être auteur ⁽⁶⁾. Cette limite se retrouve dans la définition de l'originalité, sans laquelle aucune création ne peut prétendre à la protection par le droit d'auteur, et qui est intimement liée à la personnalité de l'auteur. Les schémas juridiques du droit de la propriété intellectuelle sont inadaptés aux créations réalisées grâce à une intelligence artificielle. À partir de ce constat, le projet de rapport Delvaux ⁽⁷⁾ « demande de définir des critères de "création intellectuelle propre" applicables aux œuvres protégeables par droit d'auteur créées par des ordinateurs ou des robots ». Cette recommandation n'a toutefois pas été retenue dans le rapport final adopté par le Parlement européen le 16 février 2017.

Mais la problématique demeure. Déjà en 2012, euRobotics, action de coordination financée par le 7^{ème} programme cadre de l'Union européenne, proposait un « Livre vert sur des aspects juridiques de la robotique » relevant une inadaptation du droit d'auteur aux technologies robotiques résultant de l'imbrication entre la personnalité de l'auteur et ses choix subjectifs, et la protection de ses créations par le droit d'auteur. La création d'une personnalité robot, retenue par euRobotics dans sa proposition de Livre vert, pourrait être une piste de réflexion : les robots pourraient se voir conférer une personnalité juridique singulière qui permettrait d'édicter des règles de dévolution des droits propres et adaptées à leur spécificité.

L'opportunité d'une personnalité morale singulière

Les projets juridiques sur les questions du régime juridique applicable à l'intelligence artificielle semblent pencher pour la reconnaissance de la personnalité juridique du robot, voire de la « per-

(5) Cour d'appel de Paris, 3 mai 2006, RG 05/03736.

(6) Cass. 1^e civ., 15 janv. 2015, n°13-23.566.

(7) Projet de rapport contenant des recommandations à la Commission concernant des règles de droit civil sur la robotique du 31 mai 2016 [2015/2103 (INL)], dit rapport Delvaux.

sonnalité électronique ⁽⁸⁾ », statut proche de la personnalité morale, comme le préconise Alain Bensoussan ⁽⁹⁾.

La mise en place d'une personnalité morale singulière attachée aux systèmes intelligents dotés notamment d'autonomie décisionnelle permettrait de mettre en place un régime de responsabilité objective, sans faute, concédant à l'utilisateur la possibilité de se retourner contre l'intelligence artificielle en question. De même, cette approche permettrait de sauvegarder la valeur de la création générée par une intelligence autonome.

(8) Résolution législative contenant des recommandations à la Commission sur les règles de droit civil sur la robotique et l'intelligence artificielle adoptée le 16 février 2017.

(9) BENSOUSSAN A. et BENSOUSSAN J., *Droit des robots*, éditions Larcier.

L'Homme face à l'intelligence artificielle : repenser l'éthique de la relation homme-machine

Par Paul-Oliver GIBERT

Président de Digital & Ethics

En cette deuxième décennie du XXI^e siècle, l'intelligence artificielle semble incarner l'angoisse prométhéenne liée au progrès technique et scientifique : « Une fois que les hommes auraient développé l'intelligence artificielle, celle-ci décollerait seule, et se redéfinirait de plus en plus vite... Les humains, limités par une lente évolution biologique, ne pourraient pas rivaliser et seraient dépassés », a déclaré, lors d'une interview, Stephen Hawking⁽¹⁾.

L'intelligence artificielle peut-elle permettre aux machines de dépasser les humains, leurs créateurs ? Certains le redoutent, d'autres, notamment les adeptes du trans-humanisme, espèrent que, combinée avec d'autres technologies, l'intelligence artificielle permettra une « sortie par le haut de la condition humaine ». Entre ces deux points extrêmes existe une relativement grande variété de positions.

Les débats sur les espoirs et craintes liés à l'intelligence artificielle occupent une très grande place dans les médias mais force est de constater que les applications pratiques et concrètes sont encore loin de permettre aux « agents intelligents » de rivaliser pleinement avec les êtres humains. S'il est vrai que des machines, des algorithmes mis en œuvre par ordinateur peuvent battre aux échecs, au jeu de go ou au poker des champions humains, il s'agit de domaines très spécifiques et limités de l'activité humaine.

Toutefois, nous constatons aujourd'hui une rupture dans les relations entre l'homme et la machine, rupture permise par l'intelligence artificielle : le recours au langage naturel, notamment sous sa forme parlée, pour échanger avec des machines qui ont une capacité d'apprentissage autonome met l'humain en position de déléguer certaines actions à ces machines autonomes.

Cette rupture appelle doublement une réflexion éthique : quel doit être, quel peut être le bon usage de cette nouvelle possibilité offerte par les machines ? Comment, de façon efficace, peut-on permettre la réalisation des espoirs de certains dans l'intelligence artificielle tout en évitant les cauchemars redoutés par d'autres ?

Le développement de l'intelligence artificielle permet de déléguer des décisions à des machines, ce qui renouvelle l'éthique de la relation homme-machine

L'intelligence artificielle est un ensemble très vaste et très hétérogène : la simulation de l'intelligence peut prendre différentes formes. Il peut s'agir d'une machine dont l'architecture reproduit la structure du cerveau comme dans le cas des réseaux de neurones⁽²⁾ afin d'obtenir de meilleures

(1) http://www.lemonde.fr/pixels/article/2014/12/03/hawking-l-intelligence-artificielle-pourrait-mettre-fin-a-l-hu-manit533135_4408996.html#TezizU9P6mRfruAf.99

(2) BLAYO F. et VERLEYSEN M., *Les Réseaux de neurones artificiels*, Presses Universitaires de France, Que sais-je n°30421, réédition 1996.

performances. Il peut aussi s'agir d'une simulation lors de l'interface entre la machine et l'homme : il s'agit notamment de la communication en langage naturel (de tous les jours), ou encore de la reconnaissance et de la synthèse vocale avec notamment SIRI et Google Now.

Toutefois, la simulation de l'intelligence artificielle est parfois elle-même simulée : « Concevoir un code qui a l'air intelligent n'a rien à voir avec une machine qui apprend toute seule. On lui fixe des règles et on programme la réponse que la machine doit avoir si elle rencontre ces différents cas de figure. C'est ce que l'on retrouve dans 90 % de ce qui est vendu aujourd'hui comme de l'intelligence artificielle », écrit Thomas Gouritin⁽³⁾.

Malgré ces arrangements, la rupture est réelle dans la relation entre l'homme et les machines : il devient possible de lui déléguer certaines actions dont on ne connaît pas *a priori* le résultat en lui parlant comme on peut le faire avec un être humain.

Les progrès réalisés dans le traitement automatisé du langage naturel permettent aux machines d'interpréter le langage que nous employons pour le traduire en instructions qu'elles peuvent traiter. Cette évolution perceptible désormais dans les assistants installés sur les *Smartphones* (Siri ou Google Now, notamment) a une force symbolique très grande. Le test de Turing, imaginé par Alan Turing en 1950 pour distinguer un raisonnement humain de celui d'un ordinateur, s'appuie sur la capacité de celui-ci à reproduire la sémantique d'une conversation humaine⁽⁴⁾.

D'année en année, la capacité de la machine à tenir un « dialogue » s'est développée, entretenant notamment l'idée d'une compétition entre l'homme et les ordinateurs.

Cette rupture n'est pas sans susciter des interrogations sur le bon usage de ces nouvelles techniques : « Des centaines d'ingénieurs et universitaires ont signé cette semaine une lettre ouverte pour alerter sur les dérives d'une intelligence artificielle (IA), dont les progrès techniques seraient réalisés en dehors de toute considération sur les progrès sociétaux qu'elle doit apporter⁽⁵⁾ ».

Disposant d'ordinateurs et de procédés de traitements plus puissants (ceux du *Big data* notamment), les techniques de l'intelligence artificielle permettent de développer des outils ayant une certaine capacité d'apprentissage et de fonctionnement autonome. Il s'agit là aussi d'une vraie rupture.

Très schématiquement, il est possible de considérer qu'il y a, à ce jour, quatre stades dans la relation entre l'homme et ses relais techniques :

- le premier, celui de « l'outil à main », qui ne produit de résultat qu'actionné directement par un humain ;
- la machine qui, utilisant une ressource extérieure (énergie et/ou capacité de calcul), réalise les tâches pour lesquelles elle est directement dirigée et qui peut la poursuivre par un effet d'inertie ;
- la machine qui, utilisant une ressource extérieure (énergie et/ou capacité de calcul), réalise les tâches pour lesquelles elle a été programmée et qui peut la poursuivre par un effet d'inertie ;
- la machine qui dispose de capacités d'acquisition d'information et d'apprentissage qui permettent de réaliser des tâches pour lesquelles elle n'a pas été explicitement programmée.

Ce dernier stade est celui qui est spécifiquement rendu possible par l'intelligence artificielle et il s'agit d'une profonde rupture dans la relation entre l'homme et la machine. La catégorie des ma-

(3) <https://www.frenchweb.fr/larnaque-chatbots-durera-t-elle-encore-longtemps/305697>

(4) TURING A., *Computing Machinery and Intelligence*, (en), Oxford University Press, vol. 59, n°236, octobre 1950, p. 433-460.

(5) <http://www.numerama.com/magazine/31868%2Dlettre%2Douverte%2Dsur%2DI%2Dintelligence%2Dartificielle%2Dia%2Det%2Dsa%2Dplace%2Ddans%2DIa%2Dsociete.html>

chines autonomes permet et va permettre de développer des relations par lesquelles on confie à l'une de ces machines de troisième génération des tâches intégrant une prise de décision.

De nombreux outils numériques permettent aujourd'hui, en recourant notamment à des outils d'intelligence artificielle, de déléguer certaines actions nécessitant une certaine forme de prise de décision.

Nous sommes très proches de ce qui existe entre humains, notamment dans le cadre d'une délégation de pouvoir. En droit, la délégation de pouvoir consiste pour une personne (par exemple, un chef d'entreprise) à confier l'exercice de pouvoirs dont il est titulaire à une autre personne (un de ses cadres) qui les exerce sous sa responsabilité. En d'autres termes, déléguer c'est donner à un autre le pouvoir de décider à sa place. Nous sommes à l'opposé de l'instruction donnée à un exécutant.

De façon courante et très visible, il s'agit notamment des calculateurs d'itinéraires et de guidage par GPS qui intègrent notamment l'état de circulation et qui permettent ainsi de minimiser le temps de trajet ou la distance à parcourir. Un peu comme pour le jeu de go, le calculateur d'itinéraire dépasse l'humain par sa capacité à intégrer en temps réel des informations sur les embouteillages, et, en particulier, celles qui sortent du champ de perception du conducteur.

Une prochaine étape de cette délégation serait celle du véhicule autonome qui prendrait en charge la totalité des décisions liées à l'exécution du déplacement, y compris les décisions lors de situations de crise, notamment lors d'accidents. Des initiatives ont été prises pour résoudre ce dilemme éthique, parmi lesquelles la « moralmachine ⁽⁶⁾ » qui compile les points de vue humains sur les décisions morales que devraient prendre les machines autonomes dans ces situations.

La démarche éthique est particulièrement adaptée pour rechercher le bon usage des délégations à des machines permis par les progrès récents des techniques d'intelligence artificielle

L'approche éthique s'avère particulièrement pertinente pour identifier aujourd'hui les règles qui devraient régir le comportement de ces machines autonomes : ces technologies sont récentes et leurs réalisations encore largement expérimentales, ce qui justifie une approche pragmatique.

Quelle est la spécificité de l'approche éthique par rapport aux approches juridiques d'une part, morales et déontologiques d'autre part ? Ces trois notions sont complémentaires (voir le schéma). Le droit et la déontologie reposent sur un ensemble de normes, de règles ou de lois dont le respect s'impose à tous (droit) ou à tous les membres d'une profession (déontologie). La morale repose sur des règles établies issues d'un système de valeurs qui peut être issu d'une religion (morale chrétienne, par exemple). L'éthique repose sur une réflexion, un questionnement sur la situation qu'elle examine. Cette démarche trouve son utilité lorsque les démarches juridiques et morales peinent à fournir des réponses à la question du bon usage d'un objet ou du bon comportement face à une situation.

Le recours à une approche éthique est ainsi particulièrement adapté pour répondre aux enjeux du bon usage des machines autonomes nées de l'intelligence artificielle, tant les cas d'utilisation sont divers. D'où la pratique professionnelle de l'auteur de ces lignes, dans le cadre du recours à ces technologies, de poser quatre types de questions éthiques :

- quelle est la mission confiée à la machine ?
- quelle est la fiabilité des résultats qu'elle produit ?
- quelle est l'information des individus ?
- quel est le consentement des individus ?

(6) <http://moralmachine.mit.edu/hl/fr>

Ethique, morale, droit et déontologie

Des notions complémentaires



© Digital Ethics - Présentation DEL

Pour illustrer de façon concrète ces questions, nous avons extrait d'un article certains domaines dans lesquels sont attendus les impacts des développements des techniques d'intelligence artificielle. Cela permet d'en saisir les enjeux économiques et sociaux⁽⁷⁾ et de mettre en regard les questions éthiques qu'elles appellent :

« - *L'intelligence artificielle remodèle complètement les sciences de la vie, la médecine et les soins de santé en tant qu'industrie. Les innovations dans l'intelligence artificielle font avancer l'avenir de la médecine de précision et de la gestion de la santé de la population de façon incroyable.* »

Quels sont les objectifs du recours à l'intelligence artificielle : soigner l'individu ou prendre en compte les impératifs de santé publique ? Dans ce deuxième cas, comment seraient traités des comportements individuels à risque ?

