
Livre blanc

Comment faire des entreprises françaises des championnes de l'Intelligence Artificielle

AI.

AI FOR BUSINESS

LesEchos

NEWS • TALKS • COACHING



Business
Services



Partenaires
académiques



INTRODUCTION

Il y a tout juste un an, le 28 mars 2018, le député et mathématicien Cédric Villani présentait son rapport « Donner un sens à l'intelligence artificielle ». Ce travail, largement médiatisé, a permis une prise de conscience, chez les pouvoirs publics comme dans les entreprises : non seulement la France a un rôle à jouer dans le développement de l'intelligence artificielle, mais si elle ne le fait pas, ce sera au détriment de son économie, car d'autres pays, d'autres acteurs en tireront profit.

S'il dressait des objectifs importants pour la recherche, pour les pouvoirs publics et pour certains secteurs jugés stratégiques (santé, mobilité, etc.), le rapport ne fournissait que peu de pistes pour les entreprises. Or l'intelligence artificielle figure désormais en tête des préoccupations de leurs dirigeants, conscients que l'arrivée de nouveaux outils va bouleverser leur activité, modifier leur organisation, faire naître de nouvelles opportunités et de nouveaux concurrents.

Déjà, les expérimentations se multiplient, les partenariats se nouent, les applications concrètes arrivent sur le marché ou dans le back-office. La reconnaissance vocale et les chatbots changent la relation client, l'analyse de documents s'invite dans le juridique ou les RH, les outils d'apprentissage automatique promettent d'optimiser la logistique, le contrôle qualité, la maintenance...

Mais si l'IA devient une réalité dans le monde professionnel, beaucoup d'entreprises cherchent encore à comprendre ce qu'elle peut - et ne peut pas - faire pour elles, et à en tirer le meilleur.

C'est pour les aider à explorer ce nouvel âge du numérique que « Les Échos » a lancé, en septembre 2018, le Think Tank AI For Business. L'idée était simple : mettre autour d'une même table, régulièrement et durablement, les multiples acteurs de l'écosystème. Des entreprises, notamment des pionnières de l'IA, pour qu'elles partagent leurs bonnes pratiques, mais aussi leurs doutes ou leurs fausses routes. Des chercheurs, pour qu'ils expliquent concrètement les promesses et les limites de l'intelligence artificielle. Des spécialistes du Big Data, parce que dans la plupart des cas, les algorithmes ont besoin de données massives. Des juristes, parce que le nouveau monde qui se profile aura parfois besoin de nouvelles règles, qu'elles soient internes aux entreprises ou inscrites dans la loi nationale ou européenne.

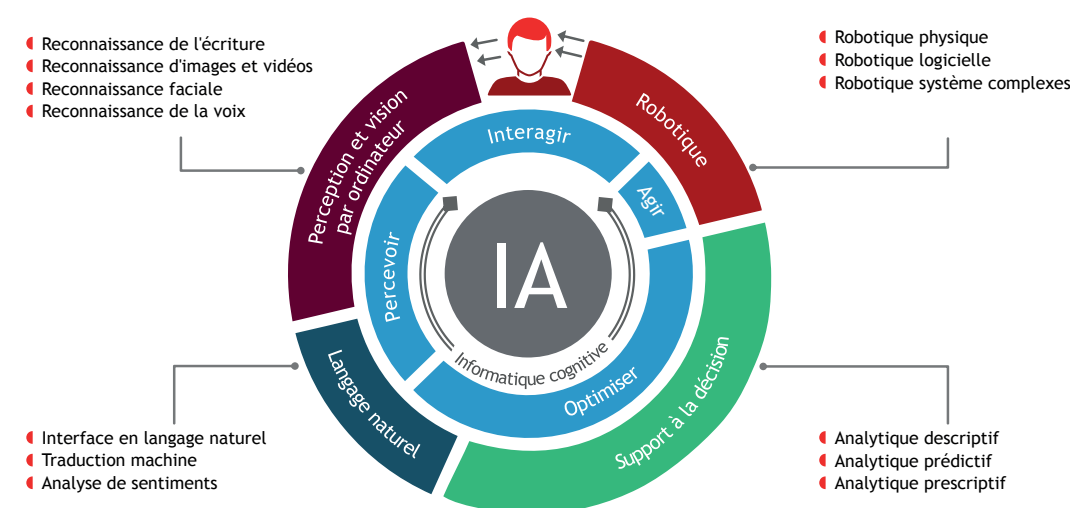
Pendant six mois, avec l'aide de nos partenaires (BCG GAMMA, Datastax, Orange Business Services, Sicara), nous avons exploré les grandes questions que pose l'arrivée de l'IA dans les entreprises. Le dialogue a été souvent stimulant, parfois enflammé, toujours constructif. Il nous a en tout cas prouvé, s'il en était besoin, que faire se rencontrer les différentes parties prenantes, et confronter leurs points de vue, reste le meilleur moyen d'aboutir à des propositions concrètes et applicables.

Le livre blanc que vous avez entre les mains est le fruit de ces travaux. Il reflète, pour chacun des thèmes que nous avons abordés, les échanges entre tous les participants du Think Tank. Il donne aussi 20 recommandations qui ont émané de ces séances de discussion. Il s'agit en majorité de conseils et de pistes pour les entreprises elles-mêmes, mais nous y avons adjoint également des remarques en direction des pouvoirs publics.

Nous espérons que vous aurez autant de plaisir à les lire que nous en avons eu à les élaborer.

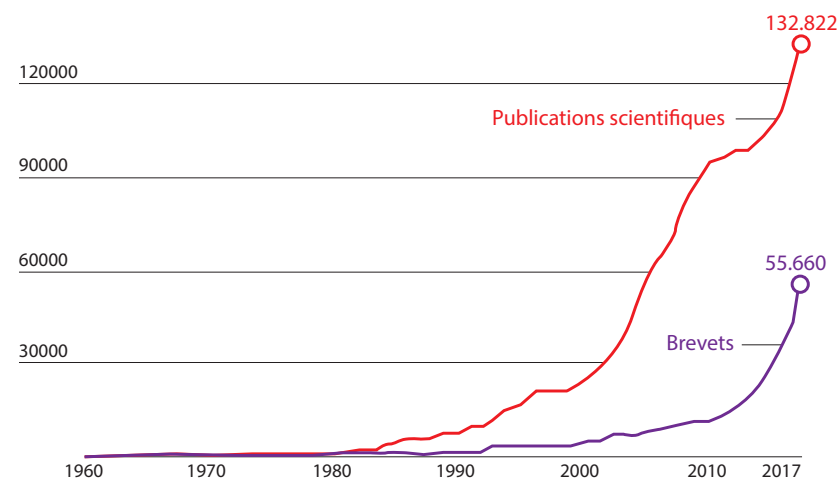
Benoît Georges,
*Chef du service Idées & Débats des Échos,
créateur du Think Tank AI For Business*

Notre proposition de définition de l'intelligence artificielle



En chiffres

Brevets et publications scientifiques en IA Dans le monde depuis 1962



50% des entreprises n'ont pas encore intégré l'IA dans leurs processus ou offres

	Description	entreprises en 2018 (%)	% pour qui une stratégie IA est clef
Pionniers	Ils ont largement intégré l'IA dans leurs processus et leurs offres et ont une bonne compréhension des enjeux liés à l'IA	18%	85%
Investigateurs	Ils intègrent l'IA dans certains processus et certaines offres et semblent en comprendre les enjeux	33%	69%
Testeurs	Ils ont lancé un ou plusieurs projets pilotes sur l'IA et semblent peu connaître et peu s'intéresser aux enjeux de l'IA	16%	67%
Passifs	Ils ont une compréhension limitée de l'IA et ne l'ont pas pris en compte dans leur stratégie (et n'ont pas l'intention de le faire)	34%	39%
		50%	

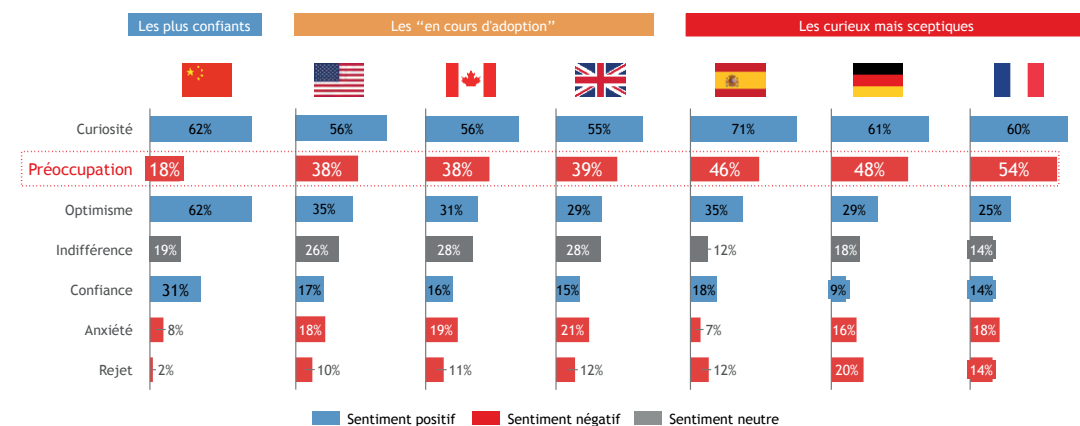
Infographie 1 : « Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, rapport Technology Trends 2019 sur l'IA » de l'article <https://www.lesechos.fr/intelligence-artificielle/veille-technologique/0600612793461-explosion-du-nombre-de-brevets-en-intelligence-artificielle-2241510.php>

Infographies 2 : rapport BCG/IMIT SMR « Artificial Intelligence in Business Gets Real », septembre 2018, 3 000+ exécutifs, managers et analystes interrogés représentant 29 industries et 126 pays

Infographies 3 et 4 : Boston Consulting Group, Artificial Intelligence : Have No Fear I, 2018, <https://de.slideshare.net/The-BostonConsultingGroup/artificial-intelligence-have-no-fear?linkId=56752563>

Hormis en Chine, les préoccupations se révèlent significatives, des pays en cours d'adoption de l'IA aux pays les plus sceptiques

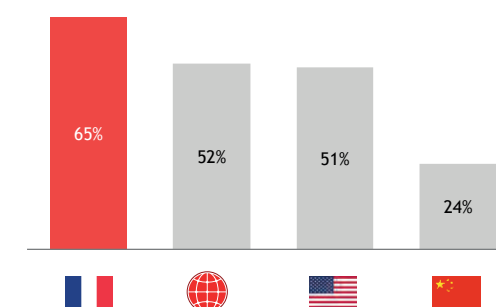
Q : Quels sont vos sentiments en pensant aux conséquences que l'IA pourrait avoir sur votre travail ?
(2 réponses par répondant)



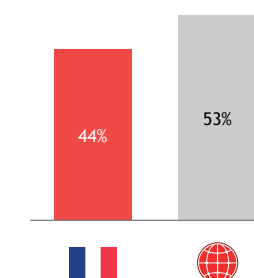
■ Les préoccupations sont plus marquées dans les pays curieux, mais sceptiques.

En France, des freins plus prononcés et des entreprises jugées en retard

% des employés associant l'IA à un sentiment négatif (inquiétude, anxiété, rejet)



Entreprises utilisant l'IA ou prévoyant de déployer des solutions avec de l'IA



■ La France arrive en tête des pays inquiets avec 65% des salariés associant l'IA à un sentiment négatif contre 51% aux Etats-Unis. Ces inquiétudes sont principalement liées aux risques sur l'emploi, la cohésion sociale et l'éthique. Elles entraînent un retard des entreprises françaises avec seulement 44% d'entre elles utilisant ou prévoyant de déployer des solutions IA contre 53% dans le reste du monde.

