
PHILIPPE VÉRY

LUDOVIC CAILLUET

Edhec Business School



Intelligence artificielle et recherche en gestion

Comment l'intelligence artificielle influencera-t-elle la recherche en sciences de gestion ? Pour répondre à cette question, les auteurs¹ examinent les développements possibles de cette technologie, puis sa pénétration dans les sciences de gestion et dans d'autres sciences, notamment la médecine. Leurs analyses suggèrent que de nombreuses facettes du métier de chercheur devraient évoluer, qu'une fracture pourrait se produire au sein de la communauté des chercheurs, et que l'intelligence artificielle fera resurgir les débats scientifiques sur les notions de rationalité et d'empirisme d'une part, de rigueur et de pertinence d'autre part.

1. Les auteurs remercient les deux relecteurs anonymes et les éditeurs invités qui ont grandement contribué, à travers leurs suggestions constructives, à l'élaboration de cet article.

Comment l'intelligence artificielle (IA) influencera-t-elle la recherche en sciences de gestion ? Selon ses chantres, l'intelligence artificielle est la technologie qui révolutionnera le lien de l'homme au travail dans la plupart des champs d'activité. Il est donc intéressant de s'interroger aujourd'hui sur les évolutions possibles de la recherche en sciences de gestion. Que deviendra cette recherche demain ? *Exit* le chercheur d'aujourd'hui ? Doit-il faire entendre sa *voix* ? Ou se pliera-t-il *loyalement* aux injonctions des algorithmes ?

Pour répondre à ces questions, nous allons procéder comme suit. Tout d'abord, nous dressons un état des lieux sur le développement actuel de l'IA et les bouleversements qu'elle est susceptible d'entraîner. Nous nous intéressons ensuite aux liens entre l'IA et la science, en étudiant successivement la production de recherche scientifique, puis la diffusion de cette recherche. La recherche en sciences de gestion ayant, à notre connaissance, été moins impactée à ce jour par l'intelligence artificielle que d'autres disciplines comme la médecine, nous étudions son utilisation dans d'autres domaines scientifiques. Nous faisons ensuite un bilan dans les sciences de gestion et tirons de ces diverses analyses des enseignements quant aux impacts probables de l'IA sur les différentes facettes du métier de chercheur. Nous montrons notamment que l'IA fera resurgir deux anciens débats concernant, d'une part rationalité et empirisme, d'autre part rigueur et pertinence. L'IA pourrait aussi créer une fracture au sein de la communauté des chercheurs.

I – FAUT-IL AVOIR PEUR DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

Définissons d'abord l'intelligence artificielle et intéressons-nous ensuite à son impact sur la vie humaine

1. Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

De multiples définitions de l'IA existent. Par intelligence artificielle, nous entendons ici des machines et/ou des algorithmes qui apprennent de leur propre expérience et sont capables de réaliser des tâches effectuées par des hommes en simulant des processus cognitifs humains. Des divergences existent sur la capacité à réaliser ces tâches humaines : les tenants de l'IA forte pensent pouvoir doter un jour les machines de conscience autonome et d'émotion, alors que les partisans de l'IA faible, pragmatiques, s'attachent simplement à standardiser et reproduire des tâches routinières effectuées par l'homme.

Qu'elle soit perçue faible ou forte, l'essor de l'IA est indéniable, en particulier grâce à la puissance des ordinateurs qui peuvent traiter de larges ensembles de données ou effectuer de la reconnaissance faciale mieux que l'être humain. Par exemple, des algorithmes ont réussi en 2018 à faire mieux que des hommes dans un test de lecture et de compréhension organisé par l'université de Stanford.

L'IA trouve une de ses sources dans les recherches d'après-guerre d'Alan Turing qui travaille sur les possibilités d'attribuer une conscience aux machines et propose une expérience connue comme le « test de Turing » (Turing, 1950). Elle s'est ensuite développée avec le progrès des connaissan-

ces dans les domaines des réseaux neuronaux, de la logique mathématique et de l'informatique.

Les définitions divergentes de l'IA s'expliquent à la fois par la diversité des anticipations envisagées quant à son impact sur la vie humaine (sur lesquelles nous reviendrons plus loin) et par la multiplicité des développements technologiques actuels. Il existe plusieurs segmentations de ces développements. De façon générale, ces segmentations contiennent les domaines suivants :

- Le *machine learning* qui automatise la création de modèles analytiques à partir de méthodes issues des statistiques, des réseaux neuronaux ou de la recherche opérationnelle. Il est par exemple utilisé pour identifier des risques de panne dans des installations industrielles ;
- Le *reinforcement learning*, développement du *machine learning* qui consiste à déterminer le comportement optimal de la machine face à un problème contextualisé, à partir de simples récompenses qui lui permettent d'apprendre et d'adapter sa réponse ;
- Le *deep learning*, développement du *machine learning* qui vise à identifier des schémas complexes dans de gros volumes de données à partir d'analyses fondées sur les réseaux neuronaux. Il est utilisé notamment pour la reconnaissance de la parole ou de l'image et, de manière pratique, dans les logiciels de conduite des véhicules autonomes ;
- Le traitement du langage naturel (*natural language processing*) qui consiste à analyser et générer du langage humain, de façon écrite ou orale. Il est aujourd'hui utilisé dans

les *chatbots* ou dans les applications de commande vocale sur smartphone ou tout objet connecté.

Il est fort probable que cette segmentation évolue rapidement avec le développement technologique. En résumé, l'intelligence artificielle regroupe donc un vaste éventail de méthodes et technologies qui sont actuellement en plein essor, qui pénètrent de nombreux secteurs d'activité et devraient contribuer à modifier nos façons de vivre.

