

Stéphane Roder  
Préface de Luc Julia

**GUIDE PRATIQUE**

de **l'intelligence**  
**ARTIFICIELLE**  
dans **L'ENTREPRISE**

**Anticiper les transformations,  
mettre en place des solutions**

● Éditions  
**EYROLLES**

« Stéphane Roder est sans doute aujourd'hui le meilleur témoin de ce que l'intelligence artificielle peut apporter aux entreprises du XXI<sup>e</sup> siècle, petites ou grandes. »

Luc Julia, CTO Samsung, cocréateur de Siri

L'IA est une révolution pour le monde du travail au même titre que l'a été l'arrivée de l'électricité. En venant aider, optimiser ou remplacer, l'IA va révolutionner tous les métiers, mais aussi les structures de coûts, de revenus, et les organisations des entreprises.

Comment définir la stratégie IA de son entreprise ? Stéphane Roder démystifie de façon très didactique l'IA, la replace dans le contexte financier et stratégique de l'entreprise, tout en permettant au lecteur de se projeter dans sa propre transformation. Il propose ainsi :

- une grille d'analyse des gisements de gain de productivité et de revenus liés à l'introduction de IA.
- une méthodologie pour mettre en œuvre des solutions IA dans son entreprise.

L'introduction massive de l'IA dans l'entreprise devient un challenge pressant, car bientôt il y aura ceux qui auront fait le choix de l'électricité et ceux qui seront restés à la vapeur.



**Stéphane Roder** a fondé en 2018 AI Builders, sa société de conseil en intelligence artificielle, après avoir déployé dans de grandes entreprises du monde entier des solutions d'optimisation et de classification des dépenses basées sur de l'intelligence artificielle. Créateur de plusieurs start-up à succès après avoir travaillé dans l'industrie des télécoms, il est ingénieur télécom ParisTech 92 et diplômé de Stanford et Coursera en *machine learning* et *deep learning*. Stéphane Roder est professeur à l'ESSEC et expert auprès de la fondation Jean-Jaurès.

**Guide pratique  
de l'intelligence artificielle  
dans l'entreprise**

Éditions Eyrolles  
61, bd Saint-Germain  
75240 Paris Cedex 05  
www.editions-eyrolles.com

*À Alain Bois, Elsa, Léa et Charlotte*



Les droits d'auteur de ce livre seront intégralement reversés à l'URCMA (Unité de recherche sur les comportements et mouvements anormaux), association créée par le professeur Philippe Coubes (CHU Montpellier).

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 2019  
ISBN : 978-2-212-57122-6

Stéphane Roder  
Préface de Luc Julia

# **Guide pratique de l'intelligence artificielle dans l'entreprise**

Anticiper les transformations,  
mettre en place des solutions

● Éditions  
**EYROLLES**



# Sommaire

Préface .....	1
---------------	---

Introduction .....	5
--------------------	---

## Chapitre 1

### L'intelligence artificielle pour le manager

Histoire de l'intelligence artificielle .....	9
La définition de l'intelligence artificielle .....	12
La <i>business intelligence</i> , première étape de l'IA .....	14
Les moteurs de règles .....	15
Le <i>machine learning</i> .....	16
<i>Le machine learning et l'apprentissage supervisé</i> .....	16
<i>Le machine learning et l'apprentissage non supervisé</i> .....	27
Le <i>deep learning</i> ou les réseaux de neurones profonds .....	30
<i>Du neurone biologique au neurone formel</i> .....	31
<i>Les réseaux de neurones et le deep learning</i> .....	32

## Chapitre 2

### La révolution de l'IA est en marche

Le réveil de l'intelligence artificielle .....	43
L'intelligence artificielle est déjà parmi nous .....	44
<i>La grande consommation</i> .....	44
<i>L'industrie</i> .....	45
L'état des lieux dans les entreprises : l'entreprise encore en mode manuel ? .....	45
L'IA, la suite logique de la transformation digitale .....	46
Le danger de ne pas intégrer l'IA dans la transformation digitale .....	48
L'IA modélise la réussite et l'optimise .....	50
L'IA, l'entropie et la <i>long tail</i> .....	50
L'IA est un <i>enabler</i> .....	53
L'IA et les métiers .....	54