Les participants



Invité spécial

Mounir Mahjoubi, Secrétaire d'État chargé du Numérique auprès du ministre de l'Économie et des Finances.

Experts



Bertrand Braunschweig
Directeur de la mission INRIA de coordination du programme national de recherche en intelligence artificielle



Julien Lévy
Directeur du Centre Digital, HEC



Bruno Deffains
Président, Pôle Numérique du CLUB DES JURISTES



Antoine Petit
Président Directeur Général, CNRS



Françoise Soulié-Fogelman
Conseiller Scientifique, HUB FRANCE IA



Emmanuel Bacry
Senior Researcher, CNRS, Université Paris Dauphine
Professeur et Head of Big Data Initiative, POLYTECHNIQUE



Mahasti Razavi
Avocate & Directrice Associée, AUGUST DEBOUZY



Charles-Henri Besseyre des Horts
Professeur Emérite en management, HEC

Professionnels



Olivier Morbé
Retail CIO, BNP PARIBAS



Cécile Cabanis
Executive Vice President, CFO, DANONE



David Giblas
Chief Innovation, Digital, Data Officer, MALAKOFF MÉDÉRIC



Ayoub Mamdouh
Directeur Général, OCP SOLUTION



Paul Maarek
Directeur, Digital Factory, VINCI AUTOROUTES



Grégory Boutté
Chief Client and Digital Officer, KERING



Axel Adida
Digital COO, L'ORÉAL



Serge Yoccoz
Directeur Général, RENAULT DIGITAL



Stéphane Rideau
Directeur des Systèmes d'Information de PÔLE EMPLOI



Thierry Picard
Chief Digital Officer, PIERRE FABRE MÉDICAMENT ET SANTÉ

Organisateurs et Partenaires



Benoît Georges
Chef du service Idées & Débats, LES ÉCHOS



Rémy Demichelis
Journaliste, LES ÉCHOS



Jean Owona
Senior Associate, BCG



Laurent Acharian
Directeur Marketing, BCG



Béatrice Felder
Directrice Applications for Business, ORANGE BUSINESS SERVICES



Anne-Sophie Lotgering
Chief Digital & Marketing, ORANGE BUSINESS SERVICES



Mick Lévy
Directeur Innovation Business, BUSINESS & DÉCISION



Jean-Marc Vittori
Editorialiste, LES ÉCHOS



Sylvain Duranton
Directeur Associé Sénior, BCG et Directeur Monde, BCG GAMMA



Claire de Menditte
Associate, BCG



Nicolas de Bellefonds
Directeur Associé, BCG et Directeur France, BCG GAMMA



Axel Demazy
Principal, BCG



Xavier Guérin
VP EMEA South, DATASTAX



Benoît Limare
Co-fondateur, SICARA

Les 20 Recommandations

I - Comment favoriser l'adoption de l'IA dans l'entreprise ?

- 1** - Focaliser les efforts sur deux ou trois sujets à fort impact
- 2** - Sanctuariser les financements (au moins dix - vingt millions d'euros par an pour un groupe mondial afin de passer plusieurs sujets à l'échelle)
- 3** - Impliquer les dirigeants niveau COMEX, en priorité : Métier, SI et Analytics
- 4** - Utiliser l'IA comme catalyseur d'une transformation agile
- 5** - Mettre en place une stratégie « make or buy » pour cibler les investissements

II - Comment tirer bénéfice de la complémentarité homme-machine ?

- 6** - Anticiper et clarifier les impacts attendus sur l'emploi
- 7** - Communiquer autour des succès de l'IA et créer un discours transparent
- 8** - Accentuer l'effort sur l'évolution des modes de travail

III - Gestion des talents : comment faire face à la pénurie ?

- 9** - Massifier les équipes pour atteindre une taille critique et augmenter l'attractivité
- 10** - Etablir l'ambition et la gouvernance IA avant d'initier les recrutements
- 11** - Clarifier la cible par profil (au-delà des data-scientists) en intégrant des parcours croisés avec les organismes de recherche
- 12** - Repenser une marque employeur dédiée : rémunération, formation, carrière,...
- 13** - Mettre en valeur la complexité des défis techniques, la qualité des outils et la richesse des données

IV - Data, éthique, protection : est-il urgent de réguler ?

- 14** - Intégrer l'éthique en amont et en aval de la conception des solutions d'IA, en précisant ce qu'on veut faire et les lignes rouges
- 15** - Mettre en place un processus de contrôle de la conformité éthique des usages de l'IA
- 16** - Créer une charte pour réguler en interne, auprès des partenaires et des clients

V - Comment développer un écosystème français de l'IA ?

- 17** - Faciliter la mise en place des hubs de données (publiques et privées)
- 18** - Cibler l'investissement public sur quelques sujets de rupture
- 19** - Faciliter les collaborations entre grands groupes, recherche et start-up
- 20** - Intégrer la perspective entreprise dans les futures régulations autour de l'IA

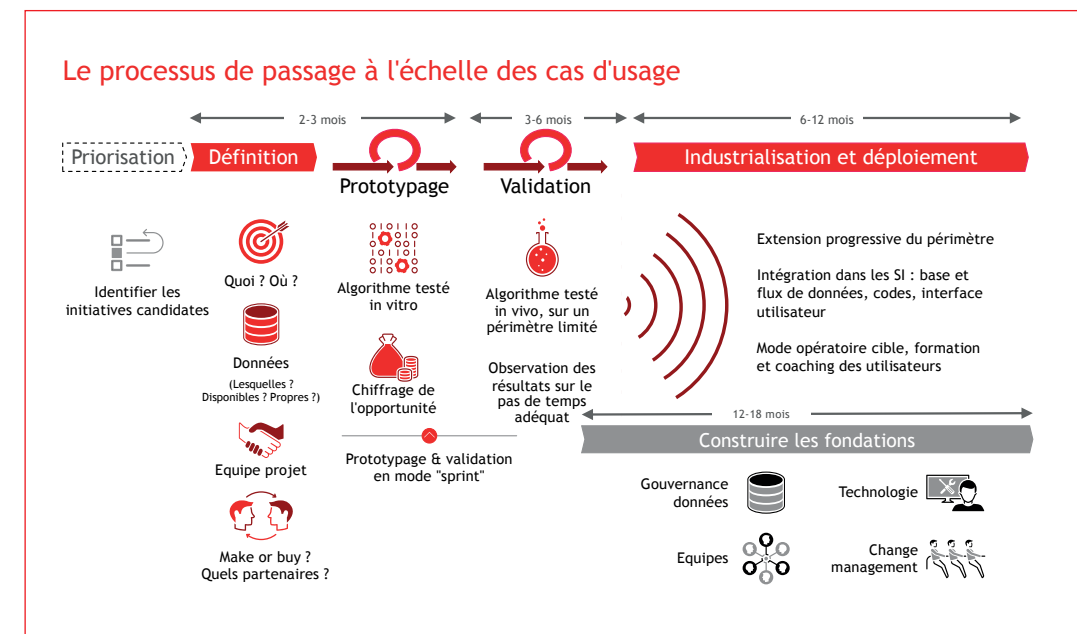
I - Comment favoriser l'adoption de l'IA dans les entreprises ?

C'est un paradoxe observé dans nombre d'entreprises : les pilotes de projets d'intelligence artificielle sont simples à lancer, et fournissent souvent des résultats probants, mais peu réussissent à passer à l'échelle.

« On a peut-être 10% de projets pilotes IA qui passent à l'échelle », estime Mick Lévy, directeur Innovation de Business & Décision. Un obstacle est le manque de compréhension au plus haut niveau de l'entreprise : « On est souvent surpris de voir que les dirigeants ne réalisent absolument pas l'opportunité que représentent les données. » L'une des solutions pour les convaincre est d'attaquer les pilotes qui sont sur des cœurs de métier, alors que trop de sociétés démarrent par des projets peu impactants.

Il y a deux possibilités pour favoriser le passage à l'échelle : soit s'adresser directement au plus haut niveau hiérarchique, pour qu'il soit moteur de l'initiative (mais cela demande un processus d'acculturation) ; soit trouver dans la DSI (Direction des Systèmes d'Information) une personne convaincue du bien-fondé de l'innovation et capable d'engager un travail d'évangélisation – les deux stratégies étant compatibles.

Business & Décision s'est ainsi concentré sur le cœur de métier de son client, un spécialiste français de la logistique, en proposant une amélioration qui permettait un gain de 220 millions d'euros par an dès la première année. Une fois que la preuve était faite dans un domaine central de l'entreprise, il a été beaucoup plus facile de convaincre la direction.



Pour passer à l'échelle, il faut surmonter des obstacles sur les sujets analytics, SI et métier, d'où l'intérêt d'impliquer ces dirigeants au niveau COMEX.

Le pilote initial pour passer à l'échelle doit avoir une forte valeur ajoutée pour l'entreprise et concerner un territoire stratégique. Par exemple, L'Oréal développe des projets de réalité augmentée permettant à la fois de faire tester les produits virtuellement aux utilisateurs via une application smartphone et de récolter des données riches et différenciées.

A partir du moment où le pilote initial a réussi son passage à l'échelle, cela change la perception de l'entreprise et d'autres projets sont alors possibles.

Benoît Limare, co-fondateur de Sicara, identifie deux types de projets IA : premièrement, celui qui vise à automatiser les tâches ; deuxièmement, celui qui a pour objectif de faire ce que l'humain ne sait pas faire. Il a constaté qu'il était plus dur de commencer avec ce deuxième : « Par exemple, la prédiction des ventes, c'est un peu magique, les gens ont plus de mal à y croire. »

Dans le cadre de la première approche, son entreprise a créé un système de détection des anomalies des poteaux le long des chemins de fer. Grâce à l'analyse des données récoltées par un capteur Lidar (sorte de radar laser), il a permis à la société commanditaire (Colas Rail) de gagner du temps lors des opérations de contrôle sur plus de 300 km de voies. « Ils mettaient une demi-heure à analyser les poteaux, et la tâche ne prend aujourd'hui plus qu'une minute », détaille Benoît Limare. Son conseil est de « montrer vite que ça marche ». En deux semaines, avec des algorithmes relativement simples, il a ainsi pu faire apparaître les gains possibles, avant même de passer à des outils d'IA proprement dits.

Nicolas de Bellefonds, Directeur France de BCG GAMMA, souligne l'importance d'investir tôt – les entreprises pionnières en 2016 ont passé encore plus de projets à l'échelle en 2018¹ – et d'engager les dirigeants niveau COMEX. Il prend pour exemple le PDG de L'Oréal, Jean-Paul Agon, qui communique et porte au quotidien cette stratégie dans les comités auxquels il participe, quitte à recadrer certains services quand il ne constate pas d'avancées. Mais pour aboutir, le processus d'acculturation des PDG doit être pris au sérieux et peut représenter une cinquantaine d'heures de formation.

Mahasti Razavi, Avocate et Directrice Associée chez August Debouzy, note de son côté qu'un bon moyen de convaincre les PDG fut d'organiser des rencontres en cercle restreint entre eux et les porteurs de projets. L'idée n'est alors pas d'avoir « de grands discours », mais de suggérer chez le PDG le sentiment qu'il va pouvoir avoir une discussion franche et honnête.

