

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

Par Yves CASEAU

Membre de l'Académie des Technologies

Directeur des systèmes d'information du groupe Michelin

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

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

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

## Quelle intelligence artificielle ? Pour quels problèmes ?

### Comprendre la boîte à outils

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

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

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

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

### Savoir appliquer des méthodes simples à bon escient

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

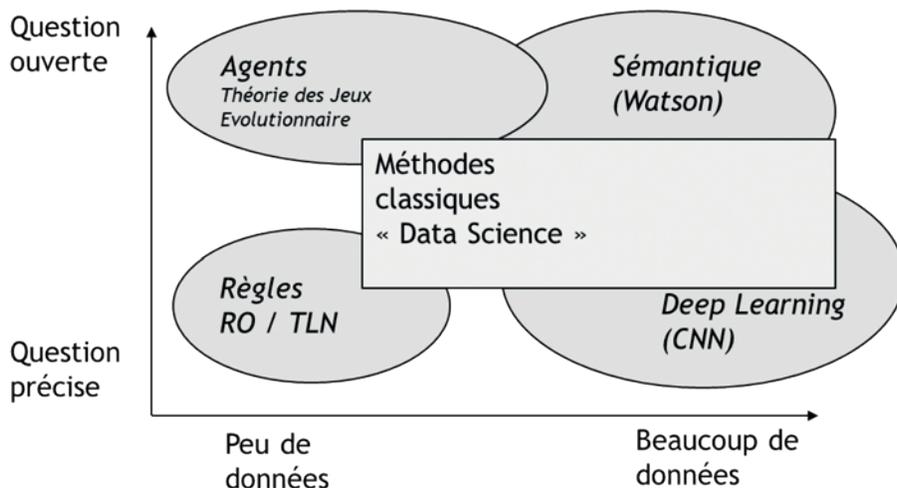


Figure 1 : Une vision simplifiée des approches IA en fonction des situations.

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

## Le processus d'extraction de valeur de la donnée

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

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

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

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

## Favoriser le développement de l'IA dans les entreprises

### Comprendre les conditions de succès

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

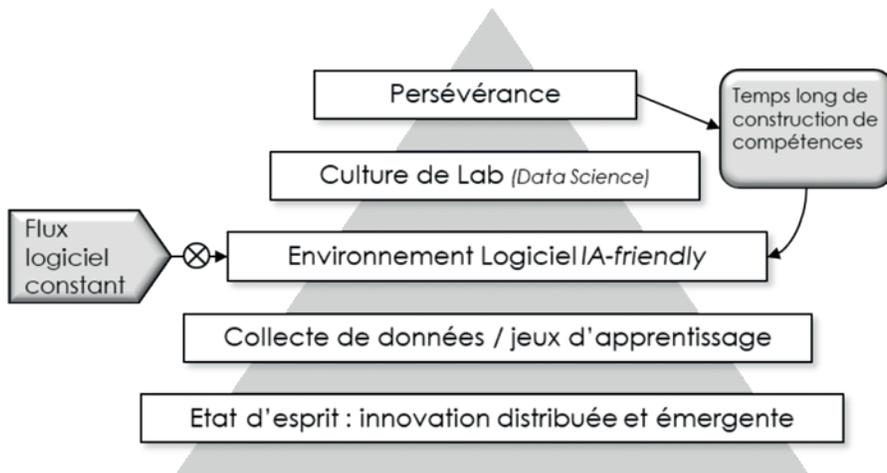


Figure 2 : Pyramide hiérarchique des conditions de mise en place d'une démarche IA.

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

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

### **Construire une culture propre à chaque domaine d'activité**

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

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

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

### **Tirer parti de l'intelligence artificielle prend du temps**

#### **La nécessité de garder un regard lucide sur les progrès technologiques**

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

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

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

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

## Il reste de vraies barrières scientifiques

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

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

## Conclusion

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

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

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

## **Bibliographie**

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