

# **BIG DATA & AI**

Ou comment stimuler  
l'efficacite de la Supply  
Chain.



# **BIG DATA & AI**

## Ou comment stimuler l'efficacite de la Supply Chain.

Par Ayoub MAMDOUH

Mohammed Mahdi AKKOUH

Adnane MOULIM

## Abstract

Avec l'augmentation massive des données à toutes les étapes de la Supply Chain, il est devenu, aujourd'hui plus que jamais, important de comprendre et d'explorer le potentiel du Big Data Analytics et de l'IA pour améliorer les opérations commerciales. Dans différents secteurs d'activité, les entreprises commencent à réaliser le potentiel du Big Data et de l'Intelligence artificielle (IA) pour prendre des décisions meilleures, plus rapides et plus éclairées. Comment y parviennent-elles? Quel est l'impact sur le résultat net ? Quelles technologies utilisent-elles et comment ?

Ce livre blanc passe en revue l'application du Big Data et l'IA au Supply Chain Management dans divers secteurs. L'objectif est de fournir un compte rendu concis mais complet des mégatendances, des technologies impliquées et de leur potentiel et des défis liés à leur mise en œuvre. Notre objectif dans cette première version du livre blanc est de synthétiser les apprentissages d'un large éventail d'industries pertinentes pour les activités du Groupe OCP.

Nous commencerons donc par introduire le Big Data dans le contexte des Supply Chains. Ensuite, nous exposerons les goulots d'étranglement qui mettent à rude épreuve les systèmes traditionnels et présenterons comment ils peuvent être résolus par des processus basés sur les données et axés sur l'analyse SCOR (Supply Chain for Operations Research). Ensuite, nous passerons en revue les différents types de méthodes d'analyse utilisées, et révélerons les avantages et les défis liés à la mise en œuvre de chacune. À la fin, nous partagerons une feuille de route pour la mise en œuvre de l'analyse Big Data et IA dans les supply chains, en mettant bien évidence les défis spécifiques qui doivent être relevés pour une adoption réussie.



# Sommaire

06	●	<b>Éditos</b>
07		Ayoub MAMDOUH, Directeur Général d'OCP SOLUTIONS
08		Adnane MOULIM, Partner Quantitative Modeling & Data Analytics
		Mohammed Mahdi AKKOUH, Principal Quantitative Modeling & Data Analytics
09	●	<b>STRUCTURER LA DONNÉE</b>
10	○	<b>Le Big Data appliquée à la Supply Chain</b>
11		Une masse indicible de données...
12		... issues d'une pléthore de sources...
13		... caractérisés par 6Vs...
14		... le long d'une chaîne de valeur spécifique
15	○	<b>Big Data et IA face aux défis de la Supply Chain</b>
16		Les 7 défis de la Supply Chain
17		Les bénéfices de l'analyse Big Data et IA
18	●	<b>EXTRAIRE L'INFORMATION</b>
19	○	<b>Big Data et Supply Chain : une question d'analytics</b>
20		Quatre décennies de Big Data Analytics
21		Le paysage de la Supply Chain analytics de bout en bout
22		Les 4 types de Big Data Analytics
23		<b>ML ou les méthodes d'apprentissage automatique</b>
24	●	<b>CAPTURER LA VALEUR</b>
25	○	<b>Supply Chain Analytics : les clés de la réussite</b>
26		Une feuille de route en 5 axes
27	○	Trois défis pour une adoption réussie

# Edito du Directeur

## "Le monde de Jarvis est déjà le nôtre"

Par Ayoub MAMDOUH, Directeur Général d'OCP SOLUTIONS

Avant d'être le programme d'intelligence artificiel qui assiste Mark Zuckerberg, fondateur de Facebook, dans son quotidien, Jarvis a d'abord été celui qui assiste Iron Man (Tony Stark) et les Avengers à sauver le monde. De son nom complet Just A Rather Very Intelligent System (Juste un système plutôt intelligent), Jarvis est le pendant virtuel d'Edwin Jarvis, le majordome qui travaillait pour le milliardaire Tony Stark. Sauf que Jarvis ne se contente pas seulement de gérer le quotidien de son « patron », il administre toutes ses affaires, intervient dans le maintien de la sécurité de la ville et interconnecte Iron Man avec les Avengers pour coordonner leurs actions.