« - *Des chercheurs en Espagne et au Portugal ont utilisé des réseaux de neurones artificiels pour prévoir les fluctuations de prix et d'utilisation des réseaux électriques : faire des prédictions adéquates basées sur les modèles de consommation et de disponibilité permet d'atteindre une efficacité et des économies de coûts bien supérieures.* »

Quelle est la fiabilité des prédictions ? N'y a-t-il pas un risque de voir un système construit autour de prédictions auto-réalisatrices ? Comment se feront les arbitrages entre besoins d'électricité et capacités de production ? les personnes pourront-elles encore décider de la température qu'il fait dans leur résidence ?

« - *Les scientifiques de Harvard ont utilisé le deep learning pour effectuer des calculs viscoélastiques, ce sont les calculs utilisés pour les prédictions de tremblements de terre. Leur travail a amélioré le temps de calcul de 50 000 %. Quand il s'agit de calcul de tremblement de terre, le calendrier est important et cette amélioration peut être essentielle pour sauver des vies.* »

Là aussi se pose la question de la fiabilité des prévisions et de l'éventuelle automatisation de l'alerte : quel sera le risque d'être réveillé en pleine nuit par une fausse alerte ?

(7) <http://knowstartup.com/2017/08/10-amazing-ways-deep-learning-will-rule/>

« - Les entreprises qui conçoivent les voitures autonomes doivent enseigner à un ordinateur comment prendre en charge des situations critiques en utilisant des systèmes de capteurs numériques au lieu des sens humains. Ces nouveaux services pourraient fournir des modèles d'affaires inattendus aux entreprises. »

Nous retrouvons ici la question des situations extrêmes dont la charge éthique remonte de l'utilisateur au concepteur/programmeur du véhicule, mais aussi de la fiabilité de la machine : les capteurs numériques permettront-ils d'avoir une bonne perception de la situation ? Quels seront les principes sous-jacents du pilotage des véhicules : transporter des individus en les déchargeant de la conduite ou optimiser globalement la circulation au sein d'une agglomération ?

Il ressort à la fois la puissance des changements potentiellement portés par l'intelligence artificielle, mais aussi le fait que ceux-ci ne sont pas dissociables des changements portés par la révolution numérique⁽⁸⁾, si ce n'est sur un point : le développement d'outils auxquels il est possible de déléguer certains types de décisions.

Les machines autonomes réputées intelligentes doivent intégrer dans leur conception des règles, des contraintes éthiques. Ces règles sont nécessaires pour que les pouvoirs que les humains leur délégueront soient exercés conformément à ce que nous attendons. L'un des avantages de ces technologies est que ces engagements éthiques pourront être tracés et vérifiés.

Toutefois, ces mesures n'auront pas de plein effet si les humains renoncent à leur libre arbitre : la délégation d'un pouvoir n'est pas son abdication. Il faut, au contraire, renforcer et développer la capacité de tous les hommes à juger et à agir en pleine conscience et à ne pas se laisser asservir par des machines qu'ils auront eux-mêmes construites.

(8) COLIN N. et VERDIER H., *L'Âge de la multitude. Entreprendre et gouverner après la révolution numérique.*

HORS DOSSIER

Le Baromètre du numérique

Par Gérard LALLEMENT

Ingénieur général des Mines

et Matthias de JOUVENEL

Administrateur civil hors classe, chargé de mission – Conseil général de l'Économie (CGE)

Depuis sa création, en 2000, le Baromètre du numérique s'est établi comme une source de référence

Le Conseil Général de l'Économie (CGE) commande chaque année depuis l'an 2000 un sondage sur la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française, en liaison avec l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes depuis 2003 et l'Agence du numérique depuis 2016. Les équipements et les usages les plus importants sont suivis avec régularité, sans que les équipements et usages émergents soient négligés. Certains usages ne sont pas mesurés tous les ans, ils sont donc abordés avec des chiffres antérieurs à 2017.

Chaque année, la publication de l'étude trouve un écho important dans la presse généraliste et spécialisée et les résultats sont souvent cités pour appréhender le numérique en France. Sa récurrence et son ancienneté lui donnent le caractère d'un véritable baromètre du numérique. L'ensemble des données de l'enquête depuis 2007 sont disponibles en *open data* sur le site : data.gouv.fr ; les rapports sont disponibles sur le site du CGE ⁽¹⁾.

La force de cette enquête est sa fiabilité, qui repose sur des entretiens en « face-à-face » avec un large échantillon de personnes âgées de plus de douze ans ⁽²⁾ (2 209 personnes, en 2017) sélectionnées selon la méthode des quotas - les résultats sont redressés pour qu'ils soient représentatifs de la population française. L'interrogation en face-à-face permet une meilleure représentation de la réalité de la sociodémographie française selon le diplôme ou les revenus et surtout une meilleure qualité des réponses aux questions sur les technologies de l'information ⁽³⁾. Le mode de collecte et la taille de l'échantillon permettent donc de construire des analyses détaillées en fonction du sexe, de l'âge, du nombre de personnes dans le logement, du niveau de diplôme, de la profession, des revenus ou de la dimension de l'agglomération de résidence.

La société française peut être qualifiée de « société numérique »

Le numérique a rapidement trouvé sa place dans le quotidien de la population. En 2004, 56 % de la population considéraient qu'Internet est un bon outil pour faciliter la vie quotidienne. En 2007, « la moitié de la population utilisait le micro-ordinateur tous les jours » (49 % précisément). En 2010, 75 % des personnes qui disposaient d'une connexion Internet à domicile l'utilisaient tous

(1) Pour le Baromètre du numérique - Édition 2017 : <https://www.economie.gouv.fr/cge/barometre-numerique-edition-2017>

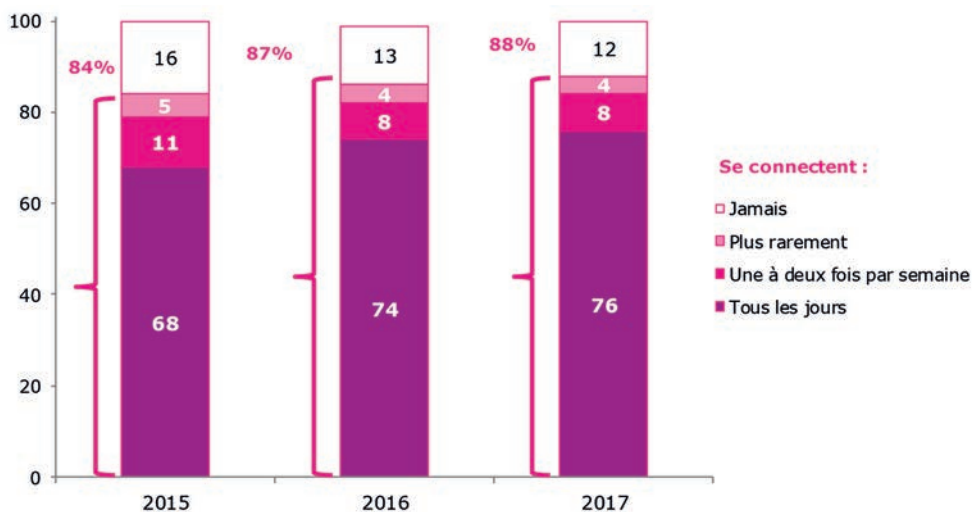
(2) Sauf précision contraire, les résultats présentés ici concernent la population âgée de 12 ans et plus.

(3) CROUTTE P., DAUDEY E., HOIBIAN S., LEGLEYE S. et CHARRANCE G. (2015), « Une approche de l'effet du passage sur Internet d'une enquête en population générale », Cahier de recherche, CREDOC.

les jours. En 2013, les temps morts (temps d'attente ou temps de transport) étaient occupés par le téléphone (47 %), le SMS ou le courrier électronique (49 %) et, déjà, par la navigation sur Internet (26 %).

En 2017, la société française se définit comme une société numérique, car une large majorité de la population française possède et utilise des outils numériques. Si les équipements désormais traditionnels comme l'ordinateur (81 %) et l'accès à Internet fixe au domicile (85 %) stagnent, les tablettes (44 %, contre 4 % en 2011) et les *smartphones* (73 %, contre 17 % en 2011) explosent.

La part des internautes augmente régulièrement : elle a atteint 88 % en 2017 et presque toutes les personnes de moins de 40 ans se connectent à Internet, contre un peu plus de la moitié pour les non-diplômés (52 %, mais 88 % au niveau BEPC) ou les plus de 70 ans (53 %, mais 81 % des 60-69 ans). La part de la population qui se connecte tous les jours a atteint 76 %.



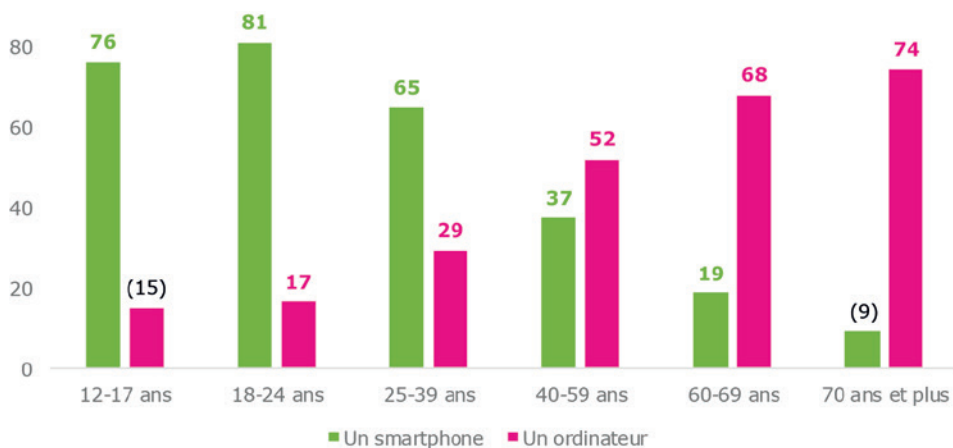
Graphique 1 : À quelle fréquence vous connectez-vous à Internet, quel que soit le lieu ou le mode de connexion ? - Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus, en % .

L'ordinateur est jugé un peu plus utile que le *smartphone* (l'ordinateur est jugé très utile à 60 % et utile à 27 % – le *smartphone* est jugé très utile à 58 % et utile à 20 %). Mais le moyen de connexion à Internet le plus fréquent est désormais le *smartphone* (42 %), devant l'ordinateur (38 %) avec des différences selon l'âge, mais aussi selon les usages (le *smartphone* est plus utilisé pour les réseaux sociaux, et l'ordinateur pour le travail). Ceux qui utilisent leur téléphone mobile tous les jours représentent 79 % de la population.

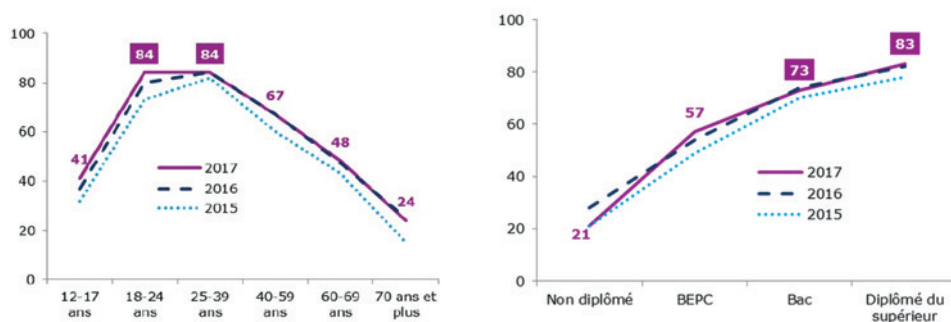
Démarches administratives, réseaux sociaux, e-commerce... : tous les usages progressent

Les démarches administratives en ligne se montent à 67 % (contre 62 % en 2016). Elles concernent 90 % des diplômés du supérieur ou des 25-39 ans. Le commerce en ligne atteint 61 % (contre 60 % en 2016) et les pratiques collaboratives passent de 19 % en 2015 à 28 % en 2017.

L'âge est un critère de différenciation des usages, les plus jeunes étant précurseurs et prescripteurs en matière de numérique. Par exemple, pour les achats en ligne, à l'exception des 12-17 ans, la part de ceux qui pratiquent le commerce électronique décroît avec l'âge. Le niveau de diplôme est aussi un critère important.



Graphique 2 : Par quel moyen vous connectez-vous le plus souvent à Internet ? (en %)
Champ : ensemble de la population qui se connecte à Internet.



