



Gouvernance de l'Intelligence Artificielle dans les entreprises

Enjeux managériaux, juridiques, éthiques



Gouvernance de l'intelligence artificielle dans les grandes entreprises

Enjeux managériaux, juridiques et éthiques

Septembre 2016

PRÉFACE DES COPRÉSIDENTS

Konstantinos Voyiatzis, DSI EDENRED, Administrateur CIGREF

L'intelligence artificielle (IA) est une notion complexe qui s'est largement popularisée dans l'univers de la science-fiction. Si l'IA convoque encore aujourd'hui un imaginaire plus ou moins fantasmé, elle fait pourtant partie intégrante de la réalité, et on la retrouve dans de nombreux services, systèmes et applications.

Aujourd'hui, nous vivons un nouvel âge d'or de l'intelligence artificielle, propulsé notamment par l'intérêt croissant des géants du web pour les enjeux du Big data. Les premiers investisseurs en IA sont en effet les *pure players* de l'internet et les principaux acteurs du logiciel. Dans la *Silicon Valley*, près de 150 *startups* travaillent aujourd'hui sur des projets d'IA. Le mouvement est lancé, et il est de notre responsabilité d'anticiper les effets de cette révolution sur les grandes entreprises.

Quel peut être le rôle de l'intelligence artificielle dans l'entreprise du futur ? L'IA va-t-elle rendre les organisations plus intelligentes ? Telles sont les grandes questions qui ont animé les grandes entreprises, membres du Cercle IA, avec pour objectif d'analyser et d'anticiper les impacts de cette révolution en cours.

L'IA permet déjà de mieux répondre aux exigences actuelles du *Big Data* : certaines technologies d'IA comme le *Machine Learning* ou le *Deep Learning*, qui sont des technologies d'apprentissage autonomes reposant sur l'analyse et la fouille de données, répondent aux problématiques actuelles du *Big Data*, autour notamment de l'amélioration ou de la création de biens et de services, de la personnalisation de la relation client et du développement des modèles de prédiction.

A tel point que nous pouvons affirmer que l'IA fait partie intégrante de l'évolution future des modèles d'affaire de l'entreprise numérique. Elle peut rendre les entreprises plus intelligentes, dans le sens où elle leur permettra d'être plus proactives et d'appuyer leurs décisions. Mais cette intelligence dépendra également de la manière dont le management s'adaptera et gèrera ces nouvelles technologies au sein d'une organisation.

Le CIGREF a pour ambition de se positionner comme carrefour d'échanges et de partage autour de sujets liés à la transition numérique, ce qui suppose de s'intéresser en profondeur aux prochaines tendances et disruptions technologiques. Voilà pourquoi le CIGREF a souhaité sensibiliser ses entreprises aux enjeux présents et futurs de l'IA. La vision prospective est importante car elle doit permettre d'interroger l'évolution des compétences nécessaires au management de l'entreprise d'ici à 2020, mais aussi l'évolution de la réglementation face aux nouveaux enjeux de l'IA concernant, par exemple, la notion de responsabilité juridique. Le cabinet Alain Bensoussan Avocats a pu délivrer cette expertise juridique, et je souhaite le remercier tout particulièrement pour les contributions qu'il a pu apporter à ce Cercle.

**Alain Bensoussan, avocat à la Cour d'appel de Paris,
président et fondateur du cabinet d'avocats Alain Bensoussan Avocats Lexing**

Entreprise : l'âge de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) n'est pas un phénomène nouveau : elle fête cette année ses 60 ans !

Elle ne cesse de se développer et ses applications sont déjà très présentes dans notre quotidien personnel, notamment à travers des secteurs nouveaux qui s'en saisissent (*gaming*, robotique et automates, objets connectés...), suscitant autant d'enthousiasme que de craintes.

Aujourd'hui, les solutions d'IA font irruption dans le monde de l'entreprise.

Si pour celle-ci, les années 1995-2000 auront été celles de la mutation de l'internet et du numérique, les années 2015-2020 seront incontestablement celles du *Big data* et de l'intelligence artificielle faible.

Comme avec internet, l'entrée des algorithmes va modifier en profondeur l'organisation de l'entreprise, qui devra nécessairement s'adapter à cette nouvelle intelligence au centre d'enjeux cruciaux : fabrication d'entités algorithmiques autonomes utilisables à grande échelle, systèmes experts commerciaux, combinaison entre elles de masses de *data*, par exemple issues des objets connectés, réalisation d'analyses prédictives...

Or, comme le démontre à l'envi le présent Livre blanc, les grandes entreprises françaises ne sont pas encore prêtes pour l'introduction de l'IA dans leur organisation, qui reste encore fortement marquée par la révolution numérique.

Une chose est certaine : s'il existe quelques exceptions (on pense notamment aux bourses électroniques mises en place par le secteur bancaire), nous sommes encore loin des organisations de type Google, Facebook ou Amazon, géants qui ont su placer les algorithmes au cœur de leur organisation.

Logiciels, bases de données, robots, *data mining*... L'IA sera partout, et l'entreprise devra veiller à l'analyse de la faisabilité technique et juridique des solutions qu'elle mettra en place, à des structures adaptées, à la protection de la propriété intellectuelle et industrielle, sans parler des questions éthiques.

Elle devra également définir sa stratégie de protection (qualification juridique et régime applicable, dépôts, revendications, mesures de protection, défense) et de valorisation d'une innovation, élaborer, rédiger et négocier des contrats et documents associés, gérer les projets, auditer les risques juridiques et éthiques...

Comme le souligne justement en avant-propos Konstantinos Voyiatzis, l'IA fait incontestablement partie intégrante de l'évolution future des modèles d'affaires de l'entreprise numérique.

C'est ce qu'a parfaitement compris le CIGREF dont le Livre blanc, sous l'impulsion de son Président Pascal Buffard et de son Délégué Général Jean-François Pépin, brosse un état des lieux sur les avancées de l'IA et ambitionne de donner à nos grandes entreprises les clés pour en comprendre les enjeux.

Que tous deux soient chaleureusement remerciés de nous avoir permis de participer à cet "état de l'art" sur les applications d'IA présentes ou en développement dans les entreprises et de développer une vision prospective d'ici à 2020.

SYNTHESE

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

La norme ISO 2382-28 définit l'intelligence artificielle 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. Qualifiée de prochaine révolution informatique, l'intelligence artificielle est au cœur de tous les sujets d'actualité. Il semble indispensable de définir cette technologie de rupture et de clarifier son régime juridique, mais aussi d'identifier les applications en cours ou en développement dans les entreprises et les bénéfices qu'elles en tirent.

Le mouvement vers la transition intelligente

A l'aune de la transition intelligente, les entreprises vont subir une grande transformation. Le mouvement nécessaire vers la transition intelligente impose de prioriser l'allocation des moyens de l'entreprise pour innover et investir dans l'intelligence artificielle, maximiser la création de valeur et optimiser la gestion des risques.

Les applications de l'intelligence artificielle au sein de l'entreprise sont diverses :

- Elles permettent d'augmenter l'expertise humaine *via* les assistants virtuels ;
- Elles optimisent déjà certains produits et services ;
- Elles donnent de nouvelles perspectives dans la recherche et le développement via l'évolution des programmes autoapprenants.

Aujourd'hui, l'intelligence artificielle est présente surtout en R&D et en production. La DSI peut également prendre l'initiative sur l'IA et ne pas la laisser s'opérer en mode SaaS.

Trois métiers sont particulièrement concernés par la révolution intelligente :

- Les métiers d'algorithmique ;
- La gestion de la *data* ;
- Le *coding*/ la programmation.

Les éléments pour une gouvernance de l'intelligence artificielle

L'ambition commune est de donner les clés aux grandes entreprises pour comprendre et intégrer les enjeux de l'IA dans une vision prospective d'ici à 2020.

L'intelligence artificielle a donc de forts enjeux de gouvernance qui peuvent être divisés en trois parties :

- Les enjeux managériaux ;
- Les enjeux juridiques ;
- Les enjeux éthiques.

¹ Norme ISO/IEC 2382-28:1995, Technologies de l'information -- Vocabulaire -- Partie 28 : Intelligence artificielle -- Notions fondamentales et systèmes experts, révisée par ISO/IEC 2382 :2015.

Recommandations :

1. Affecter un budget dédié à l'IA
2. Passer à l'internet 4.0 : IA, algorithmes prédictifs
3. Engager un roboticien dans des équipes IT pour passer en 4.0
4. Développer des systèmes de *Machine Learning*
5. Suivre les tutoriels de *TensorFlow*
6. Développer la culture des APIs en interne
7. Sensibiliser les Métiers et Fonctions aux enjeux de l'IA
8. Développer une communauté autour de l'IA et échanger
9. Supprimer les « points de douleur » dans l'entreprise
10. Créer des boîtes noires logiques qui gardent en mémoire l'IA et avoir la possibilité de la détruire (d'effacer l'ensemble des parcs) dans un souci de droit à l'oubli

TITRE DU RAPPORT : GOUVERNANCE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES GRANDES ENTREPRISES

EQUIPE DU CIGREF

Jean-François PÉPIN – Délégué général	Frédéric LAU – Directeur de mission
Sophie BOUTEILLER – Directrice de mission	Flora FISCHER – Chargée de programme de recherche
Sylvain ALLARD – Chargé de mission	Marie-Pierre LACROIX – Chef de projet, Responsable Information
Josette WATRINEL – Secrétaire de direction	Josette LEMAN – Assistante de direction

REMERCIEMENTS :

Nos remerciements vont à Maître Alain Bensoussan, Monsieur Konstantinos Voyiatzis qui ont piloté cette réflexion et à Maître Marie Soulez, Maître Julie Langlois et Madame Flora Fischer, qui ont rédigé ce Livre blanc. Nous remercions également les personnes auditionnées, dont Monsieur Aurélien Géron, rédacteur de la partie *Machine Learning* et *Deep Learning*, ainsi que les membres du Cercle IA du CIGREF :

Jean-Paul AMOROS - ENGIE	Sylvain GIRARD - ANGUS.AI
Bruno ANNIC - SOCOTEC	Jérôme GUEYDAN - ORANGE / DSI
Daniel ANSELLEM - MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR	Roland GUEYE - EDF
Frédéric ANTERION - SAINT-GOBAIN	Olivier GUILHEM - ALDEBARAN ROBOTICS
Philippe BAS - ARKEMA	Marc IPREX GARCIA – PMU
Christophe BINOT - TOTAL	Lidia LABERTRANDE - AXA GROUP
Nathalie BLAZY - GROUPE SEB	Yann-Maël LARHER – TOTAL
Chantal BOTTELIN - TOTAL	Christelle LAUNOIS - SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
Edwige BOULAY VERHASSELT - ALLIANZ	Frédéric LAVOGIEZ – AUCHAN
Olivia BREYSSE - TOTAL	Jérôme LONCELLE – KLESIA
Romain BRUNIAS - SAINT-GOBAIN	Aurélien MOREAU - ANGUS.AI
Philippe COCUSSE - AUCHAN	Olivier MORENO – KLESIA
Olivier COYAC - MACIF	Isabelle MUGNIER – ESSILOR
Xavier DE BROCA - BPI FRANCE	Jean-Luc RAFFAËLLI - LA POSTE
Brigitte DECLERCK - AGIRC ARRCO	Baladji SOUSSILANE - LABORATOIRES PIERRE FABRE
Franck DELFORGE - AUCHAN	Natacha STEPHKOV – ESSILOR
Vincent DEMUYSERE - TOTAL	Pierre TARIF – ENGIE
Fabrice DUPUY - ORANGE / DSI	Jean-Luc TERRANOVA – NEXANS
Philippe FAURE - GEMALTO	Benoît THUILLIER - AXA GROUP SOLUTIONS
Jean-Patrick FRIANG - THALES	Charles URTIZVEREA - SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
Jean-Luc GAZET - AUCHAN	Lucile VANNIER – BPCE
Bernard GEORGES - SOCIÉTÉ GÉNÉRALE	Konstantinos VOYIATZIS – EDENRED
Aurélien GÉRON - GOOGLE	Cécile WENDLING - AXA GROUP
Sylvain GERON - BOLLORE	Marion ZEMANIK – ALLIANZ

POUR TOUT RENSEIGNEMENT CONCERNANT CE RAPPORT, VOUS POUVEZ CONTACTER LE CIGREF AUX COORDONNÉES CI-DESSOUS :

CIGREF, Réseau de Grandes entreprises
21, avenue de Messine 75008 Paris
Tél. : + 33.1.56.59.70.00
Courriel : contact@cigref.fr

Sites internet :
<http://www.cigref.fr/>
<http://www.entreprise2020.fr>
<http://www.histoire-cigref.org/>
<http://www.questionner-le-numerique.org>
<http://www.entreprises-et-cultures-numeriques.org>

SOMMAIRE

1. APPROCHE GENERALE	1
1.1. Préambule	1
1.2. Une ambition pour valoriser l'intelligence artificielle dans les entreprises.....	1
1.3. La genèse du Livre blanc.....	2
1.3.1. La démarche	3
1.3.2. Les grands témoins.....	3
1.4. Le plan	3
2. L'ETAT DE L'ART	4
2.1. Le cadre historique	4
2.2. Le référentiel conceptuel	6
2.2.1. La définition générale.....	6
2.2.2. La définition technique.....	6
2.3. L'expression de l'intelligence artificielle	9
2.3.1. La matérialisation	9
2.3.2. Les robots, avatars et <i>chatbots</i>	13
3. LES ENJEUX DE MANAGEMENT	16
3.1. L'expression de l'intelligence artificielle dans les grandes entreprises	16
3.1.1. De la transition numérique à la transition intelligente	16
3.1.2. L'état des lieux de l'intelligence artificielle dans les grandes entreprises	17
3.2. L'impact de l'intelligence artificielle pour les entreprises	24
3.3. Les challenges.....	26
3.3.1. Les enjeux culturels	26
3.3.2. Les enjeux organisationnels	27
3.4. De nouvelles manière de travailler	28
3.5. De nouvelles opportunités business : l'exemple bancaire.....	29
4. LE CADRE JURIDIQUE	31
4.1. Le référentiel légal de l'intelligence artificielle	31
4.2. La protection de l'intelligence artificielle par la propriété intellectuelle.....	33
4.2.1. La protection de l'innovation par le droit d'auteur.....	33
4.2.2. La protection des algorithmes.....	34
4.2.3. La protection par le brevet.....	36
4.3. La protection du savoir-faire	37
4.4. Les mesures de protection complémentaires.....	38
4.4.1. Les moyens techniques	38
4.4.2. Les dépôts probatoires.....	38
4.5. La protection des œuvres de l'agent intelligent	39
4.6. Les données à caractère personnel et vie privée.....	40
4.7. La responsabilité.....	42
4.7.1. La responsabilité pénale.....	42
4.7.2. La responsabilité civile	43
4.8. Le droit prospectif	45

5. LES ENJEUX ETHIQUES	47
5.1. L'éthique des usages de l'entreprise.....	47
5.2. L'éthique <i>by design</i>	48
5.3. L'avenir de l'emploi et l'acceptation sociale	50
6. CONCLUSION	52
ANNEXES	53
Annexe 1 - Membres du Cercle de l'IA.....	53
Annexe 2 - Liste des grands témoins.....	54
Annexe 3 - Glossaire	55
Annexe 4 - Acronymes.....	56
Canevas des auditions	57

FIGURES

Figure 1 : Historique de l'intelligence artificielle.....	5
Figure 2 : Définition technique de l'intelligence artificielle	7
Figure 3 : Les 5 niveaux de la pyramide cognitive - Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale	8
Figure 4 : Intelligence Artificielle.....	15
Figure 5 : Les différentes transitions dans une entreprise.....	16
Figure 6 : Structures des internets	17
Figure 7 : Bilan de la sensibilisation de la cellule « Prospective stratégique » de la Société Générale	19
Figure 8 : Carré magique <i>Business Value</i> de l'intelligence artificielle chez Accenture	24
Figure 9 : Les cinq principes de la loi IL à respecter pour chaque traitement de données à caractère personnel.....	41
Figure 10 : L'IA et responsabilités	45
Figure 11 : <i>Probability of Computerisation</i>	51

1. APPROCHE GENERALE

1.1. PREAMBULE

Ces dernières années, l'intelligence artificielle a connu des développements importants grâce notamment aux progrès réalisés dans la mise en œuvre informatique de réseaux neuronaux, capables d'un véritable apprentissage.

La mise à disposition de masses de données, le *Big data* et les capacités de *processing* du *cloud* ont donné la puissance de calcul et le volume de données nécessaires pour développer l'intelligence artificielle. Ces systèmes voient aujourd'hui leur champ d'application s'étendre et prendre une part déterminante dans tous les domaines, tels que le commerce, la finance, les échanges, la culture, l'éducation, la médecine et l'assistance thérapeutique, l'art, le journalisme et le droit.

Les entreprises françaises communiquent peu sur leur intelligence artificielle, contrairement aux sociétés américaines. Le marché français semble peu mature, mais cela ne veut pas dire que l'intelligence artificielle n'existe pas au sein des entreprises françaises.

Notons également qu'en France, une école de mathématiques reconnue dans le monde, l'INRIA, et quelques grandes écoles travaillent sur l'intelligence artificielle sans que cela ne forme un écosystème. Le Collège de France et le crédit d'impôt recherche participent aussi grandement au développement de l'intelligence artificielle.

L'intelligence artificielle est une notion complexe davantage connue dans le monde de la science-fiction. Plusieurs tentatives ont été faites pour développer l'intelligence artificielle dans le monde industriel et économique dès les années 1980. Néanmoins, les promesses de ses développements se heurtèrent à la limite de la puissance de calcul informatique.

Pourtant, l'intelligence artificielle est aujourd'hui bien ancrée dans la réalité. Elle intègre à ce jour de nombreuses applications dans le secteur industriel et économique, et ne cesse de se développer. L'objectif de ce Livre Blanc est donc d'analyser les problématiques liées à l'intelligence artificielle et de valoriser cette dernière dans les entreprises.

1.2. UNE AMBITION POUR VALORISER L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES ENTREPRISES

Plusieurs spécialistes et entreprises annoncent que l'intelligence artificielle constituera la prochaine révolution informatique des entreprises.

La France est leader en mathématiques, en informatique et en algorithmique avancée. Pourtant, elle n'a pas une position dominante en intelligence artificielle. L'intelligence artificielle n'est pas une filière à part entière mais apparaît de manière transversale dans plusieurs domaines. Elle est spécialement présente en robotique mais ne se limite pas à ce secteur.

La transformation numérique bouscule les modèles d'affaires et la culture de l'entreprise. Elle impacte son fonctionnement, son organisation et ses équipes, mais plus globalement sa gouvernance.

Ainsi, les grandes entreprises qui sont en fin de transition numérique voient un nouveau tournant, celui de la transition intelligente. De la même manière que le numérique qui a eu un impact transversal, cette transition engagera toutes les fonctions de l'entreprise.

L'intelligence artificielle sera une révolution en termes d'architecture des systèmes et de création de valeur. Elle constitue déjà une rupture dans la construction des systèmes informatiques, et plus précisément dans le *hardware* : traitements fortement axés sur la mémoire, architectures complexes et innovantes. La puissance de calcul liée à l'exécution d'algorithmes d'apprentissage nécessite en effet de passer d'architectures séquentielles à des architectures parallèles et distribuées. Cette transformation impose la mise en place d'une stratégie et d'une gouvernance adaptée.

Ce sont les grandes entreprises avec l'État qui devront donner l'impulsion afin de créer une filiale spécifique dédiée à l'intelligence artificielle et créer des *spin-offs*. La plupart des investisseurs en intelligence artificielle sont en effet les grands acteurs du numérique. Il faut prendre en compte ce facteur, et se positionner sur ce marché afin d'éviter une fracture entre les entreprises qui pourront utiliser l'intelligence artificielle et celles qui ne le pourront pas.