Superpuissants, super-intelligents, super-forts, bref super-héros aux pouvoirs surnaturels, les Avengers auraient pu à maintes reprises perdre la face aux yeux de leurs nombreux fans à travers le monde si Jarvis, cette voix virtuelle qui donne des indications comme la voix de la gare annonce le départ du train, n'avait pas anticipé des anomalies ou des dysfonctionnements à venir. Pour les Avengers, ce sont de malheureux imprévus, des aléas qu'ils n'auraient pas pu anticiper. Pour Jarvis, ce sont juste des données analysées à partir desquelles il a extrait une information capitale.

Il faut dire aussi que tous ces super-héros ne sont pas dépourvus d'intuition. Ils ont aussi l'expérience du terrain, et quel terrain ! Ces qualités humaines, et même sur-humaines, Jarvis n'essaie pas de les remplacer ou de les concurrencer : il les rend juste encore meilleures en leur enjoignant une meilleure base de réflexion, plus fiable, plus détaillée. Un topo exact et millimétré de la situation. Jarvis peut aider à la décision, et il le fait déjà en analysant les mégadonnées qu'il récolte. Mais il se contente souvent d'exécuter les ordres de son « patron », Tony Stark, qui lui, en concertation, ou pas d'ailleurs en fonction des opus, décide en dernier ressort.

Bien que les pouvoirs des Avengers soient surréalistes, ceux de Jarvis ne le sont pas et pourraient bien bénéficier à Monsieur Ahmed, notre banquier du coin. Chaque matin en arrivant à son bureau, M. Ahmed lit ses mails, prépare ses dossiers, priorise ses tâches, assiste à des réunions, reçoit les clients et doit répondre au téléphone de temps à autre. Le soir, il vérifie et clôture les comptes des quelques milles clients de son agence avant de rentrer chez lui. Vu la sensibilité des données qu'il traite, M. Ahmed doit être très vigilant et toujours en alerte. En plus, il doit rester à l'affût de nouvelles opportunités en particulier dans un contexte compétitif marqué par des crises répétitives et rapprochées. La nuit tombée, M. Ahmed s'endort en regardant son film préféré Avengers. Il rêve qu'en entrant à son bureau le lendemain, il retrouve son Jarvis qui lui a filtré ses emails, préparé ses entretiens et débriefé sur les nouvelles tendances. Ce rêve pourrait devenir une réalité pour M. Ahmed, car les opérations stockées dans le système d'information de son agence ainsi que les données qu'il récolte durant ses entretiens, contiennent en eux des signaux faibles de ce qui se passera demain, dans une semaine, dans un mois ou dans un an. Ces signaux sont des tendances d'achat, des effets saisonniers, des comportements aberrants ... etc. La quantité de données à analyser pour extraire cette fonction prédictive est grande et la tâche semble difficilement réalisable. Mais justement, c'est cette grande quantité de données qui permettra aux algorithmes de Jarvis d'identifier les mots clés dans les emails pour bien les filtrer, de comprendre la nouvelle segmentation de marché pour préparer les entretiens clients, et d'identifier les cas aberrants pour un meilleur contrôle des risques. M. Ahmed sent que ses capacités sont augmentées, car maintenant il peut concentrer davantage ses efforts dans la prospection commerciale et la gestion proactive des risques.

→

Des M. Ahmed, il y en a dans tous les métiers. A titre d'exemple, les gestionnaires des ressources humaines peuvent utiliser leur Jarvis pour connaître les nouvelles compétences, les nouveaux métiers, la localisation des talents. Jarvis pourrait analyser ces multitudes de données pour identifier les besoins en termes de formation et/ou de upskilling/reskilling, le gap entre les métiers de l'organisation et les nouveaux métiers, et la concentration géographique des talents recherchés. Sur cette base, le gestionnaire serait capable d'élaborer une stratégie cohérente avec la vision de l'entreprise et réaliste avec la réalité terrain. Il serait ainsi augmenté dans ses capacités d'analyse et stratégique pour une prise de décision éclairée.