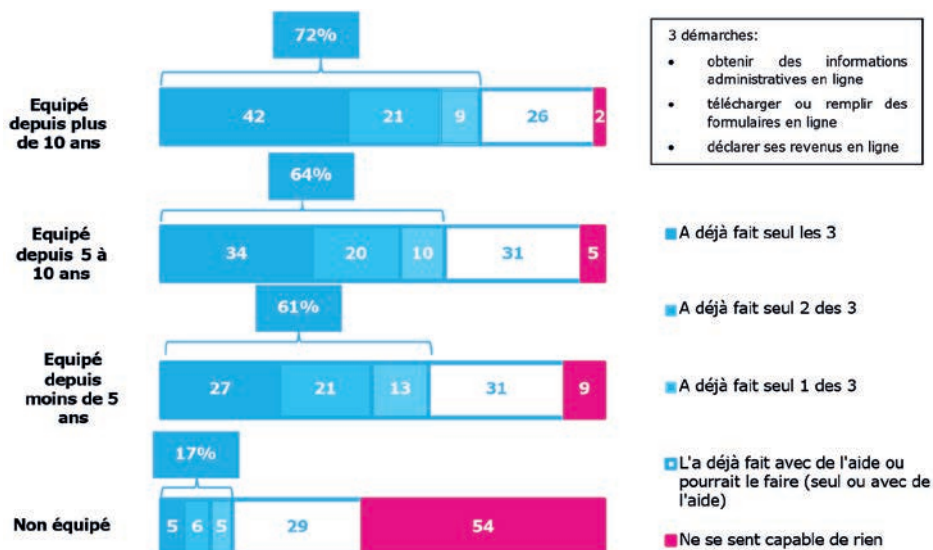
Graphique 3 : Proportion d'individus ayant effectué des achats par Internet selon l'âge ou le diplôme
Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus, en %.

L'ancienneté de l'accès à Internet induit une pratique à la fois plus diversifiée et plus intense. Ainsi, en 2016, 72 % des personnes équipées d'un accès Internet à leur domicile depuis plus de 10 ans pratiquaient au moins une démarche administrative en ligne, contre 17 % des personnes dénuées d'accès à Internet (les trois démarches étudiées étaient : obtenir des informations administratives en ligne, télécharger ou remplir des formulaires en ligne, déclarer ses revenus en ligne).

La participation aux réseaux sociaux atteint 59 % (contre 56 % en 2016, cette progression tenant largement aux personnes de plus de 40 ans). En 2015, ceux qui participaient aux réseaux sociaux étaient 71 % à s'informer sur l'actualité grâce aux réseaux sociaux (contre 54 % en 2012).

Les utilisateurs sont prudents et avertis – Le développement du numérique dépend de leur confiance

Si les usages progressent, la méfiance demeure. Ainsi, 49 % de la population a renoncé à publier ou bien a supprimé un message sur un réseau social pour protéger sa vie privée. La confiance dans les informations relayées sur les réseaux sociaux est limitée (44 % de la population a peu confiance et 29 % n'a pas du tout confiance) et selon l'Eurobaromètre Standard 86 (2016), les Français sont en Europe en deuxième place de la défiance envers les réseaux sociaux ; ils sont 74 % à n'avoir plutôt pas confiance dans les réseaux sociaux en ligne, juste derrière la Suède (75 %), avec une moyenne européenne à 59 %.

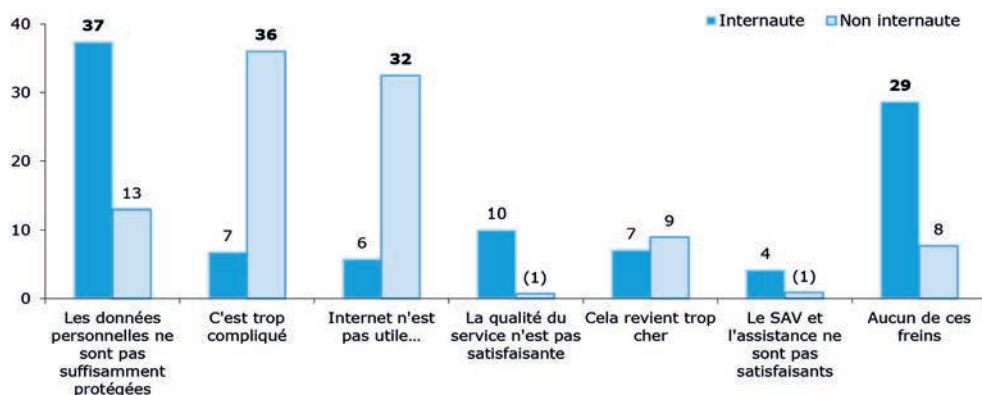


Graphique 4 : Plus l'ancienneté de connexion est grande, plus les démarches administratives en ligne sont courantes - Champ : ensemble de la population de 18 ans et plus, en %.

Le développement du numérique dépend de la confiance et cette tendance est ancienne. Déjà en 2003, le Baromètre du numérique affirmait que « plus de 6 millions de personnes ont déjà effectué des achats par Internet, mais la question de la sécurité des paiements est un problème : c'est la première cause de réticence ». En 2008, « 77 % des possesseurs de téléphone mobile informés de [la] possibilité [de suivre le trajet d'une personne localisée par son téléphone mobile] souhaiteraient pouvoir interdire la transmission de cette localisation à des entreprises commerciales ». En 2014, « 47 % des internautes sont persuadés d'avoir été victimes d'un accès indésirable à leurs données personnelles, que ce soit par intrusion directe *via* Internet dans leur ordinateur, leur tablette ou leur *smartphone* ou indirectement auprès d'entreprises (opérateur Internet, site Internet marchand, etc.) qui disposent de données sur eux ».

Toujours en 2014, 33 % de la population et 37 % des internautes estimaient que le principal frein à l'utilisation d'Internet était l'insuffisante protection des données personnelles.

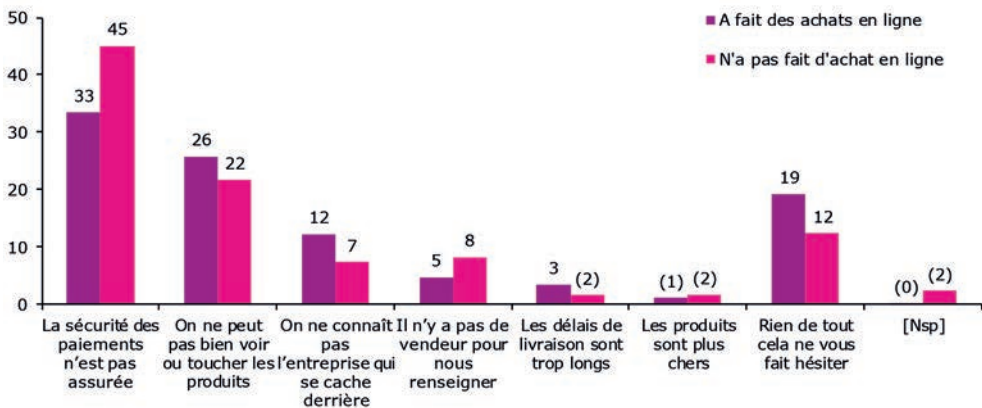
La population prend ses précautions avec le numérique : 17 % des personnes éteignent leur téléphone mobile pour éviter d'être tracé, 46 % prennent des dispositions pour ne pas laisser de trace sur Internet (par exemple, en supprimant des *cookies* ou en naviguant en mode privé), 58 % ont



Graphique 5 : Principal frein à l'utilisation d'Internet (en %) - Résultats 2014 - Champ : 12 ans et plus.

cessé la navigation sur Internet à cause de l'insuffisante sécurité d'une page Internet (avertissement du navigateur, absence du https ou de l'icône cadenas dans la barre d'adresse), 63 % ont refusé d'être géolocalisées en ouvrant une page Internet ou une application, 66 % ont renoncé à installer une application pour protéger leurs données personnelles (carnet d'adresses, photos, agenda). Au total, 81 % de la population prend au moins une précaution et les personnes prennent en moyenne quatre précautions (c'est encore plus vrai chez les 18-39 ans).

En 2017, le fait d'acheter par Internet dépend fortement de la confiance, d'abord de celle accordée aux notes, commentaires et évaluations que l'on trouve sur Internet (79 % de ceux qui ont très confiance achètent sur Internet contre 35 % de ceux qui n'ont pas confiance du tout), mais aussi de la confiance accordée aux autres personnes (71 % contre 58 %). Le premier frein à l'achat en ligne, particulièrement chez ceux qui ne le pratiquent pas, est la crainte que la sécurité des paiements en ligne ne soit pas assurée (38 % en 2017 contre 36 % en 2016). De même, 59 % ont déjà renoncé à un achat par manque de confiance au moment du paiement.



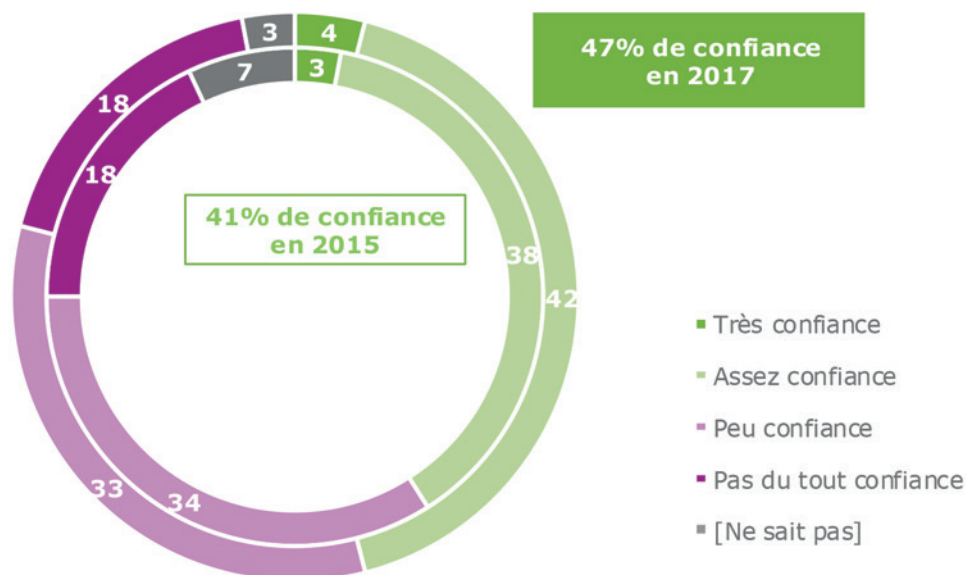
Graphique 6 : Parmi les éléments suivants, lequel vous fait aujourd'hui le plus hésiter pour effectuer des achats par Internet ? - Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus, en %.

Le développement des pratiques collaboratives dépend tout autant de la confiance, puisque 40 % de ceux qui ont très confiance dans les notes, les commentaires et les évaluations que l'on trouve sur Internet pratiquent l'échange entre particuliers d'un bien ou d'un service, contre 13 % de ceux qui n'ont pas confiance du tout. De la même manière, il dépend de la confiance accordée aux autres personnes (40 % des personnes qui font confiance aux autres le pratiquent contre 25 % de ceux qui ne font pas confiance).

La confiance dans les notes, les commentaires et les évaluations en ligne a augmenté de 6 points entre 2015 et 2017. Il reste une marge de progression importante puisque la majorité de la population n'a pas encore confiance.

Le numérique est de plus en plus structurant dans la sphère professionnelle

En moyenne, un quart de la population (26 %) utilise Internet pour chercher des offres d'emploi, cette proportion atteint 48 % chez les ouvriers, 70 % chez les 18-24 ans et 79 % chez les chômeurs. En 2016, Internet est jugé comme un bon outil pour trouver des offres d'emploi (72 %, contre 61 % en 2001, la part des opinions négatives était tombée de 31 à 22 % dans la même période). Ceux qui cherchaient des offres d'emploi sur Internet étaient même 92 % à trouver que c'est un bon outil (65 % de ceux qui ne le faisaient pas).



Graphique 7 : Confiance dans les notes, évaluations et commentaires sur les hôtels, restaurants et produits qu'on peut prêter, acheter ou louer en ligne - Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus, en %.

La fréquence d'utilisation quotidienne de l'ordinateur au travail est passée de 46 à 54 % entre 2013 et 2017. Le sentiment que la formation continue prépare bien à l'utilisation des nouvelles technologies est partagé par une petite majorité des actifs occupés (21 % de jugements très favorables et 30 % de favorables).

Ce sont 34 % des actifs occupés qui apportent tous les jours leur propre terminal (*smartphone* ou tablette) au travail à des fins professionnelles (« *bring your own device* »). Les actifs occupés sont désormais une majorité (54 % contre 42 % en 2013) à considérer que les nouvelles technologies permettent de mieux concilier vie privée et vie professionnelle, en particulier ceux qui consultent leurs messages électroniques sur leur téléphone mobile (59 %) et ceux qui apportent tous les jours leur propre terminal au travail (62 %).

L'appétence pour le télétravail a augmenté de 8 points entre 2009 et 2017 pour atteindre 39 % (13 % seraient prêts à travailler tout le temps en télétravail et 26 % de temps en temps).

La lame de fond du numérique

La vague numérique a atteint toute la France. En 2011, 41 % des internautes déclaraient avoir du mal à se passer d'Internet plus de trois jours et 46 % des personnes équipées d'un ordinateur portable ou d'une tablette tactile l'emportaient en vacances. En 2016, un internaute sur deux déclarait ne pas pouvoir se passer d'Internet plus de deux ou trois jours (+ 9 points en 5 ans), dont 14 % quelques heures et 14 % une journée. Toujours en 2016, deux personnes sur trois pensaient qu'avoir accès à Internet est important pour se sentir intégré dans la société (précisément 65 %, contre 54 % en 2009), les non-internautes sont persuadés de l'importance d'Internet à 40 % (+ 12 points entre 2009 et 2016), tout comme 50 % des plus de 70 ans.