L'enjeu du passage à l'échelle est moins une question technique qu'une question humaine et de stratégie d'entreprise. Les obstacles à lever se situent, pour ainsi dire, à chaque niveau de l'échelle.

1. Focaliser les efforts sur deux ou trois sujets à fort impact

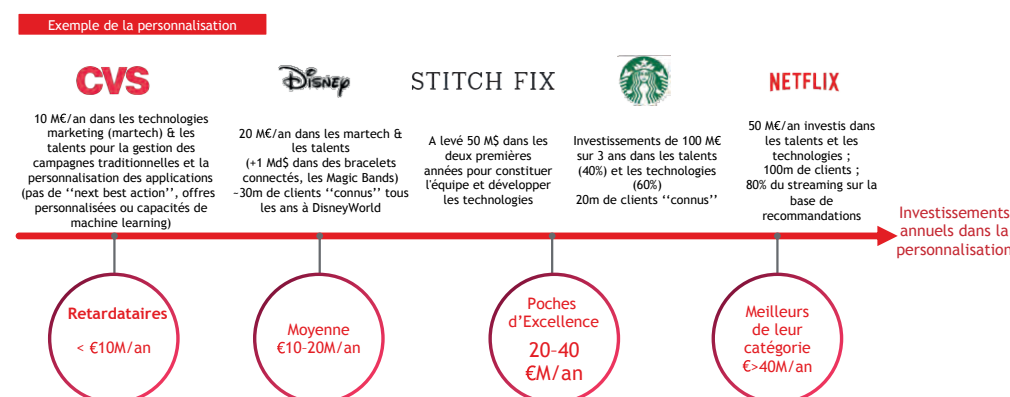
- Choisir un premier sujet stratégique pour initier le passage à l'échelle, qui soit cœur de métier pour une visibilité maximale, et avec un retour sur investissement mesurable et court-terme (pour financer la transformation).
- Concentrer ensuite les efforts sur les sujets à forte valeur ajoutée, qui répondent aux besoins des métiers, et qui permettent à l'entreprise de valoriser un avantage concurrentiel (données uniques, légitimité consommateur, leadership sectoriel, ...).

1) MIT Sloan Management School et BCG, Artificial Intelligence in Business Gets Real, 2018, <https://sloanreview.mit.edu/projects/artificial-intelligence-in-business-gets-real/>

2. Sanctuariser les financements (au moins dix - vingt millions d'euros par an pour un groupe mondial afin de passer plusieurs sujets à l'échelle)

- Sécuriser l'enveloppe au centre, au moins jusqu'à atteindre le point d'autofinancement permettant aux business units de prendre le relai.
- Accepter de ne pas connaître la nature des dépenses au point de départ. Elles peuvent être liées à des dispositifs de capture et gestion des données (structurées ou non, internes ou externes, existantes ou générées,...), des data lakes (plateforme complète de bout en bout pour que les algorithmes puissent interagir entre eux) ou des plateformes de coding, et des programmes de gestion du changement.

Le ticket d'entrée en termes d'investissement semble se trouver autour de 10-20M€ par an pour une entreprise mondiale qui passe plusieurs sujets à l'échelle



3. Impliquer les dirigeants niveau COMEX, en priorité : Métier, SI et Analytics

- Elaborer une communication claire de la part du PDG à toutes les parties prenantes, avec un vocabulaire commun : direction, actionnaires, top management, collaborateurs, sans oublier le dialogue avec les syndicats.
- Définir les rôles de chacun : le Métier a la direction des cas d'usage, les SI celle de la constitution des plateformes, et l'Analytics celle de l'équipe en support.
- Faire intervenir au sein de cette gouvernance de façon ad hoc les directeurs juridiques et des ressources humaines pour s'assurer d'avoir couvert tous les obstacles.

4. Utiliser l'IA comme catalyseur d'une transformation agile



Cécile Cabanis, Executive Vice President et CFO de Danone :
« La transformation agile, on en parle depuis des années, nos organisations en ont besoin de toute façon pour attirer les talents ; l'IA est peut-être l'opportunité d'accélérer cette transformation. »

- Mettre en place des équipes interdisciplinaires intégrées sur chaque projet (Analytics, SI, facilitateurs issus du Métier).
- S'assurer d'un support fort des responsables business : les facilitateurs ou « Data Product Managers » (lire encadré) doivent être parmi leurs hauts potentiels et consacrer au minimum 50% de leur temps au projet.
- Déployer les modes de fonctionnement du modèle agile : accent mis sur la réponse aux besoins clients, amélioration continue et responsabilité sur la valeur créée, itérations rapides sur la livraison d'un MVP (Minimum Viable Product), culture « fail fast, fail often ».

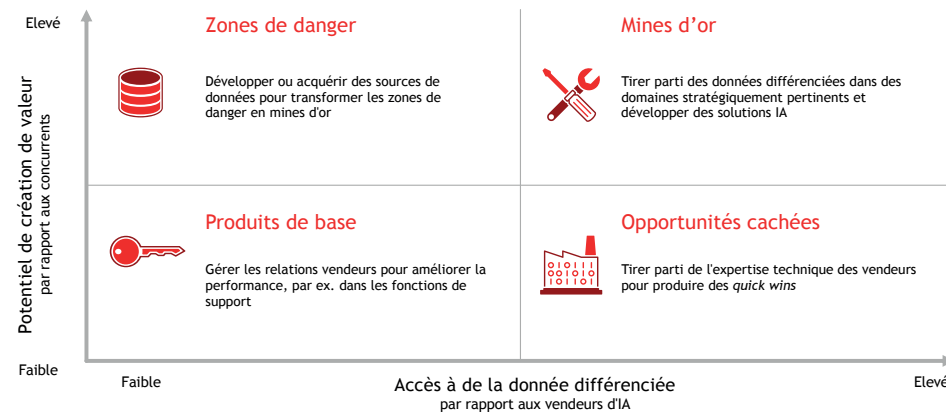
Co-concevoir avec les collaborateurs du métier

Chez Malakoff Médéric, pour faciliter la mobilisation de salariés, l'assureur avait au préalable défini des objectifs à horizon 2020 qui prévoyaient des innovations. Il fut ainsi facile de convaincre les cadres de libérer quelques collaborateurs de leurs équipes pour ces projets ; cela permettait aux managers de stabiliser leurs objectifs. « Ils vont ensuite chercher les gens qu'ils savent déjà susceptibles de se motiver », précise David Giblas, Chief Innovation, Digital et Data Officer chez Malakoff Médéric. Pour générer de la confiance, son organisme facilite le dialogue entre les professionnels de l'IA et ceux du métier : « On a formé des data-scientists au pitch pour qu'ils expliquent ce qu'ils font. » Le groupement de protection sociale a également recruté des « Data Product Managers » dont le rôle est « d'être sûr que le data-scientist puisse communiquer avec le médecin ». Il s'agit non seulement de mettre en place des équipes de travail interdisciplinaires, mais en plus de leur donner les moyens de communiquer.

5. Mettre en place une stratégie « make or buy » pour cibler les investissements

- Pour chacun des cas d'usage, définir s'il vaut mieux « fabriquer maison » ou acheter un algorithme et les données, en fonction de l'accès à la donnée différenciée par rapport aux fournisseurs, et du potentiel de création de valeur par rapport aux concurrents.

Algorithmes : Make or buy ?



Le Big Data est-il nécessaire pour lancer un algorithme ?

Sur la question des data, si tout le monde s'accorde sur l'évidence d'avoir des bases de données claires et disponibles (datalakes), Bertrand Braunschweig, Directeur de la mission INRIA de coordination du programme national de recherche en intelligence artificielle, remarque néanmoins qu'elles ne sont pas toujours nécessaires pour démarrer un projet :

« Tout l'IA n'a pas besoin de la masse de données de l'apprentissage profond ; quand on parle d'optimisation, ce n'est pas basé sur de grandes quantités de données, des systèmes experts peuvent déjà faire le travail. »

Lorsque les data apparaissent nécessaires néanmoins, « il faut expliquer que ce ne sont pas des noisettes que l'on garde pour l'hiver », indique Axel Adida, Digital COO de L'Oréal. C'est-à-dire qu'il faut montrer aux équipes à quoi elles doivent servir, quel est l'objectif.

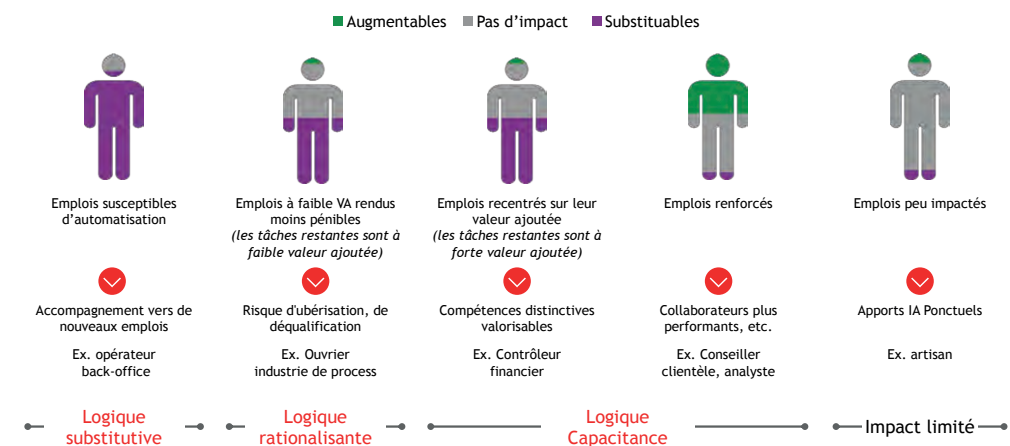
II - Comment tirer bénéfice de la complémentarité homme-machine ?

Entre la première étude sur l'impact de l'intelligence artificielle sur le travail, menée par l'université d'Oxford en 2013², et la vision que nous en avons aujourd'hui, il y a eu un basculement.

Très médiatisée à l'époque, l'enquête annonçait que 47% des emplois étaient directement menacés par l'automatisation. Les chercheurs ont regardé la nomenclature des métiers et se sont demandé si leurs tâches étaient automatisables. « La méthodologie était un peu frustrante, mais elle a lancé le débat », selon Jean-Marc Vittori, éditorialiste aux « Échos ». Depuis, beaucoup d'autres études ont suivi, revoyant systématiquement le chiffre à la baisse. Selon l'OCDE³, qui s'est concentrée davantage sur les tâches que sur les postes, c'est seulement 9% des emplois qui seraient menacés. Enfin, nous sommes passés d'un focus sur la tâche à un focus sur la compétence, notamment avec l'étude du Forum économique mondial⁴ qui liste les besoins en compétences à l'horizon 2022. La « pensée analytique et l'innovation » figurent en tête de ce classement, tandis que la « dextérité manuelle, l'endurance et la précision » seront moins recherchées.

Stéphane Rideau, Directeur des Systèmes d'Information de Pôle Emploi, appuie ce changement d'approche : « Depuis juin, nous avons mis en place toute la mécanique pour définir un profil de compétences, qu'elles soient techniques ou qu'elles relèvent du savoir-être. » Ce qui permet d'inverser le processus de recherche d'emploi : « L'entreprise recherche des compétences, et l'individu cherche à les faire valoir. »

3 logiques pour classer l'impact de l'IA sur les emplois



Auparavant, l'individu cherchait à répondre à une liste de prérequis. Aujourd'hui, Pôle Emploi met en place des outils d'analyse du langage naturel pour détecter les compétences des demandeurs d'emploi qu'ils n'auraient pas pensé à mettre en avant. L'établissement public travaille aussi avec le laboratoire d'informatique de Sorbonne Université pour améliorer ses prévisions grâce à la simulation. L'objectif étant « de passer du curatif au préventif ». L'IA ne doit pas être vue que comme un problème pour l'emploi, mais peut « devenir un élément de solution ».

2) Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborn, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?*, Oxford, 2013

3) Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries*, 2015

4) Forum économique mondial, *The Future of Jobs Report*, 2018

Ce que souligne David Giblas, Chief Innovation, Digital et Data Officer chez Malakoff Médéric, qui parle d'« hybridation » des métiers grâce à l'IA. Dans son organisme, les médecins sont dorénavant assistés d'un outil de détection des fraudes qui leur a fait gagner du temps. « On n'aurait jamais pu anticiper ce que le métier de médecin conseil allait devenir. » Signe que l'IA transforme les emplois sans nécessairement les remplacer. Olivier Morbé, Retail CIO chez BNP Paribas, estime, lui aussi, que l'IA représente plus un atout qu'une menace : la France a perdu 150.000 emplois dans l'industrie depuis 2012⁵, « ce n'est pas lié à l'IA, mais à la compétitivité. La technologie permet de renforcer l'industrie française, de la rendre plus compétitive. »

Une opportunité qui ne pourra être saisie qu'en impliquant les ressources humaines. Pour Charles-Henri Besseyre des Horts, Professeur Emérite en management à HEC, c'est même une condition pour éviter le « taylorisme digital », c'est-à-dire « la distinction entre les phases de conception et de production ». L'expertise métier étant au fondement de l'amélioration des outils, il faut que les collaborateurs soient associés dès la conception. L'agilité se présente comme une méthode de management propice à tirer profit de la complémentarité homme-machine. Les collaborateurs se réapproprient leur outil en travaillant à le modifier, alors que c'était auparavant défendu. Les compétences requises seront donc non seulement la connaissance de l'outil, mais aussi la capacité à le critiquer pour le perfectionner.

6. Anticiper et clarifier les impacts attendus sur l'emploi

- Approche top-down : cartographier les processus clefs de l'entreprise en fonction de l'impact potentiel de l'IA et l'importance de la valeur ajoutée humaine (par exemple pour le client), afin d'identifier les nombres d'employés par type de logique : augmentante, rationalisante, substituant, ou non impactés (voir infographie précédente).
- Approche bottom-up : mettre en place des plans d'expérimentation de cas d'usage pour mieux comprendre les impacts de l'IA (notamment pour les métiers augmentables).
- De façon itérative, en déduire les impacts RH (en nombre et en compétences) et les intégrer à la gestion des carrières (gestion prévisionnelle de l'emploi et des compétences de l'IA).

Automatiser, ou ne pas automatiser ?

Il est nécessaire de comprendre l'impact en prenant en compte la valeur de l'IA et dans quelles mesures le client et ses collaborateurs l'accepteront. Chez BNP, il y a un retour positif du client quand un chatbot s'occupe d'un appel pour bloquer une carte, mais pas pour des conseils de prêt : « Parfois, on n'automatise pas parce que le client trouve ça moins chaleureux. Il y a une valeur à ne pas le faire », témoigne Olivier Morbé, Retail CIO de BNP Paribas. L'empathie reste alors clef.

5) Fiches - Emploi - Emploi, chômage, revenus du travail - Insee Références - Édition 2018

7. Communiquer autour des succès de l'IA et créer un discours transparent

- Créer les conditions d'un dialogue entre les métiers, les ressources humaines et les experts de l'IA - en introduisant un nouveau métier d'orchestrateur (au moins durant la phase de transition) et en horizontalisant l'organisation pour ne laisser qu'un cerveau en central déléguant les décisions à des bras d'exécution, et contrôlant les résultats plutôt que les moyens.
- Mettre en place un dispositif de communication interne pour célébrer les réussites concrètes de l'IA, en s'appuyant sur ses ambassadeurs.

Modéliser l'intuition du vendeur

Axel Demazy, Principal au BCG donne en exemple une marque de mode qui s'appuyait essentiellement sur l'intuition des merchandisers pour prévoir ses ventes et sur un outil avec un niveau de fiabilité mesuré ex-post à 55%. Le BCG a d'abord mis en place une nouvelle solution d'IA permettant une fiabilité de 65%. Mais lorsque la machine se trompait, les merchandisers répondaient : « Je savais que ce sac allait être un best-seller », raconte Axel Demazy. Le cabinet de conseil a ensuite conçu un outil similaire à Tinder, avec lequel les merchandisers pouvaient classer les produits de la prochaine collection selon leur potentiel de vente. L'objectif était de capturer l'intuition humaine.

Ce procédé a permis de la modéliser pour l'intégrer dans l'algorithme, et ainsi d'augmenter la précision des ventes de 10 points – mais surtout d'embarquer toute la communauté de merchandisers dans le changement.

8. Accentuer l'effort sur l'évolution des modes de travail



David Giblas, Chief Innovation, Digital et Data Officer, Malakoff Médéric : « Dès qu'un nouveau système d'IA est mis en place, le métier n'est plus le même. »

- Identifier et investir sur les compétences clefs que la machine ne pourra pas remplacer à moyen terme, et accompagner la transition des métiers : l'IA n'est pas un simple outil informatique, c'est un « assistant » qui aide l'humain à exercer son métier – et le collaborateur est partie prenante pour faire évoluer l'IA (l'IA comme Intelligence Augmentée et non Artificielle).
- Financer des requalifications et des montées en compétence en interne (pour les métiers autour de la data), avec des plans de rétention renforcés.



Françoise Soulié-Fogelman, Conseiller Scientifique, Hub France IA : « Un des enjeux de la requalification, c'est la mise en place de formations pour les administrateurs de bases de données. »

- Former des chefs de projet aux fondamentaux de l'IA pour les légitimer (dépasser le niveau « passe-plat »), et les transformer en traducteurs entre les équipes de data science et les équipes métiers.
- Plus largement, former l'ensemble des collaborateurs aux bases de la data science pour qu'ils comprennent comment interagir.

Les compétences de demain

Le Forum économique mondial⁶ place dans les compétences qui vont émerger « l'esprit d'initiative », tandis que « la dextérité manuelle » est amenée à être moins recherchée. Il faudra aussi des compétences pour participer à la formalisation des algorithmes. Par exemple « savoir formaliser du non-dit est très important », explique Jean-Marc Vittori, éditorialiste aux « Échos ». C'est un élément essentiel pour la mise en place des systèmes d'IA. Sans l'explicitation des règles, impossible de les formaliser dans le programme informatique. Des compétences qui paraissent aujourd'hui réservées aux data-scientists, mais qui vont se diffuser, tout comme l'utilisation d'Excel s'est propagée chez tous les professionnels. « Dans les années 1990, il y avait une seule personne qui utilisait Excel par entreprise, constate Ayoub Mamdouh, Directeur Général d'OCP Solution. Aujourd'hui même les littéraires savent s'en servir. Ils ne connaissent pas tous les détails, mais ils sont beaucoup plus à l'aise avec l'outil. » L'enjeu est aussi celui de la mise à niveau des administrateurs de base de données afin qu'ils puissent accéder au niveau de compétence recherché, et il suffit parfois d'une formation de trois mois.

Les besoins en compétence a l'horizon 2022 selon le Forum économique mondial

Celles qui vont être recherchées
(les trois premières):

- 1- Pensée analytique et innovation
- 2- Capacité à apprendre
- 3- Créativité, originalité et esprit d'initiative

Celles qui sont menacées
(les trois premières):

- 1- Dextérité manuelle, endurance et précision
- 2- Mémoire, capacités verbales auditives et motrices
- 3- Gestion des ressources financières et matérielles

III - Gestion des talents : comment faire face à la pénurie ?

« Data-scientist est le job le plus sexy du XXI^e siècle », avait titré en octobre 2012 la « Harvard Business Review ».

Toutefois, data-scientist peut vouloir tout et rien dire. « C'est l'arbre qui cache la forêt », selon Nicolas de Bellefonds, Directeur France de BCG GAMMA. Il faut compter aussi les ingénieurs données, qui vont industrialiser les modèles, les chercheurs en IA, qui peuvent élaborer des algorithmes totalement novateurs, mais aussi les architectes données, analystes métiers, développeurs, etc.

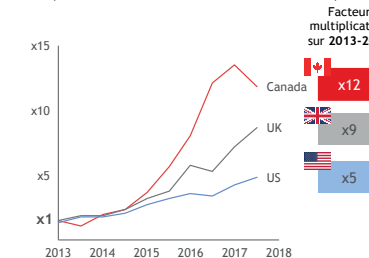
L'enjeu pour l'entreprise, avant de cibler les profils qu'elle recherche, est de définir l'ambition qu'elle se donne pour le développement de l'IA et les questions auxquelles elle souhaite répondre. S'il n'est pas possible de dire au candidat quels défis l'attendent, ni de lui donner des exercices à la fois pratiques et techniques lors du processus de recrutement, ni de lui indiquer les données auxquelles il aura accès, alors il risque d'estimer que l'entreprise ne sait pas où elle veut aller.

Lorsqu'ils choisissent leur futur employeur, les data-scientists sont particulièrement sensibles à trois éléments qui font la différence :

- 1) L'ambition que l'entreprise accorde à l'IA, qui doit être discutée en COMEX et partagée dans toute l'entreprise.
- 2) La rémunération : il ne faut pas que le candidat ait le sentiment qu'il sera le perdant par rapport à ses camarades de promotion qui iront travailler pour les GAFAM.
- 3) La visibilité : il ne faut pas donner l'impression que l'IA sera un sujet de moindre importance pour l'entreprise, que les data-scientists seront rattachés à un service que l'on appelle une fois de temps en temps. Il faut mettre l'IA sur le devant de la scène. C'est même un atout sur lequel les entreprises peuvent jouer, car un data-scientist chez un GAFAM peut se sentir « perdu dans la masse ».

Le développement de l'IA génère une demande forte de certains profils

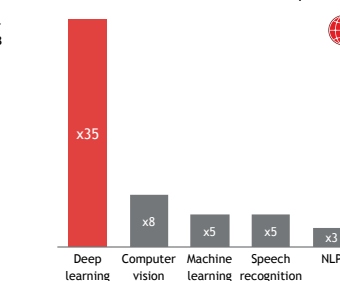
Une explosion de la demande de profils IA ...
Evolution du nombre d'offres d'emplois liées à l'IA (Etude AI Index 2017 basée sur Indeed.com)



En France, la demande de profils IA a doublé en 1 an avec 2398 offres d'emploi liées à l'IA en 2017 contre 1127 en 2016 (Etude de l'Apec)

... Avec des compétences précises recherchées ...

Facteur multiplicateur du nombre d'offres dans le monde entre 2015 et 2017 selon les compétences



... Qui restent encore rares sur le marché

300k Nombre de "chercheurs et praticiens de l'IA" dans le monde d'après une étude du Tencent Research Institute en 2017

150k Postes de data scientists non occupés rien qu'aux US dû à la pénurie de profils (étude "Workforce report" de LinkedIn, août 2018)

Une rareté qui s'explique par une offre de formation limitée et exigeante

D'autres critères peuvent entrer en jeu : par exemple la capacité des entreprises à tirer vers le haut les professionnels de l'IA, par la collaboration avec une star de la discipline ou l'accès à des outils de pointe.