2. Bouleversements annoncés et critiques

La réflexion sur l'avenir promis par l'IA génère de nombreux scénarios et réactions, aussi bien de la part des chercheurs que des hommes politiques ou dirigeants d'entreprise. L'avènement d'une nouvelle technologie engendre souvent un optimisme démesuré sur ses potentialités : ainsi l'avènement de la micro-informatique dans les années 1980 a donné naissance à des scénarios où la machine remplacerait intégralement l'homme, ce qui n'est pas arrivé (Ganascia, 2017). Le cabinet de conseil Gartner identifie ainsi un « hype cycle » pour chaque innovation technologique².

Cet optimisme se double, dans le cas de l'IA, de fantasmes sur les promesses offertes par la technologie. Car l'IA apparaît comme le moyen de joindre histoire et science-fiction. En témoignent les ouvrages consacrés à l'IA et aux robots (par exemple Bhaumik, 2018) qui citent les trois axiomes de la robotique énoncés par Isaac Asimov, auteur célèbre de la littérature de science-fiction, mais aussi professeur de biochimie à l'université de Boston (Asimov, 1950).

2. <https://www.gartner.com/en/documents/3887767>

Premier axiome : un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, en restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.

Deuxième axiome : un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec le premier axiome.

Troisième axiome : un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'est pas en contradiction avec le premier ou le deuxième axiome.

En effet, le développement de machines et robots capables de parler, entendre, apprendre fait imaginer un scénario classique de science-fiction, où la machine deviendrait plus intelligente que l'homme, entraînant le risque qu'elle prenne le pouvoir sur l'être humain. Ce scénario est une ramifications envisagée par les chantres de la singularité. La singularité représente une période à partir de laquelle notre intelligence ne sera plus de nature biologique, mais de nature technologique, et des milliards de fois plus puissante qu'aujourd'hui. La singularité serait donc l'aube d'une civilisation nouvelle car non limitée par la biologie humaine. Les oracles de la singularité prédisent déjà la date du basculement : 2045 selon Kurzweil, futurologue recruté comme Director of Engineering par Google. Une première étape serait 2029, date à laquelle une machine réussirait le test de Turing et prouverait ainsi avoir atteint un niveau humain d'intelligence. Ces prédictions font évidemment sensation, sont reprises et largement diffusées par les médias, amplifiant ainsi l'excitation et les peurs entourant l'IA.

Plusieurs scientifiques se sont attelés à démythifier l'IA et à raisonner de façon cartésienne sur ses développements

potentiels. Jean-Gabriel Ganascia (2017), président du comité d'éthique du CNRS, démonte le mythe de la singularité en montrant qu'il repose sur des hypothèses et modèles plus que discutables. Tout d'abord, du point de vue technique, l'augmentation de la puissance et du perfectionnement des machines, qui suivait la loi de Moore, tend à ralentir avec l'atteinte de limites en matière d'exploitation du silicium pour la conception des processeurs. Et il est impossible d'affirmer que les techniques alternatives, basées notamment sur le graphème ou le calcul quantique, suivront cette même loi exponentielle. De plus, la singularité repose sur une hypothèse de non-homogénéité du temps en opposition avec la conception scientifique d'un temps uniforme. Cette hypothèse est non démontrable par la science. Ganascia souligne aussi la confusion entre probabilité, possibilité et plausibilité. Les tenants de la singularité cherchent à rendre leur scénario plausible, alors que sa probabilité d'occurrence n'est pas calculée et comparée à celles d'autres scénarios.

Luc Julia, chercheur scientifique au CNRS puis aux États-Unis, créateur et dirigeant d'entreprises, publie en 2019 un ouvrage intitulé *L'intelligence artificielle n'existe pas* (Julia, 2019). Pour ce spécialiste du sujet, le concept d'IA est né d'un malentendu lors de la conférence de Darmouth en 1956. De cette conférence qui réunissait des scientifiques travaillant sur des automates a émergé l'ambitieux projet d'insérer dans les machines des mécanismes similaires à ceux du cerveau humain. Le projet accouchera de développements bien plus modérés, mais il sera l'occasion pour John McCarthy d'inventer et d'écrire sur le papier pour la première fois le concept d'IA. Julia explique que les méthodes d'analyse appelées réseaux

neuronaux sont une extrême simplification du fonctionnement du cerveau humain, fonctionnement qui à ce jour soulève encore beaucoup d'interrogations. De fait, les techniques d'IA s'apparentent à ce qu'il appelle « la force brute » (p 119). Ainsi, pour qu'une machine reconnaîsse un chat avec une probabilité de 95 %, il faut lui faire déchiffrer 100 000 images de chats. En comparaison, un enfant a besoin de visualiser deux images pour savoir ensuite reconnaître un chat... Pour Julia, les machines feront toujours ce qu'on leur donne et apprendront à faire. Il préfère parler d'« intelligence augmentée », qui contribuera à accroître l'intelligence humaine sans prétendre à la remplacer. La parole de Luc Julia est d'autant plus crédible qu'il a été l'un des créateurs de Siri l'assistant vocal « intelligent » d'Apple et qu'il travaille depuis des années sur des applications commerciales crédibles de l'IA en particulier à la direction innovation et développement de Samsung Electronics depuis 2012.

Ces analyses émanant de scientifiques nous incitent à raisonner de façon prudente, tant les scénarios d'évolution technologique, l'excitation et le fantasme se mêlent dans l'appréciation du futur proposé par l'IA. Par conséquent, nous partirons d'éléments factuels sur les développements dans les disciplines de recherche pour en tirer des enseignements sur l'IA et la recherche en sciences de gestion. L'intelligence artificielle a commencé à pénétrer certaines disciplines scientifiques dans ses deux activités fondamentales : la production et la diffusion de savoir. Examinons

successivement ces deux activités, puis quelques problèmes additionnels.