L'envahissement du numérique n'enferme pas les individus dans le virtuel. À l'opposé d'une idée reçue, la vie numérique va de pair avec la vie sociale. En 2014, avec Internet, 40 % des individus ont pu retrouver d'anciennes connaissances, 27 % ont pu nouer des liens avec de nouvelles personnes

et 10 % faire une rencontre amoureuse. Au total, près d'une personne sur deux (47 %) a pu enrichir son cercle relationnel grâce à Internet. En 2014, il a été mesuré que le temps passé sur Internet était corrélé avec une vie sociale riche : ceux qui recevaient des amis chez eux tous les jours passaient 19 heures par semaine sur Internet alors que ceux qui n'en reçoivent jamais passent 9 heures sur Internet par semaine.

En 2017, la population est prête à aller encore plus loin dans le numérique, 76 % des personnes se sentent prêtes à adopter de nouvelles technologies ou de nouveaux services numériques.



Nicolas MÉRI, Fondateur

"DreamQuark : l'intelligence artificielle au service des banques et des assurances"



Benoît BATTISTELLI, Président European Patent Office

"Objets connectés intelligents : une forte croissance des brevets !"



Ludovic PERAN, GOOGLE

"Intelligence artificielle : le plus grand saut de performance de Google"



Guillaume Blot, chief digital officer
et membre du comité exécutif de Sopra Banking Software
"Sopra Banking Software : au cœur de la transformation digitale du secteur bancaire et financier."

DREAMQUARK : L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DES BANQUES ET DES ASSURANCES



Nicolas Méric
Président-Directeur Général

Créée en 2014 par Nicolas Méric (docteur en physique des particules à l'université de Paris-Diderot), Dreamquark déploie des applications intelligentes capables de répondre aux besoins des banques et des assurances. Entretien avec l'un des dix cerveaux français spécialisés dans l'intelligence artificielle.

Comment êtes-vous venu à vous intéresser à l'intelligence artificielle ?

Dans le cadre de mes recherches au sein de nombreux laboratoires, j'ai commencé à m'intéresser à l'intelligence artificielle. Mes travaux m'ont amené à expérimenter une famille d'algorithmes particuliers (deep learning). Très vite, j'ai réalisé que cette technologie pouvait concerner de nombreuses entreprises.

Quels sont vos secteurs d'activités ?

J'ai créé DreamQuark dans le but de développer des solutions de santé (imagerie médicale). Après une première rencontre, lors d'un salon du Medef, avec le groupe Malakoff Médéric, je me suis tourné vers le secteur de l'assurance où j'ai rencontré un vrai engouement de la part du groupe Axa et Allianz. J'ai ensuite répliqué dans la banque ce que je faisais pour l'assurance.

Que leur proposez-vous ?

Notre plateforme appelée Brain est en mesure d'être utilisée par des acteurs métiers aujourd'hui loin des considérations d'intelligence artificielle comme les responsables du marketing ou encore les risk-managers.

Que permettent ces nouvelles technologies ?

L'idée est de comprendre les données des différents clients des banques ou des assurances (transactions bancaires, demandes de crédit

consommation, déclaration de sinistre). Celles-ci permettent d'analyser leurs comportements (la résiliation d'un contrat d'assurance, le comportement de fraude) et par-là même de maximiser la bonne prise de décisions.

Vos résultats sont-ils efficaces ?

C'est significatif. Nous arrivons à mieux identifier les fraudeurs, à prédire la résiliation d'un contrat ou encore à identifier un futur contractant. Nos algorithmes permettent aux banquiers et assureurs d'anticiper et de fidéliser en amont leurs clients.

Avec un souci : c'est l'utilisation des données personnelles...

La liberté individuelle est au cœur de notre stratégie. Nous rendons la prise de décision par les algorithmes complètement transparente et anonyme. Nous avons d'ailleurs été des pionniers.

L'intelligence artificielle est-elle une source de richesse pour l'économie, pour les banques ?

C'est une nouvelle révolution industrielle qui s'annonce ! Beaucoup d'analystes voient l'intelligence artificielle comme un outil de croissance. L'IA va permettre de dynamiser l'économie.

Elle va redonner au quotidien des « marges » aux grandes entreprises et par voie de conséquence à leurs clients.

Mais l'intelligence artificielle n'est-elle pas trop compliquée à mettre en place par vos clients ?

Les nouvelles technologies donnent des nouveaux outils, des nouvelles alternatives aux employés. Elles sont complexes à utiliser, mais nous faisons tout en sorte pour les rendre plus simples aux yeux des employés qui n'ont pas forcément une culture de l'intelligence artificielle ! Grâce à nous, nos clients peuvent se former et gagner ainsi de nouvelles compétences, de nouveaux métiers.

Vous n'êtes pas donc méfiant à l'égard de l'intelligence artificielle...

Dans le long terme, nous avons besoin de beaucoup de compétences assez rares sur le marché... L'intelligence artificielle créera des emplois. Mais il ne faut pas limiter l'intelligence artificielle à un travail de conception. Les algorithmes demandent beaucoup d'autres compétences (développement et nettoyage de données). Nous sommes aujourd'hui bien loin d'une vision unique du génie qui révolutionne à lui seul le monde des algorithmes...

Vous êtes donc très optimiste pour l'avenir...

Google emploie aujourd'hui 80 000 personnes... Pour répondre à tous les besoins de la planète, nous aurons besoin de beaucoup de main-d'œuvre. Or aujourd'hui elle est plus que limitée. Les besoins sont très importants.

OBJETS CONNECTÉS INTELLIGENTS : UNE FORTE CROISSANCE DES BREVETS !



Benoît Battistelli
Président

En tant qu'organisation à la pointe de l'innovation, l'Office européen des brevets (OEB) est en mesure de suivre de près l'émergence de nouvelles tendances technologiques. Point de vue avec Benoît Battistelli, Président de l'OEB.

Comme beaucoup d'observateurs, constatez-vous l'essor des objets connectés intelligents ? Dans quels secteurs technologiques vos examinateurs enregistrent-ils plus de brevets ?

Dans une étude ⁽¹⁾ récente menée par l'Office et portant sur les demandes de brevet européen relatives à la "quatrième révolution industrielle" (4RI), nous avons constaté que le nombre de brevets liés aux objets connectés intelligents avait augmenté de 54 % depuis 2013, dépassant ainsi largement d'autres secteurs. La hausse globale du nombre de demandes déposées auprès de l'OEB avait été de 7,65 % sur cette même période.

Plus de 48 000 demandes de brevet antérieures à 2017 répondent à notre définition de la 4RI (dans la mesure où les inventions sont connectées et autonomes). La croissance rapide de ces inventions n'est pas un phénomène isolé. Elle est rendue possible par la combinaison de différentes technologies clé dans le domaine des TIC, telles que le big data, le cloud ou l'intelligence artificielle. Tous ces secteurs connaissent de façon simultanée une forte croissance, ils interagissent entre eux et ont également une incidence sur d'autres domaines qui ne relèvent pas des TIC.

Qu'en est-il dans le domaine l'intelligence

artificielle ?

Pour ce qui est des demandes de brevet, l'intelligence artificielle est l'un des domaines de la 4RI dont le développement est le plus rapide, avec une croissance annuelle de 43 % en moyenne entre 2011 et 2016. Il reste à résoudre certains obstacles techniques, telle que la fourniture de capacités de calcul suffisantes, pour que l'intelligence artificielle puisse atteindre son plein potentiel. Ce domaine devrait toutefois poursuivre sa croissance rapide dans les prochaines années.

Quels sont les pays/régions les plus producteurs ? Qu'en est-il de la France ? La France est-elle en avance dans l'intelligence artificielle ?

L'Europe, les États-Unis et le Japon sont les principaux fournisseurs de demandes, représentant à eux trois plus de 77 % de toutes les demandes de brevet européen déposées dans le domaine de l'intelligence artificielle depuis 2011. Au sein de l'Europe, la France est nettement en tête dans les technologies telles que l'intelligence artificielle, la sécurité, les interfaces utilisateurs et les systèmes 3D. Plus généralement, l'Hexagone a doublé le nombre de ses inventions dans ce domaine au cours des cinq dernières années, et se présente comme un acteur de premier plan de la 4RI : quatre des dix régions de l'Union européenne les plus innovantes dans le domaine sont

françaises, à savoir l'Île-de-France, qui se classe en première position, la Bretagne, ainsi que les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes, qui représentent également une part importante des demandes de brevet en matière de sécurité, d'intelligence artificielle ou d'interface utilisateurs.

Ces inventions posent-elles un nouveau défi aux offices de brevets ?

Il est indéniable que ce type d'inventions représente tant des nouveaux défis que de nouvelles opportunités pour un office de brevet. Il se pose désormais la question des demandes de brevet portant sur une invention générée essentiellement par les opérations réalisées par des robots. L'inter-connectivité des objets concerne tous les secteurs industriels, par exemple la composante informatique d'une invention dans le domaine automobile, ce qui oblige un office de brevets à combiner davantage d'expertise interne pour examiner une même invention. L'OEB s'y est totalement préparé par de nombreuses mesures internes concernant l'organisation du travail.

Par ailleurs, l'OEB investit lui-même dans ces nouvelles technologies pour développer pour ses propres besoins des outils toujours plus performants lui permettant de traiter et d'analyser avec une plus grande efficacité ces masses de données en croissance exponentielle.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : LE PLUS GRAND SAUT DE PERFORMANCE DE GOOGLE



Ludovic Peran

Ludovic Peran a intégré l'équipe de Google en janvier 2016 où il a rejoint le service « politique publique et affaires gouvernementales ». Point de vue sur l'intelligence artificielle.

Quelles sont les applications IA dans vos produits ?

L'objectif de Google est de permettre l'accès à l'information pour tous. C'est ce que nous proposons via notre moteur de recherche. Depuis plusieurs années, nos ingénieurs et chercheurs mettent tout en oeuvre pour mener à bien cette mission et l'usage de l'IA est aujourd'hui une réalité pour l'immense majorité de nos services. Un exemple parlant de l'utilité de l'IA est Google Traduction.

Au départ, nous utilisons une approche fondée sur les règles de grammaire et un vocabulaire codés manuellement. Puis, nous avons déployé une version qui utilise les réseaux neuronaux (une technique d'IA) pour faire la traduction. Nous traduisons désormais des phrases plutôt que des mots ou des expressions. Ce changement a été le plus grand saut de performance du produit en 10 ans.

Quelles opportunités offre l'IA en France ?

Le potentiel est énorme, pour la France et pour la société d'un point de vue général. Un seul exemple, sur l'environnement, l'IA peut permettre d'optimiser la consommation d'énergie. Nous avons fait baisser de 40% la consommation d'énergie des systèmes de refroidissement de nos centres de données grâce à un algorithme d'IA qui optimise au mieux les différents paramètres du centre.

En France, le système éducatif révèle certains des meilleurs chercheurs au monde...

C'est donc tout naturellement que nous avons décidé de créer, à Paris, une nouvelle équipe qui se consacrera à l'Intelligence Artificielle.

Ce centre sera composé d'une équipe de chercheurs qui travaillera, en partenariat avec la communauté scientifique française, sur des sujets tels que la santé, les sciences, l'art ou encore l'environnement. Leur recherche sera publiée et le code sera rendu disponible en open-source pour permettre à toute la communauté de chercheurs d'en faire usage.

N'y a-t-il pas aussi un risque pour l'emploi ?

Il y a beaucoup de questions autour du nombre d'emplois qui pourraient être menacés par une nouvelle vague d'automatisation. Il faut néanmoins faire attention car les études d'impact ont des résultats très variables. L'IA va aussi créer de nouveaux emplois auxquels nous ne pensons pas encore.

Il est intéressant de réfléchir en terme de "tâches" plutôt que d'emploi. Chaque emploi comprend un grand nombre de tâches différentes. Il est probable que l'IA aide à la réalisation d'un certain nombre d'entre elles, faisant ainsi évoluer les métiers sans pour autant les faire

disparaître.

L'essentiel pour faire face à ces changements est-il la formation pour permettre l'adaptation tout au long de la vie ?

C'est le sens de nos programmes chez Google. Depuis 6 ans, nous avons formé 120 000 PME aux compétences numériques en partenariat avec les chambres de commerce et, depuis 2016, 110 000 étudiants au sein de 15 universités. Nous allons continuer en ouvrant 4 espaces physiques, appelés "Ateliers Numérique Google" en région en 2018 dédiés à la formation aux compétences numériques, pour tous.

Comment voyez la place de l'homme par rapport aux machines dans les prochaines années ?

L'IA doit toujours être au service de l'utilisateur dans le but de l'assister. Les concepteurs ou les utilisateurs d'IA doivent donc avoir un comportement responsable. Pour assurer un développement éthique de l'IA, nous avons lancé une équipe dédiée, People and AI Research, qui a déjà créé un outil disponible gratuitement en ligne pour permettre aux concepteurs d'algorithmes de s'assurer que leurs jeux de données ne sont pas biaisés par exemple.

SOPRA BANKING SOFTWARE : AU CŒUR DE LA TRANSFORMATION DIGITALE DU SECTEUR BANCAIRE ET FINANCIER.



Guillaume Blot
Chief digital officer

Créée en 2012, Sopra Banking Software est une société spécialisée dans l'édition de solutions bancaires, dans le service et le conseil auprès de 800 banques de 70 pays. Interview de Guillaume Blot, chief digital officer et membre du comité exécutif de Sopra Banking Software.

Dans l'écosystème bancaire, la transformation numérique a-t-elle été une opportunité pour l'économie ?