1.3. LA GENESE DU LIVRE BLANC

Le Cabinet Alain Bensoussan et le CIGREF ont impulsé en avril 2015 la création du Cercle de l'IA coprésidé par Monsieur Konstantinos Voyiatzis et Maître Alain Bensoussan, afin de faire un état de l'art sur les applications d'intelligence artificielle présentes ou en développement dans les entreprises mais aussi de développer une vision prospective d'ici à 2020.

Pour ce faire, le Cercle Intelligence Artificielle aux côtés des membres du CIGREF et d'un grand nombre de chercheurs et acteurs du domaine de l'intelligence artificielle, proposent dans ce Livre blanc, leurs analyses et réflexions.

Le Cercle IA a pour ambition de donner aux grandes entreprises les clés pour comprendre et intégrer les enjeux de l'intelligence artificielle et de faire un état des lieux sur les avancées de l'intelligence artificielle. Il s'agissait plus précisément :

- D'identifier les applications en cours ou en développement dans les entreprises ;
- D'identifier les bénéfices qu'elles en tirent ;

et d'analyser les enjeux de gouvernance qu'elle soulève au travers :

- des enjeux juridiques et éthiques ;
- des enjeux managériaux.

1.3.1. La démarche

L'approche privilégiée dans ce Livre blanc est une démarche de consensus afin de valoriser l'intelligence artificielle dans les entreprises, d'analyser les enjeux de gouvernance qu'elle soulève et d'accompagner les entreprises dans leur transition intelligente.

L'expertise juridique indispensable à l'objet de ce Livre blanc a été donnée par le cabinet Alain Bensoussan qui a donné vie à ce projet en assurant les auditions avec le CIGREF et sa construction.

Le Cercle IA a assuré l'organisation de cette démarche par des interventions enrichissantes des entreprises membres du CIGREF et d'acteurs se positionnant sur le marché de l'intelligence artificielle.

1.3.2. Les grands témoins

Afin d'identifier et de dresser un panorama des avancées de l'intelligence artificielle et de ses enjeux, des auditions de grands témoins ont été menées. Elles ont été ouvertes aux membres du CIGREF, participants au Cercle IA.

Plusieurs personnes spécialisées, acteurs du monde de l'intelligence artificielle et grands témoins de l'impact de l'intelligence artificielle, ont bien voulu faire partager leur réflexion sur ce domaine.

De plus, le Cercle IA a recueilli des retours d'expérience sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les entreprises. Ces témoignages font l'objet d'encadrés dans le Livre blanc. Ce Livre blanc est le reflet d'une réflexion commune, d'un partage, d'auditions et de travail collaboratif depuis un an des grands témoins et acteurs de l'intelligence artificielle.

1.4. LE PLAN

Ainsi, le présent Livre blanc présente un état de l'art de l'intelligence artificielle, décrit son cadre juridique et expose ses enjeux de management et ses enjeux éthiques.

2. L'ÉTAT DE L'ART

2.1. LE CADRE HISTORIQUE

Il existe de nombreuses définitions de l'intelligence artificielle. Il est intéressant de revenir sur ses origines et son historique, pour comprendre ses premières orientations et ses perspectives pour l'avenir.

En 1950, Alan Turing imagine, dans la revue « *Computing machinery and intelligence* »², un test consistant à confronter un ordinateur et un être humain, sans que ce dernier ne sache s'il avait affaire à une machine ou à un autre être humain. L'idée du test de Turing était que le jour où l'homme ne sera plus capable de savoir, dans une conversation en temps réel non préparée, si son interlocuteur est une machine ou un être humain, les ordinateurs pourront alors être qualifiés d'intelligents.

Alan Turing s'interrogeait donc déjà sur les possibilités pour une machine d'imiter une conversation humaine en créant son « jeu de l'imitation », un test d'intelligence artificielle. Il s'agit d'une tentative de définition d'un standard permettant de qualifier une machine d'intelligente.

Le terme « intelligence artificielle » est apparu pour la première fois en 1956 lors d'un séminaire avec de nombreux chercheurs, organisé par un mathématicien américain, John McCarthy, et dont l'objectif était de donner une suite à la cybernétique. La démarche initiale consistait à étudier l'intelligence humaine à partir des machines et plus précisément d'analyser ses fonctions afin de les intégrer dans un programme pour les reproduire.

Lors du congrès de Dartmouth en 1956, Marvin Lee Minsky a donné pour la première fois, une définition de l'intelligence artificielle : « 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.

L'intelligence artificielle sera définie en 1990 comme « une discipline étudiant la possibilité de faire exécuter par l'ordinateur des tâches pour lesquelles l'homme est aujourd'hui meilleur »³. D'autres définitions suivront : Winston évoque « l'étude des mécanismes permettant à un agent de percevoir, raisonner et agir »⁴, tandis que Nilsson écrira que « l'IA (...) étudie le comportement intelligent dans

² A. Turing, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind*, vol. LIX, n°236, 1950.

³ *Artificial Intelligence*, 1st Edition, Elaine Rich & Kevin Knight, McGraw Hill 1990.

⁴ Intelligence artificielle, Patrick Henry Winston, Interéditions I, 1992.

les artefacts. »⁵ En outre, dès son origine, l'intelligence artificielle cherche à imiter les fonctions de l'intelligence humaine qui reposent en grande partie sur le fonctionnement de notre cerveau et la logique.



Figure 1 : Historique de l'intelligence artificielle

⁵ Principes de l'intelligence artificielle, N.J. Nilsson, Cepadues, 1998.

2.2. LE REFERENTIEL CONCEPTUEL

2.2.1. La définition générale

Le dictionnaire Larousse définit l'intelligence artificielle comme un « ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine ». Wikipedia donne une définition similaire décrivant l'intelligence artificielle comme la « recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains ».

Le concept d'intelligence artificielle consiste ainsi à élaborer des programmes informatiques capables de reproduire et d'effectuer des tâches accomplies par des êtres humains demandant un apprentissage, une organisation, de la mémoire et un raisonnement.

+ « *L'Intelligence artificielle est une tentative de réplcation des capacités cognitives humaines en vue d'atteindre des objectifs de manière autonome en tenant compte des contraintes et des obstacles éventuels.* » **Stéphane Mallard, Chargé de la Stratégie, de l'Innovation et de la Prospective dans les salles de marché de la Société Générale**⁶.

2.2.2. La définition technique

Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales donne une définition technique de l'intelligence artificielle : « La recherche de moyens susceptibles de doter les systèmes informatiques de capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains »⁷.

Pour comprendre l'intelligence artificielle et la définir au mieux, nous pouvons nous inspirer de la définition du robot. Le robot est une machine qui perçoit, décide et prend une action. C'est une boucle perpétuelle.

L'intelligence artificielle perçoit l'environnement, l'analyse, et prend une décision en conséquence mais surtout apprend.

⁶ [Présentation de Stéphane Mallard, Comment l'intelligence artificielle va changer la vie et pourquoi il faut s'y préparer](#)

⁷ Lexicographie du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) créé par le CNRS.

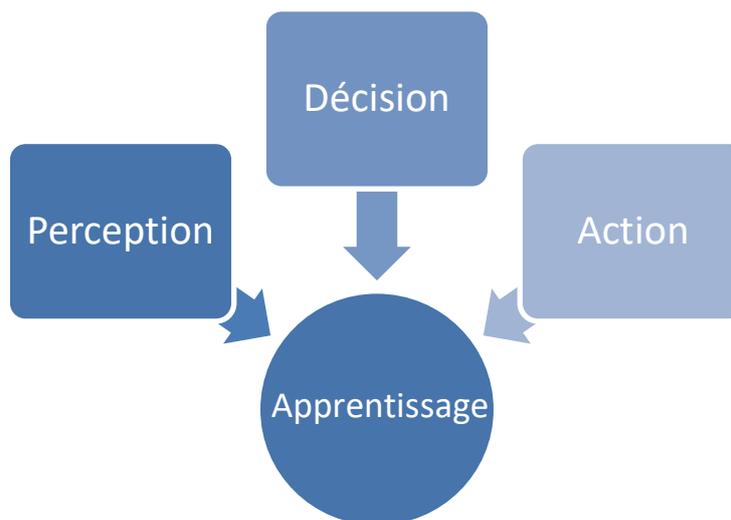


Figure 2 : Définition technique de l'intelligence artificielle

Pour la plupart des entreprises membres du CIGREF, l'intelligence artificielle repose essentiellement sur la notion d'apprentissage. Afin de permettre à un système d'apprendre, il faut mettre en commun des bases de données. Le *Big data* est donc un enjeu non négligeable. Watson d'IBM illustre parfaitement cette nécessité de l'apprentissage.

L'apprentissage est donc un point essentiel. Néanmoins, il existe plusieurs types d'apprentissage. Ceux qui apprennent à partir des algorithmes :

- supervisés : le système apprend à fournir la bonne réponse à partir de données lui indiquant des exemples ;
- non supervisés par l'homme : le système apprend seul à partir des données brutes.

La majorité des applications actuelles reposent sur l'apprentissage supervisé. Néanmoins, il existe de nombreux algorithmes non supervisés.

La notion d'intelligence artificielle n'est pas unitaire. Les experts font, en effet, une distinction entre deux formes d'intelligence artificielle :

- l'intelligence artificielle « faible » : elle vise simplement à imiter certaines fonctions de l'intelligence pour répondre à des missions spécifiques. Il s'agit des programmes les plus utilisés. La machine ne fait que donner une impression d'intelligence ;
- l'intelligence artificielle « forte » vise, quant à elle, à faire naître une sorte de conscience. Elle se rapproche du raisonnement humain en modélisant notamment les interactions neuronales et en développant la notion d'apprentissage.

A titre d'illustration, le projet de *Deep Learning* de Google « *Google Brain* » de 2012 est un réseau de neurones distribué sur de nombreux serveurs, et auquel lui sont donnés essentiellement des tâches d'apprentissage supervisé. Cette intelligence artificielle est fondée sur un algorithme prenant une forme d'apprentissage non-supervisé et il donne d'impressionnants résultats dans le domaine de la reconnaissance d'image, du traitement de la voix, de la traduction automatique, et quelques autres tâches. Il s'apparente plutôt à une réplique des fonctions basses du cerveau, comme la perception

visuelle. Il s'agit d'une étape importante dans le sens du développement d'une intelligence artificielle forte même si d'énormes progrès restent à faire.

Le grand public a été sensibilisé par l'intelligence artificielle forte. Cette forme d'intelligence artificielle fait par ailleurs l'objet de vives critiques notamment :

- ontologiques, aux motifs que la conscience est le propre des êtres vivants ;
- anti-cognitives, refusant d'assimiler le calcul et la compréhension, d'appréhender la pensée selon un modèle d'algorithme.

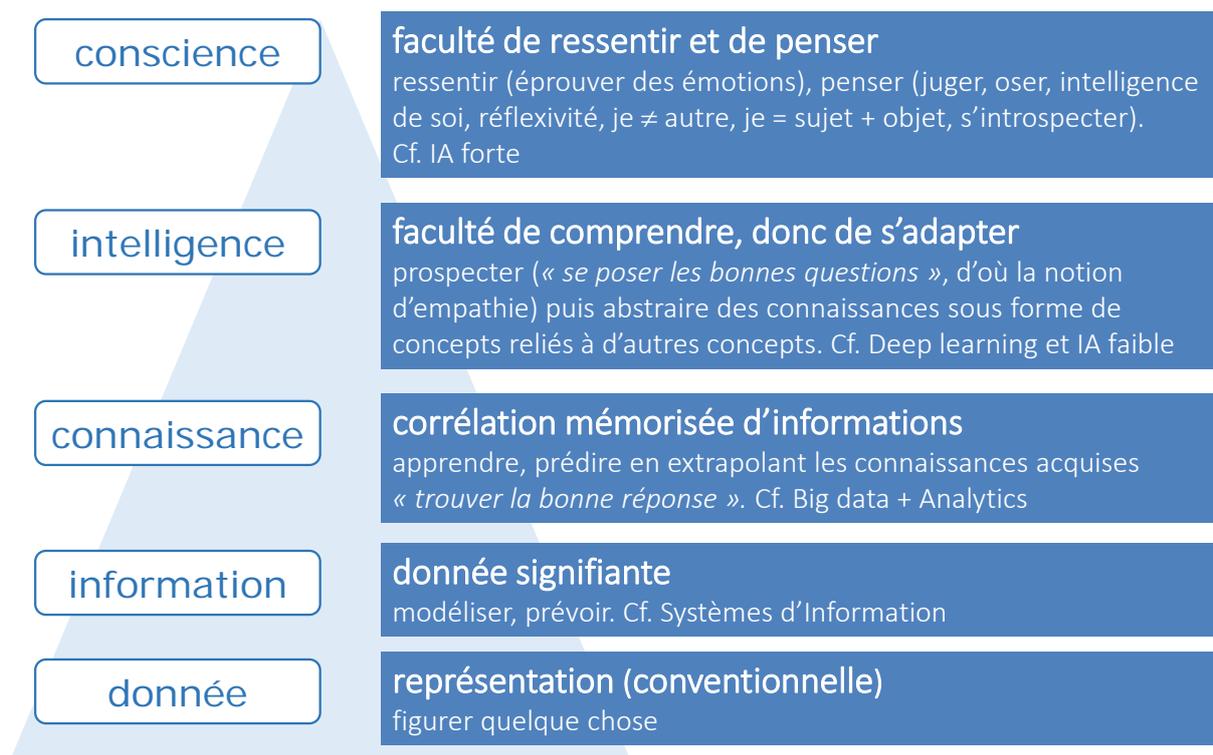


Figure 3 : Les 5 niveaux de la pyramide cognitive - Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale

+ « De manière générale, il peut être utile d'explicitier et d'articuler les différents niveaux cognitifs mis en jeu par les systèmes cognitifs en les situant sur une pyramide dite « cognitive », allant de sa base à son sommet, de la donnée à la conscience. À l'image de la « pyramide de Maslow », chaque niveau de cette pyramide n'existe qu'en s'appuyant sur ses niveaux inférieurs ».

Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale.

2.3. L'EXPRESSION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

2.3.1. La matérialisation

L'intelligence artificielle a intégré depuis plusieurs décennies de nombreuses applications et divers processus. Aujourd'hui, certaines technologies d'intelligence artificielle permettent de mieux répondre aux exigences du *Big data*. C'est le cas du *Machine Learning* notamment.

2.3.1.1. Le *Machine Learning*

Le *Machine Learning* regroupe des algorithmes qui apprennent à partir d'exemples, de données. Le *Machine Learning* essaie de prédire des valeurs à partir de jeux de données qui lui servent d'exemples. La qualité du *Machine Learning* dépend de la qualité des données. Une rupture risque donc de se créer entre les entreprises qui ont les données (de qualité) et celles qui ne les ont pas.

Cela permet une analyse prédictive afin de détecter notamment les risques, les usages et les besoins. Google utilise notamment le *Machine Learning* avec Youtube afin de classer toutes les vidéos. L'objectif est d'obtenir une prédiction dotée d'une grande puissance.

Il existe plusieurs types d'apprentissage du *Machine Learning*, décrits ci-dessous par Aurélien Géron, *Product Manager YouTube* chez Google France.

- **L'apprentissage supervisé.** Le *Supervised Learning* consiste à fournir des exemples au système en lui indiquant la bonne réponse, et il apprend à fournir la bonne réponse dans de nouveaux cas. Il s'agit par exemple de la :
 - classification : des milliers de vidéos de sport sont données au système en lui indiquant de quel sport il s'agit, et il est ensuite capable d'identifier le sport dans de nouvelles vidéos ;
 - régression ou prédiction de valeur : de nombreux exemples de maisons sont donnés au système en précisant toutes les caractéristiques et le prix de vente, et il est ensuite capable de prédire le prix de vente d'une nouvelle maison, étant données ses caractéristiques ;
 - prédiction de risque : de nombreuses caractéristiques de patients sont fournies au système en indiquant s'ils ont souffert ou non d'une maladie et le système prédit ensuite le risque qu'un nouveau patient développe cette maladie, en fonction de ses caractéristiques.
- **L'apprentissage non-supervisé.** L'*Unsupervised Learning* consiste à fournir de nombreux exemples au système, mais cette fois sans lui donner de « bonne réponse ». A titre d'illustrations :
 - le partitionnement ou *clustering* : le système apprend tout seul à détecter des groupes de clients similaires en vue d'un marketing particulier pour chacun ;
 - la détection d'anomalie ou de nouveauté : le système apprend tout seul à identifier des cas qui sortent de l'ordinaire, pour la détection de fraude à la carte bancaire ou la détection de défauts de production dans l'industrie ;

- la réduction de dimensions : le système apprend tout seul à identifier les dimensions les plus importantes dans un jeu de données afin, par exemple, de les représenter visuellement d'une façon qui permette à un humain de mieux comprendre les données, ou simplement afin de les compresser ;
- les règles d'association : le système apprend tout seul à détecter des corrélations fortes. Par exemple, les clients qui achètent un produit achète souvent un autre avec, donc il faut placer ces deux produits à proximité dans un supermarché.
- **L'apprentissage semi-supervisé.** Le *Semi-supervised Learning* consiste à fournir de nombreux exemples au système, ainsi que la « bonne réponse » pour certains d'entre eux. Par exemple, Google Photos détecte automatiquement les personnes sur les photos et crée tout seul un dossier pour chaque personne. Il donne ensuite à l'utilisateur la possibilité de préciser qui sont ces personnes et de corriger quelques erreurs. Le système utilise ces informations pour s'améliorer.
- **L'apprentissage par renforcement** ou le *Reinforcement Learning*. Le système est libre d'évoluer dans son environnement qui peut être physique dans le cas d'un robot, mais peut également être un environnement virtuel. Ce système reçoit des récompenses ou des punitions selon ce qu'il fait et il tente de s'améliorer pour avoir le plus de récompenses possibles. C'est l'exemple :
 - d'un robot qui apprend à marcher tout seul. On lui donne une récompense quand il approche de son objectif, et on lui donne une punition lorsqu'il tombe ou perd du temps. A partir de cette supervision réduite, il est capable d'apprendre tout seul à contrôler ses moteurs pour se déplacer efficacement ;
 - d'un « bot » dans un jeu vidéo qui joue contre le joueur et apprend de ses erreurs pour s'améliorer.

Dans la grande majorité des cas, les algorithmes d'auto-apprentissage fonctionnent en tentant de modéliser les données observées, c'est à dire en ajustant les paramètres d'un modèle, par exemple, un modèle linéaire, polynomial, un arbre de décisions, ou encore un réseau de neurones, afin de coller au mieux aux données fournies pour l'apprentissage. L'objectif est ensuite que ce modèle fonctionne également bien pour de nouveaux cas.

Les domaines d'application de l'intelligence artificielle sont divers car l'intelligence artificielle consiste à répliquer les capacités humaines. La *video analytics*, avec la technologie de *computer vision*, l'*identity analytics* qui permet de faire de la reconnaissance biométrique mais aussi les agents virtuels, les systèmes experts sémantiques, etc.

Toutes les entreprises peuvent bénéficier d'un *Machine Learning* utile notamment pour le marketing afin d'estimer la valeur des clients, identifier les segments d'utilisateurs et mettre en place des *targeting* de réduction. Mais il est très utile aussi dans le domaine des ventes en priorisant les prospects *via* la détermination des probabilités d'achat ou l'espérance des bénéfices (en faisant de la prévision sur les demandes).

Le *Machine Learning* permet aussi de déterminer tout type de risque comme la détection de fraudes, l'estimation des recouvrements. Les ressources humaines pourraient aussi profiter des bénéfices du

Machine Learning afin de filtrer les CV, prédire les employés susceptibles de partir, recommander des cours ou formations ou encore détecter des talents.