II – L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LA PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Concernant la production de savoir, la recherche en médecine semble parmi les plus avancées en matière d'adoption de l'IA et de réflexion sur les incidences de cette adoption. L'IA est ainsi utilisée depuis les années 1990 pour formuler des diagnostics (Baxt, 1991) ou pour déterminer le temps optimal à rester dans un service de soins intensifs (Tu et Guerriere, 1992). Plus récemment, l'IA a été mobilisée en génétique pour aider à déchiffrer la mutation de génomes (Leung *et al.*, 2014 ; Angermueller *et al.*, 2016), pour détecter des tumeurs (Esteva *et al.*, 2017) ou encore pour prédire l'évolution de cancers (Caravagna *et al.*, 2018). L'IA, grâce à l'analyse neuronale, sert ainsi la médecine dans sa progression pour combattre les maladies et contribuer au bien-être humain. Ainsi, dans une réflexion approfondie sur les problèmes légaux posés par l'IA, Scherer (2016) donne des exemples de « créativité » des systèmes *machine learning* appliqués à la recherche scientifique. Il cite en particulier C-Path (*Computational Pathologist*) un système développé à l'université de Stanford destiné à une analyse systématique des cellules cancéreuses³. C. Path a démontré que l'étude des tissus autour des cellules cancéreuses (stroma) était un meilleur prédicteur de l'évolution de la

3. C-Path a été développé par l'équipe de Daphné Koller qui a ensuite fondé et dirigé Coursera avec Andrew Ng, une des premières plateformes de cours en ligne. Un exemple de la fluidité des carrières scientifiques dans l'IA entre recherche académique et entrepreneuriat (voir Rimm, 2011).

maladie que l'étude des transformations des cellules cancéreuses elles-mêmes. Un tel résultat était totalement contre intuitif pour les chercheurs et allait à l'encontre des certitudes établies dans la discipline ; dans ce cas précis l'absence de préjugé de la machine a permis une avancée, qui aurait été difficile à réaliser par des chercheurs humains limités par leurs biais cognitifs.

Toutefois, la percée de l'IA en médecine soulève de grandes questions, qui ont ensuite été étendues à son utilisation dans la science en général. Le principal débat est de nature épistémologique : l'IA est souvent présentée comme la capacité de tirer des conclusions à partir d'un vaste ensemble de données que ne pourrait traiter un chercheur. De fait, s'opposent une approche rationaliste de la science fondée sur des hypothèses et des modèles raisonnés pour créer du savoir, et une approche empirique fondée la capacité à générer des connaissances à partir des données sans modèle théorique préalable. Un vieux débat scientifique est donc remis à jour par l'évolution technologique.

En médecine, les chercheurs rationalistes s'appuient sur les travaux antérieurs, sur les mécanismes d'une maladie pour mieux la comprendre et trouver des remèdes thérapeutiques. Les chercheurs empiriques se fondent sur leur observation de cas, leur expérience passée de cas similaires, pour apprendre sur la maladie. La science médicale avait trouvé depuis les années 1990 un certain équilibre entre partisans de chaque approche. Or l'IA, avec sa capacité à traiter de multiples données, relance avec force l'approche empirique dans la mesure

où elle peut aider à comparer de nombreuses pathologies similaires.

Le débat épistémologique et philosophique est donc réouvert. Pour Murphy, responsable du laboratoire de biologie informatique de l'université de Carnegie Mellon, l'IA crée un nouveau paradigme où les expérimentations ne sont plus menées par le chercheur qui peut ainsi prendre de la hauteur sur sa recherche⁴. Selon Thompson et Upshur (2017), un nombre croissant de chercheurs et philosophes critiquent le manque de théorie dans la médecine clinique (*i.e.* empirique). D'autres sont moins véhéments, comme Pearl et Mackenzie (2018) qui argumentent pour une approche symbiotique conjuguant modèles théoriques et analyses de données.

En résumé, l'utilisation croissante de l'IA dans la recherche médicale et sa production inhérente de connaissances vient servir une posture épistémologique plus que les autres, donnant pleine renaissance à de vieux – mais néanmoins salutaires – antagonismes. Il est intéressant d'ajouter une dernière possibilité offerte par l'IA en médecine soulignée par Topol (2019), celle ouvrant les portes de la production scientifique à des non-scientifiques. En premier lieu par la « citizen science » qui permet de générer un ensemble très large de données. Elle a été utilisée par exemple en mobilisant une grande population d'amateurs en ligne⁵ par le biais d'un mini jeu vidéo pour classifier une série d'images microscopiques. Cette classification combinée à un logiciel de *machine learning* a permis de produire des résultats originaux en matière d'imagerie microscopique en validant de nouveaux

4. <https://www.axios.com/automating-science-2e43b5c8-cb4a-44cb-bfce-f26272b1bd4c.html>

5. <https://www.nature.com/articles/nbt.4225>

modèles de détermination des structures protéïniques.

En second, sans aller jusqu'à la « citizen science », de nombreuses initiatives de *crowd-sourcing* démontrent le rôle essentiel pour certains projets scientifiques de la dimension participative particulièrement dans le domaine bio-informatique (Good et Su, 2013).

Hors du seul champ de la médecine, de multiples disciplines scientifiques sont pénétrées par des méthodes appartenant au champ de l'IA comme par exemple les réseaux neuronaux. Se profile aussi un déploiement de l'IA pour analyser de grands ensembles de données qualitatives, qu'il s'agisse de textes, vidéos, enregistrements ou photos. Ces nouvelles techniques sont parfois rassemblées sous le terme de BigQual (Davidson *et al.*, 2019).