La réponse est oui ! La révolution digitale touche l'écosystème bancaire en particulier, et l'économie en général mais elle ne se conjugue pas au passé. On ne sait d'ailleurs pas encore en mesurer tous les impacts et jusqu'où elle va nous emmener !

Clairement tous les acteurs se sont déjà vêtus des habits du digital...

Mais derrière cette apparence, les grands systèmes des acteurs historiques n'ont pas beaucoup bougé à la différence des nouveaux entrants.

Les FinTech sont-elles à l'origine des révolutions numériques ?

Les FinTech sont nées avec cette révolution et en sont un des moteurs. Elles savent digérer très vite les apports des nouvelles technologies. Elles trouvent des innovations qui bousculent les paradigmes précédents au sein desquels ces innovations n'auraient pas pu être imaginées. A ce titre, elles sont des « aigillons » et surfent sur la transformation digitale.

Accompagnez-vous cette révolution numérique ?

Nous la prenons à bras le corps, nous cherchons même à anticiper afin de conseiller et d'accompagner nos clients. En tant qu'éditeur, nous investissons fortement en R&D pour la mise à disposition de nouvelles solutions.

Où se trouve votre révolution ?

Nous rendons digitales natives nos propres solutions au catalogue. Surtout, nous le faisons autour d'une colonne vertébrale : la Digitale Experience Platform (DXP), ouverte afin d'intégrer aisément et rapidement tout type d'innovation (par exemple celles des FinTech). Notre rôle évolue aussi en faisant coopérer les diverses solutions qui émergent avec les systèmes historiques.

Ces transformations numériques ne vont-elles pas trop vite pour la stabilité du système ?

Si nous sommes le relais de nombreux clients, nous pouvons dire que cela va trop vite et que nous prenons collectivement des risques ! Toutefois, nous pourrions avancer encore plus rapidement tout en maîtrisant les risques supposés au grand bénéfice de l'utilisateur final qui souvent n'attend pas.

En quoi l'intelligence artificielle répond-elle aux besoins des banques ?

L'intelligence artificielle (IA) offre plusieurs facettes pour les banques. Dans l'optimisation des processus ou dans la relation client par exemple. Ce sont de nouvelles opportunités que nous imaginons et expérimentons avec elles.

Les start-up attirent beaucoup de jeunes...

De nombreux jeunes ingénieurs n'ont plus envie de travailler à l'ancienne ! Nous faisons le pari des talents en leur donnant envie d'innover chez nous au profit d'un écosystème qui bouge ! Nous avons

la chance d'être présent sur plusieurs continents et ainsi d'offrir des aventures passionnantes.

L'intelligence artificielle va-t-elle améliorer la qualité du service pour les clients ?

Avec les approches digitales, on doit être beaucoup plus attentifs à ce qu'attend réellement un utilisateur ou un client. Nous devons anticiper le moment où il a besoin d'un service et en simplifier l'accès ! Pour cela il faut savoir exploiter au mieux les données avec des algorithmes intelligents qui se doivent aussi d'être transparents et de protéger la vie privée de chacun.

Les nouvelles technologies changent notre manière de faire...

Des nouveaux produits bancaires apparaissent grâce aux nouvelles technologies qui vont changer profondément notre rapport aux services financiers. De ce fait, la manière de faire des banques doit aussi évoluer.

Votre souhait est-il de devenir un acteur majeur dans l'écosystème ?

Notre présence chez plus de 800 établissements sur les cinq continents en atteste. Notre nouvelle plate-forme digitale (DXP) permet de déployer ces nouveaux services bancaires grâce à une approche centrée sur l'exploitation de la donnée et l'élaboration de parcours client. De plus, elle est interopérable avec les grands systèmes historiques des banques tout en étant ouverte aux écosystèmes innovants.

RÉALITÉS INDUSTRIELLES

Blockchains et smart contracts : des technologies de la confiance ?



Août 2017

Avant-propos - Jean-Pierre DARDAYROL

Les blockchains

La *blockchain* : concept, technologies, acteurs et usages - Côme BERBAIN

Les enjeux économiques de la *blockchain* - Patrick WAELBROECK

La *blockchain* – Les défis de son implémentation - Ilarion PAVEL

Cas d'usage, transformations des entreprises et des secteurs économiques

Technologie des registres distribués : quel impact sur les infrastructures financières ?

Alexis COLLOMB, Klara SOK et Lucas LÉGER

Les enjeux de la *Blockchain* pour la Banque de France et l'Autorité de

Contrôle prudentiel et de Résolution (ACPR)

Nathalie BEAUDEMOULIN, Didier WARZÉE et Thierry BEDOIN

La *blockchain*, un levier de digitalisation pour les banques de financement et d'investissement (BFI) - Éric ROSSIGNOL et Xavier LAURENT

Comment La Poste, acteur de confiance séculaire, aborde-t-elle la

blockchain, avec l'appui de l'IRT SystemX ?

Alain ROSET et François STEPHAN

Le fonctionnement de la *blockchain* - Gautier MARIN-DAGANNAUD

Blockchains et *smart contracts* : premiers retours d'expérience dans

l'industrie musicale - Christophe WAIGNIER

Objets d'art : les enjeux de la *blockchain* - Jurgen DSAINBAYONNE

La chaîne du livre et les chaînes de blocs - Arnaud ROBERT

La *blockchain* au service de l'action publique

Malo CARTON et Pierre JÉRÉMIE

Les infrastructures et les services de l'Internet - Stéphane BORTZMEYER

MakerNet : la fabrication distribuée - Pierre-Alexis CIAVALDINI

Blockchains et *Smart Contracts* : des perspectives pour l'Internet des

objets (IoT) et pour l'e-santé

Philippe GENESTIER, Loïc LETONDEUR, Sajida ZOUARHI, Alain PROLA

et Jean-Marc TEMERSON

Les smart contracts et les oracles

La régulation des *smart contracts* et les *smart contracts* des régulateurs

Catherine BARREAU

Smart contracts ... Aspects juridiques ! - Éric BARBRY

La mise en œuvre de la *blockchain* et des *smart contracts* par les industries

culturelles - Jérôme PONS

L'Oracle *hardware* : la couche de confiance entre les *blockchains* et le

monde physique - Vanessa RABESANDRATANA et Nicolas BACCA

Les opportunités, les enjeux

Pourquoi la normalisation s'intéresse-t-elle à la *blockchain* ?

Olivier PEYRAT et Jean-François LEGENDRE

Sécurité et insécurité de la *blockchain* et des *smart contracts*

Jean-Pierre FLORI

La (ou les) *blockchain(s)*, une réponse technologique à la crise de confiance

Arnaud MANAS et Yoram BOSC-HADDAD

Un nouvel outil numérique pour la fiabilisation des *supply chains* : la

blockchain - Matthieu HUG

Smart business networks: the evolution - Louis-François PAU

Ce numéro est coordonné par Jean-Pierre DARDAYROL

Pour plus d'informations, nous invitons le lecteur à se reporter à notre site :
<http://www.annales.org>

Résumés

05 *Enjeux numériques / Digital issues* Une nouvelle série, des ambitions renouvelées

Jean-Pierre DARDAYROL

06 Introduction

Jacques SERRIS

09 Accompagner la dissémination de l'intelligence artificielle pour en tirer parti

Yves CASEAU

L'intelligence artificielle (IA) est une technologie de transformation qui va s'inviter dans l'ensemble des activités humaines (dans la société civile, comme dans les entreprises) en s'intégrant massivement dans l'ensemble de nos logiciels. Elle n'est pas un but en soi, mais un moyen. L'enjeu stratégique et compétitif est la maîtrise de ces méthodes par les acteurs de l'écosystème français, et la vitesse d'acquisition des compétences et des savoir-faire nécessaires à cette diffusion. Les entreprises doivent développer leurs capacités de mise en œuvre en travaillant sur leurs infrastructures de données, sur leur environnement logiciel (qui doit être ouvert au monde du logiciel libre) et en favorisant le travail itératif de petites équipes pluridisciplinaires en cycle court. L'article, qui s'appuie sur un rapport de l'Académie des Technologies, se propose de développer des « pratiques d'ingénierie de l'intelligence artificielle » autour des tests, du développement de protocoles d'apprentissage, de la certification de bout en bout des processus d'utilisation des données et de l'auditabilité des procédés.

15 Finance et intelligence artificielle : une révolution en marche

Claire CASTANET et Camille PLANES

Après quelques années de traversée du désert, le concept d'intelligence artificielle (IA) est à nouveau sur le devant de la scène, laissant espérer des révolutions dans de nombreux secteurs d'activité. L'IA bénéficie en effet de la conjonction de la croissance exponentielle des capacités de calculs des ordinateurs et de l'accès à un univers de données d'une richesse décuplée par Internet et par les réseaux sociaux. Or, l'industrie financière se nourrit de sa capacité à capter de l'information, à traiter et à utiliser celle-ci pour apporter de la valeur ajoutée à ses opérations et à la restituer. Elle est donc largement impactée par cette révolution en marche qui touche aux racines mêmes de son modèle économique et qui pourrait la conduire à se voir déstabilisée par l'arrivée de nouveaux venus tels que les GAFA⁽¹⁾, ce qui l'obligerait à se réinventer par des alliances, une nouvelle conception de ses métiers et une offre de services repensée.

Nous observerons où en sont les univers du *trading* - où le recours aux algorithmes est déjà ancien - et de la gestion d'actifs, entre réalité et prospective. Puis nous examinerons la relation *business-to-client*, le client étant au centre de ces transformations, les accélérant par ses nouveaux besoins (ubiquité, disponibilité, rapidité) et par ses comportements (utilisation des réseaux sociaux). L'utilisation de l'IA pose de véritables défis à la fois à nos industries, mais aussi aux clients, citoyens et régulateurs. Pour ces derniers, il s'agit de ne pas freiner

(1) Les GAFA : Google, Apple, Facebook et Amazon.

les bénéfiques attendus de ces innovations fondées sur l'intelligence artificielle (par exemple, en matière de connaissance du client ou de détection des abus), tout en étant attentif aux risques qu'ils peuvent engendrer pour la protection des investisseurs ou le bon fonctionnement des marchés.

22 La mise en place du cognitif au sein du Crédit Mutuel

Frantz RUBLÉ

Au moment où la transformation digitale fait évoluer le comportement de ses sociétaires clients, où ses conseillers ont besoin d'être assistés dans leurs activités quotidiennes pour fournir les meilleurs services à ces derniers et où les premières solutions cognitives s'appuyant sur la technologie Watson d'IBM font leur apparition, le Crédit Mutuel et IBM, son partenaire depuis 55 ans, s'associent pour développer les premières solutions cognitives en langue française. Nous nous attacherons à expliquer ici comment les travaux initiés à la mi-2015 ont abouti à trois premières solutions (un analyseur d'e-mails et deux assistants virtuels) déployées durant le premier semestre 2017 dans 2 800 caisses du Crédit Mutuel et agences du CIC auprès de 20 000 conseillers, au cœur de la relation avec leurs clients-sociétaires.

Seront notamment abordés l'entraînement initial, l'apprentissage continu, les limites (actuelles) de ces technologies, les nouveaux cas d'utilisation à venir et les sept premiers enseignements tirés de ce projet.

27 Intelligence artificielle et règles de protection de la clientèle dans la banque et l'assurance

Olivier FLICHE

Le secteur financier, banque et assurance, est appelé à se transformer profondément en raison de l'explosion des données clients exploitables et de l'utilisation de l'intelligence artificielle. Nouveaux produits, relation client renouvelée, les mutations à venir apporteront certainement leur lot de progrès, dont on peut voir les premiers signes aujourd'hui. Mais ces évolutions ne sont pas non plus sans risques pour la relation client. En effet, l'asymétrie d'information qui marque cette relation risque de s'accroître en faveur de professionnels toujours mieux équipés pour identifier les clients les plus rentables et rendre le discours commercial plus adapté et plus convaincant. Face à ces risques, les principes de protection de la clientèle édictés au niveau européen restent pleinement d'actualité. Les règles qui en découlent devront toutefois être réexaminées, à terme, à la lumière des progrès technologiques.

31 Intelligence artificielle et assurance

Patrick DIXNEUF

Il ne faudrait pas que son statut de « mot à la mode » occulte le fait que l'intelligence artificielle est aujourd'hui en passe d'atteindre le stade industriel et commercial. Elle commence à transformer en profondeur de nombreuses activités économiques, ainsi que les relations humaines au niveau tant des clients que des collaborateurs. Devant toute innovation, le monde de l'assurance se doit de réfléchir à deux niveaux : le premier, comme pour tout secteur économique, est celui de la transformation de sa propre chaîne de valeur ; le second, plus spécifique, est celui de la gestion des risques, et donc potentiellement de la nouvelle matière assurable que crée toute nouveauté technologique ou industrielle. Enfin, sur le plan sans doute assurantiel, mais aussi sur le plan sociétal se posent de nombreuses questions de responsabilité et d'éthique, qu'il serait aussi irresponsable qu'illusoire d'éluider.

38 Les impacts de l'intelligence artificielle sur l'emploi : comment favoriser la complémentarité avec l'humain et faire émerger de nouveaux types de métiers ?

Reynald CHAPUIS

L'intelligence artificielle (IA) est encore fortement méconnue et incomprise, notamment lorsqu'il s'agit d'évaluer son impact réel sur l'emploi.