Google s'appuie également sur le *Knowledge Graph*, initié par Freebase sur la base des données de Wikipédia. Il est progressivement alimenté par des centaines de millions de concepts regroupés en un énorme graphe. Chaque nœud du graphe est un concept interconnecté avec d'autres concepts. Chaque entreprise peut faire son Graph avec Wikidata. Les entreprises doivent investir dans des jeux de données de qualité afin qu'ils soient représentatifs des contenus. Cela permet l'amélioration d'un modèle. Cela demande un budget d'évaluation humaine comme avec le *Mechanical Turk* d'Amazon, application web de *crowdsourcing* qui vise à faire effectuer par des êtres humains contre rémunération, des tâches comme l'analyse ou de produire de l'information dans des domaines où l'intelligence artificielle est encore trop peu performante. Par ailleurs, les données vieillissent, il convient donc de mettre à jour les données et de surveiller les signaux.

+ « Il y a toujours un risque avec le Machine Learning : c'est le sur-apprentissage. Certains modèles fonctionnent sur un jeu de données mais ne pourront être généralisés. Afin d'éviter cela, il faut s'inspirer de la théorie du rasoir d'Ockham. Lorsque plusieurs hypothèses se profilent, il vaut mieux choisir la plus simple (...). Une partie importante du travail de conception d'un système de Machine Learning est d'ajuster les paramètres de l'algorithme afin que le système apprenne au mieux des exemples fournis, mais sans sur-apprendre. Par exemple, si je fournis à Google Photos plusieurs photos d'un ami assis sur un canapé, le système ne doit pas apprendre que le canapé fait partie de mon ami ».

Aurélien Géron, Product Manager YouTube, Google France.

Les perspectives du *Machine Learning* chez Google consistent à optimiser des systèmes existants en interne. Il apporte une amélioration du système mais le simplifie aussi. Sans le *Machine Learning*, certains projets seraient impossibles à réaliser. Il y a surtout un mouvement d'ouverture chez les géants du web américains.

Aurélien Géron, Product Manager Youtube chez Google France, recommande l'utilisation de TensorFlow, TensorFlow.org qui a des tutoriels de A à Z.

TensorFlow est un *framework* de calcul généraliste. Il convient de détailler le calcul sous la forme d'un graphe et *TensorFlow* s'occupe de la distribution des tâches. Il est en *Open Source*. *TensorFlow* peut être utilisé *via* le langage Python, ou bien avec le langage C++ pour certains besoins très pointus."

Deep MINIST est un 2e tutoriel. Le code est tout petit. Cela ressemble à du pseudocode. Pour la gestion du texte, il existe *Vector Representations of Words*. Il complète les phrases et fait les liens entre les mots. A terme, il y aura une compétition des plus grands de la Tech pour sortir des *frameworks* en *Open Source*.

Un réseau de neurones peut sortir des résultats totalement erronés, tristes en termes d'image voire socialement inacceptables. Lorsqu'un algorithme signale un risque qu'un contenu ait un caractère illicite, il est indispensable qu'un homme puisse reprendre la main. Autrement dit, le réseau de neurones donne des scores mais le décisionnaire reste l'être humain.

2.3.1.2. Le *Deep Learning*

Le *Deep Learning* qui est considéré comme l'avancée opérationnelle majeure en termes d'intelligence artificielle repose sur la capacité d'une technologie à apprendre à partir de données brutes. On le retrouve dans le domaine de la reconnaissance vocale ou faciale et dans le traitement de texte. Il s'agit d'un modèle proche du fonctionnement biologique du cerveau humain.

Le *Deep Learning* a été développé progressivement depuis les années 1950, avec des périodes de grandes promesses et des périodes de gel. Parmi les grands noms du *Deep Learning*, il faut citer Yann LeCun, chercheur en intelligence artificielle, vision artificielle et robotique, professeur à l'Université de New York et directeur de *Facebook AI Research (FAIR)*, qui a développé des systèmes de reconnaissance de caractères ultra-performants à base de réseaux de neurones. Mais aussi, Geoffrey Hinton, psychologue spécialisé en cognition et informaticien, chercheur en intelligence artificielle, professeur à l'Université de Toronto et employé chez Google, qui est parvenu à entraîner des réseaux de neurones profonds avec des techniques nouvelles en 2006.

Schématiquement, un réseau de neurones est un ensemble de neurones artificiels, inspirés des neurones biologiques mais extrêmement simplifiés, qui sont connectés les uns aux autres et s'échangent des signaux très simples, par exemple un nombre de 0 à 1. Il existe de nombreuses façons d'interconnecter ces neurones. La plus fréquente est une organisation en couches superposées : tous les neurones d'une couche sont connectés à tous les neurones de la couche suivante. Lorsqu'il y a plus de deux couches, on parle de *Deep Learning*. Les données à analyser, par exemple une photographie dont il faut détecter si elle contient un chat ou un chien, sont fournies en entrée de la couche basse. Certains neurones s'activent et envoient des signaux à la couche supérieure, et ainsi de suite jusqu'à la couche la plus haute, parfois constituée d'un seul neurone. Dans l'exemple précédent, si ce neurone s'active c'est un chat, sinon c'est un chien.

Entraîner le réseau de neurones consiste à lui donner de nombreux exemples de photographies et à corriger légèrement la force de connexion entre chaque neurone lorsque le système fait une erreur, de façon à réduire cette erreur.

+ « Chez Google, des milliers de projets utilisent le Machine Learning, de l'amélioration des recommandations à la classification des images en passant la reconnaissance vocale et la traduction automatique. Cela requiert souvent des réseaux profonds de plusieurs dizaines de couches, des dizaines de milliers de neurones et des milliards de connexions. Ces réseaux doivent être ré-entraînés régulièrement, parfois quotidiennement afin de s'adapter aux changements des contenus et des usages, ce qui requiert une puissance de calcul très importante. Cela a bien sûr un coût, mais l'amélioration des services que le Machine Learning permet le justifie amplement ».

Aurélien Géron, Product Manager Youtube chez Google France

Le *Deep Learning* est donc très puissant mais aussi coûteux. Il convient de le conserver pour les classes les plus importantes et utiliser d'autres algorithmes de *Machine Learning* qui peuvent aboutir à un résultat suffisant à moindre coût. Si l'impact est trop faible, il faut arrêter. Un rapide POC est indispensable.

Quelques chiffres – Le *Machine Learning* chez Google

Le *Machine Learning* existe chez Google depuis 10 ans et cela fait 6 ans que la société l'utilise et le développe intensivement. Lors de l'introduction d'un système de *Machine Learning* dans un système existant, on constate généralement une grande amélioration des performances du système, souvent de l'ordre de +50%. Les progrès ultérieurs sont moins spectaculaires et plus difficiles, mais tout de même intéressants. La leçon à retenir est que l'on a souvent beaucoup à gagner à introduire le *Machine Learning*, même avec des algorithmes simples pour commencer.

2.3.2. Les robots, avatars et *chatbots*

Avatars. L'intelligence artificielle sans coque, sans enveloppe corporelle, constitue des avatars. Les avatars n'existent que dans le monde virtuel. Néanmoins, les plateformes d'intelligence artificielle posent des problématiques similaires à celles des robots.

Définition de robot par ses caractéristiques. Le terme robot est difficile à définir. Tout peut potentiellement être un robot. Toutefois, il convient d'avoir quatre caractéristiques pour en être un :

- une polyvalence ;
- un apprentissage ;
- une autonomie ;
- une interactivité.

Cela permet d'encadrer la notion d'intelligence artificielle chez le robot, et de mieux la comprendre. Le robot est une machine qui perçoit, décide et prend une action. C'est une boucle perpétuelle. Ce qui reste encore difficile à maîtriser, ce sont les parties « perception » et « action » du robot. Il y a par ailleurs, trois sortes de robot, celui qui :

- n'a aucune partie perception, il est donc sourd et aveugle ;
- est en interaction, doté de bras mais n'en fait pas grand-chose ;
- est une machine intermédiaire, telle que le robot aspirateur.

Les dernières avancées en matière de robotique nous permettent d'assister au début de la robotique émotionnelle liée à l'intelligence artificielle. La robotique émotionnelle repose sur le mimétisme des sentiments humains et une grande capacité d'analyse. Notons que 80% de la communication chez l'être humain est non verbale ; ce qui ne va pas sans poser de nombreux défis dans la robotique pour analyser cette gestuelle et la traduire en langage informatique.

La perception comprend aussi la contrainte mécatronique, qui regroupe des contraintes de fiabilisation, un problème de sécurité et de nombreuses autres contraintes.

Ubiquité. Il convient d'ajouter un critère supplémentaire. Il s'agit de l'ubiquité ou de l'omniprésence. Au lieu d'un système 2D ou 3D, on passe au système 4D. L'ajout de l'intelligence artificielle à l'ubiquité a un impact significatif dans les sociétés. Tout ceci peut être remis en cause par un système d'interaction entre les hommes *via* une intelligence artificielle qui sera capable en temps réel et en tout lieu de remplacer un être humain.

Le côté ubiquitaire peut être illustré par les Peppers de *SoftBank Robotics*. Lorsque ces derniers sont l'un en face de l'autre, ils communiquent. La société *SoftBank Robotics* a par ailleurs un partenariat avec IBM pour transposer Watson sur Pepper.

Quelques chiffres – *SoftBank Robotics*

La société Aldebaran Robotics devenue *SoftBank Robotics* a construit trois robots : Romeo, Pepper et Nao pour interagir avec l'homme. La société se positionne dans une relation Homme-Machine intime.

« Plus de 9 000 Nao ont été vendus notamment à des chercheurs, dans le domaine de l'enseignement, dans les maisons de retraite mais aussi à des entreprises qui utilisent Nao pour accueillir les clients. Près de 10 000 Pepper ont été vendus au Japon pour des applications d'accueil dans les magasins mais aussi chez des particuliers. »

Rodolphe Gelin, Directeur de l'innovation et de la recherche de *SoftBank Robotics*

La particularité du robot par rapport à d'autres types d'intelligence artificielle est son lien physique avec l'environnement *via* des capteurs. Il y a de l'intelligence artificielle dans la décision mais aussi dans la perception et l'action. Le robot est amené à prendre de l'information dans le monde réel contrairement au logiciel qui prend des informations déjà numérisées, les données. Il a fallu 20 ans de recherches pour réussir le bouclage perception, décision, action.

Le robot peut avoir un rôle multiple dans la société ; il n'y a pas de modèle de compétence fixé et l'interaction au sein du personnel d'une entreprise peut remettre en cause les relations hiérarchiques. Le sachant ou le référent ne sera plus le même homme, ce sera peut-être une machine.

Le *Deep Learning* peut être intégré dans un robot afin, par exemple, qu'il se déplace sans se cogner dans l'environnement. Il va progressivement apprendre à éviter les collisions. Le *Deep Learning* dans un robot pose aussi la question de l'apprentissage du bien et du mal.

La voiture autonome sera en 2020 sur toutes les routes et est à la pointe dans la robotique. Elle illustre le fait que la perception, l'action et la décision sont les critères et la définition de l'intelligence artificielle dans le monde 4.0.

Chaîne de valeurs des robots, Sylvain Girard, cofondateur de la startup *Angus.AI*.

La valeur avec le robot doté d'IA est l'action qui ressort : de communiquer correctement, de se déplacer correctement. Un point particulier de la robotique, la cobotique permet de travailler avec un robot en changeant le processus des chaînes industrielles. La valeur est ici l'action.

Dans la société Angus.AI spécialisée dans la mise à disposition d'une plateforme d'intelligence artificielle, la valeur réside dans les capteurs, afin de donner des yeux et des oreilles aux machines. L'aspect de perception est indispensable

Chatbots. Les *chatbots* ou agents conversationnels sont des robots logiciels dotés d'intelligence artificielle pouvant dialoguer avec un être humain en langage naturel ou à l'écrit par *chat*. Ce sont des systèmes capables de percevoir, décider, agir et apprendre, dotés d'une indépendance, qui bousculent la logique marketing relationnelle mais aussi représentent à eux-seuls un *e-helpdesk* qui désengorge les centres d'assistance en donnant notamment des conseils et des informations. Ces agents virtuels peuvent exécuter des processus assez complexes et permettent de profiter de leur élasticité pour augmenter la qualité des services et des besoins au sein d'une entreprise.

Engager un roboticien, Olivier Guilhem, SoftBank Robotics

Il y a une convergence entre le roboticien et l'informaticien. Ce sont deux milieux qui se sont rapprochés. Plusieurs entreprises ont compris cette convergence et ont mis en place des équipes qui fonctionnent ensemble.

Il est fortement recommandé de mélanger les cultures et d'engager un roboticien dans les équipes. Amazon et Google ont compris cette convergence et ont mis des équipes qui fonctionnent ensemble.

Si l'entreprise estime qu'elle a une population BtoC et est capable d'interagir sur le marché, il faut prendre un robot qui existe et l'expérimenter. Sylvain Girard et Olivier Guilhem sont unanimes : « C'est en faisant qu'on apprend ».

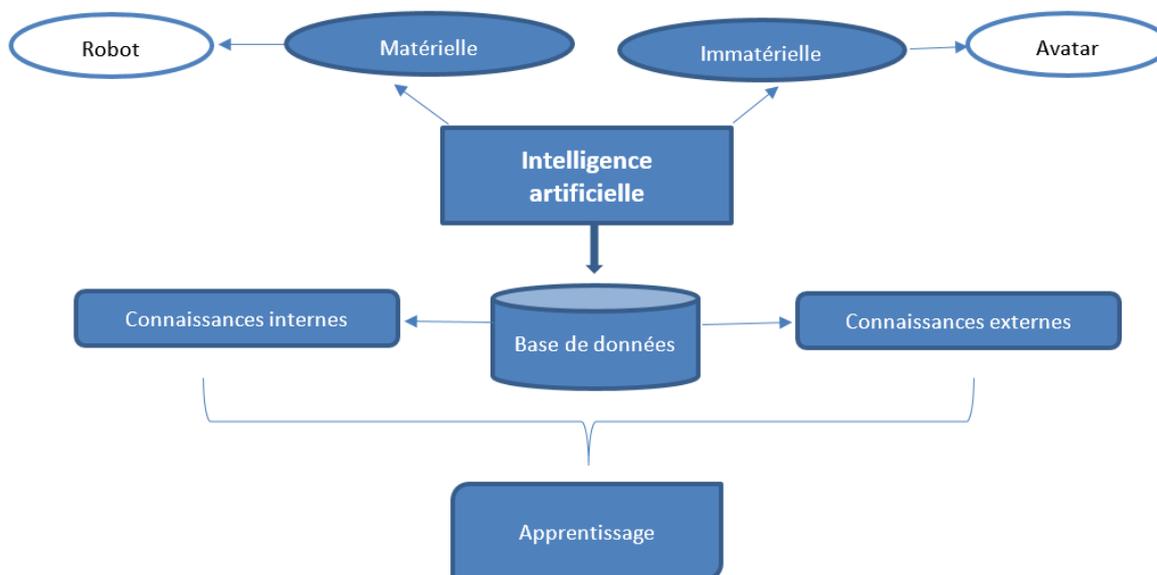


Figure 4 : Intelligence Artificielle

3. LES ENJEUX DE MANAGEMENT

3.1. L'EXPRESSION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES GRANDES ENTREPRISES

3.1.1. De la transition numérique à la transition intelligente

Toutes les grandes entreprises ont amorcé leur transformation numérique depuis longtemps. L'intelligence artificielle introduit une nouvelle transition, après celle du numérique. Elle constitue déjà une rupture dans la construction même des systèmes informatiques, dans le *hardware*. Les technologies cognitives permettent en effet le traitement des données en parallèle et non plus de manière séquentielle comme c'est le cas avec l'informatique classique. Cela permet le traitement de masses de données en temps quasi réel et la réalisation de plusieurs opérations en même temps et met donc en exergue les enjeux actuels du *Big data*.

L'intelligence artificielle est rattachée au *business* et l'IT est un support essentiel au développement des algorithmes. Le numérique impacte toute l'entreprise et suppose un rapprochement des équipes et de nouvelles formes de co-construction. Il semble donc indispensable de rattacher la DSI au *business*.

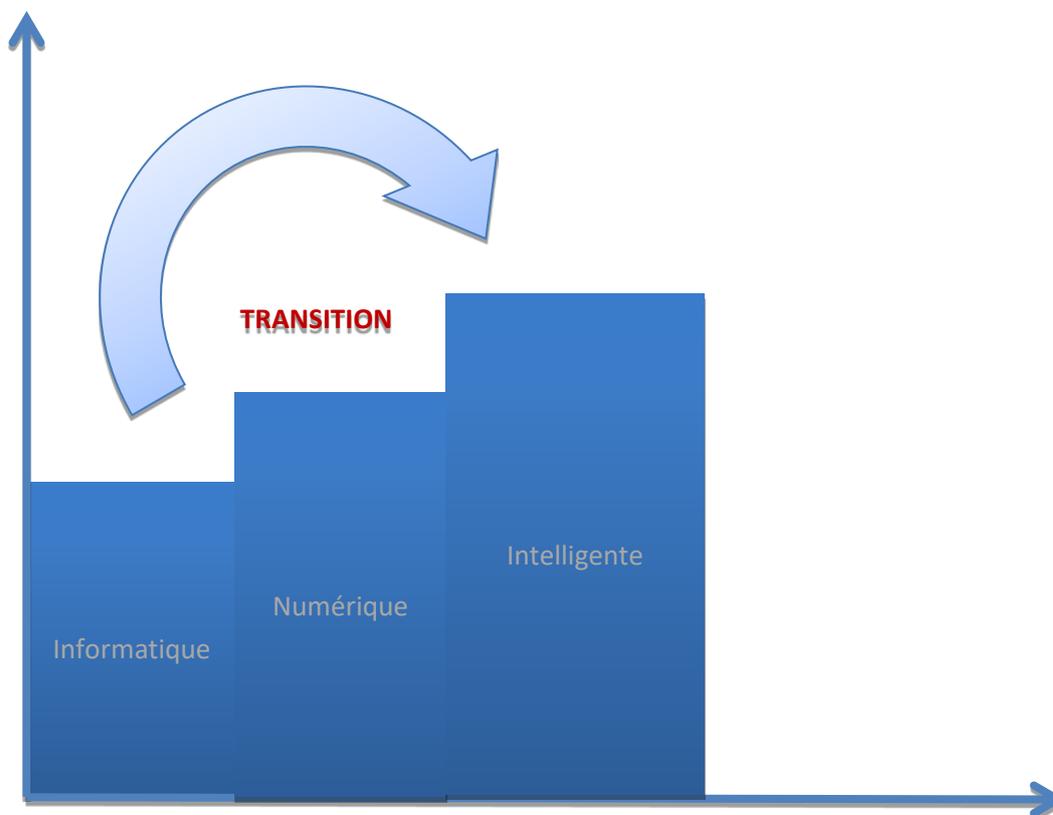


Figure 5 : Les différentes transitions dans une entreprise

+ « Afin de ne pas se faire ubériser, c'est-à-dire voir sa valeur ajoutée dans la chaîne de valeur captée par un nouvel entrant qui identifierait une valeur précieuse pour nos clients à laquelle les acteurs classiques ne répondraient pas, il convient de procéder à la transformation digitale et intelligente. Elle permet d'enlever les points de douleur en interne et d'expérimenter plus facilement les services au client. »

Serge Besnard, *Digital transformation manager of the Polymer B.U. of TOTAL.*

L'intelligence artificielle correspond à du 4.0.