Un challenge pour les dirigeants et le management .....	55
Sous quelle forme intégrer l'IA dans l'entreprise ?.....	56
L'IA ne peut pas être une <i>black box</i> .....	58
Un challenge à la portée des PME .....	61
Un passage obligé pour les start-up.....	63
Une opportunité pour les entreprises .....	64

### **Chapitre 3**

#### **L'IA transforme les métiers de l'entreprise**

Finance.....	67
Achat.....	71
Juridique.....	74
Ressources humaines .....	77
Production .....	80
<i>Supply chain</i> .....	83
Marketing.....	85
Ventes .....	91
Relation client.....	93

### **Chapitre 4**

#### **Les acteurs internes de cette nouvelle transformation**

Le visionnaire.....	99
Le révélateur.....	99
L'utilisateur.....	101
Les dirigeants et le comité de direction.....	102
Le responsable de la transformation digitale, le CDO (Chief Digital Officer).....	103
Le DSI .....	105

### **Chapitre 5**

#### **Le Big Data : du mythe à la nécessité pour devenir *AI Ready***

Le challenge de la qualité des données pour l'IA.....	111
La mise en œuvre progressive du Big Data dans l'entreprise.....	112



## Chapitre 6

### Comment implanter l'intelligence artificielle dans l'entreprise

Le schéma directeur IA.....	117
La roadmap du schéma directeur IA.....	120
Business issue first.....	122
<i>Générer un model driven business</i> .....	125
<i>Créer des revenus AI First</i> .....	127
<i>Les solutions du marché pour les process et les métiers</i> <i>de l'entreprise</i> .....	129
<i>Les développements sur mesure : du modèle à la production</i> .....	132
L'équipe projet.....	141

## Chapitre 7

### Les acteurs de l'écosystème de l'intelligence artificielle

Les consultants.....	145
Les <i>data scientists</i> .....	146
Les développeurs .....	148
Les grands éditeurs de logiciel.....	150
SAP.....	150
IBM.....	152
Microsoft .....	153
Salesforce.....	154
Les start-up.....	155
Les solutions à destination des PME.....	157
Open source vs propriétaire .....	158

## Chapitre 8

### Les enjeux de la formation

L' <i>Homo Analyticus</i> et la vision analytique de l'entreprise.....	163
<i>AI Ready</i> et formation .....	166
L'IA et la formation continue.....	167
Le marketing produit.....	168
Les nouveaux profils qu'il faudra intégrer.....	169
La Data Science Academy .....	170

**Chapitre 9****L'impact de l'intelligence artificielle sur l'organisation**

L'IA décloisonne l'organisation .....	175
Réinventer les process .....	176
La fin du BPO.....	177
IA et Schumpeter : l'impact sur les métiers.....	178

**Chapitre 10****Prospectives & IA**

De l'intelligence artificielle faible à l'intelligence artificielle forte ....	183
Comment va évoluer l'intelligence artificielle .....	186
L'industrie 4.0 n'existera pas sans IA.....	187
Conclusion.....	189
Petit glossaire de l'intelligence artificielle.....	191
Index .....	195
Remerciements .....	199

## Préface

Nous sommes de cette génération qui a été fascinée et façonnée par l'intelligence artificielle. Tout jeune déjà je fabriquais des machines que je pensais intelligentes, comme ce robot qui m'aidait à faire le lit et que j'ai mis plus de temps à construire qu'à utiliser... Il était déjà évident pour moi que la technologie devait être au service de l'humain et que c'est en collaborant avec elles que les machines allaient nous libérer de toutes ces tâches répétitives et ennuyeuses afin de nous laisser nous concentrer sur ce qui nous intéresse vraiment. Mais, pour concrétiser cette vision, les choses sérieuses n'ont vraiment commencé pour moi que lors de mon arrivée dans la Silicon Valley, il y a vingt-cinq ans, juste à temps pour surfer sur la vague naissante d'Internet.

C'est dans le laboratoire du Stanford Research Institute que je dirigeais que sont nés de mes recherches les premiers réfrigérateurs interactifs, des voitures à réalité augmentée ou l'ancêtre de ce qui deviendrait l'assistant vocal Siri des années plus tard. De la recherche à la création de quelques start-up, c'est tout naturellement que je me suis retrouvé ensuite dans des entreprises mythiques telles que Hewlett Packard ou Apple qui m'ont permis de mettre le produit de mes inventions entre les mains de millions d'utilisateurs.