De même, l'opérateur d'une ligne de production pourrait faire appel à Jarvis pour l'aider à anticiper le rendement et améliorer sa productivité et sa qualité en anticipant les actions correctives.

Enfin, Jarvis existe déjà pour certains métiers. On peut citer par exemple les pilotes d'avions, qui s'appuient sur les autopilotes depuis plusieurs années pour exécuter les plans de vol. Ainsi, le pilote commande l'autopilote en définissant le cap, l'altitude et d'autres paramètres et supervise le bon déroulement du vol. Toutefois, lorsque les conditions le nécessitent, il reprend la main. Les avions consomment ainsi moins de carburant, et le pilote veille au confort des passagers et leur sécurité.

Voilà, ce monde de Jarvis, qui fait le bonheur de Marvel Studios, nous paraît fantastique. Il peut également paraître fantaisiste, fantasmagorique. Une grande illusion ! Pourtant, tout comme l'homme a rêvé de voler ou d'aller dans l'espace, arrivera le jour où le monde de Jarvis sera le nôtre. Il l'est déjà quand on voit les avancées extraordinaires réalisées en si peu de temps dans les domaines de l'intelligence artificielle ou du machine learning. Mais il le sera vraiment complètement quand il fera entièrement partie de nos mœurs. De nos habitudes de vie et de travail.

En effet, ces technologies virtuelles, qui prennent vie entre autres grâce à l'Analytics, du Big Data ou de l'Intelligence Artificielle, permet aux Avengers de voir leur superpouvoir augmenté grâce à Jarvis. A ce même titre, elle permettra également de voir émerger dans la réalité des banquiers augmentés, des chercheurs augmentés, etc... et des Supply Chain Managers augmentés aussi !



# “Prendre des décisions éclairées”

Par Mohammed Mahdi AKKOUH, Modeling & Analytics Principal à OCP SOLUTIONS  
et Adnane MOULIM, Modeling & Analytics Partner à OCP SOLUTIONS

Au Maroc et en Afrique, Big Data et IA sont de plus en plus adoptés dans les Supply Chains dans différents secteurs d'activité, afin de réduire les coûts, améliorer l'efficacité et prendre des décisions plus éclairées. Avec une croissance exponentielle des flux de données, l'émergence de plateformes Cloud et les avancées majeures des modèles d'IA et d'apprentissage automatique, il est devenu impératif pour le Groupe OCP de repenser fondamentalement la façon dont les « données » sont exploitées. C'est d'autant plus important dans un contexte de dynamique changeante du marché, de travail à distance, de sensibilisation croissante à la durabilité et d'attentes croissantes des clients.

De nombreuses grandes entreprises du continent africain, y compris OCP, disposent de vastes réserves de données sans valeur extraite. Bien que certaines de ces données soient utilisées qualitativement ou quantitativement pour faciliter la prise de décision, nous pensons que le plein potentiel est encore largement sous-exploité. Les préjugés et l'incertitude peuvent ainsi figurer à chaque étape du Supply Chain Management. Cela s'accompagne d'une visibilité restreinte sur les activités en cours, d'exams irréguliers des stocks, d'une flexibilité limitée au niveau du réseau de distribution, de vulnérabilité face aux perturbations des activités et d'inexactitudes dans les prévisions et la planification de la demande.

En analysant de grandes quantités de données, le Big Data Analytics a le pouvoir de rendre la prise de décision moins dépendante de l'intuition humaine. L'apprentissage automatique permet d'entraîner des modèles sophistiqués directement sur les données, apprenant ainsi des premiers principes. Cela permet aux modèles de s'enseigner eux-mêmes au fil du temps, atteignant des niveaux de précision qui s'améliorent avec plus de données. Gartner prévoit que d'ici 2023, les méthodes d'IA et d'apprentissage automatique seront un élément clé de 25 % des solutions technologiques de supply chain dans le monde. Les entreprises à l'avant-garde de ces tendances ont adopté un tout nouvel état d'esprit pour obtenir un bon retour sur investissement. Mais pourquoi beaucoup d'autres à travers le monde n'ont-elles pas connu un succès similaire?