Signalons aussi que de nouveaux outils aident à mener une revue de la littérature concernant l'état des connaissances sur un sujet. Un article de *Nature* publié en 2018 (Extance, 2018) cite ainsi des chercheurs de Göteborg (Suède) qui ont utilisé un de ces outils pour traiter plus de 10 000 recherches publiées sur les algorithmes dédiés au véhicule autonome. L'outil, fondé sur des techniques de *Natural Language Processing*, extrait du contenu scientifique de chaque papier, filtre et classe ensuite les articles en catégories selon les thèmes de recherche et les résultats obtenus. Au-delà du débat épistémologique, l'IA peut donc contribuer à aider le chercheur, sans pour autant le remplacer, dans les tâches de production requérant la manipulation et la recherche

de sens au sein de grands ensembles de documents ou de données⁶.

III – L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LA DIFFUSION SCIENTIFIQUE

Une fois la recherche menée, vient le temps de la publier. Entrent dans le jeu différents acteurs : revues, éditeurs et relecteurs. Plusieurs maisons d'édition offrent dorénavant un ensemble de solutions d'IA pour aider les éditeurs de revue. Les différentes phases du processus de diffusion sont impactées : sélection initiale des manuscrits, identification des relecteurs, vérification de non-plagiat, processus de révision, synthèse des contributions. Un article de *Nature* (2018) examine ces changements⁷. Certains outils analysent si les méthodes et statistiques décrites dans un article sont solides. D'autres utilisent le *Natural Language Processing* et le *Machine Learning* pour extraire automatiquement les concepts-clés du manuscrit et fournir un résumé. Des outils contrôlent le plagiat éventuel ou situent le papier par rapport à des recherches antérieures, ou encore vérifient que la structure du papier et la présentation des références satisfont aux exigences de la revue. L'IA peut aussi aider à identifier des relecteurs potentiels à partir des publications antérieures, peut suggérer des mots-clés peut émettre une prédiction sur l'impact du papier. En bref, toute tâche qui peut être standardisée est, ou risque d'être, affectée par l'IA.

6. Notons que dans le domaine médical, des chercheurs ont récemment utilisé un outil (Euretos) pour élaborer des hypothèses quant à de nouvelles maladies qu'un médicament pourrait traiter. Mais cette expérimentation n'a pas généré d'hypothèses vraiment surprenantes. Voir l'article de la revue *Nature* cité (Extance, 2018).

7. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-072459>

Le principal avantage de tous ces outils est un gain de temps sachant que les processus de publications sont longs. Quelle que soit l'opération effectuée, les concepteurs de ces algorithmes et les éditeurs convergent sur le fait que la décision de rejet, de re-soumission ou d'acceptation reste dans les mains de l'éditeur. Signalons néanmoins la mise sur le marché d'un outil qui fournit un score global d'acceptabilité du papier, ce qui pourrait inciter certains éditeurs à décider, par facilité, en fonction de ce score. Cela est important dans la mesure où, alors que le nombre de soumissions aux revues, en particulier les plus prestigieuses, est en hausse constante depuis plusieurs années, le modèle économique, partiellement basé sur le travail bénévole des arbitres issus des laboratoires scientifiques, est remis en cause.

Ces outils d'aide à la décision pour l'édition scientifique doivent être néanmoins questionnés. Pour paraphraser Christophe Benavent (2016) il leur faut sans doute rendre des comptes. Comme les éditeurs humains, les systèmes issus du *machine learning* ne sont pas dénués de biais de sélection (Yapo et Weiss, 2018). Le cas du biais de genre est particulièrement présent dans la mesure où le *machine learning* s'appuie sur des bases de données à partir desquelles l'ordinateur va suggérer des décisions. Collet (2018) indique : « pour ne citer que quelques domaines où l'aide à la décision par IA peut s'appliquer, ce que la machine va apprendre, c'est (...) à CV équivalents, les hommes sont mieux payés que les femmes (...) à dossiers équivalents, les prêts sont plus volontiers accordés aux projets d'entreprise portés par des hommes que par des femmes... »

On peut donc supposer que la sous-représentation des femmes dans les postes académiques les plus prestigieux aura un impact dans l'apprentissage des machines. On peut aussi imaginer *a contrario* que les machines ont une capacité à échapper à certains biais cognitifs et pourront peut-être faire émerger des auteurs ou des papiers qui auraient été rejettés par des éditeurs humains dont le jugement est limité par leur préjugé sur ce qu'est le « bon » papier ou le « bon » auteur.

Selon nous, ces intégrations technologiques font ou feront rejoindre le débat entre rigueur et pertinence de la recherche. La pertinence correspond à l'utilité perçue de la recherche par les managers. La rigueur est définie à partir de divers composants : ancrage théorique, logique de raisonnement, recueil de données non biaisé, méthodologie appropriée et bien déployée (Vermeulen, 2007). Les chercheurs ont longtemps opposé ces deux quêtes, mais des travaux récents ont montré qu'un lien, quoique tenu, existe entre les deux concepts (Paterson *et al.*, 2018). Or, l'IA a toutes chances de pénétrer le processus de relecture en l'abordant sous l'angle de la rigueur, comme en témoigne les vérifications des méthodes d'analyse, de la structure du papier ou de la présentation des références. Dans ce contexte, l'IA tendra à renforcer une vision normative concentrée en particulier sur la formalisation et la structure classique attendue d'un papier de recherche (typiquement la séquence : introduction, revue de littérature, analyse des données, discussion). Dans son acceptation la plus basique, elle risque bien de donner des scores médiocres à des papiers, comme celui-ci... qui ne respecte pas la mise en forme habituelle des articles de recherche académique.