L'IA est aujourd'hui majoritairement utilisée par les entreprises privées et publiques pour automatiser des tâches dites routinières. Elle a donc pour vocation non pas de se substituer aux hommes, mais plutôt de solliciter leur intelligence sociale et créative et de faire se développer la valeur-conseil.

Dans les années à venir, l'enjeu va donc consister pour les entreprises à faire évoluer les métiers de leurs salariés pour les rendre complémentaires de l'IA en favorisant notamment davantage l'apprentissage de compétences transverses au détriment de l'acquisition de compétences techniques.

Pôle Emploi a déjà recours à l'IA, par exemple pour permettre à ses conseillers de se concentrer sur des tâches à plus haute valeur humaine. Il est ainsi mis à leur disposition une interface qui leur recommande des services et formations à suggérer à un demandeur d'emploi.

44 L'intelligence artificielle, nouvelle interface utilisateur ?

Yan GEORGET

Depuis quelques années, l'internet tel que nous commençons à bien le connaître subit une profonde révolution certes technique (avec les progrès de l'intelligence artificielle), mais aussi et avant tout d'usage avec l'émergence des messageries, des agents conversationnels et assistants vocaux.

Le traitement automatique du langage naturel apparu dans les années 1950 a connu ces dernières années une très forte accélération portée par les progrès de l'intelligence artificielle – en particulier par ceux de l'apprentissage profond (*deep learning*) : faute de réellement comprendre, les ordinateurs peuvent désormais voir, entendre et parler !

Nous pensons que la conjonction de ces deux phénomènes va profondément et durablement bouleverser une interaction entre l'homme et la machine qui va vers toujours plus de dématérialisation.

48 Comprendre les habitudes des consommateurs grâce à l'intelligence artificielle

Charles OLLION

Les avancées de l'intelligence artificielle (IA), en particulier l'apprentissage profond, permettent de créer de nouvelles applications dans le secteur du commerce. En particulier, l'IA permet l'analyse de gros volumes de données de nature très hétérogène, telles que du texte, des images, des comportements utilisateurs, des séries temporelles...

Nous entrons dans une ère où l'analyse de ces données de consommation par l'intelligence artificielle va devenir primordiale. Cette approche a déjà permis à la recommandation et la publicité ultra-ciblée de se développer. Une partie de ces approches va cependant être limitée par des réglementations sur les données personnelles.

Demain, l'IA va permettre d'analyser des millions de données pour doter les marques d'une capacité d'analyse systématique et *data-driven* des tendances de leur marché. Ce processus, qui n'implique pas de stocker ou de vendre la donnée personnelle, sera inclus dans chacune

des décisions de la marque.

Tout en veillant aux enjeux éthiques liés à l'utilisation des données personnelles, les industries et marques vont devoir inclure l'intelligence artificielle dans leurs processus de décision, d'achat, de vente et de marketing pour rester compétitives.

53 L'intelligence artificielle et la publicité : quelle éthique ?

Mohamed MANSOURI

L'histoire moderne de l'Intelligence Artificielle (IA) débuta en 1956, lors du *summer camp* de Dartmouth, dans le New Hampshire. Des scientifiques y travaillèrent en nourrissant l'espoir d'aboutir à des conclusions probantes dans un avenir qui leur était proche.

Or, en 2018, nous sommes encore loin du compte, bien que l'appellation d'IA soit aujourd'hui largement, et souvent abusivement, employée.

L'usage de cette terminologie en *marketing* et publicité pose un problème de loyauté à deux niveaux : à l'égard du public puisqu'il crée une fracture entre ses attentes et la réalité ; et entre professionnels, car certains acteurs en font un usage indu, au détriment d'autres qui structurent le véritable marché de l'IA.

Aujourd'hui, des applications *marketing* et publicitaires concrètes existent, principalement autour de l'acquisition de trafic, de la transformation des visiteurs et des solutions de fidélisation. De bonnes pratiques doivent dès à présent être adoptées par les professionnels au niveau mondial. Celles-ci s'articulent autour de trois axes : des données « propres », exactes et non biaisées ; la transparence algorithmique ; et le respect du choix des consommateurs loyalement informés.

Enfin, il convient de s'interroger sur la place laissée à l'éthique quand la créativité humaine s'efface au profit de celle de l'IA. Car, en aucun cas, l'humain ne saurait se soustraire à ses responsabilités en se dissimulant derrière une délégation du processus créatif à l'intelligence artificielle.

59 Intelligence artificielle et publicité

Romain NICCOLI et Franck LE OUAY

L'intelligence artificielle (IA) a joué un rôle-clé dans le développement de la publicité digitale. Les techniques de *machine learning* (apprentissage par la machine), nourries par des quantités colossales de données sur le comportement des internautes, ont permis de personnaliser l'expérience publicitaire de chacun et ainsi de générer de très gros gains de performances. C'est notamment le cas des publicités sur les moteurs de recherche ou des bannières graphiques que l'on voit partout sur Internet. De grandes marges d'amélioration sont encore à attendre dans le futur mais, dans le domaine de la publicité, l'IA se cantonne encore pour l'instant à un rôle d'exécution et reste loin de pouvoir produire elle-même des stratégies *marketing* évoluées.

63 L'émergence des plateformes de données industrielles

Hubert TARDIEU

La transformation digitale dans l'industrie se fera grâce à la mise en œuvre des plateformes de données industrielles. Ces plateformes captureront des données de production et d'usage ainsi que les retours clients, et permettront de créer de nouveaux services. Elles restructureront les processus industriels. La valeur des plateformes dans le monde du *Business-to-Consumer* (B-to-C) est évidente. Dans le monde du *Business-to-Business* (B-to-B),

nous sommes à un tournant qui verra l'émergence d'écosystèmes industriels.

La création de ces plateformes pose de nombreux défis. Stratégiquement les bénéfices du partage des données industrielles entre les entreprises, leurs sous-traitants et leurs clients (l'écosystème industriel) seront évalués au regard des risques de voir ces données accessibles par des concurrents. Techniquement, ces données industrielles seront capturées dans un contexte spécifique de signification, de sécurité et de qualité et devront pouvoir être partagées entre les différents partenaires de la plateforme.

69 Entretien avec Tatsuya TANAKA, président Monde du groupe Fujitsu, et Shingo KAGAWA, CEO, head of digital services business et CTO

Propos recueillis pour *Enjeux numériques* par Jacques Serris et Delphine Mantiene

Le 29 juin s'est tenue à Paris l'étape française du Fujitsu World tour 2017 « *Human centric innovation, Digital Co-creation* ». L'événement était tourné vers les enjeux de l'Intelligence artificielle, à la suite de la récente annonce par Fujitsu d'un accord de coopération avec l'INRIA et d'un investissement de plus de 50 M€ en France dans la transformation digitale, les partenariats avec les *start-ups* et l'ouverture d'un centre d'excellence sur l'intelligence artificielle au Drahi X-Innovation Center de l'École polytechnique.

72 Artificial intelligence in China

Yifei FAN and Frank DESVIGNES

China has emerged as a major competitor of the United States in the field of artificial intelligence (AI), even though the total funding in AI startups in China is still lagging behind the US. The application of AI in China is already massive (especially in Fintechs) and has perhaps surpassed every other country in the world. The initiatives of the Chinese tech giants (Baidu, Alibaba and Tencent) are described along with government plans. Attention is drawn to China's competitive advantages in AI and to use cases in insurance. Instead of just being innovative imitators, Chinese players have become leaders in developing and applying AI. In the future, China might show the world how to do AI...

78 Intelligence artificielle : défis scientifiques et attentes socio-économiques

Stephan CLÉMENÇON

Au-delà de l'effervescence médiatique qui les entoure aujourd'hui, des craintes et des espoirs qu'ils suscitent, les succès récents de l'intelligence artificielle, et plus particulièrement ceux du *machine-learning* - ce domaine à l'interface des disciplines mathématique et informatique qui vise à développer des techniques pour l'analyse automatique de données massives, à des fins prédictives le plus souvent -, reposent en grande majorité sur des concepts scientifiques formulés il y a maintenant plusieurs décennies, alors même qu'ils nous sont présentés comme les signes avant-coureurs d'une révolution qui n'épargnera aucun secteur de l'activité humaine.

81 Questions juridiques au sujet de l'intelligence artificielle

Marie SOULEZ

L'intelligence artificielle propose des applications de plus en plus performantes, tout en bouleversant nos schémas traditionnels. Les schémas juridiques n'échappent pas à cette révolution. Il n'existe pas à ce jour de cadre légal ou réglementaire dédié à l'intelligence

artificielle, tant à l'échelle nationale qu'europpéenne ou internationale. De nombreuses initiatives en France, en Europe et à l'étranger ont été prises pour déterminer si le droit était applicable à l'intelligence artificielle ou s'il convenait de mettre en place un régime dédié. L'un des premiers enjeux juridiques du déploiement de systèmes d'intelligence artificielle réside dans l'appréhension de la responsabilité d'un système autonome qui causerait un dommage. Les limites des systèmes juridiques se retrouvent encore s'agissant des créations d'une intelligence artificielle, lesquelles risquent d'échapper à l'appropriation par le droit d'auteur qui est intimement lié à la personnalité de l'auteur personne physique.

86 L'Homme face à l'intelligence artificielle : repenser l'éthique de la relation homme-machine

Paul-Oliver GIBERT

Nous constatons aujourd'hui une rupture dans les relations entre l'homme et la machine, rupture permise par l'intelligence artificielle qui met l'humain en position de déléguer certaines actions à ces machines autonomes.

Cette rupture appelle doublement une réflexion éthique : quel doit être, quel peut être le bon usage de cette nouvelle possibilité offerte par les machines ? Comment, de façon efficace, peut-on permettre la réalisation des espoirs de certains dans l'intelligence artificielle tout en évitant les cauchemars redoutés par d'autres ?

Les machines autonomes réputées intelligentes devront intégrer dans leur conception des règles et des contraintes éthiques afin que les délégations que les humains leur accorderont soient exercées dans le cadre de ce que nous attendons d'elles.

Parallèlement, il faut développer la capacité des hommes à juger et à agir par eux-mêmes en pleine conscience pour qu'ils ne soient pas asservis par des machines qu'ils auront eux-mêmes construites. Il ne peut pas y avoir d'abdication du libre arbitre.

HORS DOSSIER

91 Le Baromètre du numérique

Gérard LALLEMENT et Matthias de JOUVENEL

Le Baromètre du numérique est une enquête réalisée annuellement sur les équipements et les usages numériques en France. Elle s'est établie au fil du temps comme une source de référence pour les acteurs intéressés par le numérique (pouvoirs publics, entreprises...).

La société française peut être qualifiée de « société numérique » : 76 % des Français se connectent à Internet tous les jours, et 12 % d'entre eux ne sont pas internautes. Le développement du smartphone a explosé en quelques années : désormais, c'est le moyen de connexion à Internet le plus fréquemment utilisé, avant l'ordinateur.

Les utilisateurs sont prudents et avertis : le développement du numérique dépend de la confiance dans le numérique (protection des données personnelles, qualité et fiabilité de l'information, sécurité des moyens de paiement...).

Internet est devenu une condition d'intégration dans la société : 76 % des personnes se sentent prêtes à adopter de nouvelles technologies ou de nouveaux services numériques.

Abstracts

05 **Digital issues. A new series for renewed ambitions**

Jean-Pierre Dardayrol

06 **Introduction**

Jacques Serris

09 **Accompanying the dissemination of artificial intelligence to turn it to good account**

Yves Caseau

Artificial intelligence (AI) is a transformational technology that is going to infiltrate all human activities, in both society and firms, as it is incorporated in software. AI is not a goal but a means. Strategically and competitively at stake are the degree to which actors in the French ecosystem will control this new technology and the speed at which the knowledge and skills necessary for disseminating the new technology will be acquired. Firms must develop their capacity for implementing this technology by working on their data infrastructures and software environment (which must open to freeware) and by favoring the iterative work of small multi-disciplinary teams in short cycles. Drawing from a report by the Academy of Technologies, this article advocates the development of engineering practices in AI: tests, learning protocols, the certification of all processes for using data all along the chain, and the auditing of processes.

15 **Finance and artificial intelligence: A revolution on the march**

Claire Castanet and Camille Planes

After a few years on the outside, artificial intelligence (AI) has once again hit the headlines, raising hopes for a revolution in several businesses. It is benefitting from the combined effects of the exponential growth in computing power and the availability of a wealth of data spawned by the Internet and social media. The financial industry depends on its capacity for capturing and processing information and then using it to add value to its operations. It thus feels the brunt of this revolution on the march that is affecting the foundation of its business model, which could be upended by newcomers, such as the GAFA (Google, Apple, Facebook and Amazon). This would force it to reinvent, through alliances, its jobs and services. This article describes the situation in trading (which has long used algorithms) and asset management (between reality and prospective studies). It then examines business-to-customer (B2C) relations, since these changes are being driven by customers' new needs (ubiquity, availability, rapidity) and their behaviors (posts on the social media). The use of AI is a challenge for industries, customers, citizens and regulators. Regulators should not stymie the expected benefits from AI-based innovations (for example: knowledge about customers or the detection of abuses) but should pay heed to the eventual risks for market operations and with respect to protecting investors.