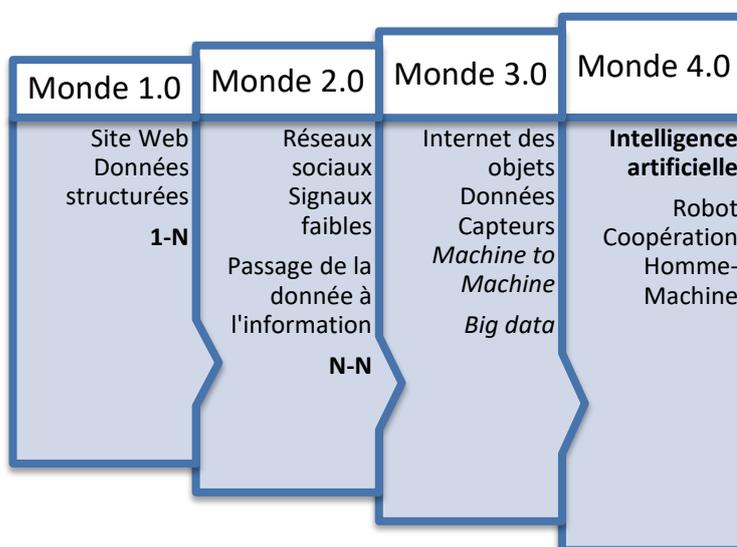


Figure 6 : Structures des internets

3.1.2. L'état des lieux de l'intelligence artificielle dans les grandes entreprises

Les questions suivantes ont été posées aux entreprises membres du CIGREF :

- Comment vous situez-vous par rapport à la transition digitale ?
- Avez-vous des projets d'intelligence artificielle ?
- Avez-vous un budget intelligence artificielle, un plan d'investissement ?
- Vous sentez-vous en capacité de diriger cette transition ?

Toutes les entreprises ont conscience de l'impact de l'intelligence artificielle et s'y préparent d'ores et déjà.

+ « Nous sommes aujourd'hui plus proches de l'année 2030 que de l'année 2000 ! Comment passer d'un monde à l'autre ? Regardons avec lucidité les tendances des industries de 2030.

Elles sont déjà en train de se dessiner aujourd'hui. Les progrès de la science, les progrès de la technique vont à une vitesse extraordinaire, que l'on peut qualifier d'exponentielle. Les conséquences sur les modèles d'affaires sont déjà et seront considérables. L'idée même d'entreprise ou d'activité humaine évoluera profondément au cours des années à venir, avec tout ce que cela implique de recompositions et d'émergences.

Cette accélération exponentielle change complètement notre vision du monde et de notre environnement, où s'accumulent les ruptures, qui ont toutes pour effet direct ou indirect, de bouleverser la logique des interactions (cf. la notion d'accélération proposée par le Professeur Ahmed Bounfour), au-delà de la révolution digitale déjà en cours. Ainsi, l'intelligence artificielle, ainsi que les plateformes digitales associées à la multitude, l'Internet of Everything et la Blockchain, restructurent et réorientent profondément les flux et les relations qui s'établissent entre acteurs.

Il faut aller aujourd'hui au-delà de l'idée de transformation (qui exprime fort bien les changements d'états), au-delà de l'idée de transition (qui exprime fort bien le changement dans la continuité et la préservation des ressources), au-delà de l'idée de révolution (qui exprime fort bien les ruptures qui interviennent dans notre environnement). Il faut désormais penser l'entreprise au travers de l'idée de métamorphose, la seule idée à présenter, comme le rappelle Edgar Morin, « le même niveau de radicalité que l'idée de révolution tout en contenant l'idée de conservation » des ressources. Pour faciliter l'adaptation de l'entreprise et de ses collaborateurs aux profondes mutations de notre environnement, il nous faut aujourd'hui, à la fois penser en rupture et agir en continuité ».

Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale

Un élément décisif pour adapter l'entreprise aux évolutions et aux enjeux de son environnement est de repenser les relations avec les parties prenantes de l'entreprise et notamment avec le client. Il ne s'agit pas tant de souligner que « le client est important » mais d'insister sur l'interaction avec le client. L'autre n'existe qu'à travers les interactions qu'on développe avec lui. Avec l'intelligence artificielle, qu'est-ce qui caractérise une interaction réussie ? Qu'est-ce que cela signifie concrètement en termes de canaux, de contenus, de connaissance du client, et surtout d'engagement envers le client ?

Certaines entreprises ont eu l'idée d'une cellule « Innovation et prospective » afin de mener une analyse et une réflexion de l'impact de l'intelligence artificielle dans l'entreprise. Cela a pour objectif de franchir le pas sans pour autant délaissé les salariés qui sont au centre du sujet.

Ces cellules permettent le partage d'idées. L'objectif étant d'échanger afin de faire de la prospective, et ce, de manière participative *via* des colloques, séminaires, comptes rendus écrits ou encore des scénarios, selon le choix des structures.

A la Société Générale, la cellule « Prospective stratégique » considère l'intelligence artificielle sur un horizon de dix à quinze ans. Sa conviction est que l'entreprise doit pouvoir s'appuyer sur ses

collaborateurs, en tant que vecteurs de changement, en les faisant directement participer aux réflexions sur l'intelligence artificielle et ses conséquences, de manière à leur permettre de « visualiser » et de s'approprier les mutations à venir. La Société Générale opère sa transition en cherchant à favoriser l'émergence d'une communauté ouverte autour de l'intelligence artificielle, car les solutions pour mettre en œuvre l'intelligence artificielle ne pourront pas être celles d'une entreprise en particulier. Pour ce faire, sa cellule de « Prospective stratégique », constituée de trois personnes, a pris l'initiative de construire, puis de diffuser sur plus d'un an, une présentation de sensibilisation, constituée d'un exposé suivi d'un débat :

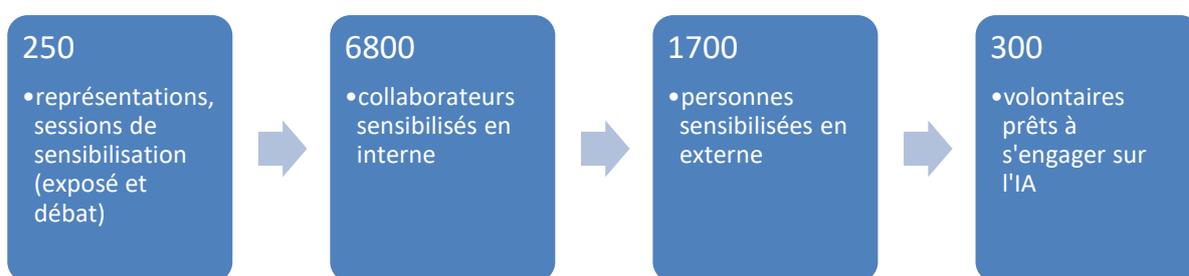


Figure 7 : Bilan de la sensibilisation de la cellule « Prospective stratégique » de la Société Générale

Cette présentation de sensibilisation a été largement diffusée par capillarité. Ainsi, de nombreuses entreprises, écoles, associations ont sollicité cette équipe de prospective, pour accélérer leur prise de conscience des enjeux et des objectifs liés à l'intelligence artificielle.

Le constat fait par l'équipe de la Société Générale est qu'il y a de fortes attentes autour de la création d'une communauté ouverte et une véritable envie de s'organiser pour continuer de réfléchir et commencer à expérimenter. Il ressort en particulier de ces présentations et des réactions des participants que la notion d'empathie (artificielle), en tant que déclinaison relationnelle de l'intelligence (artificielle), apparaîtra de plus en plus comme un élément central de la stratégie des entreprises.

+ « "L'Homme est la mesure de toute chose"⁸. Comment faire, à la lumière des bouleversements provoqués par l'intelligence artificielle, pour que l'humain reste présent dans l'Homme ? Et pour que l'Homme reste la mesure de sa propre évolution ? »

Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale

En matière bancaire, un service d'intelligence artificielle peut anticiper des solutions personnalisées en temps réel mais aussi anticiper les besoins des clients. L'intelligence artificielle sera par ailleurs un

⁸ Protagoras, Platon (Théétète) (151e-152c) ; Sextus Empiricus (Contre les savants)

assistant personnel aux côtés des salariés pour permettre à ces derniers de se concentrer sur ce qu'ils savent faire de mieux.

Selon Serge Besnard, *Digital Transformation Manager of the Polymer B.U* de Total, puisque le digital se réapproprie le sujet du numérique, il faut avoir un pendant du DSI et le mettre en place.

La stratégie de Serge Besnard a été d'élaborer une feuille de route qui se décompose en trois axes :

- Tisser des liens plus forts avec les clients ;
- Optimiser les processus internes ;
- Accélérer la mise sur le marché de nouveaux développements.

**Implémentation d'une application d'IA pour mieux traiter l'information formelle et informelle –
Serge Besnard, *Digital Transformation Manager of the Polymer B.U* de TOTAL
et Chantal Bottelin, *Digital Innovation Manager* à la DSI de TOTAL**

L'entité génère plus d'une dizaine de milliers de rapports de visite chaque année, et l'historique n'est matériellement pas exploitable aujourd'hui puisque personne ne peut tout lire. Même si une grande partie peut paraître obsolète, notre monde industriel changeant vite, nous pourrions en tirer encore des enseignements surprenants pour peu qu'un algorithme se penche sur la question.

Serge Besnard a pris la décision d'implémenter une application, Oliphant pour récupérer de l'information à partir de données non structurées. Lors des réunions, les vendeurs ont énormément d'informations qui leurs sont communiquées mais la plupart du temps, l'information importante se trouve dans les échanges informels. Les moyens et procédures dont ils disposent pour rendre compte de leurs échanges font qu'une partie seulement de ces informations atteint efficacement l'organisation. Parfois, la rédaction d'un rapport complet ne se justifie pas, pourtant l'information doit être relatée rapidement, dans un contexte de mobilité qui ne favorise pas la prise de notes. Comment faire ?

Il faut faire attention, car il y a déjà beaucoup d'applications et nous sommes déjà en overdose d'écran et de texte. Le *chatbot* reste de l'écrit *via* un clavier, mal adapté à la mobilité. L'étape suivante, c'est la voix. Amazon a tout compris avec Echo, l'assistant vocal intelligent mais c'est surtout un assistant commercial. Le produit Oliphant est adressé à toutes les personnes en contact avec les clients, en premier lieu les commerciaux, mais des dirigeants pourraient l'utiliser pour partager avec leurs équipes les faits marquants de leurs rencontres à haut niveau.

L'app Oliphant, développée par l'agence digitale française Niji va enregistrer un court compte rendu dicté en anglais par le collaborateur, même sans réseau, et quand il y aura du réseau, il va le retranscrire en utilisant une API de *speech-to-text*, aujourd'hui celle de Nuance. L'application est conçue de telle façon qu'un autre moteur de transcription puisse être utilisé très facilement. Le monde des moteurs de transcription évoluant très rapidement, il est important que la philosophie de l'outil intègre l'agilité et soit agnostique vis-à-vis des API.

Pour l'analyse sémantique, Serge Besnard et Chantal Bottelin de la DSI Total ont travaillé avec la jeune pousse française OWI. Ils leur ont fourni un thésaurus métier et une partie des comptes-rendus historiques à fin d'entraînement du moteur d'analyse syntaxique. OWI est capable de détecter les messages, les problèmes de sécurité, et de faire de la classification à partir de *verbatim* et de l'introduire au bon endroit. Il permet de passer du non structuré au structuré. Ces *verbatim*, et les métadonnées associées, sont ensuite introduits et classés dans le CRM de la société. Enfin, OWI propose un tableau de bord pour naviguer dans les comptes-rendus produits par le système.

L'application enregistre le message qui peut s'enrichir avec du texte, éventuellement avec Siri et envoyer au moteur, une liste des messages et leurs traitements organisés par titres (les premiers mots). Une analyse sémantique sera effectuée sur les informations relatives à la concurrence. Cette analyse sera structurée. L'autre idée est le bouton télécommande connectée, comme Dash d'Amazon, pour faire ses courses en ligne. Ce bouton serait utilisé pour établir une relation privilégiée avec nos clients, un peu comme la sonnette sur le comptoir d'un hôtel.

Serge Besnard prend le pari qu'il n'y aura plus d'écrans dans 5 ans ou du moins que la part des écrans dans nos interactions avec le numérique diminuera très fortement. Les interfaces vont évoluer, la parole ou le geste suffiront.

Une équipe de choc transversale s'est créée au sein de la société AXA Groupe, la *Foresight Squad*, afin de sélectionner et d'analyser les innovations. L'intelligence artificielle a été sélectionnée en 2016. Grâce à une méthode, cette analyse permettra de dévoiler différentes stratégies possibles face aux potentialités de développement de l'intelligence artificielle Selon Cécile Wendling, Responsable de la prospective chez Axa Group : « En multipliant les différents futurs possibles, on arrive à faire sortir des invariants qui doivent permettre de guider les orientations à prendre à court et à moyen terme. La projection permet de savoir que tout est réversible. La prospective ne sert pas à prédire, c'est un outil dont l'usage dépendra des stratégies de chacun. L'outil scénario n'est qu'un outil pour donner du sens. »



La *Foresight Squad* d'Axa utilise une méthode d'élaboration de scénarios morphologiques comprenant 3 étapes :

- Sélectionner des variables qui ont un impact sur l'émergence de l'IA ;
- Découper ces variables en hypothèses ;
- Combiner les différentes hypothèses pour former des scénarios.

Ces différents scénarios permettront de mettre en place différentes stratégies afin de savoir ce que l'entreprise peut en faire. En règle générale, sont élaborés 2 à 5 scénarios par sujet. La lecture de rapports prospectifs et de la littérature académique permettent également de construire avec des experts des hypothèses plausibles.

Il existe plusieurs possibilités quant au développement futur de l'intelligence artificielle. La stratégie étant spécifique à chaque entreprise, chacune d'entre elles fait en sorte de privilégier tel ou tel scénario.

Les papiers et les variables sont faits à l'horizon 2030. Le groupe s'est focalisé sur l'Europe, le Japon, la Corée du Sud et les Etats-Unis.

Il y a donc deux phases :

- Travailler sur les différents scénarios ;
- Selon chaque entreprise, selon chaque stratégie, des décisions sont prises soit pour être appliquées à tout type de scénario, soit pour miser et faire advenir un des scénarios.

La prospective est liée à la mission de quelques personnes, qui correspond environ à un quart de leur temps de travail. L'avantage des membres de ce groupe est de ne pas être enfermés dans la prospective.

Certaines entreprises membres du CIGREF utilisent l'intelligence artificielle pour de l'authentification de clients, de la maintenance prédictive, des applications de *Deep Learning* qui font de l'acquisition massive de textes afin de faire remonter des alertes pour de la veille.

L'industrie automobile utilise également des systèmes de *Machine Learning*. L'analyse prédictive permet dans ce domaine d'anticiper l'usure des pièces, d'identifier la manière de conduire.

Retour d'expérience EDENRED – Données personnelles, algorithmes, objets connectés.

Konstantinos VOYIATZIS - DSI EDENRED

La société propose *via* son offre de cartes essence et le *Full service card*, de connecter les camions afin de proposer au conducteur une série de services : maintenance proactive des camions en corrélation avec ses heures de pause, faire le plein ou les pauses déjeuner à des endroits où l'essence est moins chère et là où le chauffeur a noté ses préférences des restaurants situés aux alentours. L'algorithme est capable de calculer en temps réel, le niveau de l'essence dans le réservoir, la distance possible à parcourir en tenant compte du trafic, des heures de conduites déjà effectuées pour proposer la solution la plus adéquate. Quand le camion ou la voiture de service est dans une station de service, il est identifié, il communique avec la pompe à essence et le conducteur peut sans carte faire le plein en tapant son code directement au lecteur de la pompe. On est au cœur de l'internet 4.0.

D'autres admettent qu'il y a seulement des automatisations mises en place pour supprimer les travaux rébarbatifs et que l'intelligence artificielle permettrait à certains de ses salariés d'avoir des missions plus intéressantes et enrichissantes.

Selon Cyrille Bataller, *Managing Director - Emerging Technology* chez Accenture, l'IA est déjà dans quelques entreprises. Ce n'est pas encore une *Business Unit* au sein même d'Accenture. En revanche, on la retrouve dans de nombreux domaines en interne : dans le domaine des opérations, de la recherche, de la stratégie, dans la partie technologique en délivrant du *software* avec différentes formes d'intelligence artificielle mais aussi dans le domaine de l'*analytics*.

Proof of concept d'analyse vidéo automatisée pour la Braderie de Lille

Le ministère de l'intérieur et Accenture ont collaboré pour mettre en place un système d'alerte en temps réel pour les CRS, fondé sur l'analyse de vidéo automatisée, lors d'un événement public. Il s'agit ici d'augmenter l'efficacité et la capacité des forces de sécurité sans pour autant remplacer ou diminuer le nombre de personnels. Ce qui est sous-tendu ici c'est le partage de travail homme-machine

En revanche, il faut absolument éviter la fracture de l'intelligence artificielle, c'est-à-dire éviter la fracture entre ceux qui pourront utiliser l'intelligence artificielle dans leur entreprise et ceux qui ne le pourront pas. Le problème ne se pose pas pour les *startups* qui n'ont pas de hiérarchie pyramidale. En revanche la question se pose dans les grandes entreprises où l'ouverture et l'échange sont plus difficiles mais surtout pour les petites et moyennes entreprises qui n'ont pas le budget ni le projet d'en avoir un pour entamer le processus de la transition intelligente. Pour ces dernières, il conviendrait que l'État ou les grandes entreprises de concert avec l'État aident à la création d'une filière de l'intelligence artificielle.

+ « L'intelligence artificielle est une véritable business value. Elle permet l'augmentation des résultats, de la qualité. On parle d'automatisation. On automatise tout ce qui peut l'être. Mais c'est aussi de l'amélioration, on augmente la performance. Cela nécessite en revanche, une transformation du modèle. Pour chercher la business value de l'intelligence artificielle, il convient de regarder activité par activité sur la base de la complexité de l'activité et la complexité des données, ce qui peut être amélioré. »

Cyrille Bataller, Managing Director - Emerging Technology, Accenture.

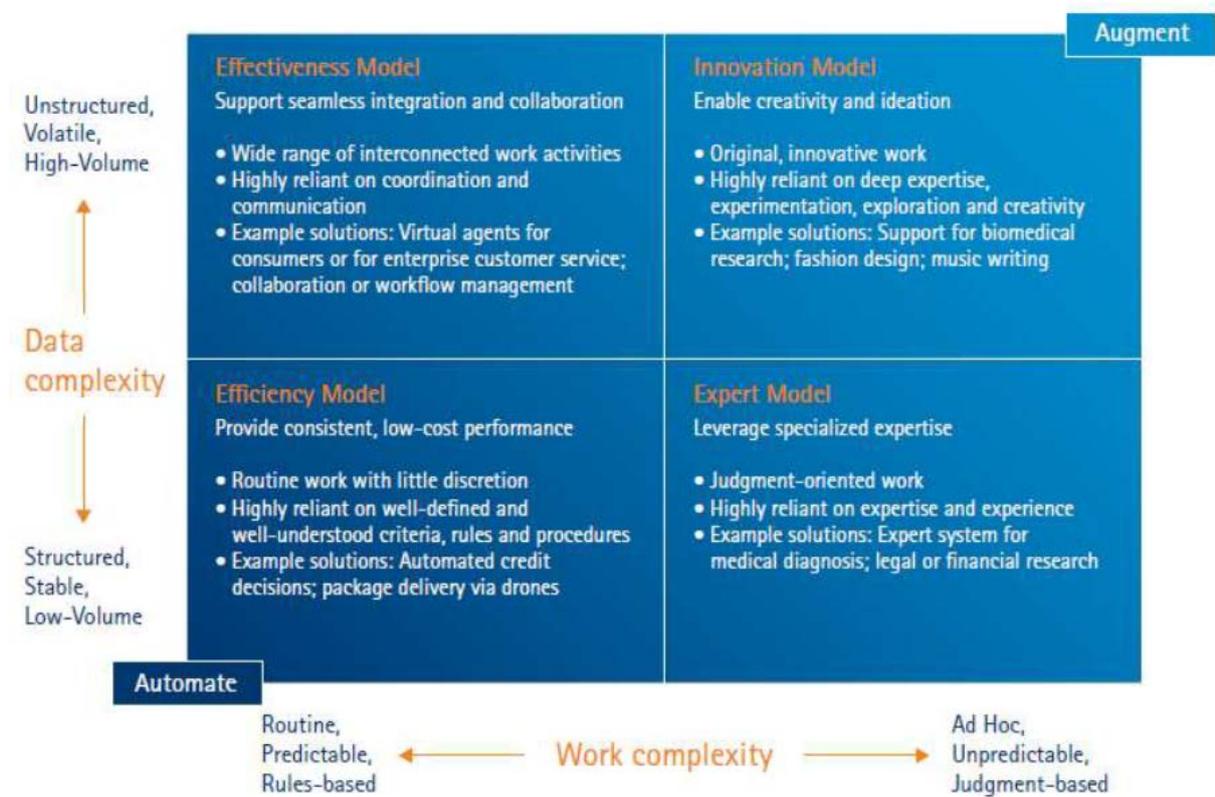


Figure 8 : Carré magique Business Value de l'intelligence artificielle chez Accenture

3.2. L'IMPACT DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE POUR LES ENTREPRISES

L'intelligence artificielle se démocratise dans le domaine industriel mais aussi dans le grand public. Les assistants personnels type Siri, Cortana, Google Now, Alexa sont déjà ancrés dans notre quotidien. Ces récentes avancées technologiques questionnent profondément les pratiques managériales et organisationnelles autour de l'innovation dans les grandes entreprises.