Serge Yoccoz, Directeur Général de Renault Digital, note que « les grands groupes peuvent proposer une diversité de cas d'usage ». Une diversité qu'il faut mettre en avant car elle peut stimuler les talents. Françoise Soulié-Fogelman, Conseiller Scientifique, Hub France IA, ajoute qu'il ne faut pas « vendre du rêve », l'essentiel du travail en entreprise étant effectué sur la préparation et le nettoyage des bases de données. Il ne s'agit pas d'un travail purement mathématique. S'il ne faut pas résumer le sujet des talents en intelligence artificielle à la question de la rémunération, elle représente cependant d'un aspect non négligeable. Bertrand Braunschweig, Directeur de la mission INRIA de coordination du programme national de recherche en intelligence artificielle, remarque qu'un chercheur dans le public peut espérer en début de carrière 1,5 Smic, et qu'un directeur de recherche peut théoriquement recevoir jusqu'à 7.000 euros par mois, mais que ce niveau est rarement atteint. « Un de mes anciens chargés de recherche a multiplié par cinq son salaire en passant chez un GAFAM », témoigne-t-il.

Pour retenir les talents dans l'entreprise, il est essentiel de les intégrer pleinement, de leur confier des responsabilités et de leur proposer des projets qui les stimulent. Mais il faut aussi leur laisser une certaine liberté dans leurs expérimentations. Pourquoi ne pas aller jusqu'à leur dégager du temps pour qu'ils travaillent sur des sujets de leur choix. Charles-Henri Besseyre des Horts, Professeur Emérite en management à HEC, rappelle que la notion de « guerre des talents » n'est ni nouvelle (elle est apparue dans la littérature du management dans les années 1990), ni limitée à l'intelligence artificielle. La bonne nouvelle est que les solutions sont connues : « Les entreprises doivent se montrer compétitives sur la rémunération tout en gardant à l'esprit que ce n'est pas le premier facteur. Il faut jouer aussi sur l'image de l'entreprise, et au-delà sur l'expérience proposée : de l'autonomie, de la liberté, des possibilités d'évolution et du sens. »

9. Massifier les équipes pour atteindre une taille critique et augmenter l'attractivité



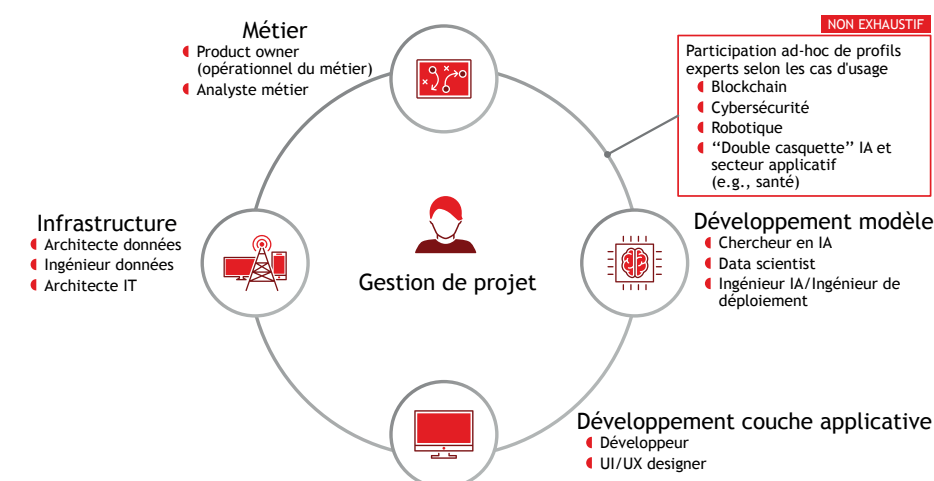
Bertrand Braunschweig, Directeur de la mission INRIA de coordination du programme national de recherche en intelligence artificielle : « Il faut un champion de l'IA dans l'entreprise, quelqu'un de très compétent techniquement. Et pour cela, il faut y mettre les moyens. »

- Recenser les effectifs dispersés dans les pays et les business units et les consolider dans une équipe avec gestion centralisée : plateau de travail à disposition, plateformes de partage des données, rituels de partage des bonnes pratiques.
- Se doter de dirigeants de haut niveau pour animer cette communauté, à la fois sur le fond pour attirer les talents (par exemple, une star de l'IA qui publie dans des revues scientifiques), et à la fois sur la partie business pour jouer le rôle de pivot avec le reste de l'organisation.

Un seul domaine, plusieurs profils

Pour développer des solutions d'IA, il faut rassembler différents profils : les profils métiers (comme le product owner ou l'analyste métier) qui vont détecter et suivre le développement et l'adaptation des cas d'usage aux processus business ; les profils de développement de modèle (comme les data-scientists et les ingénieurs IA) qui vont prototyper et déployer les modèles ; les profils de développement de la couche applicative (comme les développeurs et les UI/UX designers) qui vont adapter les systèmes support et les interfaces des modèles ; et les profils infrastructure (comme les architectes données et les architectes IT) qui vont assurer la stabilité, la robustesse et la praticité de l'infrastructure.

Pour mettre en place des solutions d'IA, plusieurs profils sont nécessaires



10. Etablir l'ambition et la gouvernance IA avant d'initier les recrutements

- Ne pas hésiter à commencer par des profils en externe pour bâtir l'ambition IA.
- Mettre en place la gouvernance (à qui vont reporter les équipes IA ?).

11. Clarifier la cible par profil (au-delà des data-scientists) en intégrant des parcours croisés avec les organismes de recherche



Nicolas de Bellefonds, Directeur France de BCG GAMMA : « Demander un data-scientist, c'est comme demander quelqu'un qui sait jouer au ballon ; est-ce pour du football ou du basket ? »

- Construire des équipes équilibrées : le data-scientist est la face émergée de l'iceberg, il faut en plus de la modélisation des compétences d'industrialisation (développeurs, ingénieurs de déploiement, ingénieurs données, architectes IT et UI/UX designers entre autres).
- Intégrer des profils externes en freelance, notamment des ingénieurs données avec de l'expérience dans la mise en production.




Emmanuel Bacry, Senior Researcher au CNRS :
« Ce n'est pas parce qu'on fait avancer le business qu'on ne fait pas avancer la science ! »

- Favoriser l'hybridation avec le monde académique : rapprochement avec la recherche par des parcours croisés, opportunités de publier au sein de l'entreprise et au dehors, financement de projets de recherche et d'alternances, partenariats avec des laboratoires de recherche appliquée.

Partager du temps avec la recherche

Il est nécessaire de créer des ponts entre les entreprises et le monde de la recherche. Ayoub Mamdouh, Directeur Général d'OCP solution, explique que le groupe marocain travaille déjà avec des chercheurs du MIT ou de Columbia. Serge Yoccoz, Directeur Général de Renault Digital indique par exemple que ses data-scientists travaillent 70% de leur temps sur des projets du groupe et 30% sur des questions de recherche. Les exemples de Yann Le Cun (New York University) ou Joëlle Pineau (McGill) qui partagent leur temps entre l'université et Facebook sont également emblématiques.

Rôles, responsabilités et compétences dans une équipe pluridisciplinaire de développement de solutions d'IA

 Rôle	Responsabilités	Exemples de compétences	
Dvt modèle	Chercheur en IA	Création et consolidation de connaissances, opinion critique	PhD en Machine Learning, Deep learning
	Data scientist	Prototypage des modèles sur les cas d'usage	Machine learning, Deep learning
	Ingénieur IA / déploiement	Industrialisation des prototypes et déploiement des cas d'usage	Programmation, machine learning, BDD
Dvt app	Développeur	Création et modification des logiciels applicatifs	Programmation, développement logiciel
	UI / UX designer	Création et modification des interfaces internes et externes	Programmation, développement logiciel
Infra	Architecte données	Définition de la structure et des interactions données	Base de données, serveurs, IA basique
	Ingénieur données	Construction des pipelines de données, remplissage des datalakes	Base de données, SQL, programmation
	Architecte IT	Définition et modification de l'infrastructure IT	Programmation, serveurs, infrastructure IT
Métier	Product owner	Responsable des processus, génération de cas d'usage	Expertise des processus métiers, IA basique
	Analyste métier	Analyse des performances	Expertise métier, analyse classique
Gestion de projet	Chef de projet	Gestion de projet, priorisation	Gestion de projet, IA basique

12. Repenser une marque employeur dédiée : rémunération, formation, carrière...

- Aligner les niveaux de rémunération à la hauteur des alternatives locales.
- Clarifier les parcours de carrière dès l'embauche, au sein de l'équipe de data science d'abord, au-delà ensuite (métiers, SI par exemple) ; prouver par l'exemple dès que possible.
- Adapter les processus de management : taux d'encadrement resserrés, écoute active et continue pour capter les signaux faibles, mise en valeur (par exemple avec des passages en COMEX), plages de temps laissées aux équipes IA pour mener des projets de leur choix ou en « open innovation ».
- Mettre l'accent sur la formation continue (avec des pointures mondiales ou des organismes externes).



Xavier Guérin, VP EMEA South de Datastax : « Nous avons accompagné une start-up qui a déménagé à Bordeaux pour attirer des talents en offrant un cadre de vie agréable, et l'opération a été une réussite. »

- Se différencier avec le cadre de travail (locaux prisés dans Paris intramuros, centres de recherche dans des villes de province dynamiques, etc.).

L'ambition IA claire, la rémunération et l'impact semblent être les plus importants critères pour les data scientists

Principaux critères d'attraction et de rétention d'après un sondage BCG Gamma

Ce qui fait la différence	Les fondations
L'entreprise a une ambition IA claire et un besoin défini de data scientists	L'entreprise met à disposition des outils de pointe régulièrement mis à jour et renouvelés
L'entreprise propose un système de rémunération attractif (incluant les participations) par rapport aux alternatives sur le marché	L'entreprise propose un parcours de carrière clair et réaliste
L'entreprise donne suffisamment de visibilité au sein de l'organisation pour avoir de l' impact	Les sujets sur lesquels travaille l'entreprise donnent régulièrement lieu à des challenges techniques
	L'entreprise propose une formation continue
	L'entreprise propose des sujets de travail variés
	L'environnement de travail permet d'être autonome et flexible

13. Mettre en valeur la complexité des défis techniques, la qualité des outils et la richesse des données

- Assurer l'accès à l'ensemble des données disponibles dans l'entreprise.

- Investir dans des outils informatiques de pointe, en particulier : hardware, software, plateformes collaboratives ; assurer la mise à jour continue et le renouvellement régulier pour capter les nouveautés.

Proposer des outils de travail de pointe

Savoir quelles seront les données disponibles et quels seront les outils utilisés sont les premières questions des candidats lors des entretiens. Si l'entreprise n'est pas en mesure d'offrir un accès large et facilité aux données, ni de proposer des outils de pointe, elle risque d'échouer à attirer les talents.



Nicolas de Bellefonds, directeur France de BCG GAMMA : « Certains data-scientists refusent le poste quand ils n'ont pas eu d'exercices lors du processus de recrutement. Ils se disent qu'il n'y aura pas de défi. »

- S'assurer de la présence de défis techniques de haut niveau dans les sujets donnés aux data-scientists.
- Faire transparaître ces défis dans les opérations de recrutement : à la fois « opération séduction » et évaluation technique concrète avec potentiellement « du travail à la maison ».
- Capter de nouveaux talents et motiver les talents internes lors de hackatons, meetups ou autres manifestations externes à l'entreprise.