La pertinence est plus difficile à cerner par un algorithme, car elle est liée aux caractéristiques de l'individu qui l'évalue (Duncan, 1974 ; Strasser et Bateman, 1984). En conséquence, l'intrusion de l'IA dans le processus de sélection des papiers questionne le rôle et la pratique futurs des éditeurs et relecteurs, qui pourraient confier à la machine l'évaluation de la rigueur et centrer leur travail sur la pertinence. Comme indiqué *supra* les algorithmes ne sont pas exempts de biais ; ils reflètent ceux de leurs auteurs et l'objectivité de l'IA elle-même est une forme d'illusion en l'état de la technologie (Garcia, 2016).

L'IA affecte donc le chercheur dans sa pratique. Mais le déploiement de l'IA dans la recherche scientifique soulève d'autres questions.

IV – LES PROBLÈMES D'ACCÈS AUX DONNÉES ET DE COÛT DE LA RECHERCHE

L'IA est donc utile quand il s'agit de traiter un grand nombre de données, communément appelées *Big Data*, ou quand la machine doit apprendre d'un grand nombre de données pour effectuer sa tâche. L'informatique « classique » le fait déjà au travers par exemple des logiciels de scientométrie, de lexicométrie et d'analyse de texte qui « traitent » des corpus particulièrement importants et permettent d'optimiser ces traitements. De même en finance avec les très grandes bases de données sur lesquelles sont opérées des traitements : corrélation, régression ou autres. L'IA s'en distingue dans sa capacité à « apprendre ». Par exemple, un chercheur en marketing peut vouloir étudier l'impact des tweets sur

le comportement du consommateur et devoir alors traiter des milliers de messages. Un chercheur explorant l'impact des réseaux sociaux sur des pratiques de management aura peut-être des dizaines de milliers de textes, photos et vidéos à analyser. Ces exemples requièrent un accès à des informations appartenant aux entreprises. Or, cet accès devient compliqué. Un colloque s'est tenu sur le sujet aux États-Unis en 2017, réunissant des spécialistes de la recherche informatique et des entreprises (Bottum *et al.*, 2017). Une évolution technologique concomitante à l'IA crée ce problème d'accès : l'utilisation de plus en plus massive du *cloud computing* (dans le langage courant : le *cloud*) par la plupart des institutions publiques et privées. Le *cloud* consiste à exploiter la puissance de stockage ou de calcul résidant sur des serveurs informatiques distants par l'intermédiaire d'un réseau de type Internet. Les serveurs sont loués à la demande, selon des critères techniques liés à leur utilisation (puissance, bande passante, etc.). Les entreprises qui utilisent le *cloud* stockent donc tout ou partie de leurs données hors de leurs serveurs propres et peuvent utiliser l'IA proposée par les opérateurs du *cloud* pour analyser leurs données. Cette architecture du *cloud* soulève diverses questions pour le chercheur qui souhaite accéder à ces données : celles-ci étant stockées hors de l'organisation, le chercheur devra convaincre et satisfaire des obligations liées à la sécurité, à la protection privée des données, à son identification et aux procédures d'accès.

De plus, l'entreprise utilisatrice du cloud paie généralement son fournisseur selon son usage des services proposés. Le travail du chercheur sur des données distantes peut

donc constituer un coût supplémentaire qui devient difficile à évaluer dans le cas d'une recherche exploratoire. Le cloud incite donc à développer des projets de recherche bien définis, où le temps passé à analyser ou télécharger des données est évaluable. Ce constat engendre une autre difficulté pour les chercheurs travaillant à partir de financements : comment évaluer la somme à demander si le coût de la recherche est difficile à déterminer ?

Enfin, le problème d'accès soulève une question de compétence : la plupart des chercheurs ne sont pas compétents pour travailler dans le *cloud*, pour y appliquer des outils et méthodes d'IA. Les participants au colloque de 2017 concluent que la conduite de la recherche demandera des investissements conséquents de la part des institutions de recherche (universités, laboratoires, centres de recherche) : création de services supports, recrutements de spécialistes du *cloud computing* et formation des utilisateurs tels les chercheurs.

En conséquence, la qualité de la recherche dépendra-t-elle des moyens financiers des institutions ? Tel semble être la tendance aux États-Unis, où on envisage une stratégie différente vis-à-vis du *cloud* et de l'IA selon la taille des universités (Bottum *et al.*, 2017).

Au final, ces enseignements suggèrent que la plupart des facettes du métier de chercheur seront impactées : sa pratique de la recherche, la diffusion de ses travaux, la quête de financements, sa relation aux propriétaires des données, son travail de relecteur ou d'éditeur.

V – QUID DE LA RECHERCHE EN GESTION ?

L'IA est d'abord un thème d'investigation pour les chercheurs en gestion, qui étudient son appropriation et utilisation dans les organisations, et les conséquences humaines ou financières de cette utilisation⁸. Les articles publiés sur le sujet sont, à notre connaissance, relativement peu nombreux, mais en forte augmentation en 2019.

Un domaine croissant de recherche concerne les ressources humaines. Par exemple, Metcalf *et al.* (2019) montrent que l'utilisation de la technologie « Artificial Swarm Intelligence » améliore le processus de décision des équipes en amplifiant ce qu'ils appellent l'intelligence du groupe. Tambe *et al.* (2019) analysent comment l'IA change la fonction RH dans les entreprises.

L'utilisation de l'IA dans le marketing est sujet et outil de recherche. Farquad *et al.* (2012) identifient l'apport de la technologie en matière de CRM. Kumar *et al.* (2019) étudient comment l'IA favorise l'engagement du client. Kuiper *et al.* (2019) utilisent le *machine learning* non supervisé pour définir un modèle de profilage des consommateurs. Appliqué à la recherche en marketing il pourrait permettre des avancées sur le traitement massif des données par apprentissage automatique et *topic modelling* (Reisenbichler et Reutterer, 2019). Le marketing grâce au *big data* et au *machine learning* combinés passe désormais de la personnalisation à la contextualisation intégrale du parcours du consommateur.