Mais, depuis plus de soixante ans qu'elle existe, l'intelligence artificielle s'est surtout intéressée au monde de la grande consommation, depuis la reconnaissance de la parole aux voitures autonomes, en passant par la réalité virtuelle. Loin d'être des gadgets, ces technologies sont aujourd'hui mûres pour conquérir le monde de l'entreprise et révolutionner les métiers de demain.

Quand Stéphane Roder m'a dit qu'il écrivait un livre sur l'intelligence artificielle, je ne me suis pas dit : « Tiens, encore un livre sur l'intelligence artificielle... » Je savais que Stéphane allait s'investir complètement dans son projet et s'y jeter passionnément, comme il le fait dans tout ce qu'il entreprend. Trente ans que je le connais et l'observe. Trente ans qu'il m'impressionne par son énergie et sa vitalité fulgurante qui l'ont amené à poursuivre une carrière exceptionnelle. Depuis que nous nous sommes rencontrés sur les bancs de l'université Pierre-et-Marie-Curie Paris VI où nous suivions ensemble un cours d'intelligence artificielle et sa sortie de l'École nationale supérieure des télécommunications de Paris, il a exploré tous les mécanismes du monde des affaires, des multinationales où il a travaillé aux jeunes pousses qu'il a créées et dirigées, alors qu'on ne les appelait pas encore « jeunes pousses ». En tant que chef d'entreprise, il a compris tous les rouages des différents business auxquels il s'est intéressé, ce qui en fait sans doute aujourd'hui le meilleur témoin de ce que l'intelligence artificielle peut apporter aux compagnies du XXI<sup>e</sup> siècle, petites ou grandes.

Stéphane nous explique ici comment les récents progrès de ces technologies vont maintenant bénéficier au B2B et leurs bienfaits se diffuser au sein des entreprises. Que ce soit au niveau des process ou du management, tous les secteurs de l'entreprise vont être impactés.

Dans ce guide pratique, Stéphane démystifie l'IA et permet à chacun de comprendre comment cette technologie viendra s'articuler dans la stratégie de l'entreprise. Tout en nous permettant de prendre conscience de son potentiel au travers de nombreux exemples, il nous donne une méthodologie pour réussir son déploiement. Il y énumère tous les grands thèmes qu'il faut aborder et les pièges à éviter, tout en prenant en compte les réalités du business. C'est un livre fondateur qui

vous apportera tout ce qu'un cadre dirigeant ou un entrepreneur a besoin de savoir en matière d'IA, de manière didactique et sans langue de bois !

Luc Julia  
Senior Vice President *and* CTO  
Samsung Electronics



## Introduction

Après la robotisation de la production, la mondialisation de la production, l'« ubérisation » des services, l'IA est une révolution pour toute l'industrie au même titre que l'a été l'électricité après la vapeur. « *AI is new electricity* » répète à qui veut l'entendre Andrew Ng, le créateur de Google Brain. En venant aider, remplacer et optimiser, l'IA va révolutionner tous les métiers mais surtout les structures de coûts des entreprises, et donc leur compétitivité. Les entreprises qui intégreront l'IA dans leur stratégie de développement assez tôt pourront se prémunir contre de nouveaux entrants qui auront transformé et optimisé leurs métiers grâce à l'IA et garder le même niveau de compétitivité face à leurs concurrents avant qu'ils ne s'équipent eux aussi. Donc, au-delà de la transformation digitale telle qu'elle est envisagée aujourd'hui, l'introduction massive de l'IA dans l'entreprise devient un challenge pressant, voire une nécessité pour survivre car il y aura ceux qui ont fait le choix de l'électricité et ceux qui seront restés à la vapeur.

Conscient de ces enjeux, la lecture de ce livre vous donnera :

- une vision didactique et non pas mathématique des techniques d'intelligence artificielle qu'il est nécessaire au manager de posséder pour appréhender les opportunités liées à cette technologie ;
- une vision stratégique et économique des enjeux liés à l'introduction de l'intelligence artificielle dans l'entreprise ;
- une compréhension précise des champs d'application de l'IA et de leurs potentiels de performance dans l'entreprise ;
- une méthodologie de déploiement de l'intelligence artificielle pour optimiser le ROI ;

- un panorama des acteurs de ce nouvel écosystème avec qui vous devrez coopérer ;
- et une vision prospective.