De manière générale, les entreprises n'ont pas de budget dédié à l'intelligence artificielle. Néanmoins, il existe soit des projets d'investissement, soit des ressources qui peuvent être allouées à des équipes d'intelligence artificielle intégrées dans les équipes plus larges sur la *data*. Quoiqu'il en soit, le sujet de l'intelligence artificielle est bien présent dans les grandes entreprises ; il peut rester théorique mais peut aussi faire l'objet de premières expérimentations, concernant notamment les algorithmes prédictifs. L'intelligence artificielle ne va pas fondamentalement tout bouleverser dans l'entreprise, elle va plutôt « augmenter » les performances, en automatisant ou perfectionnant certains processus et/ou opérations.

Aujourd'hui l'intelligence artificielle génère déjà de nombreux bénéfices pour les entreprises, notamment en :

- Répondant aux enjeux du *Big data* ; l'intelligence artificielle repose en effet pour une grande partie sur la fouille et l'analyse de masse de données à partir desquelles elle pourra apprendre ;
- Augmentant l'expertise humaine d'aide à la décision, assistant d'aide en ligne : une société à Hong Kong, *Deep knowledge venture* (DKV), spécialisée dans les investissements en capital-risque, possède par exemple une intelligence artificielle à son conseil d'administration, nommée Vital (*Validating Investment Tool for Advancing Life sciences*) qui fait des recommandations en matière d'investissement et possède également un droit de vote ;
- Optimisant les services et produits : amélioration de la connaissance client, de la prise de décision, mais aussi des processus opérationnels ;
- Renforçant la sécurité des systèmes : en matière de cybersécurité, l'intelligence artificielle devient un élément structurant des infrastructures IT, afin de sécuriser les réseaux. Michael Hack, *Senior Vice-President EMEA Operations*, Ipswitch, affirme en effet que « la reconnaissance automatique est désormais bien établie pour la détection des fraudes, et des développements sont en cours pour créer des algorithmes qui identifieront les menaces que les cerveaux humains et les mécanismes de sécurité traditionnels échouent à reconnaître. »⁹
- Aidant à faire des découvertes : certaines entreprises dans le domaine de la santé utilisent par exemple Watson pour analyser toutes les publications scientifiques ayant trait à un domaine particulier de recherche, ce qui leur permet de chercher de nouvelles propriétés, de nouvelles molécules.

+ « La connaissance artificielle résulte du Big data, via l'agrégation d'une très grande quantité de données de toutes sortes (internes, externes ; structurées, non structurées) et de traitements mathématiques, appelés Analytics, qui visent à faire ressortir des corrélations statistiques entre ces données. On peut faire beaucoup de choses avec la connaissance artificielle, notamment faire émerger de l'information implicite, jusque-là « cachée » dans les données, afin de compléter ou d'améliorer nos connaissances humaines. Mais il ne faut pas confondre « connaissance » et « intelligence », autrement dit ne pas confondre « apprendre » et « comprendre ».

Bernard Georges - Stéphane Mallard, Société Générale

⁹ « L'intelligence artificielle a des super-pouvoirs de cybersécurité... 60 ans après sa création », Michael Hack, Usine Digitale, 18 04 2016

3.3. LES CHALLENGES

Les challenges pour les grandes entreprises sont nombreux. À commencer par les changements culturels et organisationnels.

Comme le rappelle le Cahier de veille n°8 de la Fondation Telecom : « L'engouement autour des intelligences artificielles s'est accéléré grâce à la mise à disposition de capacités IA sous forme d'API d'une part (dans les domaines notamment de la vision ou du prédictif), et du code source des plateformes de *Machine Learning* libéré par de grands opérateurs de l'internet, d'autre part »¹⁰.

Ces facilitateurs technologiques vont pousser les entreprises à devenir des APIs (*Application Programming Interface*) entre elles afin d'optimiser mutuellement leurs ressources. Il faut donc appréhender le monde des APIs dans cette optique transversale, cross-entreprises, ce qui ne va pas sans poser un certain nombre de défis pour les grandes entreprises.

3.3.1. Les enjeux culturels

Comment anticiper cette transformation à la fois technique et culturelle, au sein d'une grande organisation ?

Les principaux challenges culturels portent sur le développement et la mise en œuvre du *Machine Learning*. Cela suppose comme prérequis d'adopter une véritable culture de l'API, ce qui est parfois compliqué à développer. S'il existe une ligne de produit, elle reste en général dans une équipe. Mais pour infuser cette culture dans la structure complexe d'une grande entreprise, il faut penser de manière distribuée : comment faire en sorte que les équipes acceptent que leur travail puisse être une entrée pour une autre équipe ? Il y a en effet un effort à faire pour promouvoir le *Machine Learning* par exemple en interne. Il faut développer une pédagogie, informer les équipes, mettre en place des systèmes de veille, etc. Ceci ne va pas sans poser la question sous-jacente de la culture organisationnelle. Il n'est pas évident pour une grande entreprise de développer des liens, des points de contacts entre les différentes équipes, au travers d'APIs. La standardisation des interfaces entre différents services est également très compliquée. Il faut dès lors développer une architecture pour que les interfaces soient cohérentes.

Certaines entreprises ont déjà des outils en intelligence artificielle, des applications pour lutter contre la fraude par exemple, mais n'ont pas de services centralisés. Les entreprises ont certainement intérêt à investir en interne si elles veulent garder une certaine maîtrise sur leurs services et applications d'intelligence artificielle mais aussi leurs compétences. Pour cela, elles peuvent faire le choix d'internaliser autant que possible les compétences techniques et opérationnelles, et faciliter la mise à disposition des bases de données, via notamment des APIs. Ces enjeux sont importants, car l'intelligence artificielle peut entrer dans l'entreprise par d'autres portes. Concernant l'adoption des outils d'intelligence artificielle dans les processus métiers, Dan Matthews, *Chief Technology Officer*

¹⁰ « Intelligences artificielles : Quelles promesses ? Quels défis ? » *Les Cahiers de veille de la Fondation Télécom*, Cahier n°8, p.19

d'IFS Group, affirme à ce propos que les usages professionnels de l'intelligence artificielle naîtront naturellement dès que ces usages seront largement répandus dans la sphère privée : « [...] les usages professionnels se transforment désormais sous l'influence des usages personnels. L'acronyme *BYOD* a consacré ce phénomène aussi récent que puissant. Il en va de même pour les innovations liées à l'intelligence artificielle [...] la question n'est pas tant de savoir si l'utilisation de l'IA dans les applications métier est une bonne idée ou pas. Mais plutôt de savoir jusqu'à quel point nous aurons besoin d'appivoiser et d'accepter l'intelligence artificielle dans nos usages privés avant d'être prêts à l'utiliser dans notre sphère professionnelle. »¹¹

3.3.2. Les enjeux organisationnels

Certaines grandes entreprises sont très actives sur l'intelligence artificielle en R&D et ont parfois des équipes de prospectives dédiées, sur une période donnée, à ce sujet. Même si ces entités comprennent parfois peu de personnel, il y a une ambition commune qui est de faire émerger une communauté autour de l'intelligence artificielle au niveau national et international.

Développer la prospective au sein des entreprises est une tendance forte qui doit permettre aux dirigeants et managers d'orienter leurs stratégies en fonction de ces analyses prospectivistes. La prospective se pense de manière participative, en développant des liens avec l'écosystème à la fois des acteurs académiques, des *startups*, ou d'autres entreprises. Ceci dénote le fait que les transformations et solutions autour de l'intelligence artificielle ne se feront certainement pas à l'échelle d'une entreprise en particulier et qu'il faudra s'associer avec d'autres pour offrir des ensembles de solutions.

+ « À chaque fois qu'on aborde les sujets d'innovation de rupture, c'est-à-dire des sujets qui nécessitent de « reconstruire une vision du monde », comme l'intelligence artificielle, il faut se remettre au contact du réel, en laissant de côté ses certitudes et schémas de pensées préétablis. Pour s'emparer de tels sujets, il faut s'autoriser à retrouver l'esprit d'un enfant, rebelle, qui s'étonne de manière sensible et « naïve ».

Il s'agit ainsi de réaliser que ces nombreuses ruptures vont métamorphoser la société dans son ensemble, à toutes les échelles, avec des conséquences sur le plan économique, social, sociétal, humain, philosophique. Dans ces conditions, à quoi l'entreprise, en tant que collectivité humaine va-t-elle ressembler dans une dizaine d'années ? Il est nécessaire de s'autoriser à poser les enjeux de transformation liés au surgissement de telles ruptures.

L'un des objectifs majeurs est certainement d'ouvrir les entreprises sur l'extérieur, car ce n'est pas toujours naturel. Il y a des effets systémiques qui limitent la capacité d'ouverture des entreprises.

¹¹ Article L'Usine Nouvelle du 08-05-2013, Dan Matthews « L'intelligence artificielle peut-elle jouer un rôle dans les applications métier » : <http://www.usinenouvelle.com/article/l-intelligence-artificielle-peut-elle-jouer-un-role-dans-les-applications-metier.N196611>

Comparons l'entreprise à une pyramide, divisée en trois parties égales par la hauteur. La base de l'entreprise est ouverte sur l'extérieur au travers de ses activités courantes, alors que le sommet de l'entreprise enrichit sa connaissance de l'extérieur grâce à ses multiples occasions de rencontres avec ses pairs. Mais son niveau intermédiaire, le middle management, est structurellement moins ouvert, car sa fonction est principalement homéostatique, c'est-à-dire de « faire en sorte que rien ne change », de revenir le plus vite possible à l'équilibre, chaque fois qu'un écart à la norme apparaît, indépendamment des aléas du monde extérieur. »

Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale

Ainsi le management intermédiaire notamment doit réussir à contourner ce schéma pyramidal qui risque de l'enfermer dans l'inaction, et encourager l'entreprise à se « fractaliser » pour augmenter sa « surface d'échanges » au contact des acteurs extérieurs en mouvement (*startups, think tanks*, etc.).

C'est dans ce sens que Frédéric Dubois, dirigeant de Forga.com, conseil en management, affirme : « L'entreprise de demain devra être (encore plus) ouverte vers l'extérieur pour capter les signaux de son environnement tout en étant (encore plus) tournée vers l'intérieur pour écouter ses collaborateurs en mettant en œuvre une maxime de Steve Jobs : "Nous n'embauchons pas des gens intelligents pour leur dire ce qu'ils doivent faire, mais pour qu'ils nous disent ce qu'il faut faire"¹² ».

3.4. DE NOUVELLES MANIÈRE DE TRAVAILLER

Le domaine du management de l'intelligence artificielle doit aussi s'interroger sur sa propre disparition car si l'intelligence artificielle peut renforcer l'automatisation de tâches pénibles pour l'homme, elle peut aussi remplacer ou compléter des fonctions à hautes responsabilités.

En effet, si l'on prend comme exemple la société japonaise Hitachi, une intelligence artificielle serait capable de tenir le rôle de manager en donnant « des instructions aux employés, basées sur de grandes analyses de données et les routines des travailleurs »¹³. Dans un communiqué du 4 septembre 2015, la société annonce qu'au-delà de l'amélioration de l'efficacité du travail et du gain du temps, l'intelligence artificielle est aussi capable d'anticiper d'éventuels problèmes grâce à des analyses de données extérieures en temps réel : « Si à cause d'une tempête de neige vous êtes en retard et que cela peut retarder une échéance, l'intelligence artificielle est déjà au courant du mauvais temps, a déjà procédé à des corrections et fournit des instructions de travail appropriées »¹⁴.

Pourtant face à ces premières tendances qui visent à remplacer complètement une fonction managériale, il faut noter que cela concerne avant tout certains secteurs industriels, dont les processus sont déjà pour la plupart automatisés et reposent en grande partie sur des tâches opérationnelles.

¹² <http://www.lesechos.fr/idees-debats/cercle/cercle-152759-comment-lintelligence-artificielle-va-tirer-le-management-vers-le-haut-1200916.php>

¹³ <http://www.hitachi.com/New/cnews/month/2015/09/150904.html>

¹⁴ <http://www.hitachi.com/New/cnews/month/2015/09/150904.html>

La dimension stratégique du management ne peut pour l'instant se soumettre à une intelligence artificielle, sans oublier l'importance du contact humain, des capacités relationnelles pour l'organisation du travail et les décisions stratégiques. Autrement dit, l'intelligence artificielle ne saurait trouver sa place dans les entreprises sans intelligence humaine pour la superviser. Il s'agit avant tout d'une aide à la décision.

+ « Associée à la notion d'intelligence, et d'engagement fondé sur l'intelligence, que celle-ci soit naturelle ou artificielle, il y a la notion d'empathie. Car être intelligent, ce n'est pas simplement être sachant en trouvant les bonnes réponses. Être intelligent, c'est avant tout se poser les bonnes questions, bonnes du point de vue de quelqu'un ou de quelque chose, en essayant de se mettre à sa place pour comprendre ses intérêts dans son système de valeurs. Avec l'Intelligence artificielle, l'enjeu sera bien, au-delà des organisations humaines, et tout en les incluant, de rendre nos Systèmes d'Information empathiques ».

Bernard Georges, Responsable de la prospective stratégique, Société Générale.

3.5. DE NOUVELLES OPPORTUNITES BUSINESS : L'EXEMPLE BANCAIRE

L'équipe de Prospective stratégique de la Société Générale a développé une vision originale, autour notamment du concept d'empathie. En prenant comme point de départ cette question « Imaginez que dans 5 ans, vos clients interagissent principalement avec vous au travers de leurs agents intelligents, qu'est-ce qui fera que vous resterez sélectionnés par le client ? », l'équipe a soulevé quelques pistes stratégiques pour anticiper l'impact de l'intelligence artificielle dans la relation client.

Selon Bernard Georges et Stéphane Mallard, membres de l'équipe de prospective stratégique de la Société Générale, dans la banque de détail, l'IA va prendre une importance croissante : le client pourra avoir un banquier intelligent dans sa poche, qui pourra lui conseiller d'investir sur tel ou tel bien qui correspondra à ses aspirations, ses besoins et ses ressources. L'IA oblige aussi à reconsidérer la relation avec leurs clients. À la différence de l'approche *Big Data analytics* qui cherche à accumuler des connaissances sur le client en vue de « pousser des produits » vers le client, le « *push product* », l'IA incite à faire pivoter la relation. Dès lors que les clients seront dotés d'IA, l'enjeu majeur pour l'entreprise sera de rester sélectionnée par ses clients par l'intermédiaire de leurs propres IA, comme un interlocuteur de confiance et de valeur. La capacité à se mettre à la place du client en se posant les bonnes questions, à considérer ses intérêts dans son propre système de valeurs, deviendra l'élément premier de la relation, pour entretenir un « pouvoir d'attraction » envers le client et pour qu'il considère à tout moment l'entreprise en question comme un acteur pertinent. Il s'agit ainsi de passer du « *push product* » au « *pull client* ». C'est exactement l'objectif stratégique que s'est donné la Société Générale : devenir une entreprise relationnelle de référence.

+ Bernard Georges - Christelle Launois, Société Générale

Dans le prolongement de nos présentations sur l'IA, notre objectif est d'entretenir une dynamique participative autour de l'IA, en faisant émerger une communauté ouverte à tous, la Communauté Empathie Artificielle (le mot empathie met l'accent, au-delà de la technologie, sur les enjeux relationnels liés à l'intelligence) afin de progresser au travers de collègues, sur trois axes complémentaires :

- Un collège de prospective participative : pour continuer de favoriser une exploration et une appropriation multidimensionnelles de l'avenir, c'est-à-dire des futurs possibles et en déduire « rétrospectivement » les implications sur le temps présent et des principes d'action pour l'entreprise. « Demain ne sera pas comme hier. Il sera nouveau et dépendra de nous. Il est moins à découvrir qu'à inventer » (Gaston Berger) ;
- Un collège orienté vers le développement de liens avec l'écosystème : pour comprendre l'écosystème et identifier les principaux acteurs (académiques, laboratoires, *startups*, entreprises), créer du lien et nouer des partenariats pour échanger, faire avancer les réflexions et expérimenter. Les solutions à mettre en œuvre dans le cadre de l'IA ne seront pas à l'échelle d'une seule entreprise. Il faudra penser et agir de manière plus globale en imaginant de multiples formes d'association et de partenariats. « L'environnement est l'ordinateur » (Joël de Rosnay) ;
- Un collège centré sur l'expérimentation : notre projet est d'expérimenter des interactions entre systèmes, en particulier le caractère empathique de ces interactions, grâce notamment à la mise en place d'un environnement dans lequel les futurs agents intelligents du client et de la banque pourront co-évoluer.

4. LE CADRE JURIDIQUE

Il n'existe pas aujourd'hui de cadre juridique propre à l'intelligence artificielle. Aucune disposition française ou européenne spécifique à l'intelligence artificielle n'existe ou ne prend en considération les spécificités des algorithmes, de ses capacités décisionnelles, d'apprentissage et d'autonomie, ni même de sa coopération avec l'être humain.

Il est cependant nécessaire de mettre en avant les aspects juridiques majeurs liés au développement considérable tant du point de vue quantitatif que qualitatif de l'intelligence artificielle.

La problématique juridique générale s'articule autour des axes suivants :

- quelle protection pour l'intelligence artificielle ?
- quelle responsabilité en cas de dommage causé par une intelligence artificielle ?

Les problématiques juridiques majeures plus spécifiques auxquelles est confrontée aujourd'hui l'intelligence artificielle sont tout d'abord la protection des concepts innovants développés par les chercheurs en intelligence artificielle, notamment sur le plan de la propriété intellectuelle, la protection des données à caractère personnel, mais également des problématiques liées à la mise en œuvre de la responsabilité de l'intelligence artificielle en cas de dommage.

L'entreprise qui développe l'intelligence artificielle devra tenir une attention particulière pour la protection de son innovation. Toutes les entreprises en transition intelligente devront analyser les contrats les liant avec le fabricant d'intelligence artificielle.

4.1. LE REFERENTIEL LEGAL DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

A ce jour, l'intelligence artificielle apparaît uniquement dans deux définitions légales et normatives. La norme ISO 2382-28 définit l'intelligence artificielle comme la « capacité d'une unité fonctionnelle à exécuter des fonctions généralement associées à l'intelligence humaine, telles que le raisonnement et l'apprentissage ».

Par ailleurs, l'intelligence artificielle est définie par l'arrêté du 27 juin 1989 relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique¹⁵ :

« *intelligence artificielle, n.f ;*

domaine : Informatique-Intelligence artificielle ;

définition : discipline relative au traitement par l'informatique des connaissances et du raisonnement ».

Le terme « autonomie » est défini par la norme ISO 8373:2012 comme la « capacité d'exécuter des tâches prévues à partir de l'état courant et des détections, sans intervention humaine ».

¹⁵ Arrêté du 27-6-1989 relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique, Annexe II.

Cette norme définit également le robot intelligent comme un « robot capable d'exécuter des tâches par détection de son environnement, et/ou par interaction avec des sources extérieures et adaptation de son comportement ».

Un projet de rapport a été publié par la Commission des affaires juridiques (JURI) du Parlement européen le 31 mai 2016¹⁶ contenant des recommandations à la Commission européenne au sujet de futures règles de droit civil sur la robotique.