8. Nous n'intégrons pas dans cette section tous les travaux de recherche en informatique visant à développer des algorithmes afin d'améliorer le fonctionnement des entreprises, en matière de logistique, production, marketing ou finance.

En finance, l'IA est surtout étudiée dans le contexte des marchés financiers. Des algorithmes sont développés pour mieux maîtriser les risques, par exemple Ding *et al.* (2019) pour la volatilité des prix. Notons une recherche qui analyse l'introduction du *trading* algorithmique ou *trading* haute fréquence, son lien avec les crashes boursiers et leur persistance (Arena *et al.*, 2018) : les auteurs montrent que le *trading* algorithmique augmente la propagation des crashes et ralentit leur correction. Leur article intitulé « too fast, too furious ? » souligne au passage le phénomène d'instantanéité propre à l'automatisation technologique.

La plupart de ces travaux traitent donc de l'usage de la technologie et des effets liés à cet usage. Nul doute que le champ de la gestion verra une multiplication des recherches sur les impacts de l'IA dans les prochains temps.

Au-delà d'être sujet de recherche, l'IA offre aussi ses méthodes d'analyse au chercheur en gestion. Certaines méthodes comme l'analyse neuronale sont utilisées dans leurs formes les plus simples depuis plusieurs décennies : par exemple Veiga *et al.* (2000) l'ont introduite en 2001 dans le champ du management international. De telles méthodes d'analyse ont été appliquées à des échantillons de quelques dizaines ou centaines de données, et seront certainement étendues à l'analyse de plus grands ensembles. Des méthodes d'analyse des réseaux neuronaux sophistiquées tendent à remplacer les régressions, tel l'*exponential random graph model* (Brennecke, 2019).

En histoire du management, comme objet, l'informatique appliquée à la gestion est couverte par de nombreux travaux dont Bounfour (2010) propose une synthèse comparative. L'IA comme méthode de

recherche reste encore limitée à l'analyse textuelle mais des travaux sur des thématiques proches (Broersma et Harbers, 2018) montrent qu'elle va permettre des analyses approfondies sur des corpus d'archives, de photographies ou de films d'entreprises massifs. La combinaison de logiciels d'OCR (reconnaissance de caractères) et de *deep learning* permet déjà la traduction automatisée de textes anciens, imprimés dans des caractères spécifiques (ancien français, graphies multiples, fraktur) nécessitant un traducteur expert ou encore de textes manuscrits comme les fiches de lecture de Michel Foucault conservées à la BNF (Massot *et al.*, 2019). Cette dernière nouveauté augure d'une augmentation considérable de la productivité pour le dépouillement d'archives qui est fortement consommatrice de temps pour les chercheurs.

Par conséquent, l'IA pénètre la recherche en gestion, non seulement en tant que sujet de recherche, mais aussi dans la pratique d'analyse des données. Ces développements vont requérir chez le chercheur en gestion l'acquisition de nouvelles compétences en préparation des bases de données et en programmation, car les algorithmes sont fréquemment uniques, élaborés pour une utilisation particulière. Plusieurs scénarios sont possibles pour mener une recherche utilisant l'IA comme méthode : formation du chercheur à ces méthodes, constitution d'équipes intégrant des spécialistes du codage, recours à des sociétés fournissant des programmes sur-mesure. Il est donc possible que se dessine une fracture entre les chercheurs sachant programmer et ceux qui ne sauront pas, les premiers ayant un privilège en matière d'accès à des bases de données et des méthodes d'analyse.

Tableau 1 – Principaux impacts de l'IA sur le chercheur en gestion

Type d'impact	Description de l'impact
Sujet de recherche	La pénétration de l'IA dans les organisations offre de multiples sujets de recherche dans les diverses disciplines de gestion
Positionnement épistémologique	<ul style="list-style-type: none"> – L'IA ravive le débat entre rigueur et pertinence car son utilisation dans les processus de relecture tend à promouvoir la rigueur – Peut favoriser la démarche de découverte empirique (à partir de l'analyse des données) au détriment de l'approche théorique
Méthodologie de recherche	<ul style="list-style-type: none"> – L'IA pose un problème de compétences en préparation des bases de données et en algorithmie qui peut contribuer à une fracture importante au sein de la communauté des chercheurs, ou encore peut contribuer à confier la recherche en gestion à des chercheurs en sciences de l'information ... voire à des non-chercheurs – L'accès à de grandes bases de données risque d'être compliqué par les pratiques de <i>Cloud Computing</i> des organisations – L'accès aux données et l'acquisition de compétences en IA pourraient requérir des financements conséquents que toutes les entités de recherche ne pourront supporter – L'IA pourrait faciliter l'automatisation de certaines phases de recherche comme la revue de littérature – Lors de l'utilisation de méthodes d'IA, le chercheur devra s'interroger sur les biais (de sélection de genre...) posés par son algorithme
Publication	<ul style="list-style-type: none"> – L'utilisation de l'IA contribuera à effectuer une première sélection des soumissions sur des critères de conformité aux pratiques des revues scientifiques – L'utilisation de l'IA par les revues devrait permettre de calculer un score initial d'acceptabilité de l'article soumis
Relecture	<ul style="list-style-type: none"> – Le rôle du relecteur et de l'éditeur risque d'évoluer vers une concentration sur l'examen de la pertinence, si l'analyse de la rigueur est confiée à un programme d'IA

Il existe donc un risque que l'IA, en particulier dans sa facette *machine/deep learning*, échappe aux chercheurs en sciences de gestion pour être pris en charge par d'autres. De nombreux articles consacrés à des problèmes de gestion paraissent en effet dans des revues d'ingénierie ou de science de l'information sous la plume de chercheurs de ces disciplines qui maîtrisent les outils mais

ont aussi accès à la puissance de calcul associée à ces méthodes de recherche. Enfin, les détours que nous avons effectués vers d'autres sciences, en particulier le domaine de la recherche médicale, incitent à penser que l'IA affectera prochainement le processus de publication. Les sciences de gestion verront alors resurgir deux débats scientifiques : un questionnement

épistémologique sur rationalité/empirisme et un questionnement sur rigueur/pertinence de la recherche. Puisque la recherche en gestion est une science appliquée, se posera aussi la question de l'accès aux données et du financement des investigations empiriques. L'IA engendrera donc, non seulement une réflexion scientifique au sein de la communauté des chercheurs, mais aussi une réflexion au niveau institutionnel pour identifier les moyens de maintenir l'effort interne de production de connaissances. Les principaux impacts probables de l'IA sur le chercheur en gestion sont synthétisés dans le tableau 1.