## *Chapitre 1*

# L'intelligence artificielle pour le manager



Comme à chaque révolution, les illuminés se déchaînent et promettent l'imminence de l'apocalypse. De l'urologue délirant qui nous sert, comme dans les meilleures sectes, l'arrivée prochaine du surhomme transhumaniste au constructeur d'une voiture électrique pas si autonome que cela qui veut se connecter à nos cerveaux, on aura tout entendu.

Il y a pourtant une vraie réalité dans l'arrivée d'une nouvelle technologie capable d'exécuter quelques tâches jusqu'alors dévolues à l'intelligence humaine. Même si elle est privée du bon sens ou du sens commun, l'IA actuelle sait reproduire une infime partie de l'intelligence humaine. Sa compréhension statistique de l'intelligence permet d'exécuter des tâches simples dans des environnements complexes.

En démystifiant l'IA, et en en comprenant les grands principes, sans toutefois entrer ni dans la mathématique et encore moins dans la programmation, le manager doit avoir pleinement conscience du potentiel mais aussi des limites de l'IA d'aujourd'hui pour se projeter et imaginer les futurs gisements de gain de productivité et de création de nouveaux revenus.

Mais commençons par un peu d'histoire, car il semblerait que l'IA ait été une préoccupation de l'homme depuis longtemps.

## HISTOIRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle est, depuis toujours, une des préoccupations principales de l'homme et rejoint l'histoire de la pensée. L'intelligence artificielle a évolué en dents de scie lors des cinquante dernières années. Elle a connu des périodes fastes entre 1957 et 1973, des moments de disette jusqu'au début des années 1980 et de désillusion durant la décennie 1990, le matériel ne suivant pas les besoins de calcul, pour, enfin, finir en

apothéose dans les années 2010. Mais cette histoire a démarré il y a bien longtemps.

L'homme s'interroge depuis l'Antiquité sur son intelligence, et sa nature mystique l'a depuis longtemps poussé à déléguer cette intelligence à un tiers réel ou conceptuel. L'idée même qu'un objet créé soit capable de produire ou d'obtenir une conscience similaire à celle de l'homme est présente dans la mythologie grecque, l'Égypte ancienne, le folklore juif (le Golem) et bien d'autres cultures anciennes. Les contes pour enfants comme Pinocchio ou, pour les plus grands, le Frankenstein de Mary Shelley, en sont les meilleures illustrations.

Ce rêve se prolonge à travers l'avènement de la cybernétique dans les années 1940 qui donnera plus tard l'ordinateur, mais surtout permettra enfin de s'essayer à l'intelligence artificielle. L'année 1950 est un tournant décisif dans l'histoire de l'intelligence artificielle, avec la publication de l'article « Computing Machinery and Intelligence » d'Alan Turing, le déjà fameux père de l'informatique moderne, vainqueur du code allemand des machines Enigma. Dans son article, Turing pose les fondements de l'IA moderne et décrit le test de Turing qui met au défi des humains de reconnaître si leur interlocuteur est un humain ou une machine. John McCarthy et Marvin Minsky posent ensuite les bases de la « machine pensante » ainsi que l'expression « intelligence artificielle », qui apparaît en 1956 au cours de la fameuse conférence de Dartmouth, dans le New Hampshire, aux États-Unis.

Dès le début, deux courants de pensée vont s'affronter et rythmer les différentes recherches de l'IA : le cognitivisme et le connexionnisme. Deux notions qu'il faut intégrer. La première, le cognitivisme, privilégie une vision et un traitement symboliques de la pensée. Cette vision symbolique de l'intelligence et ses outils d'évaluation d'expression symbolique

appelés « moteurs d'inférences » donnèrent naissance dans les années 1960-1970 aux systèmes experts que nous utilisons encore aujourd'hui dans l'industrie et dont nous connaissons les limites. Le connexionnisme, pour sa part, est créé par deux neurologues, Warren McCulloch et Walter Pitts, qui proposent, dès 1943, dans leur publication « A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity » de reproduire dans une machine le fonctionnement interne du cerveau humain et inventent le neurone formel, le premier modèle mathématique du neurone. Marvin Minsky généralisera le concept de neurone formel au réseau de neurones dans une thèse à Princeton intitulée *Neural Nets and the Brain Model Problem* (1954).