L'action à venir de la Commission européenne concerne l'adaptation de la législation à la robotique et à l'intelligence artificielle et serait fondée sur l'article 114 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne pour légiférer et l'article 5§3 du Traité sur l'Union européenne instaure, quant à lui, le principe de subsidiarité, permettant à l'Union européenne d'intervenir dans les cas où « les objectifs de l'action envisagée ne peuvent pas être atteints de manière suffisante par les États membres ».

L'objectif est d'éviter les disparités puisque la robotique et l'intelligence artificielle concernent tous les États membres.

Cette proposition de résolution établit le constat d'une nouvelle révolution industrielle engendrée par la robotique et l'intelligence artificielle, et de ses conséquences économiques dans la production, le commerce, le transport, les soins médicaux, l'éducation ou encore l'agriculture. La Commission JURI admet qu'il est envisageable que la capacité des robots dépasse à moyen terme celle des êtres humains.

La Commission JURI propose à la Commission européenne de se concentrer tout d'abord sur les questions de responsabilité civile et recommande une approche stricte « reposant sur la détermination de l'acteur le mieux placé pour assurer ». Elle lui demande de soumettre une proposition concernant les évolutions prévisibles à 10 ou 15 ans.

Concernant la formation et l'emploi, elle indique qu'il faut définir des exigences de notification par les entreprises concernant la contribution de la robotique et de l'intelligence artificielle sur les résultats financiers, à des fins de calcul des cotisations de sécurité sociale. Dans la même idée, elle estime que les entreprises devront communiquer sur le nombre de robots utilisés, les économies réalisées en termes de sécurité sociale, ainsi que les recettes réalisées qui résultent des robots.

Également, elle demande la création d'un système d'enregistrement des robots à des fins de traçabilité, à l'échelle de l'Union européenne, géré par une Agence européenne de la robotique et de l'intelligence artificielle.

Enfin, la Commission JURI propose une charte sur la robotique, qui permettra de poser les bases d'une conduite éthique et déontologique.

En attendant que le Parlement européen légifère, il convient d'aborder le régime juridique applicable à l'intelligence artificielle.

¹⁶<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-%2f%2fEP%2f%2fNONSGML%2bCOMPARL%2bPE-582.443%2b01%2bDOC%2bPDF%2bV0%2f%2fFR>

4.2. LA PROTECTION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE PAR LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

La protection des différents composants de la machine, qu'il s'agisse d'un robot ou de tout type d'autre machine, doit se distinguer de la protection de l'intelligence artificielle en tant que telle, qui donne à la machine une « autonomie », ou une « conscience » pour reprendre l'expression de certains chercheurs.

4.2.1. La protection de l'innovation par le droit d'auteur

Droit d'auteur. Le concept innovant comportant de l'intelligence artificielle doit être protégé en tant que tel par le droit d'auteur sous réserve de réunir trois conditions cumulatives :

- une forme d'expression ;
- qui soit susceptible d'être qualifiée d'œuvre de l'esprit ;
- et ayant un caractère original.

Les œuvres de l'esprit sont protégeables par le droit d'auteur, quels qu'en soient le genre, la forme d'expression, le mérite ou la destination.

L'article L. 112-2 13° du Code de la propriété intellectuelle dispose que « les logiciels, y compris le matériel de conception préparatoire » sont protégeables par le droit d'auteur sous réserve de leur originalité.

Comme toutes les œuvres de l'esprit, la protection d'un logiciel par le droit d'auteur est subordonnée à son originalité qui s'apprécie au regard de « l'apport intellectuel » de l'auteur et de son « effort personnalisé allant au-delà de la simple mise en œuvre d'une logique automatique et contraignante »¹⁷. La matérialisation de cet effort personnalisé réside notamment dans une structure individualisée¹⁸.

De nombreuses décisions de justice sont intervenues depuis, les unes appréciant l'originalité au regard « des choix créatifs [de l'auteur] caractéristiques de véritables programmes »¹⁹, les autres insistant sur la preuve d'un « effort créatif portant l'empreinte de la personnalité de leur créateur »²⁰.

La titularité des droits d'auteur sur l'œuvre est réglée conformément au droit commun de la propriété littéraire et artistique qui distingue la propriété du support de l'œuvre, de la propriété intellectuelle sur cette œuvre.

Aux termes de l'article L. 111-1 du Code de la propriété intellectuelle, c'est l'auteur personne physique qui a réalisé la création, qui est investi des droits de propriété intellectuelle sur son œuvre.

¹⁷ Cass. Ass. Plén. 7-3-1986 n° 83-10477.

¹⁸ Cass. Ass. Plén. 7-3-1986 n° 83-10477; Cass. 1e civ. 17-10-2013 n° 11-21641.

¹⁹ Cass. 1e civ. 16-4-1991 n° 89-21071.

²⁰ Cass. crim. 27-5-2008 n° 07-87253.

+ Clause Propriété intellectuelle des contrats. Les contrats de cession de droits d'auteur sont soumis à des conditions de forme et de fond strictes édictées par le Code de la propriété intellectuelle, notamment dans ses articles L. 122-7²¹ et L. 131-3²². La loi impose en particulier que la cession soit formalisée par écrit et décrive précisément les droits cédés, les modes d'exploitation envisagés, ainsi que le territoire géographique et la durée de la cession, puisque tout ce qui n'est pas expressément cédé est retenu par l'auteur.

Ainsi, chacun des droits conférés par l'auteur doit faire l'objet d'une mention distincte dans l'acte de cession. Une mention générale au terme de laquelle l'ensemble des droits patrimoniaux est cédé n'est pas suffisamment précise pour définir les droits du cessionnaire.

L'originalité de l'intelligence artificielle, qui lui donne un aspect unique, ressort nécessairement de l'algorithme qui en est le fondement, et qui doit faire l'objet d'une protection.

4.2.2. La protection des algorithmes

L'intelligence artificielle est mise en œuvre par l'application d'un algorithme intégré à une machine qui la dote alors d'intelligence artificielle. Un algorithme est une suite finie et non-ambiguë d'opérations ou d'instructions permettant de résoudre un problème²³.

Définition. L'arrêté relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique²⁴ définit l'algorithme comme :

« L'étude de la résolution de problèmes par la mise en œuvre de suites d'opérations élémentaires selon un processus défini aboutissant à une solution ».

²¹ Art. L. 122-7 du CPI : « Le droit de représentation et le droit de reproduction sont cessibles à titre gratuit ou à titre onéreux.

La cession du droit de représentation n'emporte pas celle du droit de reproduction.

La cession du droit de reproduction n'emporte pas celle du droit de représentation.

Lorsqu'un contrat comporte cession totale de l'un des deux droits visés au présent article, la portée en est limitée aux modes d'exploitation prévus au contrat ».

²² Art. L. 131-3 du CPI : « La transmission des droits de l'auteur est subordonnée à la condition que chacun des droits cédés fasse l'objet d'une mention distincte dans l'acte de cession et que le domaine d'exploitation des droits cédés soit délimité quant à son étendue et à sa destination, quant au lieu et quant à la durée.

Lorsque des circonstances spéciales l'exigent, le contrat peut être valablement conclu par échange de télégrammes, à condition que le domaine d'exploitation des droits cédés soit délimité conformément aux termes du premier alinéa du présent article.

Les cessions portant sur les droits d'adaptation audiovisuelle doivent faire l'objet d'un contrat écrit sur un document distinct du contrat relatif à l'édition proprement dite de l'œuvre imprimée.

Le bénéficiaire de la cession s'engage par ce contrat à rechercher une exploitation du droit cédé conformément aux usages de la profession et à verser à l'auteur, en cas d'adaptation, une rémunération proportionnelle aux recettes perçues ».

²³ <http://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme>

²⁴ Arrêté du 27-6-1989, relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique, App°, Dispositions communes.

La Cour d'appel de Paris, dans son arrêt du 23 janvier 1995, a qualifié l'algorithme de « succession d'opérations mathématiques traduisant un énoncé logique de fonctionnalités²⁵ ».

Protection. Le droit d'auteur français protège les « logiciels » ou « programmes d'ordinateur » sous réserve de leur originalité.

Au titre du droit communautaire, l'article 1^{er} de la directive 91/250/CEE du Conseil du 14 mai 1991 protège aussi les programmes d'ordinateur :

« Conformément aux dispositions de la présente directive, les États membres protègent les programmes d'ordinateur par le droit d'auteur en tant qu'œuvres littéraires au sens de la convention de Berne pour la protection des œuvres littéraires et artistiques. Le terme « programme d'ordinateur », aux fins de la présente directive, comprend le matériel de conception préparatoire ».

Le droit international confirme cette protection à l'article 10 de l'Accord sur les ADPIC :

« Les programmes d'ordinateur, qu'ils soient exprimés en code source ou en code objet, seront protégés en tant qu'œuvres littéraires en vertu de la Convention de Berne ».

Exclusions. Il est de doctrine et de jurisprudence constantes, que les idées et principes abstraits à la base du processus créatif ne sont pas protégeables par le droit d'auteur. Ce principe est posé aussi par la directive communautaire de 1991 relative à la protection juridique des programmes d'ordinateur en excluant du champ de protection « les idées et principes qui sont à la base des algorithmes ».

L'article 2 du Traité de l'OMPI sur le droit d'auteur, ainsi que l'article 9.2 des Accords ADPIC, précisent dans les mêmes termes que :

« La protection du droit d'auteur s'étendra aux expressions et non aux idées, procédures, méthodes de fonctionnement ou concepts mathématiques en tant que tels »²⁶.

Or, les méthodes et principes mathématiques sont exclus de la protection par le droit d'auteur en tant que tels et ce, au même titre que les idées et principes.

Il a par ailleurs été jugé que s'agissant d'une succession d'opérations mathématiques décrivant les termes logiques d'un problème, les algorithmes ne sont pas susceptibles de protection par le droit d'auteur²⁷.

Conclusion. Les algorithmes, entendus comme des méthodes ou des principes mathématiques, ne sont pas protégés « en tant que tels » par le droit d'auteur. Toutefois, la mise en forme de ces algorithmes par des documents ou encore le logiciel incorporant l'algorithme pourrait être protégé par le droit d'auteur, à condition de comporter un certain degré d'originalité.

²⁵ CA Paris, 23-7-1995, PIBD 1995, n°588 du 15-5-1995, III p 278.

²⁶ Traité de l'OMPI sur le droit d'auteur 20-12-1996, art. 2 ; ADPIC sur les aspects du droit de propriété intellectuelle qui touchent au commerce figurant en annexe 1C de l'accord de Marrakech instituant l'organisation mondiale du commerce (OMC) du 15-4-1994, art. 9.2

²⁷ CA Paris 23-1-1995, PIBD 1995, n° 588, III, p. 278 - ²⁷ CJCE 2-5-2012 <http://curia.europa.eu>

US Copyright. L'*US Copyright Act* organise la protection par le droit d'auteur des œuvres de l'esprit et précise la procédure de dépôt auprès du *Copyright Office* de ces œuvres.

Les logiciels sont protégeables par le droit d'auteur américain sous réserve de leur originalité et d'être formalisés. Un « *computer program* » est défini comme étant :

“a set of statements or instructions to be used directly or indirectly in a computer in order to bring about a certain result”.

L'article 102 B exclut, de manière formelle, la protection des *“idea, procedure, process, system, method of operation, concept, principle, or discovery, regardless of the form in which it is described, explained, illustrated, or embodied in such work.”*

Dépôt. Le *Copyright* est une protection légale garantie par la loi américaine à tout auteur créateur d'une œuvre. Toutefois, les États-Unis encouragent les auteurs à faire enregistrer leurs œuvres auprès de l'*US Federal Copyright Office* car, en cas de litige, la loi fédérale leur accorde le doublement des dédommagements financiers réclamés. Si l'œuvre n'est pas enregistrée, l'auteur ne bénéficie d'aucun dédommagement financier.

Le dépôt peut être effectué à n'importe quel moment au cours de la durée de protection de l'œuvre. Le contenu des demandes de *copyright* est rendu public une fois le dépôt effectué.

Il semble que, de la même manière qu'en droits français et européen, les algorithmes entendus comme des méthodes ne sont pas protégeables par le *Copyright* en tant que tels.



Protection de l'algorithme par le droit d'auteur. Une analyse au cas par cas de l'intelligence artificielle est à effectuer pour déterminer si elle bénéficie de la protection par le droit d'auteur.

4.2.3. La protection par le brevet

Le brevet protège les innovations techniques sous réserve de remplir les critères de nouveauté, d'inventivité et d'application industrielle²⁸.

Exclusions. L'article L. 611-10 2° du Code de la propriété intellectuelle dresse une liste de connaissances et créations qui ne sont pas des inventions brevetables comportant « les programmes d'ordinateurs » ainsi que « les méthodes mathématiques ».

En revanche, cette interdiction est tempérée par le point 3 de ce même article : le programme d'ordinateur en tant que tel n'est pas brevetable ; toutefois est par exemple brevetable un procédé dont la mise en œuvre requiert un programme d'ordinateur, à la condition que la demande de brevet revendique le procédé et non le programme.

²⁸ Art. L. 611-10, 1° du Code de la propriété intellectuelle

Position de l'OEB. Dans un document rédigé par l'Office européen des brevets intitulé « Des brevets pour les logiciels ? »²⁹, l'OEB affirme que « un brevet peut être délivré pour une invention mise en œuvre par ordinateur qui résout un problème technique de manière non évidente ».

Néanmoins, la jurisprudence s'accorde à dire que les programmes d'ordinateurs sont exclus du champ de la brevetabilité dans la mesure où ils sont revendiqués en tant que tel dans un brevet³⁰. Aussi, un logiciel ne peut constituer en lui-même une invention brevetable.

Effet technique supplémentaire. Les décisions IBM I et II³¹ rappellent ce critère en affirmant qu'un « produit "programme d'ordinateur" n'est pas exclu de la brevetabilité en application de l'article 52(2) et (3) CBE si sa mise en œuvre sur un ordinateur produit un effet technique supplémentaire, allant au-delà des interactions physiques "normales" entre programme (logiciel) et ordinateur (matériel) ».

Toutefois les algorithmes d'intelligence artificielle intégrés dans une machine, et dont la mise en œuvre produit des effets techniques supplémentaires et qui remplissent des caractéristiques techniques nouvelles et inventives, sont brevetables s'ils remplissent les conditions requises d'une invention.

Patent Law. Aux États-Unis, le droit des brevets est formalisé dans la « *Patent Law* ». L'article 101 de cette loi indique que tout « procédé, machine, article manufacturé ou composition de matières répondant aux critères de nouveauté et d'utilité ou tout perfectionnement nouveau et utile de ces derniers peut avoir droit à la protection par brevet »³².

Les exclusions à la brevetabilité ont été construites de manière prétorienne par les décisions des tribunaux américains comprenant les idées abstraites. La jurisprudence américaine est fluctuante sur les inventions logicielles et à la question de la brevetabilité des algorithmes.

4.3. LA PROTECTION DU SAVOIR-FAIRE

Savoir-faire. Les algorithmes et donc l'intelligence artificielle sont susceptibles de constituer un savoir-faire protégeable s'ils font partie d'un ensemble d'informations pratiques non brevetées, résultant de l'expérience, du savoir-faire et testées.

En revanche, le savoir-faire ne donne pas lieu à un droit privatif (droit de propriété intellectuelle ou autre droit de propriété). Son détournement peut cependant donner lieu à des actions civiles en concurrence déloyale ou parasitaire, voire à des actions pénales.

Dans la mesure où tous les éléments d'intelligence artificielle développés et créés ne sont pas nécessairement brevetables, que ce soit à raison de leur nature ou au regard de considérations

²⁹ [http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/a0be115260b5ff71c125746d004c51a5/\\$FILE/patents_for_software_fr.pdf](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/a0be115260b5ff71c125746d004c51a5/$FILE/patents_for_software_fr.pdf)

³⁰ CA Paris 5-6 2009 4^e ch. Section B

³¹ OEB Ch. des recours techniques IBM I T 1173/97 du 1-7-1998 ; IBM II T 935/97 du 4-2-1999

³² U.S. Patent Law, 35 U.S.C. 101 "*Inventions patentable*": *Whoever invents or discovers any new and useful process, machine, manufacture, or composition of matter, or any new and useful improvement thereof, may obtain a patent therefor, subject to the conditions and requirements of this title.*

stratégiques de non-divulgaration, il y a lieu d'aménager le secret autour de ses « inventions », et notamment en ce qui concerne les algorithmes ne produisant pas d'« effet technique supplémentaire ».

+ **Clauses contractuelles.** La protection du savoir-faire est donc conditionnée à sa caractéristique principale, son caractère secret. Ceci doit conduire à prendre certaines mesures :

- des engagements contractuels de confidentialité (*NDA*) ;
- des clauses savoir-faire ;
- des mesures de traçabilité (cahiers de laboratoire, dossiers de savoir-faire, etc.) ;
- systèmes de sécurité ;
- ou encore des dépôts probatoires.

4.4. LES MESURES DE PROTECTION COMPLEMENTAIRES

4.4.1. Les moyens techniques

Il est recommandé de donner à la création une personnalisation permettant d'identifier l'original d'une copie sur la base de critères préétablis. Cette personnalisation consiste à introduire des éléments permettant de constituer l'empreinte du propriétaire, notamment en introduisant volontairement des adresses pièges, des anomalies typographiques, des fautes d'orthographe, des erreurs de ponctuation, des erreurs informatiques ou du code mort dans un logiciel.

En cas de divulgation à des tiers de tout ou partie de l'algorithme ou du procédé, il est primordial de signer des accords de confidentialité avec toutes personnes ayant à connaître de ces éléments.

4.4.2. Les dépôts probatoires

Les dépôts des œuvres de l'esprit ne sont pas nécessaires pour bénéficier de la protection par le droit d'auteur. Toutefois, ils permettent de se préconstituer efficacement une preuve de l'état et de la date d'existence d'une création. Il s'agit d'une démarche *a priori* pour les auteurs d'intelligence artificielle.

Types de dépôt probatoire. Il existe différentes variétés de dépôts, en fonction de la nature de l'œuvre et d'autres critères. Les logiciels et bases de données numériques sont habituellement déposés dans des organismes spécialisés, tels que l'Agence pour la Protection des Programmes (APP). Mais il est également envisageable de les déposer chez un huissier de justice ou un notaire.

Preuve. Le principal avantage d'un dépôt réside dans la possibilité pour l'auteur de se préconstituer la preuve de la date de création, de la date d'achèvement et du contenu exact de l'œuvre. Ainsi, le dépôt donne date certaine à la création, permettant à l'auteur de prouver l'antériorité de sa création.

Cette démonstration est indispensable, dans le cadre d'une éventuelle action en contrefaçon ou en concurrence déloyale que l'auteur déciderait d'engager à l'encontre d'un tiers ou dont il devrait se défendre.

En outre, il est possible de compléter le dépôt en ajoutant des revendications d'originalité et des indices permettant de faciliter la détection d'une éventuelle contrefaçon, dans le cas d'un dépôt enrichi.

Présomption de paternité. De plus, le dépôt permet l'établissement d'une présomption de propriété.

S'agissant d'inventions brevetables, le dépôt permet en outre de bénéficier d'un « droit de possession personnelle antérieure » dans le cas où un tiers viendrait à déposer une demande de brevet sur l'invention avant le premier inventeur.

+ **Principe de transparence.** Selon Olivier Guilhem, il conviendrait de mettre en place une prévention *a priori* pour maintenir plusieurs principes dont le principe de transparence à travers notamment des dépôts des sources avec une autorité administrative comme l'APP.

4.5. LA PROTECTION DES ŒUVRES DE L'AGENT INTELLIGENT

Au même titre que la problématique de la protection de l'auteur d'un algorithme d'intelligence artificielle, se pose celle de la protection des œuvres créées par des agents intelligents.

Il convient de procéder à la distinction suivante :

- la protection des œuvres assistées ;
- la protection des œuvres autonomes.