CONCLUSION : VERS UNE NOUVELLE NORME DE RECHERCHE ?

L'intelligence artificielle, source de fantasme et d'excitation, pénètre le domaine des sciences comme elle a pénétré de nombreux secteurs économiques. Nous avons tenté de montrer comment cette pénétration s'opère actuellement et quels changements devraient impacter la recherche en sciences de gestion. Il est important de signaler que tous les chercheurs cités dans cet article et travaillant sur l'IA convergent sur le fait que la découverte scientifique restera grandement d'origine humaine, pendant encore de nombreuses années, contrairement à ce que prônent certains prophètes.

Les sciences de gestion, à l'instar d'autres disciplines, seront affectées dans leurs processus de production et diffusion de connaissances ainsi qu'en matière de financement de la recherche. L'IA pose au chercheur de nouveaux défis : positionnement épistémologique, compétences à acquérir, accès aux données, financement,

réflexivité nouvelle sur sa pratique des méthodes IA, évolution du rôle de relecteur et... concurrence possible d'autres chercheurs maîtrisant les méthodes d'IA. Ces changements concernent aussi la communauté des chercheurs dans son ensemble, qui pourrait se fracturer, et les institutions où ces chercheurs travaillent. L'évolution touche donc tout l'écosystème de la recherche en sciences de gestion.

Les bouleversements possibles questionnent sur la création à terme d'une nouvelle norme de recherche, ancrée sur davantage d'empirisme et focalisée sur la rigueur (au sens de conformité). La « bonne » recherche est fondée sur des normes socialement construites par la communauté qui se diffusent à travers les processus de doctorat, de conduite de recherche et de publication. Il sera donc important de détecter d'éventuelles évolutions dans les usages des méthodes d'IA et leurs répercussions sur la scientificité de la recherche. À ce titre, des chercheurs en gestion comme Frantz Rowe ou Christophe Benavent s'intéressent depuis plusieurs années à l'IA et méritent d'être lus pour leurs réflexions sur le sujet, tant au niveau philosophique qu'en matière de réflexivité sur nos pratiques.

Cet article a volontairement une portée limitée : nous nous sommes penchés sur les pratiques de recherche actuelles, en gestion et dans d'autres sciences, pour analyser plusieurs changements risquant d'impacter le chercheur en gestion. Notre panorama est loin d'être exhaustif : d'autres questions se posent, qu'elles soient philosophiques, déontologiques, ou qu'elles concernent le caractère énergivore de l'IA. Les réflexions menées dans ces domaines complèteront avantageusement nos conclusions. Enfin,

nous nous sommes limités à l'IA, mais d'autres technologies pourraient aussi affecter la recherche, comme la *blockchain* qu'étudie notamment Jean-Fabrice Lebraty. L'intelligence artificielle étant actuellement en pleine effervescence créatrice, il

est important de garder les yeux ouverts sur ses progrès, ses innovations, son utilisation par les organisations, sur les conséquences de cette utilisation, et sur sa pénétration dans nos pratiques de recherche en gestion.

BIBLIOGRAPHIE

- Angermueller C., Parnamaa T., Parts L. et Stegle O. (2016). "Deep learning for computational biology", *Molecular Systems Biology*, vol. 12, n° 878. <https://dx.doi.org/10.15252%2Fmsb.20156651>
- Arena L., Oriol N. et Veryzhenko I. (2018). "Too fast, too furious? Trading algorithmique et instabilité des marchés financiers", *Systèmes d'Information & Management*, vol. 23, p. 81-106.
- Asimov I. (2001 [1950]). *Les Robots*, Éditions J'ai lu, Paris.
- Baxt W.G. (1991). "Use of an artificial neural network for the diagnosis of myocardial infarction", *Annals of Internal Medicine*, vol. 115, n° 11, p. 843-848.
- Benavent C. (2016). « Big Data, algorithmes et marketing : rendre des comptes », *Statistique et Société*, vol. 4, n° 3, p. 25-35.
- Bhaumik A. (2018). *From AI to Robotics: Mobile, Social and Sentient Robots*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Bounfour A. (2010). Éditorial, « Les systèmes d'information : des objets-frontières de la transformation des entreprises », *Entreprises et Histoire*, vol. 60, n° 3, p. 7-16.
- Bottum J., Atkins D., Blatecky A., McMullen R., Tannenbaum T., Cheetham J., Wilgenbusch J., Bhatia K., Deumens E., von Oehsen B., Fox G., Ziolkowski M., Bedrossian A. et Fay D. (2017). "The future of cloud for academic research computing", résultats du colloque supporté par la NSF intitulé "Cloud Forward", ACI/CSE Award 1632037, mai.
- Brennecke D.J. (2019). "Dissonant ties in intra-organizational networks: Why individuals seek problem-solving assistance from difficult colleagues", *Academy of Management Journal*, à paraître.
- Broersma M. et Harbers F. (2018). "Exploring machine learning to study the long-term transformation of news", *Digital Journalism*, vol. 6, n° 9, p. 1150-1164.
- Caravagna G., Giarratano Y., Ramazzotti D., Tomlinson I., Graham T.A., Sanguinetti G. et Sottoriva A. (2018). "Detecting repeated cancer evolution from multi-region tumor sequencing data", *Nature Methods*, vol. 15, p. 707-714.
- Collet I. et Laboratoire de l'égalité. (2018). « Biais de genre dans l'intelligence artificielle », Laboratoire de l'égalité, <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:114373>