IV - Data, éthique, protection : est-il urgent de réguler ?

A la question : « Quels sont vos sentiments en pensant aux conséquences que l'intelligence artificielle pourrait avoir sur votre travail ? », 40 % des actifs répondent qu'ils sont « préoccupés », selon un sondage du BCG⁷ (voir En chiffres p. 4 - 5).

Un sentiment négatif, qui arrive certes après la « curiosité » (60%), mais qui doit alerter les responsables politiques sur les inquiétudes de la population envers cette technologie. Et la session du 17 janvier a permis d'en discuter avec l'un d'entre eux : Mounir Mahjoubi, Secrétaire d'État au Numérique auprès du ministre de l'Économie.

Ces préoccupations créent des freins partout dans le monde et elles se retrouvent dans les populations de différents pays, même la Chine a lancé un projet sur l'éthique pour y répondre. L'entreprise chinoise Baidu a d'ailleurs rejoint récemment l'initiative internationale Partnership on AI qui réunit des grands acteurs de la tech comme Google et Facebook, mais aussi Amnesty international, dans le but proposer des règles. Celles-ci devraient être rendues publiques en 2019 ou 2020.

En décembre, une nouvelle initiative a été lancée par la France et le Canada⁸ : le Groupe international d'experts sur l'intelligence artificielle (G2IA), inspiré du groupement d'experts intergouvernemental sur le climat (GIEC). Sa structure doit être définie dans le courant de l'année, et cinq autres pays seraient susceptibles de le rejoindre. « Le G2IA, ça n'est pas l'idée qu'il faut absolument réguler, mais qu'il faut être plus intelligents ensemble », déclare Mounir Mahjoubi.

L'objectif étant de proposer une troisième voie entre le modèle californien et la Chine. « D'un côté, il y a l'idée en Californie que plus de profits permettent plus d'attractivité, et donc plus de profits ; et de l'autre, en Chine, que l'utilité de la technologie est de permettre davantage de contrôle. »

Les réflexions sur la régulation éthique s'accélèrent dans l'ensemble de l'écosystème IA

3 forces en présence

- Les entreprises
- Les experts, universitaires et ONG
- Les régulations locales et internationales

Multiplication des pistes de réflexion, mais peu d'action concrète à date - Illustrations

- Début 2015 : Lettres ouvertes de Stephen Hawking, d'Elon Musk et de chercheurs alertant sur les dangers de l'IA et demandant l'interdiction des "robots tueurs"
- Sept. 2016 : Création du Partnership on Artificial Intelligence to Benefit People and Society rassemblant Google, Amazon, Facebook, IBM, Microsoft, des universitaires et des spécialistes de l'éthique
- Oct. 2017 : Création du comité DeepMind Ethics & Society par Google rassemblant salariés et universitaires pour encadrer le développement de l'IA
- Fév. 2018 : Publication du rapport "Research Ethics in Machine Learning" par le CERN (CNRS, INRIA, écoles d'ingénieurs françaises, etc.)
- Avril 2018 : Esquisse de définition de "système d'armes létales autonome" (Sala) ou "robot tueur" par l'ONU, en vue d'un éventuel moratoire ou accord de non-prolifération
- Juin 2018 : Abandon par Google du projet militaire "Maven" et adoption de principes éthiques engageant à ne pas utiliser l'IA pour des armes et des technologies causant un "préjudice global"
- Déc. 2018 : Déclaration de Montréal : Initiative de l'Université de Montréal qui propose 10 principes éthiques
- Déc. 2018 : Annonce par le Canada et la France de la création d'un groupe international d'experts pour l'intelligence artificielle (G2IA) chargé d'étudier les impacts de l'IA sur la société et l'économie, et réunissant scientifiques, entreprises, gouvernements et associations
- Déc. 2018 : Publication du rapport « AI Ethics Guidelines for Trustworthy AI » rédigé par 52 experts désignés par la Commission Européenne et associant l'éthique et la confiance des citoyens

Sources : Articles Les Echos "Intelligence artificielle : les géants du Net s'engagent pour l'éthique" 29/09/2016, "Intelligence artificielle : Google lance son comité d'éthique" 06/10/2017, "L'Onu face au casse-tête des robots tueurs" 24/04/2018, "Google renonce à son programme militaire Maven" 04/06/2018, "Le Canada et la France donnent le coup d'envoi d'un "GIEC" de l'intelligence artificielle" 07/12/2018, "L'Europe veut renforcer la confiance dans l'IA" 18/12/2018

7) Boston Consulting Group, Artificial Intelligence : Have No Fear I, 2018

8) Benoît Georges, « Le Canada et la France donnent le coup d'envoi d'un « GIEC » de l'intelligence artificielle », Les Échos, 7 décembre 2018

L'une des tâches qu'aura le G2IA sera de « creuser la question des standards ». Mais le secrétaire d'État de souligner que ce n'est pas le seul groupe de réflexion transnational, et de citer celui des 52 experts européens qui a rendu sa première copie⁹ pour une éthique de l'IA, en décembre.

La chercheuse en informatique Françoise Soulié-Fogelman, qui en est membre, note que l'un des points importants apparus dans les débats est que « même si l'on veut des produits éthiques, il faut faire des produits quand même ».

La réflexion continue donc dans les sphères du pouvoir, mais reste la question du bon niveau de régulation : national, européen ou international ?

« Il y a un bon niveau, c'est le niveau européen » répond sans ambages Mounir Mahjoubi. Et il n'a aucune crainte sur l'intérêt que les GAFAM pourront porter au marché de l'Union, malgré la réglementation : « Nous sommes pour eux le plus beau marché du monde, on est le seul continent à avoir une stratégie pour mettre la fibre dans tout le territoire. »

La régulation des grandes plateformes passera aussi par celle des contenus mis en avant, selon Mounir Mahjoubi. Et c'est une question inhérente aux systèmes d'optimisation, qu'ils soient implémentés sur les réseaux sociaux ou ailleurs, comme le souligne Benoît Limare, co-fondateur de Sicara. Des aléas algorithmiques apparaissent bon gré mal gré, par exemple lorsque des boules de pétanque sont recommandées sur un site d'achat après que l'internaute a effectué une recherche pour des « gilets jaunes ».

Des biais et discriminations créés par l'algorithme car construit à partir d'un échantillon biaisé

Applications	Problèmes constatés	Echantillon initial biaisé
Reconnaissance faciale	Systèmes d'IBM, Microsoft et Face ++ plus précis sur hommes que sur femmes, et sur peaux claires que sur peaux foncées Logiciel Rekognition d'Amazon, à destination de la police pour identifier des suspects, testé sur les membres du congrès américain : 5% d'erreurs en moyenne contre 39% pour les élus noirs	Images d'entraînement principalement masculines à peaux claires
Logiciels de recrutement	Logiciel de recrutement d'Amazon écartant les profils féminins en repérant des références féminines Dans les années 70, discrimination par le système automatique de recrutement du St George's Hospital de Londres des personnes issues de l'immigration	Ensemble des CV reçus depuis 10 ans majoritairement masculins Personnel de l'hôpital historiquement discriminé

« C'est bien cela la question prioritaire : comment ne pas entretenir des externalités négatives », répond Mounir Mahjoubi. La difficulté réside dans l'anticipation de ce genre de phénomène.

Le secrétaire d'État plaide pour une optimisation explicable et mesurée : « Finalement, le monde n'était pas si mal que ça quand il n'était pas optimal. » Outre le développement d'externalités négatives, cette optimisation poussée à son maximum peut avoir des conséquences sur les principes mêmes qui régissent les modèles des entreprises. L'assurance, par exemple, a besoin d'une certaine « myopie ».

⁹ Commission européenne, High-level expert group on AI, Draft Ethics guidelines for trustworthy AI, 2018

Sinon, un système extrêmement efficace pourrait en venir à tarifier précisément le risque, rompant ainsi avec le principe de socialisation. « Ce n'est plus de l'assurance, c'est de l'épargne », note le Chef du service Idées & Débats des « Échos », Benoît Georges.



Mounir Mahjoubi, secrétaire d'État au Numérique : « Une IA trop avancée aura quoiqu'il arrive une externalité négative. »

Il faut donc des principes éthiques, mais selon Bruno Deffains, Président du Pôle Numérique au Club des juristes, « ils ne suffiront pas à créer la confiance ».

« Pourquoi ne pas faire un reporting sur le numérique ? » suggère-t-il. Il imagine aussi un commissaire aux données et aux algorithmes, de la même manière qu'il existe un commissaire aux comptes.

Dans un premier temps, il plaide néanmoins pour une « soft law », établir une réglementation au niveau de l'entreprise, avec des certifications par exemple, avant d'éventuellement envisager une réglementation générale à terme.

14. Intégrer l'éthique en amont et en aval de la conception des solutions d'IA en précisant ce que l'on veut faire et les lignes rouges

■ En amont, durant la phase de design du modèle :

- Identifier les externalités négatives avant la conception de la solution et coder ces limites d'usage comme garde-fou.
- Définir les principes de la stratégie IA et ceux à ne pas transgresser, pour prévenir les biais non-désirés, se prémunir des risques d'erreurs, se protéger des cyber-attaques, et garantir l'acceptabilité sociale des applications.
- Favoriser la diversité dans les équipes de conception afin de limiter la retranscription des biais des développeurs.
- Anticiper les futurs audits des solutions dès leur conception (résultats intermédiaires, construction par blocs pour faciliter la rétro-ingénierie, standardisation des langages de code).

■ En aval, durant les phases de déploiement, de vie et d'évolution du modèle :

- Piloter de manière continue les résultats des solutions (par exemple par échantillonnage) pour identifier des externalités négatives imprévues.
- Systématiser les tests itératifs des solutions vis-à-vis des principes éthiques de l'entreprise.

S'autoréguler ou être dépassé

David Giblas, Chief Innovation, Digital et Data Officer de Malakoff Médéric, s'interdit d'utiliser des « boîtes noires » ou toute forme de système non explicable (incluant l'apprentissage profond) sur les cas d'usage les plus sensibles (par exemple la détection de fraude dans les arrêts maladie). Malakoff Médéric a défini des principes pour ses solutions d'IA en établissant clairement des règles à ne pas transgresser. « On ne fera pas de tarification individuelle même si on en est capable », détaille David Giblas. Starbucks de son côté code une limite maximale de calories par semaine dans son algorithme de recommandation. Staples, enfin, a empêché son algorithme d'optimisation des tarifs d'augmenter les prix en zone défavorisée après avoir été dénoncé pour une telle pratique¹⁰.

15. Mettre en place un processus de contrôle de la conformité éthique des usages de l'IA

- Nommer un responsable Chief Ethics Officer (qui peut être le Data Protection Officer) qui a une vue d'ensemble sur les efforts en data science.
- Investir sur des plateformes de centralisation des données qui permettent de classer leur sensibilité et d'assurer une complète traçabilité de leurs usages.

16. Créer une charte pour réguler en interne, auprès des partenaires et des clients



Mahasti Razavi, Avocate et Directrice Associée chez August Debouzy : « Aujourd'hui, une partie des négociations entre partenaires porte sur l'application de la charte éthique qui est devenue normative. Elle peut être intégrée dans des contrats, pour pousser les sous-traitants et partenaires à respecter un cadre commun [...]. Dans ce cas, le non-respect d'une telle règle contractuelle pourrait entraîner des mécanismes de sanction allant jusqu'à la résiliation. »

- Formaliser des principes éthiques fondamentaux à travers une charte et les ancrer dans la culture de l'entreprise.
- Exiger des partenaires le respect de ces principes éthiques, la possibilité d'auditer leurs processus, et envisager des sanctions en cas de non-respect.
- Cette soft law pourrait à terme servir de base pour une future formalisation juridique.