22 **The introduction of cognitive computing into Crédit Mutuel**

Frantz Rublé

Even as the digital transition is changing the behavior patterns of its shareholder customers, as its account advisors need assistance in everyday activities in order to provide better ser-

vices to customers, and as the first cognitive computing solutions are being worked out thanks to Watson, the Crédit Mutuel is working with IBM (its partner for 55 years now) to develop, for the first time, AI-based applications in the French language. This project, which started in mid-2015, has come up with three initial solutions (an e-mail analyzer and two virtual assistants) that were deployed during the first semester of 2017 in the 2800 agencies of the Crédit Mutuel and the CIC. The 20,000 account advisors who follow up on relations with shareholder customers will use these tools. After explaining this process, attention is turned toward the initial training and ongoing learning to be dispensed for using this technology, and toward the (current) limits of artificial intelligence and its coming uses. Seven lessons have been learned...

27 Artificial Intelligence and customer protection in the banking and insurance industry

Olivier Fliche

The financial, banking and insurance industries are in the throes of deep changes as a result of the use of artificial intelligence and the explosion of customer data now available for processing. New products, new customer relations... the changes to come will, for sure, bring progress, the first signs already being visible. But these changes are laden with risks for customer relations. The asymmetry of information that characterizes these relations risks increasing to the benefit of professionals who are better equipped to identify the most “profitable” customers and make a better adapted and more persuasive sales pitch. Given these risks, the principles of consumer protection established at the EU level are fully pertinent. The regulations stemming from them should, however, be reexamined in the light of technological progress.

31 Artificial intelligence and insurance

Patrick Dixneuf

Its use as a catchword should not keep us from seeing that artificial intelligence (AI) is attaining the stage of growth for an industrial and commercial rollout. AI is deeply changing many businesses along with their relations with customers and employees. How to cope with these innovations? First of all, like other branches of the economy, insurance firms must assess the impact on their value chain. Secondly, specific to insurance, this industry must focus on the management of risks – and thus on the potential for new activities or things to be insured (as happens in the case of any technological or industrial invention). Finally, with regard to insurance and society, AI raises so many questions about responsibility and ethics that it would be as irresponsible as unrealistic to try to dodge them.

38 The impact of artificial intelligence on jobs: How to make it more human? How to make new jobs emerge?

Reynald Chapuis

Artificial intelligence (AI) is not yet well known or understood; and this holds even more for its impact on jobs. AI is now mostly used by firms, private and public, to automate so-called routine tasks. It is not intended to replace people but, instead, to appeal to their social and creative intelligence and boost the value of advice. In the coming years, firms will have to modify job descriptions to make them fit in with this new technology – they will have to support the learning of new aptitudes across the board to the detriment of the acquirement of technical skills alone. Pôle Emploi (the French Unemployment Office) has

used AI to, for example, help its counselors concentrate on tasks with the most human value. It has equipped them with an interface that recommends the services and training programs to suggest to job-seekers.

44 Artificial intelligence, a new user interface?

Yan Georget

Just as we are beginning to be familiar with it, the Internet is undergoing a revolution owing to the advances made artificial intelligence (AI). This revolution, though technical, will affect uses (messaging services and vocal assistants). Having started in the 1950s, the automatic processing of natural language has, in the past few years, accelerated thanks to the progress made in artificial intelligence and deep learning. Though lacking a real understanding, computers are now able to see, hear and speak! This is going to deeply and durably alter interactions between people and machines as part of a trend toward increasing “dematerialization”.

48 Understanding consumers’ habits thanks to artificial intelligence

Charles Ollion

The advances made in artificial intelligence (AI), especially in deep learning, are being used to invent new applications in business and sales. AI can be used to analyze big volumes of disparate data (text, images, information on users’ behaviors, time series, etc.). In the era we are now entering, the use of AI for data analysis is going to be of primary importance – a current use is to accurately target recommendations and advertisements. However some of these services are going to fall under restrictions from regulations about personal data. Tomorrow, AI’s processing of myriads of data will endow firms and their brands with the capacity for a systematic, data-driven analysis of market trends. This process, which does not imply storing or selling personal data, will underlie each marketing decision. While keeping an eye on ethical issues related to the uses of personal data, businesses and brands are going to have to – if they want to remain competitive – take account of AI when making decisions about procurement, sales and marketing.

53 Artificial intelligence and advertising: Ethical?

Mohamed Mansouri

The modern history of artificial intelligence (AI) started in 1956 during the Dartmouth summer camp in New Hampshire, where scientists were working in the hope making progress fast. In 2018, we still have a long way to go even though the label “artificial intelligence” is now widely touted and misused. Using it in marketing and advertising raises problems both with regard to the public (since it creates a rift between expectations and reality) and between professionals (some of whom use it unduly, to the detriment of other players who are shaping the real market for AI). Concrete applications in marketing and advertising exist, mainly related to the capture of traffic on websites in order to turn visitors into loyal customers. Professionals must now set, at the planetary level, standards of practices oriented around three axes: “clean”, exact, unbiased data; the transparency of algorithms; and the respect of the choices made by duly informed consumers. Questions need to be asked about the place for ethics whenever human creativity is replaced with AI inventiveness. In no case should human beings shirk their responsibility by hiding behind their delegation of creativity to AI.

59 Artificial intelligence and advertising

Romain Niccoli and Franck Le Ouay

Artificial intelligence (AI) has played a key role in the growth of digital advertising. Techniques using machine learning and feeding on vast quantities of data about cybernauts' behavior patterns have been used to customize the "advertising experience" for everyone and thus produce huge gains in performance. This holds especially for search engines and the omnipresent banners on the Internet. There is much room for improvement. In advertising, AI is, for the time being, limited to a function of execution and is still far from being able to produce highly developed marketing strategies on its own.

63 The emergence of industrial data platforms

Hubert Tardieu

The digital transition in industry will entail setting up platforms for capturing data from production, on uses and from customer feedback. These industrial data platforms will help create new services and reshape industrial processes. The value of business-to-consumer (B2C) platforms is obvious. In business-to-business (B2B) activities, a turning point has been reached for the creation of industrial data platforms, whence several questions. Strategically, the benefits of sharing industrial data among firms, subcontractors and customers will be assessed with respect to the risks of competitors accessing the data. Technically, these data will be captured in a specific context of meaning, security and quality; and they will have to be shared among various partners on the platform.

69 An interview with Tatsuya Tanaka, president of Fujitsu, and Shingo Kagawa, CEO, head of digital services business, and CTO

The French leg of the Fujitsu World tour 2017 "Human-centric innovation, digital co-creation" was in Paris on 29 June. This event was oriented toward artificial intelligence following Fujitsu's recent announcement of an agreement on cooperation with the French Institute for Research in Computer Science and Automation (INRIA) and of an investment of more than €50 billion in the digital transition in France. The agreement calls for partnerships with start-ups and for opening a "center of excellence" on artificial intelligence (Drahi X-Novation Center at École polytechnique).

72 Artificial intelligence in China

Yifei Fan and Frank Desvignes

China has emerged as a major competitor of the United States in the field of artificial intelligence (AI), even though the total funding in AI startups in China is still lagging behind the US. The application of AI in China is already massive (especially in Fintechs) and has perhaps surpassed every other country in the world. The initiatives of the Chinese tech giants (Baidu, Alibaba and Tencent) are described along with government plans. Attention is drawn to China's competitive advantages in AI and to use cases in insurance. Instead of just being innovative imitators, Chinese players have become leaders in developing and applying AI. In the future, China might show the world how to do AI...

78 **Artificial intelligence: Scientific issues and socioeconomic expectations**

Stephan Clémenton

Beyond the excitement in the media, apart from the fears and hopes that it has aroused, most of the recent successes of artificial intelligence rely on scientific concepts formulated several decades ago. This is even more so in the case of machine-learning, a field that, at the interface of mathematics and computer science, seeks to develop techniques for automatically analyzing masses of data usually for predictive purposes. These successes are, however, being presented as the harbingers of a revolution that will spare no field of human activity.

81 **Legal questions about artificial intelligence**

Marie Soulez

Artificial intelligence is proposing ever more improvements in applications and is upending traditional paradigms. The legal field cannot dodge this revolution. At present, there is no legal or regulatory framework devoted to artificial intelligence (AI), neither at the national, EU nor international levels. Several initiatives in France, in Europe and abroad are trying to determine whether existing laws apply to AI or whether a specific set of laws should be adopted. One of the first legal issues that will crop up in case of the deployment of AI systems is the question of liability whenever an autonomous system causes a tort. Current legal systems have a limited capacity for handling cases of AI-based creations, which risk eluding laws on patents and copyrights, since they are closely linked to the idea of an “author” as a physical person.

86 **Human vs. artificial intelligence: Reconceiving the man/machine relationship**

Paul-Olivier Gibert

We observe a rupture in man/machine relations, as human beings are placed in the position of delegating actions to autonomous machines. This rupture calls for thought about the ethical problems thus posed. What should, and can, be the “right” use of the new possibilities offered by machines? How to fulfil the dreams that some people have of artificial intelligence while avoiding the nightmares that others dread? Autonomous machines that are claimed to be intelligent will have to incorporate, in their very design, ethical rules and restraints so that humans delegate actions to machines but under the conditions to be expected of such a delegation. In parallel, people’s capacity to judge and act on their own and with full awareness must be developed so that the machines they have built not become their masters. We cannot abdicate our free will.

MISCELLANY

91 **The digital barometer survey**

Gérard Lallement and Matthias de Jouvenel

The “digital barometer”, a yearly survey on digital equipment and uses in France, has gradually become the reference source for public authorities, firms and other parties interested in digital technology. French society is a “digital society”: 76% of the French use the Internet everyday, whereas only 12% are not cybernauts. The use of smartphones has exploded

in the past few years to the point that they are now the most frequent means (before computers) for Internet connections. Users are cautious and informed. The development of digital technology depends on their confidence in it: the protection of personal data, the quality and reliability of information, the security of payment systems, etc. The Internet has become a condition for social integration: 76% of respondents are ready to adopt new forms of technology or new digital services.

Ont contribué à ce numéro

Yves CASEAU est le Directeur des Systèmes d'Information du Groupe Michelin depuis Octobre 2017. Il était précédemment le Directeur Digital du Groupe AXA, en charge du développement d'applications numériques innovantes et de la coordination informatique du domaine numérique. Il a été le Directeur Général Adjoint Technologies, Services et Innovation de Bouygues Telecom de 2007 à 2013, en particulier en charge du développement des nouveaux produits pour le réseau fixe. Il a été le DSI de Bouygues Telecom de 2001 à 2006 et a enseigné le cours « Théorie et pratique du système d'information » à Polytechnique de 2009 à 2012. Il a consacré la première partie de sa carrière scientifique au génie logiciel, à la programmation par objet et à l'intelligence artificielle, puis il s'est tourné vers la recherche opérationnelle dans les années 90, à Telcordia (USA) puis dans le Groupe Bouygues en 1994. Ancien élève de l'ENS (Ulm), Yves Caseau est titulaire d'un doctorat et d'une habilitation à diriger les recherches en informatique (Paris XI et Paris VII), ainsi que d'un MBA du Collège des Ingénieurs. Il est membre de l'Académie des Technologies et auteur de trois livres chez Dunod.

Claire CASTANET est diplômée de l'ESCP Europe, titulaire d'un DEA en sciences de gestion de l'université Paris-Saclay et d'un certificat de l'Institut Gregory Bateson. Après diverses expériences dans les domaines du marketing direct, des services informatiques et du consulting, elle rejoint Vendôme Associés, cabinet de recrutement spécialisé dans le secteur bancaire et financier. Elle intervient sur des missions de recrutement pour la banque de détail et la banque de financement et d'investissement. En 1991, elle devient associée et développe l'activité Titres, Risques, Conformité et Systèmes d'information. En juillet 2002, elle intègre la Commission des opérations de bourse (COB), devenue, un an plus tard, l'Autorité des marchés financiers (AMF). Elle occupe tout d'abord des fonctions de développement RH puis, en juillet 2008, est nommée directrice des Ressources humaines. Elle est, depuis le 1er octobre 2015, directrice des Relations avec les épargnants de l'AMF, direction en charge de l'analyse des tendances de l'épargne et des pratiques de commercialisation, pour mieux informer et alerter les épargnants.

Reynald CHAPUIS, après une expérience dans les nouveaux médias et les dispositifs d'action comportementale, intègre rueducommerce pour internaliser la gestion publicitaire, puis Orange pour développer le marketing mobile. En 2006, il rejoint l'ANPE en tant que directeur Internet et il devient directeur du multicanal lors de la création de Pole emploi. En 2012, il crée la direction de l'innovation et de la RSE de Pôle emploi et un système complet d'innovation (plateforme d'innovation collaborative, Lab de design de service www.lelab.pole-emploi.fr, un vaste programme d'expérimentations, la galaxie des services emploi-store.fr). Depuis 2016 il est à la tête d'une nouvelle direction, en charge de l'expérience utilisateur et du digital.

Stephan CLÉMENÇON est Professeur de Mathématiques Appliquées à Télécom-ParisTech, Institut Mines-Télécom, au sein du Département IDS (Image, Données, Signal) et anime le groupe de recherche S2A (Statistique, Signal et Apprentissage). Il effectue ses travaux de recherche en mathématiques appliquées au Laboratoire LTCI de Télécom ParisTech. Ses thématiques de recherche se situent principalement dans les domaines du machine-learning, des probabilités et des statistiques. Il est responsable du Mastère Spécialisé « Big Data » à Télécom ParisTech et titulaire de la chaire industrielle « Machine-Learning for Big Data ».