- Davidson E., Edwards R., Jamieson L. et Weller S. (2019). "Big data, qualitative style: a breadth-and-depth method for working with large amounts of secondary qualitative data", *Quality & Quantity*, vol. 53, n° 1, p. 363-376.
- Ding S., Zhang Y. et Duygun M. (2019). "Modeling Price volatility based on a genetic programming approach", *British Journal of Management*, April, vol. 30, n° 2, p. 328-340.
- Duncan W.J. (1974). "Transferring management theory to practice", *Academy of Management Journal*, vol. 17, n° 4, p. 724-738.
- Esteva A., Kuprel B., Novoa R.A., Ko J., Swetter S.M., Blau H.M. et Thrun S. (2017). "Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks", *Nature*, vol. 542, p. 115-119.
- Extance A. (2018). "How AI technology can tame the scientific literature. As artificially intelligent tools for literature and data exploration evolve, developers seek to automate how hypotheses are generated and validated", *Nature*, n° 561, p. 273-274. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06617-5>
- Farquad M.A.H., Ravi V. et Bapi Raju S. (2012). "Analytical CRM in banking and finance using SVM: A modified active learning-based rule extraction approach", *International Journal of Electronic Customer Relationship Management*, vol. 6, n° 1, p. 48-73.
- Ganascia J.-G. (2017). *Le mythe de la singularité*, Éditions Seuil, Paris.
- Garcia M. (2016). "Racist in the machine: The disturbing implications of algorithmic bias", *World Policy Journal*, vol. 33, n° 4, p. 111-117.
- Good B.M. et Su A.I. (2013). "Crowdsourcing for bioinformatics", *Bioinformatics*, vol. 29, n° 16-15, p. 1925-1933.
- Julia L. (2019). *L'intelligence artificielle n'existe pas*, Éditions First, Paris.
- Kuiper E., Constantinides E., de Vries S.A., Marinescu-Muster R.F. et Metzner F. (2019, May). "A framework of unsupervised machine learning algorithms for user profiling", *48th Annual European Marketing Academy (EMAC) Conference*.
- Kumar V., Rajan B., Venkatesan R. et Lecinski J. (2019). "Understanding the role of artificial intelligence in personalized engagement marketing", *California Management Review*, vol. 61, n° 4, p. 135-155.
- Leung M.K., Xiong H.Y., Lee L.J. et Frey B. (2014). "Deep learning of the tissue regulated splicing code", *Bioinformatics*, vol. 30, p. 121-129.
- Massot, M.L.Sforzini A. et Ventresque V. (2019). "Transcribing Foucault's handwriting with Transkribus", *Journal of Data Mining & Digital Humanities*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01913435v3>
- Metcalf L., Askay D.A. et Rosenberg L.B. (2019). "Keeping humans in the loop: Pooling knowledge through artificial swarm intelligence to improve business decision making", *California Management Review*, vol. 61, n° 4, p. 84-109.

- Pearl J. et Mackenzie D. (2018). *The Book of Why: The New Science of Cause and Effect*, Basic Books, New York.
- Paterson T.A., Harms P.D. et Tuggle C.S. (2018). “Revisiting the rigor - relevance relationship: An institutional logics perspective”, *Human Resource Management*, vol. 57, n° 6, p. 1371-1383.
- Reisenbichler M. et Reutterer T. (2019). “Topic modeling in marketing: Recent advances and research opportunities”, *Journal of Business Economics*, vol. 89, n° 3, p. 327-356.
- Rimm D.L. (2011). “C-path: A Watson-like visit to the pathology lab”, *Sci Transl Med*, vol. 3, n° 108, 108fs8. doi: 10.1126/scitranslmed.3003252
- Scherer M.U. (2016). “Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies”, *Harvard Journal of Law Technology*, vol. 29, n° 2, p. 353-400.
- Strasser S. et Bateman T.S. (1984). “What we should study, problems we should solve: Perspectives of two constituencies”, *Personnel Psychology*, vol. 37, n° 1, p. 77-92.
- Tambe P., Cappelli P. et Yakubovich V. (2019). “Artificial intelligence in human resources management: Challenges and a path forward”, *California Management Review*, vol. 61, n° 4, p. 15-42.
- Thompson R.E. et Upshur R.E.G. (2017). *Philosophy of Medicine, An Introduction*, Routledge, London.
- Topol E.J. (2019). “High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence”, *Nature Medicine*, vol. 25, n° 1, p. 44-56.
- Tu J.V. et Guerriere M.R. (1992). “Use of a neural network as a predictive instrument for length of stay in the intensive care unit following cardiac surgery”, *Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care*, p. 666-672.
- Turing A. (1950). “Computing machinery and intelligence”, *Mind*, vol. 59, n° 236, octobre, p. 433-460.
- Veiga J.F., Lubatkin M., Calori R., Very P. et Tung Y.A. (2000). “Using Neural Network analysis to uncover the trace effects of national culture”, *Journal of International Business Studies*, vol. 31, n° 2, p. 223-238.
- Vermeulen F. (2007). “I shall not remain insignificant: Adding a second loop to matter more”, *Academy of Management Journal*, vol. 50, n° 4, p. 754-761.
- Yapo A. et Weiss J. (2018). “Ethical implications of bias in machine learning”, *Conference HICCS-51*, Hawaii, janvier.