D'un côté, la protection des œuvres assistées concerne les œuvres créées par assistance robotique, c'est-à-dire en collaboration entre un robot et un être humain ; de l'autre côté la protection des œuvres autonomes concerne celles entièrement réalisées par le robot.

Cela laisse supposer que les régimes juridiques à venir seront propres à chacune de ces deux catégories.

L'intervention des agents intelligents est de plus en plus large. Elle concerne autant le journalisme, le commerce, la finance, que tous les métiers artistiques.

Dès lors, la question de la propriété des œuvres créées par des agents intelligents doit se poser, et plusieurs hypothèses pourront être envisagées quant à la personne titulaire des droits de propriété intellectuelle attachés à de telles œuvres :

- le fabricant ;
- le propriétaire ;
- l'employeur, dans les cas où des agents intelligents remplaceraient des salariés pour certaines tâches.

Il n'existe encore aucune protection spécifique à ce sujet. Si cela arrivait, il faudrait alors consacrer une personnalité juridique à part entière au bénéfice des agents intelligents afin qu'ils puissent jouir de droits de propriété intellectuelle sur leurs créations ou cocréations.

Se posera alors la question de l'autonomie et de la conscience suffisantes pour que l'œuvre reflète l'empreinte de la personnalité de l'agent intelligent.

4.6. LES DONNEES A CARACTERE PERSONNEL ET VIE PRIVEE

Les données sont considérées comme nouvelle matière première de l'entreprise³³, et sont aujourd'hui au centre de l'activité des entreprises³⁴ et indispensables pour l'intelligence artificielle. Leur exploitation permet de :

- optimiser et fluidifier ses processus ;
- améliorer sa productivité ;
- prendre de meilleures décisions et ce au bon moment ;
- capter les tendances, les opinions, etc.

Le recours à des algorithmes prédictifs et aux données d'apprentissage de l'intelligence artificielle doit être encadré conformément aux dispositions applicables en matière de protection des données à caractère personnel, notamment à la loi 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés car ils peuvent contenir des données à caractère personnel.

L'article 2 de la loi Informatique et libertés définit les données à caractère personnel comme « toute information relative à une personne physique identifiée ou qui peut être identifiée, directement ou indirectement, par référence à un numéro d'identification ou à un ou plusieurs éléments qui lui sont propres ».

La notion de donnée à caractère personnel doit être comprise très largement puisqu'elle concerne également l'identification indirecte par mention d'un élément spécifique à la personne concernée.

La mise en œuvre de l'intelligence artificielle comprend la collecte, et plus généralement, le traitement des données à caractère personnel.

Pour chaque application de collecte et de traitement des données à caractère personnel, il convient de s'assurer que la finalité du traitement est déterminée, explicite et légitime.

L'utilisateur de l'intelligence artificielle et le propriétaire gestionnaire du traitement des données a des obligations vis-à-vis de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) dès lors que des données à caractère personnel sont collectées et traitées par l'intelligence artificielle.

Ces obligations vis-à-vis de la Cnil tiennent notamment à faire des déclarations ou demandes d'autorisation selon le type de données et au regard de la finalité du traitement mais aussi assurer la

³³ Fabien Humbert, « Big Data : la nouvelle matière première de l'entreprise, à côté du capital et du travail », Le Nouvel économiste n° 1600 Cahier n°2, du 16/22-2- 2012, p. 67 s.

³⁴ « Big data : Privacy, openness and trust », Communications & Strategies, n° 88, 4rd quarter 2012.

sécurité et la confidentialité des données enregistrées, informer les personnes concernées de leurs droits.

Les dispositifs sensibles sont soumis à autorisation de la Cnil. C'est le cas par exemple des données biométriques pour les contrôles aux frontières.

L'entreprise doit respecter les cinq principes suivants pour chaque traitement mis en œuvre :



Figure 9 : Les cinq principes de la loi IL à respecter pour chaque traitement de données à caractère personnel

Le responsable de traitement assume la responsabilité pénale et civile du traitement. Le non-respect des dispositions de la loi Informatique et libertés est passible d'une amende de 300 000 euros et de 5 ans d'emprisonnement pour le responsable de traitement³⁵.

En cas de reconnaissance de la responsabilité pénale de l'entreprise en tant que personne morale, les amendes sont quintuplées et les peines peuvent aller jusqu'à la dissolution.

L'entreprise doit pour son projet d'intelligence artificielle et afin de minimiser les risques, procéder aux formalités déclaratives nécessaires, vérifier l'existence d'une problématique de flux transfrontières, mais aussi s'assurer de la sécurité du stockage des données. Enfin, l'entreprise doit mettre en place une politique de conservation de données.

+ Clause Informatique et libertés. Les conditions générales d'utilisation de l'intelligence artificielle doivent permettre d'informer, toute personne concernée, en toute transparence, des modalités de traitement de ses données.

Un contrat comportant des engagements clairs permet de s'assurer qu'il constitue un véritable outil d'anticipation des risques.

L'implémentation d'une politique de respect de cette réglementation peut donc constituer un avantage concurrentiel et un réel gage de confiance vis-à-vis des clients actuels ou potentiels de la société.

³⁵ C. pén., art. 226-16 à 24.

4.7. LA RESPONSABILITE

La question de la responsabilité est fondamentale pour les entreprises, utilisatrices ou conceptrices d'intelligence artificielle.

La détermination du responsable d'un dommage impliquant une intelligence artificielle est une question complexe dans la mesure où il y a une pluralité d'acteurs :

- le concepteur ;
- le programmeur ;
- l'intégrateur ;
- l'utilisateur ;
- voire de l'intelligence artificielle elle-même.

La responsabilité pénale de l'entreprise peut également être engagée dès lors que l'infraction de l'intelligence artificielle a été commise pour le compte de cette personne morale.

Un réseau de neurones peut sortir des résultats totalement erronés, tristes et graves en termes d'image, voire socialement inacceptables.

4.7.1. La responsabilité pénale

Droit pénal général. L'infraction est caractérisée par la réunion de trois éléments :

- un élément matériel : la commission d'un fait³⁶ ou l'abstention³⁷ d'exécuter une obligation ;
- un élément légal : un fait ou une obligation prévue par la loi³⁸ ;
- un élément moral : l'intention, c'est à dire la conscience d'enfreindre la loi³⁹.

Auteur de l'infraction. L'auteur de l'infraction est en principe une personne physique.

Les personnes morales peuvent également être responsables pénalement des infractions commises pour leur compte par leurs organes ou représentants⁴⁰. La responsabilité des personnes morales n'exclut pas en principe celle des personnes physiques auteurs ou complices des mêmes faits.

Ainsi, la responsabilité de la personne physique, représentant de la personne morale, peut se cumuler avec la responsabilité de la personne morale.⁴¹

³⁶ « Infraction de commission » : c'est-à-dire un acte positif.

³⁷ « Infraction d'omission » : c'est-à-dire une abstention.

³⁸ CP. art. 111-2 : « La loi détermine les crimes et délits et fixe les peines applicables à leurs auteurs ».

CP. art. 111-3 : « Nul ne peut être puni pour un crime ou un délit dont les éléments ne sont pas définis par la loi » et « nul ne peut être puni d'une peine qui n'est pas prévue par la loi, si l'infraction est un crime ou un délit ».

³⁹ L'élément moral disparaît dès lors que la personne n'a pas agi avec intelligence et volonté, par exemple dans l'hypothèse d'un trouble psychique ou neuropsychique ayant aboli son discernement.

⁴⁰ CP. art. 121-2 : « Les personnes morales à l'exclusion de l'Etat, sont responsables pénalement selon les distinctions des articles 121-4 à 121-7, des infractions commises pour leur comptes, par leurs organes ou représentants. (...) La responsabilité pénale des personnes morales n'exclut pas celle des personnes physiques auteurs ou complices des mêmes faits, sous réserve du quatrième alinéa de l'article 121-3 ».

⁴¹ Cass. crim, 28-02-2006 n°05-85.054.

Les personnes morales encourent systématiquement à titre principal une peine d'amende dont le montant est fixé au quintuple de celui prévu pour les personnes physiques pour la même infraction⁴².

Cette problématique s'est posée fin mars 2016, avec Tay, une intelligence artificielle créée par Microsoft pour interagir avec les internautes de manière autonome, qui a tenu des propos pouvant notamment être qualifiés pénalement d'injures raciales et d'incitation à la haine et à la discrimination raciale, passible notamment d'une amende allant jusqu'à 45 000 euros et d'une peine de 5 années d'emprisonnement pour le délit d'apologie des crimes. Qui est responsable ?

L'article 121-1 du Code pénal pose le principe fondamental en matière pénale : « Nul n'est responsable pénalement que de son propre fait. »

La personne visée par la plainte doit être l'auteur des propos injurieux. En l'espèce, ces propos ont été tenus par Tay via les informations mises à sa disposition par les internautes.

4.7.2. La responsabilité civile

Responsabilité civile pour faute. Par principe, chacun n'est responsable que de son propre fait.

La responsabilité civile délictuelle, prévue à l'article 1382 du Code civil (nouvel article 1240 du Code civil à compter du 1^{er} octobre 2016⁴³), suppose la réunion de trois conditions⁴⁴ :

- une faute ;
- un préjudice ;
- un lien de causalité entre la faute et le préjudice.

La notion de faute s'entend de toute transgression d'une obligation préexistante. Il peut s'agir d'une obligation légale, d'une règle ou d'un comportement et aussi bien d'un acte positif de commission que d'un acte négatif d'omission.

De plus, le dommage doit être certain, actuel, personnel, direct, licite et légitime pour être réparable, le droit commun de la responsabilité délictuelle ne réparant pas les dommages éventuels, ou hypothétiques.

Par ailleurs, la responsabilité civile délictuelle peut être retenue pour négligence ou imprudence⁴⁵.

⁴² CP art. 131-37 et 131-38

⁴³ Ordo. n°2016-131 du 10-2-2016 - art. 4

⁴⁴ C. civ. art. 1382 : « Tout fait quelconque de l'homme, qui cause à autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer ».

⁴⁵ C. civ. art. 1383 (nouvel article 1241 du Code civil à compter du 1^{er} octobre 2016) : « Chacun est responsable du dommage qu'il a causé non seulement par son fait, mais encore par sa négligence ou par son imprudence ».

Responsabilité civile du fait des choses. Par dérogation au principe selon lequel chacun n'est responsable que de son propre fait, le Code civil prévoit une responsabilité pour le fait des personnes dont on doit répondre ou des choses que l'on a sous sa garde⁴⁶.

La responsabilité du fait des choses nécessite de caractériser la notion de « garde » de la chose, c'est-à-dire l'usage, la direction, la surveillance et le contrôle exercés sur cette chose⁴⁷.

Responsabilité du fait des produits défectueux. Aux termes des articles 1386-1 et suivants du code civil (nouvel article 1244 du Code civil à compter du 1^{er} octobre 2016⁴⁸), le régime de responsabilité du fait des produits défectueux fait peser prioritairement les conséquences dommageables de la défectuosité du produit.

L'article 1386-3 du Code civil (nouvel article 1245-2 du Code civil à compter du 1^{er} octobre 2016⁴⁹), définit le produit comme : « Tout bien meuble, même s'il est incorporé dans un immeuble (...) ».

Le législateur a mis en avant un critère de mobilité inapplicable à l'intelligence artificielle. La Commission européenne dans une réponse parlementaire du 15 novembre 1988 a considéré que la directive 85/374/CEE du 25 juillet 1985 sur la responsabilité du fait des produits défectueux s'applique au logiciel. Une réponse ministérielle précise que : « L'application du régime de responsabilité du fait des produits défectueux aux logiciels ne concerne que « les situations où ceux-ci seraient à l'origine directe d'une atteinte à la sécurité des personnes ou des biens, hypothèse pour le moins résiduelle »⁵⁰.

L'algorithme d'intelligence artificielle intégré dans un logiciel semble pouvoir être qualifié de produit.

Selon l'article 1386-4 du Code civil (nouvel article 1245-3 du Code civil à compter du 1^{er} octobre 2016⁵¹), « un produit est défectueux (...) lorsqu'il n'offre pas la sécurité à laquelle on peut légitimement s'attendre ».

La responsabilité du fait des produits défectueux est un régime légal de responsabilité sans faute. Le producteur est réputé responsable des défauts de sécurité de ses produits ayant entraîné un dommage. Ce serait l'hypothèse d'un virus dans l'intelligence artificielle.

Ce régime de responsabilité ne pourra plus être appliqué à terme pour l'intelligence artificielle qui a une autonomie décisionnelle de plus en plus grande. Il semble déraisonnable même impossible de demander au concepteur d'intelligence artificielle de prévoir une notice encadrant listant tous les risques possibles du produit. Le concepteur ne connaîtra pas les données d'apprentissage de l'entreprise utilisatrice de l'intelligence artificielle.

⁴⁶ C. civ. Art. 1384 (nouvel article 1242 du Code civil à compter du 1^{er} octobre 2016), : « On est responsable non seulement du dommage que l'on cause par son propre fait, mais encore de celui qui est causé par le fait des personnes dont on doit répondre, ou des choses que l'on a sous sa garde ».

⁴⁷ Jurisprudence constante depuis Cass. Ch. réun., 2-12-1941.

⁴⁸ Ordo. n°2016-131 du 10-2-2016 - art. 2

⁴⁹ Ordo. n°2016-131 du 10-2-2016 - art. 2

⁵⁰ Rép. min. n° 15677 : JOAN R, 24 août 1998.

⁵¹ Ordo. n°2016-131 du 10-2-2016 - art. 2

L'autonomie de l'intelligence implique un degré d'imprévisibilité dans le cadre de son interaction avec les êtres humains.

+ Clause responsabilité. Il convient d'analyser le partage de responsabilité organisée dans les contrats avec les concepteurs d'intelligence artificielle.

Clause Assurance. Il est recommandé de conclure avec un concepteur d'intelligence artificielle doté d'une assurance

Annexe. Mettre en annexe du contrat les spécificités de l'intelligence artificielle facilitera le partage des responsabilités en cas de litige.



Figure 10 : L'IA et responsabilités

4.8. LE DROIT PROSPECTIF

L'intelligence artificielle du fait de son autonomie, a un degré d'imprévisibilité dans le cadre de son interaction avec les êtres humains. Or, en l'état actuel, aucune règle *ad hoc* n'est applicable à la responsabilité délictuelle de l'intelligence artificielle.

Régime de responsabilité. Tel qu'il l'a été précisé précédemment, aucun régime propre au robot doté d'intelligence artificielle n'est encore mis en place en France ni à l'échelle européenne.

Le droit positif fait donc peser sur le concepteur de l'intelligence artificielle l'ensemble des responsabilités. L'apprentissage de l'intelligence artificielle n'est pas pris en considération dans la partie législative.

Il conviendrait *a minima* de mettre en place un régime de responsabilité en cascade afin de prendre en considération la responsabilité de l'utilisateur, qui s'occupe de la partie apprentissage de l'intelligence artificielle sur le schéma suivant :

- le ou les utilisateurs de l'intelligence artificielle du fait de sa capacité d'apprentissage ;
- son propriétaire s'il est différent ;
- le concepteur.

De plus, il faut impérativement mettre en place un droit à l'oubli et même un droit au refus. L'individu doit pouvoir refuser de communiquer ses données sans pour autant être exclu de la société. Avec l'intelligence artificielle partout, l'individu sera vraiment traqué en permanence. Il convient *a minima* de limiter l'intelligence artificielle.

Techniquement, l'intelligence artificielle doit avoir un système qui permet de corriger rapidement une erreur grave, doté d'une sorte de bouton d'arrêt d'urgence et une possibilité que l'homme reprenne la main.

+ Une mise sur le marché de l'intelligence artificielle comme celle du médicament

« Il conviendrait de s'inspirer du processus de mise sur le marché de médicament pour l'intelligence artificielle : il faut faire des tests en vraie grandeur, des campagnes de certification, de qualification comprenant des phases de simulation. Une fois que le fabricant a pris ces précautions, le produit pourra être commercialisé. »

Olivier Guilhem, Directeur juridique, SoftBank Robotics

Des préventions *a priori* sont à prendre afin d'encadrer l'innovation et de limiter les risques *via* :

- des dépôts des sources ;
- communiquer sur la maintenance prédictive ;
- mettre en œuvre la possibilité d'accéder au système ;
- et surtout tracer le processus décisionnel de l'intelligence artificielle.

Il convient aussi de veiller au principe de véracité de l'information apportée.

Une prévention *a posteriori* peut être apportée en :

- expliquant et justifiant le processus décisionnel de l'intelligence artificielle ;
- effaçant les données des profils ;
- créant une boîte noire logique qui garde en mémoire l'intelligence artificielle et la possibilité de la détruire.

5. LES ENJEUX ETHIQUES

Les craintes liées au développement de l'intelligence artificielle, plus ou moins fantasmées, sont au cœur du débat. L'automatisation croissante des tâches pose la question de la disparition de certains emplois, tandis que la délégation de tâches à haute responsabilité (décision, recommandation) à des machines pose celle du libre arbitre et de la place laissée à la pertinence de l'interprétation humaine.

Ces problématiques nous mettent face à deux types d'éthiques : d'une part l'éthique des usages, et d'autre part, l'éthique dès la conception ou *by design*.

5.1. L'ETHIQUE DES USAGES DE L'ENTREPRISE

L'intelligence artificielle pose des questions éthiques et de responsabilités cruciales pour la stratégie globale de l'entreprise et l'image qu'elle souhaite communiquer à ses clients. Les questions qui se posent d'ores et déjà avec l'analyse des comportements clients vont être exacerbées avec l'intelligence artificielle.

Le point central sera certainement l'amélioration de la prédiction des comportements grâce au *Machine Learning* notamment. Si les entreprises peuvent, grâce à ces outils, prédire les comportements ou les tendances de comportements des clients, il est fort probable que de nouvelles formes de discriminations se développent et limitent de fait l'accès à des services essentiels, tels que les assurances ou les prêts bancaires.

La protection des données personnelles est également au cœur de ces problématiques. Outre la mise en conformité, l'entreprise doit aussi s'appuyer sur des mesures pédagogiques, de sensibilisation voire de vulgarisation envers les clients finaux.

Comprendre ce qu'il se passe derrière une machine « intelligente » est en effet un prérequis pour tout individu et une nécessité pour tout choix éclairé. Les enjeux de *privacy* sont également au cœur des réflexions, notamment dans le cas du marketing, axé davantage sur l'apprentissage des habitudes et des préférences consommateurs, sur la découverte d'atypismes plutôt que le regroupement de ressemblances.

Légalement, personne n'a une obligation de la transparence. Il s'agit bien plus d'une démarche éthique, propre à chaque entreprise mais il n'est pas toujours évident d'investir sur des contraintes. Cependant, mettre des normes et de la moralité dans les intelligences artificielles devient une nécessité.

Quelques institutions commencent d'ailleurs à travailler sur ces sujets. Elon Musk a par exemple, fait un don de 10 millions de dollars au *Future of Life Institute* pour développer les recherches autour des risques potentiels de l'intelligence artificielle. Le *Machine Intelligence Research Institute* et le *Future of Humanity Institute* ont aussi des budgets dédiés à la recherche sur ces questions.

Les entreprises devront répondre à de nouvelles demandes de la part des clients, pour maintenir une relation de confiance, en sachant non seulement expliquer comment fonctionne le « raisonnement »

d'une intelligence artificielle mais aussi le justifier. Les professionnels peuvent mettre en place entre eux des certifications, des garanties. Quoiqu'il en soit, il vaudra mieux être proactif et écrire ces règles éthiques plutôt que de se les faire imposer de l'extérieur et les subir.

+ **Éthique et boîte noire des intelligences artificielles, Olivier Guilhem, Directeur juridique, Softbank Robotics**

Concernant la question de savoir s'il y a une « boîte noire » de l'intelligence artificielle, il faut savoir qu'il y a toujours un *monitoring* mais il est très parcellaire. On ne peut pas retracer complètement le parcours d'un robot. *SoftBank Robotics* a aussi imposé certaines règles au niveau du traitement de l'information. On sera obligé de conserver les *logs* des relations éditeurs/hébergeurs/utilisateurs.