Jean-Pierre DARDAYROL est président du Comité de rédaction de la nouvelle série des Annales des Mines intitulée *Enjeux numériques / Digital issues*. En 2018, la série consacre ses quatre

premiers numéros à l'intelligence artificielle, à la régulation et l'économie du big data, à la transformation numérique des métiers du droit et à la gouvernance du numérique. Ingénieur général des mines, il est X 1972, Telecom ParisTech 1977 et ancien auditeur du CHEDE 2004 et de l'INHES-J 2010, ainsi qu'ancien président de l'Afnic. Il a consacré sa carrière au systèmes temps réel, à la régulation et à la planification stratégique des communications électroniques, à la réalisation de systèmes Internet et à la sécurité, notamment cyber.

Frank DESVIGNES is the founder of AXA Lab Asia. He is a former web entrepreneur. He started his career in digital in 1995 by launching the first French on-line survey tool to collect feedbacks from e-consumers. He created the E-Marketing department and managed the internet and mobile department of retail banking in France at BNP Paribas. He was elected Marketing man of the year 2009 in France. He joined AXA in 2012 to define and implement the company's digital transformation strategy at Global P&C and EMEA LATAM Region. Over the last 4 years he led digital transformation initiatives at group, regional and local levels. Passionate about entrepreneurship and innovation he created in 2015 the AXA Lab Asia in Shanghai to be closer to the most dynamic Fintech and Insurtech ecosystems. He is in charge of connecting the Asian ecosystem of Startups and Tech Players to the Insurance world in order to design and implement innovative Strategic Business Models. He is a board member of the Mobile Marketing Association in France.

Patrick DIXNEUF est ingénieur diplômé de l'École Polytechnique (Promotion X83) ainsi que des Universités de Paris V et de Paris VI. Il commence sa carrière dans la recherche aux Laboratoires de Marcoussis puis dans le groupe Alcatel dans les domaines des langages à objets et de l'intelligence artificielle (AUBERT et DIXNEUF, 1991). Il la poursuit dans le conseil (Goal Technologies) puis dans la banque (BNP Paribas à Paris puis à Londres). Il rejoint l'assurance en 2000 d'abord chez AGF Allianz où il sera Directeur IARD Entreprises puis Directeur Financier à Paris et enfin Directeur des Opérations au siège à Munich. Il rejoint ensuite Aviva en 2011 tout d'abord comme Directeur Général d'Aviva Italie à Milan puis à la Direction Financière Groupe au siège à Londres. Il revient en France en novembre 2016 comme Directeur Général d'Aviva France. Engagé dans la transmission, il intervient régulièrement dans les domaines de l'assurance, de la stratégie, du management et de la diversité comme récemment à l'ESCP Paris ou à Sciences Po. Passionné d'histoire et d'opéra, il est également l'auteur de plusieurs monographies (Genoveva de Schumann, Lucrezia Borgia de Donizetti...).

Yifei FAN is working as a digital business analyst at AXA Lab Asia in Shanghai. In September 2014 she graduated from the School of Communication, Sciences Po Paris, with a master degree. She chose to work on the topic of Artificial Intelligence, and more specifically, how AI is creating new business opportunities in insurance industry in China. Since 2016, she has been actively connecting with Chinese and Asian AI startups and Tech Giants that could be relevant for insurance businesses.

Olivier FLICHE, ingénieur général des mines, est ancien élève de l'École Polytechnique, diplômé de l'Institut d'études politiques de Paris et membre de l'Institut des Actuaire. Entré en 1994 comme commissaire contrôleur à la Commission de contrôle des assurances (CCA), il effectue des missions pour cette autorité, ainsi que pour l'Inspection générale des finances et la Cour des comptes. De 2001 à 2003, il est expert national détaché à la Commission européenne où il travaille sur les débuts de la réforme des règles prudentielles (« Solvabilité 2 ») puis, à partir de 2003, il est chef de brigade à l'Autorité de contrôle des assurances et des mutuelles (ACAM). En mars 2010, à la création de l'Autorité de contrôle prudentiel (ACP), il devient directeur de la 2ème direction du Contrôle des assurances puis rejoint, en 2012, le contrôle sur place bancaire. Il est directeur de la Direction du contrôle des pratiques commerciales depuis août 2013. À ce titre, il a été coordonna-

teur du pôle commun ACPR-AMF entre 2014 et 2016 et président du groupe « market conduct » de l'Association internationale des contrôleurs d'assurance de 2014 à 2017.

Yan GEORGET, polytechnicien de la promotion X92, est aussi docteur en Intelligence Artificielle, avec une spécialisation en Programmation par Contraintes. Il a effectué son doctorat à l'INRIA-Rocquencourt de 1996 à 1999. Après avoir fait une première partie de sa carrière dans l'édition de logiciels (chez des éditeurs d'envergure internationale comme l'américain Trilogy, le français Business Objects puis l'allemand SAP), Yan Georget a, depuis 2009, travaillé dans le e-marketing où il a occupé des postes de direction informatique, et en particulier il a été Vice-Président de la R&D chez Criteo de 2011 à 2014. Il a quitté Criteo peu après son introduction au NASDAQ. Depuis lors, il a fondé plusieurs start-ups dans le domaine du logiciel: Shotgun (e-commerce instantané), Skincar (vente de voitures d'occasion) puis enfin Botfuel (agents conversationnels), dont il est co-dirigeant, au début de l'année 2016.

Paul-Olivier GIBERT est le fondateur et président de Digital & Ethics. Diplômé de Sciences Po Paris et de Paris I en droit, il s'investit dès le début de sa carrière dans l'éthique appliquée tant pour la finance que pour le numérique. Après avoir été chargé de mission à la Commission des Opérations de Bourse, il rejoint le groupe AG2R LAMONDIALE dont il a été directeur de la conformité et de la déontologie et Correspondant Informatique et Libertés. Il rédige notamment, en 2004, l'ouvrage du CIGREF et du Cercle d'Ethique des Affaires sur la déontologie de l'usage des SI. Puis il est élu Président de l'AFCDP, l'association française des professionnels de la protection de la vie privée. Il crée en 2012 Digital & Ethics avec la volonté d'accompagner ses clients face aux enjeux éthiques et réglementaires liés à l'utilisation de données en s'appuyant sur une équipe interdisciplinaire pour bien appréhender les différentes dimensions de ce nouvel objet. Paul-Olivier Gibert préside, à titre bénévole, l'AFCDP, association française des DPO (Data Protection Officer), qui regroupe les professionnels français chargés de la mise en œuvre du GDPR, réglementation européenne sur la protection des données personnelles. L'AFCDP regroupe plus de 2 500 professionnels de la Privacy. Il est régulièrement consulté par les pouvoirs publics sur les questions relatives au bon usage des données.

Matthias de JOUVENEL, ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan (Département d'économie et de gestion 1997-2000) et ancien élève de l'Ecole Nationale Supérieure des Postes et Télécommunications (2001-2002), est administrateur civil hors classe chargé de mission au Conseil Général de l'Economie (CGE) où il pilote le baromètre du numérique depuis plusieurs années.

Shingo KAGAWA dirige depuis 2016 les activités numériques de Fujitsu Limited, entreprise dont il est aussi le CEO.

Gérard LALLEMENT, ingénieur général des mines, est en fonction au Conseil général de l'économie (CGE).

Franck LE OUAY est diplômé de l'Ecole des Mines ParisTech (P97). Il a fait ses premières armes dans le développement logiciel chez Microsoft, aux Etats Unis, avant de co-fonder Criteo en 2005. Il se consacre aujourd'hui au lancement de nouvelles start-ups.

Mohamed MANSOURI est Directeur des Opérations et des Systèmes d'Information de l'ARPP. Titulaire d'un DESS « Droit et Systèmes d'Information », il a exercé pendant près de 10 ans la fonction de juriste-conseil à l'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP). Aujourd'hui Directeur des Opérations et des Systèmes d'Information à l'ARPP, il est responsable

de la mise en œuvre et de l'évolution des systèmes d'information, dont il a assuré la refonte totale en 2013 (près de 4 000 utilisateurs), du management de l'équipe Support Technique/Fonctionnel et de la gestion des contrats fournisseurs et clients (négociation, rédaction et suivi). Il demeure en charge des questions juridiques et déontologiques liées à la Publicité digitale. Il intervient à ce titre auprès d'étudiants (Groupe INSEEC London, ESCE, Media Institute...) et de professionnels adhérents à l'ARPP (accompagnement, étude de cas...). Enfin, il coordonne la démarche Qualité de l'ARPP dans le cadre de sa certification ISO 9001:2015 (satisfaction clients, optimisation des processus métiers, analyse des enjeux stratégiques, des risques et des opportunités) et définit avec la Direction Générale les Objectifs Qualité et les plans d'action qui en résultent.

Romain NICCOLI est diplômé de l'Ecole des Mines ParisTech (P97). Il a fait ses premières armes dans le développement logiciel chez Microsoft, aux Etats Unis, avant de co-fonder Criteo en 2005. Il se consacre aujourd'hui au lancement de nouvelles start-ups.

Charles OLLION est co-fondateur et directeur de la recherche à Heuritech. Diplômé de Télécom ParisTech et d'un doctorat à l'université Pierre et Marie Curie, il enseigne également le Deep Learning au Master Data science de Paris Saclay, et à l'EPITA.

Camille PLANES est analyste à la Division des Relations avec les épargnants où elle s'occupe des missions de pédagogie (AMF Epargne Info Service) et des sujets technologiques et digitaux. Diplômée de l'école de commerce de Strasbourg, elle est titulaire d'un master 2 finance et stratégie de la Vienna University of Economics and Business.

Frantz RUBLÉ est Président d'Euro-Information depuis février 2001, et Directeur Général Adjoint de la Caisse Fédérale de Crédit Mutuel depuis juillet 2017, en charge de l'informatique et des filiales technologiques du Crédit Mutuel CM11. Il veille à l'évolution permanente du Système d'Information, utilisé par 15 fédérations de Crédit Mutuel et leurs filiales, dont le CIC. Il a été embauché comme Analyste-Programmeur chez Euro-Information, filiale technologique du Crédit Mutuel, en 1983. Avant son arrivée au Crédit Mutuel, il a réalisé une informatisation complète d'un bureau d'études en chauffage et climatisation. Il est titulaire d'une Maîtrise Informatique (1982) de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

Jacques SERRIS est depuis 2010 ingénieur général des mines au Conseil général de l'économie, au ministère de l'Economie et des Finances. Au sein du Conseil, il réalise principalement des missions ou audits dans les domaines de l'innovation, de la politique industrielle et du numérique. Il a précédemment travaillé au ministère de la recherche, comme directeur adjoint de la technologie, puis comme directeur général adjoint de l'Ifremer. Il a présidé pendant 4 ans, jusqu'en 2007, le comité de la politique scientifique et technologique de l'OCDE. Dans les années 90, il a travaillé au ministère de l'Industrie, puis au ministère de l'Economie et des Finances comme chef du service de l'innovation et de la qualité et délégué interministériel à la normalisation. Il a démarré sa carrière à France Télécom, comme responsable commercial à Lille, puis dans les affaires spatiales à Paris. Né en 1954, il est ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure (Ulm) et de Télécom ParisTech.

Marie SOULEZ, avocate à la Cour d'appel de Paris et titulaire du certificat de spécialisation en droit de la propriété intellectuelle, avec la qualification spécifique « droit de la propriété littéraire et artistique », dirige le département contentieux de la propriété intellectuelle du cabinet Lexing Alain Bensoussan Avocats. Elle intervient notamment dans le cadre d'actions civiles et pénales dans les domaines de la contrefaçon des droits d'auteur et droits voisins, de la concurrence déloyale, de la protection de la vie privée et du droit à l'image. Elle assiste également ses clients pour la mise en œuvre de stratégies de protection de leurs innovations. Elle préside la commission

Réalité virtuelle de l'Association du droit des robots (ADDR), est membre de la commission Intelligence artificielle de Cyberlex, et est chargée d'enseignement en droit de la propriété intellectuelle et Cloud Computing à Centrale Supélec.

Tatsuya TANAKA est président de Fujitsu Limited, groupe où il a effectué toute sa carrière dans différentes fonctions commerciales, industrielles et de responsabilité régionale. Il est titulaire d'une licence de science et technologie de l'université de science de Tokyo.

Hubert TARDIEU est Conseiller du PDG d'Atos et Co-Président de sa Communauté Scientifique qui regroupe depuis 2009 ses 140 meilleurs scientifiques. Cette Communauté contribue à bâtir la vision à 5 ans d'Atos et publie tous les deux ans un rapport décrivant cette vision dont le dernier intitulé « Digital Shockwaves in Business » a été publié à la fin 2016. Diplômé de Supélec et titulaire d'un DES d'économie, il a commencé sa carrière au Ministère de l'Équipement dans un centre de recherche sur les bases de données, et a été le créateur de la Méthode Merise. Il a rejoint SEMA en 1984 comme Directeur Technique. En 1993 il a créé la première Strategic Business Unit dans les Télécoms pour tirer parti de la croissance rapide du GSM. Quand SEMA a été racheté par Atos Origin en 2004 il est devenu responsable de la Service Line Consulting et Intégration de Système et membre du Comité Exécutif. AtosOrigin est devenu Atos en 2011 après le rachat de la Branche informatique de Siemens qui est devenu son premier client et son premier actionnaire.