Les fondations de l'IA étaient nées. Il faudra attendre la fin des années 1990 pour que ces théories s'affinent, et que la puissance de calcul des ordinateurs permette leur utilisation et de nouveaux développements. C'est à cette même époque qu'un chercheur français, Yann LeCun, va donner aux réseaux de neurones leurs premières lettres de noblesse en réalisant un lecteur de code postal manuscrit que l'US Post va utiliser à grande échelle. Non content de ce premier développement, il inventera dans la foulée les réseaux de neurones profonds, le *deep learning*, en étudiant la physiologie de l'œil humain. Mais c'est en 2012 que la mèche s'allume définitivement. Au cours de la célèbre compétition annuelle ImageNet (Large Scale Visual Recognition Challenge 2012), un chercheur canadien, Geoffrey Hinton, et son équipe utilisent le *deep learning* et explosent littéralement les scores de reconnaissance d'objets dans une image en passant d'un coup de 25 à 16 % d'erreur ! Le succès est retentissant et, en moins de deux ans, les laboratoires du monde entier et des milliers de chercheurs vont adopter cette technologie et arriver à des scores de seulement quelques pourcents d'erreur. L'IA que nous connaissons maintenant était née, mais encore fallait-il qu'elle sorte des laboratoires.

C'est en 2016 que la société DeepMind, rachetée par Google et issue des laboratoires de l'université de Cambridge en Angleterre, crée le programme AlphaGo et bat le champion du monde du jeu de go, Lee Sedol. Le monde entier découvre alors, grâce aussi à la puissance du marketing de Google, les progrès de l'intelligence artificielle fondée sur le *machine learning* et le *deep learning*, héritiers des premiers réseaux de neurones. C'est ce dernier événement qui va nous faire entrer de plain-pied dans cette nouvelle ère technologique où l'IA devient une réalité, quitte les laboratoires pour entrer dans des biens de la grande consommation comme le smartphone et, enfin, grâce à la création de nombreuses librairies *open source* facilitant le développement d'applications, arriver dans les entreprises.

L'histoire de l'intelligence artificielle nous raconte donc la capacité qu'a eue l'homme à réaliser l'analyse physiologique du fonctionnement du cerveau, l'analyse de son fonctionnement symbolique et les différentes modélisations mathématiques qui en ont découlé.

Pour mieux le comprendre, revenons maintenant aux bases de l'IA.

## LA DÉFINITION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence artificielle rassemble toutes les techniques permettant à des ordinateurs de simuler et de reproduire l'intelligence humaine. La notion d'intelligence artificielle fait son apparition dans le langage courant ces dernières années, mais on peut considérer qu'elle existe depuis que l'ordinateur fait tourner des algorithmes qui ne sont que des reproductions du raisonnement humain.

À l'image de l'humain, le cerveau et son intelligence sont là pour interagir avec leur environnement et c'est cette même

interaction forte qui permettra au cerveau de se développer, comme l'expliquent merveilleusement bien les neurologues Danièle Tritsch et Jean Mariani dans leur excellent livre *Ça va pas la tête ! Cerveau, immortalité et intelligence artificielle*<sup>1</sup>. L'intelligence est donc un tout indissociable que les théoriciens de l'intelligence artificielle ont décomposé, pour une meilleure compréhension, en différentes fonctions permettant de simuler l'ensemble des fonctions cognitives :

1. Les capacités de perception ou comment capter les flux d'information : l'ouïe, la vue...
2. La mémoire, l'apprentissage et la représentation de la connaissance.
3. Le calcul sur les représentations. La pensée.
4. Les capacités de communication expressives.
5. Les capacités exécutives.

Ces 5 fonctions cognitives décrivent le large spectre d'utilisation de l'intelligence artificielle et permettent de mieux comprendre pourquoi on a l'impression d'en trouver « un peu partout ».

L'IA actuelle utilise, pour réaliser ces 5 fonctions cognitives, principalement 3 technologies que sont les moteurs de règles (SI... ALORS...), le *machine learning* et le *deep learning*, chacun étant un sous-ensemble de l'intelligence artificielle comme le montre le schéma ci-après.

---

1. Danièle Tritsch et Jean Mariani, *Ça va pas la tête ! Cerveau, immortalité et intelligence artificielle*, Belin, 2018.