Concernant l'apprentissage, il y a deux aspects importants à prendre en compte dans la boîte noire : l'une sur la partie algorithmique, l'autre sur la base d'apprentissage que sont les données.

L'apprentissage réside dans le corpus de données que l'on va fournir à l'intelligence artificielle. Il est donc indispensable de se poser certaines questions en amont comme « faut-il censurer certaines images/certaines données pour qu'une intelligence artificielle n'apprenne pas les choses de travers ? »

Une application peut aussi endommager le robot : si un programme nécessite des mouvements trop rapides, cela pourrait abîmer ses articulations et le robot pourrait devenir dangereux pour son entourage. *SoftBank Robotics* se réserve ainsi le droit de ne pas accepter une application si celle-ci n'est pas conforme au contrat. Il y a une charte, incluse dans le contrat, qui engage la personne à ne pas développer certaines applications.

5.2. L'ETHIQUE BY DESIGN

De nombreuses personnalités ont signé une lettre ouverte le 10 janvier 2015⁵² alertant des risques associés au développement de l'intelligence artificielle. Ces alertes impliquent notamment une réflexion sur la définition des moyens par rapport aux finalités données aux IA. L'un des risques est en effet que l'intelligence artificielle, pour accomplir une fin programmée par l'humain, recoure à tous les moyens techniquement et logiquement possibles, y compris des moyens pernicieux, qui n'auraient pas plus forcément de sens pour l'homme (voir le mythe de la Patte de Singe que Norbert Wiener, l'un des pères fondateurs de la cybernétique, reprend à W.W. Jacobs dans *Cybernétique et Société*).

Une attention particulière doit donc être accordée à la définition du sens et des valeurs dès la conception de programmes intelligents et autonomes, mais également au droit et à la sécurité informatique. Ces enjeux sont cruciaux afin d'accompagner les opportunités économiques de l'intelligence artificielle.

⁵² *An Open Letter, research priorities for robust and beneficial artificial intelligence*, www.futureoflife.org

Comment penser ainsi l'éthique des intelligences artificielles, dès la conception ? Et jusqu'à quel degré peut-on anticiper les risques d'une machine intelligente ?

Comme indiqué dans le précédent encadré, selon Olivier Guilhem, le parallèle avec la mise sur le marché de médicament est fertile pour penser l'éthique des intelligences artificielles le plus en amont possible. Il faudrait partir du postulat que toute intelligence artificielle est une substance active, et que, comme tout médicament, il convient d'être prudent et de faire des tests avant une mise sur le marché. On pourrait ainsi éviter une partie des risques grâce :

- A la certification et/ou l'autorisation de mise sur le marché ;
- A la mise en place d'un droit à l'oubli et d'un droit au refus : il faudrait que tout utilisateur puisse refuser de confier ses données personnelles à une intelligence artificielle. Il faut avoir la possibilité de refuser l'accès d'une intelligence artificielle à son compte Twitter, Facebook dont l'analyse des données permet déjà de déduire si une personne est solvable pour un prêt bancaire, par exemple. Sur de nombreux sites internet, il y a déjà de l'intelligence artificielle, nos comportements sont tracés en permanence (suivi des navigations, sites précédemment visités). Comment faire pour vivre dans une société imprégnée d'intelligence artificielle ? Un individu qui exercerait ce droit au refus et/ou à l'oubli ne risquerait-il pas d'être mis au ban de cette société ?
- A la séparation des intelligences artificielles : dans une vision plus extrémiste, il s'agirait de rendre techniquement impossible une fusion de toutes les intelligences artificielles entre elles, afin de les empêcher d'apprendre les unes des autres.

L'éthique *by design* est pertinente dans le cas des agents autonomes, qui feront partie de notre environnement quotidien et pour lesquels il faudra définir et implémenter des règles d'actions et de décisions éthiques. Le projet « ETHICAA » de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) débuté en 2013, analyse cette question : « A l'heure actuelle, les machines et les logiciels (agents) deviennent de plus en plus autonomes et agissent de plus en plus sans être contrôlés par des utilisateurs ou des opérateurs humains. C'est pourquoi, la question de doter ces agents autonomes de comportements éthiques se pose. L'objectif du projet ETHICAA est de définir ce que devrait être un système composé d'un ou plusieurs agents et capable de gérer des conflits éthiques, aussi bien au niveau individuel qu'au niveau collectif »⁵³.

Pourtant il y a plusieurs limites à cette éthique *by design* :

- La limite philosophique repose sur le constat que le propre de l'éthique est de poser des dilemmes, auxquels il n'y a pas, par définition, de meilleures issues *a priori*. Autrement dit, l'éthique fait toujours face à un conflit de valeurs. Il faut donc hiérarchiser des principes ou des valeurs en fonction d'un contexte, d'intérêts particuliers ou collectifs pour prendre la décision qui semble la mieux adaptée. Cela nécessite un raisonnement complexe, reposant sur l'analyse contextuelle, la notion du sens des valeurs et des devoirs et une capacité d'anticipation ;

⁵³ Présentation du Projet ETHICAA « Agents Autonomes et Ethique » : <http://www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-13-CORD-0006>

- La limite technique repose sur le fait que le calcul des conséquences d'une action est infini et ne permettrait pas une prise de décision rapide et efficace de l'agent autonome ;
- La limite scientifique, comme le souligne le descriptif ANR repose sur l'idée que « les théories éthiques sont difficiles à mettre en œuvre sous forme de principes éthiques opérationnels ». Autrement dit, comment un système de calcul reposant sur le respect de règles implémentées *by design* peut intégrer en même temps toute la complexité d'une situation ?

5.3. L'AVENIR DE L'EMPLOI ET L'ACCEPTATION SOCIALE

De nombreuses études présentent des prévisions sur l'avenir de l'emploi à l'ère des machines intelligentes et de l'automatisation croissante, certaines étant plus optimistes que d'autres.

D'un côté, on prévoit la « disparition du tiers, à plus de la moitié, des emplois salariés en une vingtaine d'années seulement »⁵⁴. De l'autre, on imagine plutôt que, selon la vision schumpétérienne du monde, la balance « destruction-crédation » maintiendra une certaine stabilité. En effet, de nouveaux métiers pourront se créer dans des domaines connexes, voire complètement différents. C'est bien le propre de l'innovation, « [elle] a ceci de particulier qu'elle permet aussi la création de métiers nouveaux, qu'elle recompose le paysage économique entier et celui des métiers »⁵⁵.

Une étude anglaise du 17 septembre 2013⁵⁶ classifie de manière précise les risques qu'ont certains métiers de se faire remplacer par des machines. Ainsi, les métiers qui ont le moins de risques de se faire remplacer par des automates ou des intelligences artificielles sont les fonctions de management, les métiers de la finance, du numérique, de l'éducation ou de la santé. À l'opposé, les métiers qui seront le plus susceptibles de disparaître concernent surtout les services, la vente, l'administratif, les transports comme l'indique le schéma ci-dessous :

⁵⁴ Analyse du cabinet Roland Berger et *An Open Letter, research priorities for robust and beneficial artificial intelligence*, www.futureoflife.org

⁵⁵ *An Open Letter, research priorities for robust and beneficial artificial intelligence*, www.futureoflife.org

⁵⁶ *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne

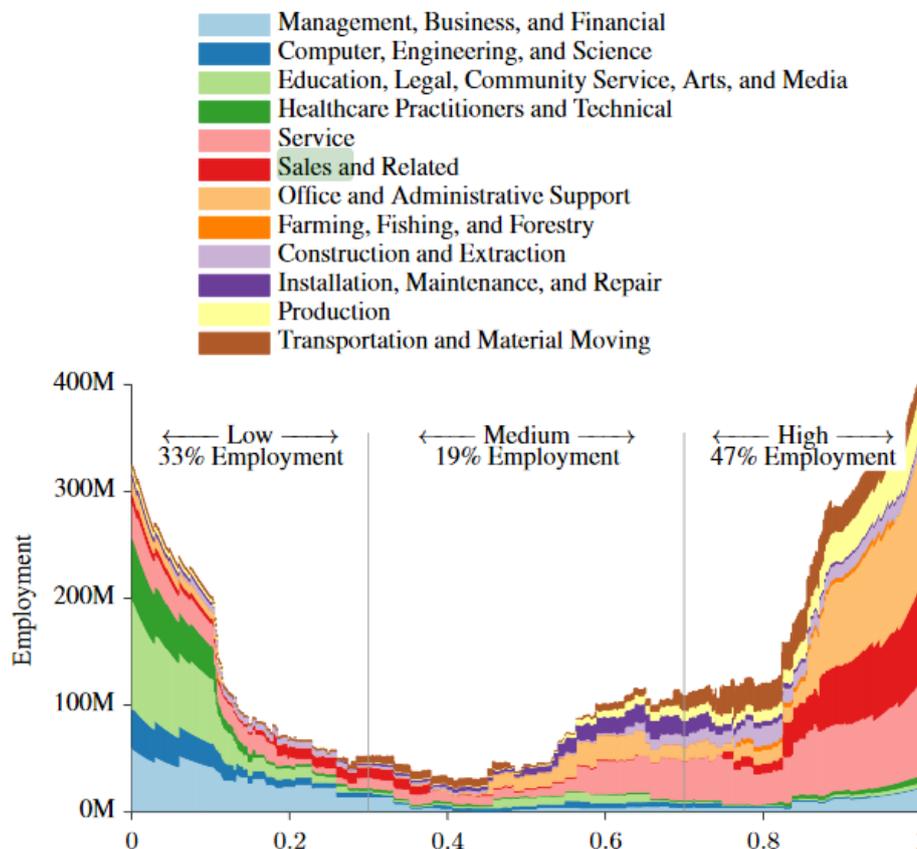


Figure 11 : Probability of Computerisation⁵⁷

Ces prévisions peuvent à juste titre inquiéter, c’est pourquoi il est important de débattre du projet de société qui en découle.

D’après Cyrille Bataller, le partage de travail sera plus grand et le volume de travail plus faible. On parlerait ainsi plutôt d’automatisation intelligente, de *liquid workforce* (employés polyvalents), et d’économie de plateforme. Le type de travail va donc bel et bien changer, et il faudra s’y préparer. Il y a de nombreuses études sur le sujet et des réflexions sur le salaire minimum, par exemple. Il faut donc réfléchir à des modèles économiques différents et à l’acceptabilité sociale.

Quoi qu’il en soit, mener une réflexion éthique de manière transverse, à plusieurs niveaux (éthique sociétale, éthique des usages, éthique de la conception, etc.) sur le développement des intelligences artificielles semble primordial, ne serait-ce que pour saisir la complexité du sujet et mieux comprendre les freins et leviers à actionner pour accompagner au mieux les opportunités à venir. Philippe Breton, ingénieur et historien de l’informatique, consacre à ce propos une formule de circonstance : « L’homme a sans doute plus à gagner à prendre conscience en toute lucidité des tendances négatives des outils dont il a besoin par ailleurs, qu’à s’y abandonner trop aveuglément. »⁵⁸

⁵⁷ Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The Future of Employment : How susceptible are jobs to computerisation ?* - FIGURE III. The distribution of BLS 2010 occupational employment over the probability of computerisation, along with the share in low, medium and high probability categories.

⁵⁸ Breton P., *Histoire de l’informatique*, La Découverte, 1987, p.157

6. CONCLUSION

Dans la continuité de leur transition numérique, les entreprises se préparent aujourd'hui à la transition intelligente, qui intègre tant l'internet des objets que l'intelligence artificielle. L'adoption de ces technologies dans le *business* des entreprises dépend de leurs capacités à s'adapter tant sur leurs architectures et infrastructures IT que sur leurs modes de gouvernance.

Les nouveaux modes de management autour de l'IA seront réussis grâce à une culture solide de la donnée, une transversalité des savoirs et des connaissances, et le développement d'une forme de « fractalisation » de l'entreprise visant à augmenter sa surface d'échanges au contact d'acteurs extérieurs qui sont toujours en mouvement.

S'il n'existe pas de cadre juridique qui puisse aujourd'hui prendre en compte toute la complexité des technologies intelligentes, même si certains référentiels permettent de couvrir une partie des principales problématiques juridiques (propriété intellectuelle, responsabilité pénale et civile...) il est de la responsabilité des entreprises de prendre les devants, d'anticiper *via* la contractualisation ou certaines chartes éthiques, les « règles du jeu » de l'IA. Mieux vaut se donner ses propres règles *a priori* plutôt que de devoir les subir *a posteriori*.

L'IA constitue la prochaine révolution informatique et culturelle des entreprises. Pour s'y préparer, les convictions des grandes entreprises, participantes du Cercle IA, sont :

- De ne pas hésiter à **affecter des budgets spécifiques à l'IA**, qui devrait dépasser le stade POC et pouvoir se développer rapidement, avec une vraie stratégie d'entreprise ;
- **Anticiper l'évolution des infrastructures IT** : la puissance de calcul liée à l'exécution d'algorithmes d'apprentissage nécessite de passer d'architectures séquentielles à des architectures parallèles et distribuées ;
- **Attirer et valoriser les nouveaux talents** : la France est leader dans le domaine des mathématiques et regorge de talents dans l'ingénierie et dans la recherche scientifique. Les grandes entreprises ont besoin de ces compétences d'excellence et doivent les valoriser dans les nouveaux métiers liés à l'IA (développeurs, roboticiens, *data scientists*) ;
- **Développer le travail de prospective** au sein des entreprises pour mieux orienter les stratégies à partir de différents scénarios possibles d'émergence de l'IA ;
- **Dé-siloter les Métiers et développer une culture d'API** au sein de l'entreprise ;
- Enfin, l'IA étant évidemment un sujet *business*, **il est important pour l'IT d'être un support, voire un pilote de ces nouveaux *business models*.**

ANNEXES

Liste des annexes :

- Membres du Cercle de l'IA
- Liste des grands témoins
- Glossaire
- Acronymes
- Canevas des auditions

ANNEXE 1 - MEMBRES DU CERCLE DE L'IA

PRENOM NOM	SOCIETE	ADRESSE MEL
Me Alain Bensoussan	Cabinet Alain Bensoussan Avocats Lexing	alain-bensoussan@lexing.law
M. Konstantinos Voyiatzis	Edenred	konstantinos.voyiatzis@edenred.com
M. Jean-François Pepin	CIGREF	jfp@cigref.fr
Me Marie Soulez	Cabinet Alain Bensoussan Avocats Lexing	marie-soulez@lexing.law
Me Julie Langlois	Cabinet Alain Bensoussan Avocats Lexing	julie-langlois@lexing.law
Mme Flora Fischer	CIGREF	ffischer@cigref.fr

ANNEXE 2 - LISTE DES GRANDS TEMOINS

N°	PRENOM NOM	SOCIETE	FONCTION	DATE
1.	Olivier Guilhem	SoftBank Robotics	Directeur juridique	10 12 2015
	Rodolphe Gelin		Directeur de l'innovation et de la recherche	18 02 2016
2.	Sylvain Girard	Angus.AI	Cofondateur	10 12 2015
3.	Aurélien Géron	Google France	<i>Product Manager YouTube</i>	13 01 2016
4.	Cyrille Bataller	Accenture	Managing Director - Emerging Technology	17 03 2016
5.	Bernard Georges	Société Générale	Responsable de la Prospective stratégique	14 04 2016
	Christelle Launois		<i>IS Business Strategy</i>	
	Stéphane Mallard		Chargé de la stratégie, de l'innovation et de la prospective dans les salles de marché	
6.	Serge Besnard	Total	Digital transformation manager of the Polymer B.U.	20 04 2016
7.	Cécile Wendling	AXA Group	Responsable de la prospective à la Direction des Affaires Européennes et Institutionnelles	19 05 2016
	Lidia Labertrande		Chargée d'étude prospective	

ANNEXE 3 - GLOSSAIRE

Algorithme

L'étude de la résolution de problèmes par la mise en œuvre de suites d'opérations élémentaires selon un processus défini aboutissant à une solution selon l'arrêté relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique du 27 juin 1989.

Autonomie

Capacité d'exécuter des tâches prévues à partir de l'état courant et des détections, sans intervention humaine selon la norme ISO 8373:2012.

Base de données

Recueil d'œuvres, de données ou d'autres éléments indépendants, disposés de manière systématique ou méthodique, et individuellement accessibles par des moyens électroniques ou par tout autre moyen selon l'article L. 112-3 du Code de la propriété intellectuelle.

Deep Learning

Capacité d'une unité fonctionnelle à exécuter des fonctions généralement associées à l'intelligence humaine, telles que le raisonnement et l'apprentissage selon la norme ISO 2382-28.

Donnée à caractère personnel

Toute information relative à une personne physique identifiée ou qui peut être identifiée, directement ou indirectement, par référence à un numéro d'identification ou à un ou plusieurs éléments qui lui sont propres selon l'article 2 de la loi Informatique et libertés.

Intelligence artificielle

Capacité d'une unité fonctionnelle à exécuter des fonctions généralement associées à l'intelligence humaine, telles que le raisonnement et l'apprentissage selon la norme ISO 2382-28.

Machine Learning

Apprentissage automatique des machines, branche de l'intelligence artificielle permettant aux machines d'effectuer des tâches pour lesquelles elles ne sont pas explicitement programmées en apprenant avec des données.

Robot

Selon Maître Alain Bensoussan, un robot présente les caractéristiques suivantes :

- une machine intelligente dotée d'un module d'intelligence artificielle ;
- une capacité à prendre des décisions en ne se réduisant pas à obéir à des automatismes ;
- des capacités d'apprentissage ;
- une situation de mobilité dans des environnements privés et publics ;
- une capacité à agir de manière coordonnée avec des êtres humains.

Robot intelligent

Robot capable d'exécuter des tâches par détection de son environnement et/ou par interaction avec des sources extérieures et adaptation de son comportement selon la norme ISO 8373:2012.

ANNEXE 4 - ACRONYMES

ANR

| Agence nationale de la recherche

CNIL

| Commission nationale de l'informatique et des libertés

DP

| *Deep Learning*

IA

| Intelligence artificielle

ISO

| *International Organization for Standardization*

ML

| *Machine Learning*

OMPI

| Organisation mondiale de la propriété intellectuelle

ANNEXE 5 - CANEVAS DES AUDITIONS

CANEVAS D'ENTRETIEN LIVRE BLANC

Intelligence Artificielle (Modèle de script)

Personne :

Date :

1. Problématiques juridiques et éthiques

1.1 Quand faut-il faire intervenir l'éthique dans l'intelligence artificielle ?
Eprouvez-vous la nécessité d'un référentiel général éthique ?

1.2 Quels sont les problèmes juridiques auxquels vous êtes confrontés ou
que vous anticipez ?

1.3 La Machine Learning, le Deep Learning, les algorithmes prédictifs et le
Big data sont étroitement liés : qui est responsable ?

1.4 Quelles sont les clauses contractuelles nécessaires lorsqu'il s'agit
d'intelligence artificielle ?

2. Evolutions des cadres juridiques

2.1 Le cadre juridique impacte-t-il le développement de l'intelligence
artificielle ?

2.2 Pensez-vous opportun de légiférer dans le domaine de l'intelligence
artificielle ?

2.3 Pensez-vous opportun de de mettre en place une politique publique ?

3. Problématiques au sein de l'entreprise

3.1 L'intelligence artificielle crée de nouvelles fonctions au sein de
l'entreprise, quel est son impact ?

3.2 Engendre-t-elle des problèmes de management ?

3.3 Quelles sont les opérations mises en place dans l'entreprise ?

4. Vision prospective

4.1 Quel est le rôle de l'intelligence artificielle dans l'entreprise du futur ?

4.2 Rendra-t-elle l'organisation plus intelligente ?



CIGREF

21 avenue de Messine
75008 PARIS

Tel. : +33 1 56 59 70 00

cigref@cigref.fr

www.cigref.fr