¹⁰ Jennifer Valentino-DeVries, Jeremy Singer-Vine et Ashkan Soltani, « Websites Vary Prices, Deals Based on Users' Information », *The Wall Street Journal*, 24 décembre 2012

La Déclaration de Montréal

La « Déclaration de Montréal pour un développement responsable de l'IA » est une initiative de l'Université de Montréal soutenue par son célèbre chercheur Yoshua Bengio. Présenté en décembre 2018, en marge de la conférence de référence, NeurIPS, ce document d'une vingtaine de pages synthétise une année de débats publics et propose dix grands principes éthiques.

Certaines entreprises mettent en place des chartes pour cadrer l'IA, par exemple en s'inspirant de la Déclaration de Montréal pour un IA éthique

- 1 Principe de bien-être**
Le développement et l'utilisation des systèmes d'intelligence artificielle (SIA) doivent permettre d'accroître le bien-être de tous les êtres sensibles.
- 2 Principe de respect de l'autonomie**
Les SIA doivent être développés et utilisés dans le respect de l'autonomie des personnes et dans le but d'accroître le contrôle des individus sur leur vie et leur environnement.
- 3 Principe de protection de l'intimité et de la vie privée**
La vie privée et l'intimité doivent être protégées de l'intrusion de SIA et de systèmes d'acquisition et d'archivage des données personnelles (SAAD).
- 4 Principe de solidarité**
Le développement de SIA doit être compatible avec le maintien de liens de solidarité entre les personnes et les générations.
- 5 Principe de participation démocratique**
Les SIA doivent satisfaire les critères d'intelligibilité, de justifiabilité et d'accessibilité, et doivent pouvoir être soumis à un examen, un débat et un contrôle démocratiques.
- 6 Principe d'équité**
Le développement et l'utilisation des SIA doivent contribuer à la réalisation d'une société juste et équitable.
- 7 Principe d'inclusion de la diversité**
Le développement et l'utilisation des SIA doivent être compatibles avec le maintien de la diversité sociale et culturelle et ne doivent pas restreindre l'éventail des choix de vie et des expériences personnelles.
- 8 Principe de prudence**
Toutes les personnes impliquées dans le développement des SIA doivent faire preuve de prudence en anticipant autant que possible les conséquences néfastes de l'utilisation des SIA et en prenant des mesures appropriées pour les éviter.
- 9 Principe de responsabilité**
Le développement et l'utilisation des SIA ne doivent pas contribuer à une déresponsabilisation des êtres humains quand une décision doit être prise.
- 10 Principe de développement soutenable**
Le développement et l'utilisation de SIA doivent se réaliser de manière à assurer une soutenabilité écologique forte de la planète.

Source : Site internet de la déclaration de Montréal

V - Comment développer un écosystème français de l'IA ?







Trois schémas se dégagent dans le monde. Premièrement, celui des GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft), qui en rachetant des entreprises défendent leur position dominante. La Chine a adopté le même modèle.

Puis, celui d'entreprises qui, en s'appuyant sur leurs avantages concurrentiels et leurs besoins stratégiques, vont développer en interne des innovations et ensuite les commercialiser. Starbucks par exemple a développé pour ses propres besoins un système de personnalisation de ses communications marketing et promotion. Dans un deuxième temps, l'entreprise a décidé de commercialiser la solution d'IA en créant Formation, une start-up spécialisée dans l'utilisation de données sur les consommateurs pour personnaliser l'expérience client.

Troisièmement, le modèle canadien. Le pays est particulièrement performant en recherche fondamentale mais peine en aval du cycle (c'est-à-dire pour la commercialisation). Le gouvernement fédéral a donc lancé une initiative pour structurer 5 superclusters pour l'innovation dont un sur l'intelligence artificielle appliquée à la Supply Chain. L'objectif est de pousser des acteurs différents (grands groupes, startups, centres de recherche...) à collaborer. L'Etat a investi plus de 250 millions de dollars canadiens (166 millions d'euros). Pour subventionner chaque projet, il exige que les industriels apportent au moins autant que lui, et que le projet développé soit le fruit d'une collaboration entre trois acteurs au minimum. En prenant ce modèle en exemple, nous recommandons que les collaborations entre grands groupes se fassent autour de cas d'usage clairement définis. Malgré les difficultés culturelles et les limites qui sont opposées aux réunions des industries, ces dernières doivent prendre l'initiative de mettre en commun leurs données, quitte à ce qu'elles soient accompagnées par l'Etat.

Un appel à manifestation d'intérêts a d'ailleurs été lancé fin 2018 par le ministère de l'Économie et des Finances pour mutualiser les données des industries¹¹.

Le rapport Villani a déjà énoncé quelques recommandations plus ou moins avancées pour développer l'écosystème de l'IA en France

	Niveau d'avancement	
	Pas commencé	Réalisé
Entreprises	 Utiliser l'IA dans les services publics Plusieurs projets sélectionnés : répression des fraudes, services sanitaires, surveillance nucléaire	 Soutenir les projets d'IA dans la défense Création de l'Agence de l'innovation de la défense qui gère le budget innovation de l'armée, plusieurs projets démarrés
Propriété intellectuelle		
Bases de données publiques	 Lancer le Hub des données de santé Health Data Hub a été annoncé le 12 octobre et devrait être lancé au deuxième trimestre 2019	
Centres de recherche	 Créer des Instituts Interdisciplinaires d'IA (3IA) Enveloppe de 100M pour 4 instituts sélectionnés : Grenoble (~ MIA@Grenoble-Alpes ~), Nice (~ 3IA Côte d'Azur ~), Paris (~ Prairie ~) et Toulouse (~ Aniti ~)	 Augmenter le nombre de chercheurs en entreprise Simplification du processus en cours pour les chercheurs (e.g. plus de commission de déontologie, plafonnement du temps à 50% vs. 20% aujourd'hui...)
Centres de formation	 Doubler le nombre d'étudiants formés à l'IA Projet à définir - Initiatives publiques et privées (Polytechnique et Telecom ont ouvert un nouveau cursus)	
Investissement	 Mettre en place un financement pérenne Mise en place du fonds pour l'innovation devant générer 250M€ par an avec l'IA comme priorité	 Soutenir le développement de la voiture autonome La loi d'orientation des mobilités donne plus de flexibilité à l'état pour légiférer sur cette question
Autre	 Nommer un coordinateur interministériel Il est en charge de la coordination des projets d'IA	 Lancer une coordination européenne sur éthique et IA Prémises de "GIEC" de l'IA avec le G2IA : premier rapport rendu par un comité de 52 experts, un deuxième rapport prévu pour servir de base à la régulation

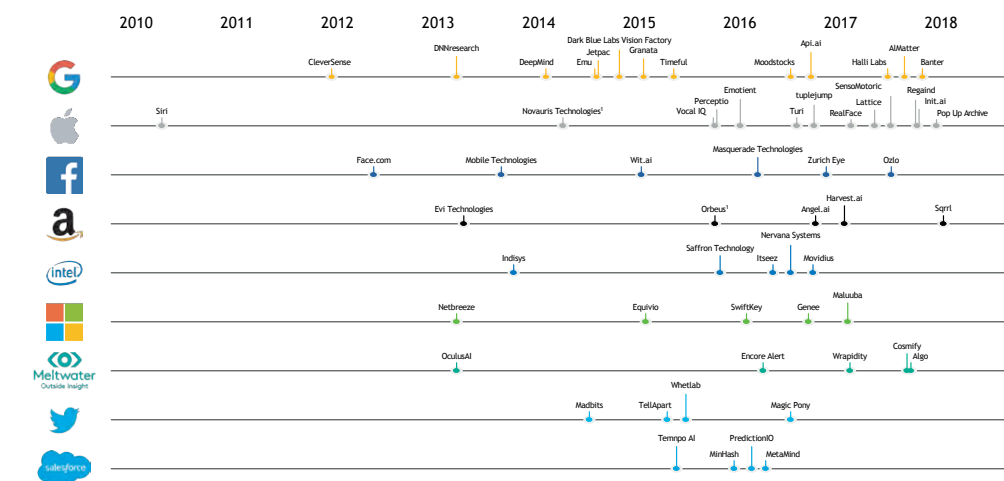
Thierry Picard, Chief Digital Officer chez Pierre Fabre Médicament et Santé, souligne que c'est loin d'être évident : la crainte d'offrir un avantage aux concurrents avec un partage des data existe toujours dans les entreprises. « Il faut se réunir autour de stratégies communes, réfléchir à un système propre », défend-il.

Dans ce contexte, l'écosystème français semble encore en retard et, même si la question du modèle à adopter reste ouverte, Benoît Georges, Chef du service Idées & Débats des Échos résume une idée partagée : « L'idée d'un Google français, il faut arrêter de courir après. » Plusieurs recommandations du rapport Villani commencent à être mises en application. C'est notamment le cas pour la recherche avec les instituts interdisciplinaires de l'intelligence artificielle, sélectionnés début novembre, qui participeront à l'effort de soutien aux entreprises. Celles-ci doivent en échange contribuer aussi à la recherche. Mais Antoine Petit, Président Directeur Général du CNRS, regrette toutefois qu'il n'y ait pas eu davantage d'efforts financiers : « Les Canadiens ont un système de chaire avec des bonus individuels, et les stars qui s'y trouvent ont la capacité à attirer les jeunes chercheurs du monde entier. Même nos diplômés qui aiment beaucoup la France sont très attirés par le Canada et leurs moyens importants. »

Quand bien même les industries parviendraient à coopérer dans le partage des données et les universités à offrir des moyens importants, Mick Lévy, Directeur Innovation Business de Business et Décision, se demande « comment fait-on en France quand on n'a que 69 millions de personnes ? » Le problème est aussi celui du marché autant que celui du volume de données comparativement à la Chine et sa population de 1,4 milliards d'habitants et aux Etats-Unis avec 325 millions d'habitants.

Modèle GAFAM : des entreprises technologiques qui investissent dans la donnée, l'IP, la recherche et les start-ups

Activité M&A des entreprises ayant fait au moins 4 acquisitions depuis 2010
Date d'acquisition des entreprises



17. Faciliter la mise en place des hubs de données (publiques et privées)



Françoise Soulié-Fogelman, Conseiller Scientifique, Hub France IA : « Mon rêve c'est de prendre dix entreprises avec un académique au milieu pour gérer, protéger, assurer la transparence et tirer de la valeur. »

11) « Mutualisation de données pour l'Intelligence Artificielle », appel à manifestation d'intérêts du Ministère de l'Economie et des Finances <https://www.entreprises.gouv.fr/numerique/mutualisation-de-donnees-pour-intelligence-artificielle>

- Ouvrir l'accès à des données publiques sensibles, dans le respect des contraintes éthiques (par exemple, données sociales, légales, médicales, ...).
- Organiser des plateformes « tiers de confiance » pour permettre aux entreprises de partager leurs données neutres (non sensibles, aux bornes d'une entreprise) avec leurs partenaires pour créer de la valeur ou des synergies (par exemple la Supply Chain au Canada).
- Mettre en place des conditions d'utilisation adéquates des données à des fins commerciales.
 - Réduire la durée des procédures d'accès.
 - Flexibiliser des procédures d'utilisation.

L'accès à la donnée

La donnée est un des éléments structurants qui permet de faire naître et croître un écosystème. L'Etat doit se poser à la fois en exemple dans sa gestion du partage des données et en facilitateur des échanges de données entre entreprises et centres de recherche. Le manque d'ouverture des bases de données françaises est l'un des facteurs de la fuite des talents. La différence sur l'accès aux données de santé entre la France et les Etats-Unis est représentative. D'un côté avec la banque de données privée, Optum, une grande quantité de données est accessible à des fins commerciales à un prix très élevé, de l'autre les données publiques sont accessibles mais à l'issue d'un processus long et uniquement pour des recherches cliniques ciblées. Il faut regarder aussi le coût impliqué par chaque demande de données : « Dans le cadre d'études cliniques, ça nous coûte aussi cher d'obtenir les données que de les réutiliser, parce qu'il faut revenir vers les personnes à chaque fois pour leur redemander une autorisation », souligne Thierry Picard, Chief Digital Officer chez Pierre Fabre Médicament et Santé.

Différents modèles d'accès aux données de santé plus ou moins ouverts selon le niveau de sensibilité des données



Royaume-Uni : Partage *ad hoc* de données spécifiques avec le privé

- Data : données sur les patients positifs au VIH, les cas d'overdose et ceux d'avortement sur les 5 dernières années
- Processus ad hoc - accord entre DeepMind Health et la Royal Free NHS (regroupant 3 hôpitaux londoniens) en 2018
- Objectif : Développer une solution pour identifier les patients risquant de voir leur état se détériorer voire de mourir à cause d'une insuffisance rénale



France : Partage très encadré des données qui rend le modèle lent et complexe

- Data : données publiques de la sécurité sociale, INSERM et ATIH2
- Processus de 6 mois pour valider le dossier (3 mois) et extraire les données (3 mois)
- Données gratuites mais avec des restrictions d'accès pour les entreprises pharmaceutiques
 - Accès indirect aux données via une entreprise de conseil
 - Pas d'utilisation commerciale possible
- En parallèle, fortes rigidités pour l'utilisation de données de tests cliniques



Optum : Commercialisation efficace de données privées moins riches et coûteuses

- Data : données d'assurances et d'hôpitaux privés
- Processus de 2 mois (essentiellement pour la négociation du contrat commercial)
- Données coûteuses à ~600k euros pour 6 mois d'accès (indicatif)

18. cibler l'investissement public sur quelques sujets de rupture



Sylvain Duranton, Directeur Monde de BCG GAMMA :
« Singapour nous a proposé de payer les charges de nos data-scientists sur leur territoire durant trois ans. »

- Imaginer des dispositifs vertueux sur le modèle canadien (investissements publics couplés à un abondement du privé au moins identique).
- Considérer le financement de défis entre entreprises et centres de recherche, sur le modèle des défis DARPA ou Netflix PRS.

Le rôle de l'Etat

C'est une erreur de penser que le modèle américain fonctionne uniquement de bas en haut. Rien n'existerait sans la Darpa (l'agence de recherche de la Défense américaine). Pour reprendre une formule de Pierre Bellanger, Président-Fondateur de Skyrock, dans « Les Échos » en 2014¹², « on a l'illusion de la start-up née dans un garage, mais on oublie de dire que le garage est posé sur un porte-avions ». Autre piste : La mise en place de défis.

Cela avait été identifié dans le rapport Villani et fonctionne assez bien. Des défis ont d'ailleurs été choisis par le Conseil pour l'innovation, chargé de définir les grands axes du Fonds pour l'innovation, cet été : « l'IA appliquée au diagnostic médical » et « la certification et la fiabilisation des systèmes ». L'Ile-de-France a quant à elle annoncé, en octobre, un défi sur l'usage de l'IA pour aider le retour à l'emploi dont les premiers résultats seront dévoilés en 2019.

19. Faciliter les collaborations entre grands groupes, recherche et start-up

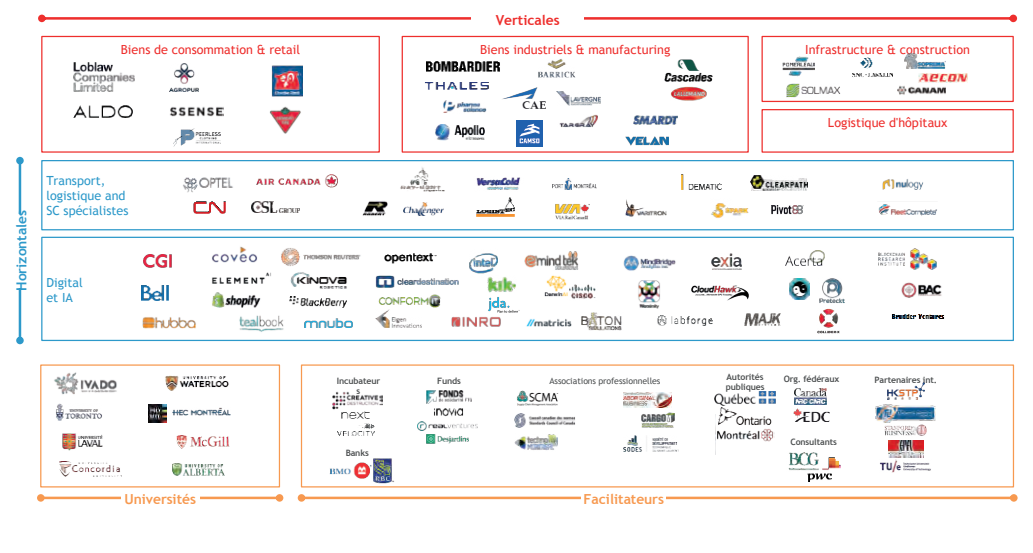


Serge Yoccoz, Directeur Général de Renault Digital : « On vient d'une situation historique où c'était inacceptable de faire de l'open-source, et c'est encore compliqué sur l'open-data. »

- Commencer par des « mini-écosystèmes » (deux - trois acteurs non concurrents) autour de cas d'usage concrets, et les faire évoluer au fil des besoins.
- Partager plus largement de la donnée à des fins exploratoires, et non uniquement sur un cas d'usage ciblé – avec partage d'IP sur le modèle de la collaboration industrielle, soit en créant des masses critiques sur des métiers (comme la Supply Chain au Canada, soit en explorant des opportunités aux frontières de l'entreprise ou comme Renault sur des cas d'usage maison-voiture).

12) Benoît Georges, David Barroux, Nicolas Rauline, « Gilles Babinet et Pierre Bellanger : la régulation des données, défi majeur du XXIème siècle », Les Échos, 12/04/2014 https://www.lesechos.fr/12/02/2014/lesechos.fr/0203311413821_gilles-babinet-et-pierre-bellanger--la-regulation-des-donnees--defi-majeur-du-xxieme-siecle.htm

SCALE AI : 118 membres dont 80 industriels



20. Intégrer la perspective entreprise dans les futures régulations autour de l'IA

De nombreuses questions se regroupant autour de deux sujets sont apparues au cours du Think Tank et restent pour le moment ouvertes, en attendant que les futures régulations instaurées par les pouvoirs publics viennent y répondre

■ Les modèles de contrôle par le régulateur :

- Si l'on va vers ce type de modèle, comment s'assurer que les auditeurs ont les compétences techniques, légales et sectorielles pour être pertinents pour chacun des cas d'usage de l'IA ?
- Si l'on oblige les entreprises à intégrer un onglet « data et IA » dans leur rapport annuel, comment cela ne viendrait-il pas les pénaliser en les forçant à dévoiler leurs secrets de fabrication ?
- Quelles entreprises seraient concernées par ces contrôles et rapports ? (cotées vs. non cotées, volume et sensibilité des données, ...).
- N'est-il pas plus utile d'avoir un organe certifiant qui soit sollicité sur la base du volontariat, pour aider les entreprises à choisir leurs fournisseurs ?
- Comment s'assurer que la régulation ne vienne pas freiner le développement « agile » de l'IA, en laissant le champ libre à d'autres pays ?

■ Les responsabilités : qui est responsable en cas de litige ? (Le développeur de l'algorithme ? Le fournisseur de données ? Et comment faire quand on croise plusieurs sources de données ?)

LEXIQUE

Analyse du langage naturel : discipline de l'IA permettant l'analyse automatique du langage des personnes (le langage naturel s'oppose au langage formel de la programmation ou des mathématiques).

Apprentissage automatique (« machine learning ») : technique d'intelligence artificielle permettant à un système informatique de dégager des règles selon l'usage qui en est fait ou des données qui lui sont fournies.

Apprentissage profond (« deep learning ») : technique d'apprentissage automatique en réseaux de neurones qui permet de construire des modèles plus complexes et parfois très pertinents.

Chatbot : robot conversationnel oral (version moderne du répondeur automatique) ou textuel (dans une boîte de dialogue).

HUB : plateforme

Intelligence artificielle : L'intelligence artificielle se définit comme un ensemble de techniques informatiques permettant aux humains de traiter des informations cognitives de telle manière à ce qu'ils puissent interagir ou agir avec leur environnement, optimiser et percevoir. Des techniques comme la robotique, les outils de support à la décision, le traitement du langage naturel ou la vision par ordinateur.

Réseaux de neurones artificiels (ou formels) : technique d'apprentissage automatique inspirée grossièrement du fonctionnement du cerveau. Elle repose sur des calculs qui ne sont pas explicables par l'humain, mais seulement interprétables.

Système expert : système informatique pouvant être utilisé pour l'apprentissage automatique. Il repose sur des règles explicites, type « si... alors... ».

BIBLIOGRAPHIE

Arntz Melanie, Gregory Terry et Zierahn Ulrich, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries*, 2015, <http://www.ifuturo.org/sites/default/files/docs/automation.pdf>

Bellan Marie, « Opérationnel, le Conseil de l'innovation mise sur l'intelligence artificielle », *Les Échos*, 18/07/2018, https://www.lesechos.fr/18/07/2018/lesechos.fr/0301997384842_operationnel-le-conseil-de-l-innovation-mise-sur-l-intelligence-artificielle.htm

Benedikt Frey Carl et Osborn Michael A., *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?*, Oxford, 2013

Boston Consulting Group, *Artificial Intelligence : Have No Fear !*, 2018, <https://de.slideshare.net/TheBostonConsultingGroup/artificial-intelligence-have-no-fear?linkId=56752563>

Chapuis Dominique, « L'Oréal s'offre une entreprise de la Tech », *Les Échos*, 16/03/2018, https://www.lesechos.fr/16/03/2018/lesechos.fr/0301446754789_l-oreal-s-offre-une-entreprise-de-la-tech.htm

Commission européenne, *High-level expert group on AI, Draft Ethics guidelines for trustworthy AI*, 18/12/2018, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/draft-ethics-guidelines-trustworthy-ai>

Daugherty Paul R. et Wilson H. James, *Human + Machine: Reimagining work in the Age of AI*, Harvard Business Review Press, 2018

Demichelis Rémy, « Intelligence artificielle : les vrais enjeux de la formation », *Les Échos*, 24 avril 2018, https://www.lesechos.fr/24/04/2018/lesechos.fr/0301519472603_intelligence-artificielle---les-vrais-enjeux-de-la-formation.htm

Zhang Baobao and Dafoe Allan, *Artificial Intelligence: American Attitudes and Trends*, Oxford, 2019, <https://governanceai.github.io/US-Public-Opinion-Report-Jan-2019/>

Notes

Notes

[illegible][illegible]