Nous pensons que l'impact total du Big Data dans les Supply Chains est limité par trois défis majeurs qui entraînent une barrière élevée à l'entrée. Des processus solides et évolutifs sont nécessaires pour collecter et stocker les données. Des talents qualifiés sont nécessaires pour analyser et interpréter les données. Enfin, un changement de paradigme chez toutes les parties prenantes peut libérer tout le potentiel du Data Analytics afin de créer la plus grosse valeur et surtout le plus grand impact au profit du business et au profit des gens.



1

**STRUCTURER LA DONNÉE**

# Le Big Data appliqué à la Supply Chain

Dans la littérature consacrée, le Big Data désigne une gigantesque quantité de données difficiles à gérer par des outils classiques. Appliqué à la Supply Chain, ce concept décrit tout particulièrement (1) une masse indicible de données, (2) issues d'une pléthore de sources, (3) caractérisés par « 6Vs », (4) le long d'une chaîne de valeur spécifique.

Big Data est un concept traduit littéralement par « mégadonnées » ou « données massives ». Il désigne des flux de données astronomiques difficiles à gérer par des outils classiques de traitement de l'information.

L'apparition du phénomène est très récente. Elle fait écho à la révolution technologique et numérique de ces vingt dernières années, de la démocratisation d'internet à l'apparition de l'Internet of Things (IoT), en passant par le déferlement des réseaux sociaux. Dans ce passage entre la troisième révolution industrielle et l'industrie 4.0, les sources d'informations se sont multipliées d'année en année à une vitesse exponentielle : messages, vidéos, transactions numériques, signaux GPS, objets connectés, capteurs, etc. Et le monde de l'entreprise n'est pas en reste : outre les outils de gestion intégrée, la digitalisation industrielle a fait une grande percée dans les systèmes productifs où les équipements et installations sont de plus en plus connectés et interconnectés.

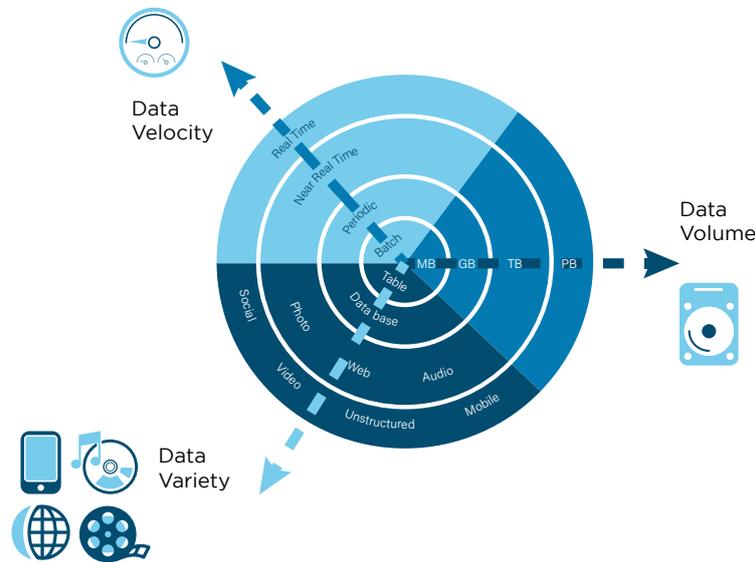
Face à cette déferlante des flux et volumes d'information, la notion de Big Data traduit moins une révolution technologique en soi que le reflet d'un monde nouveau qui se profile où la valeur n'est plus tirée par des ressources naturelles, matériels ou financières, mais par l'information. Celui qui détient l'information, la bonne information, l'information stratégique, avant tous les autres, sera le maître du jeu.

L'enjeu pour les entreprises et les organisations réside donc aujourd'hui dans leur capacité à exploiter efficacement cette immensité presque infinie de données pour les transformer en avantages stratégiques, tactiques ou opérationnels, et autant d'opportunités de création de valeur. Et pour une entreprise, un de ses plus grands gisements d'informations à exploiter réside dans sa Supply Chain, l'épine dorsale de son activité.

## Une masse indicible de données, ...

La Supply Chain couvre l'ensemble des processus générés par une commande-client. On considère communément que cette chaîne s'étend du fournisseur jusqu'au client du client. Dans une économie mondialisée, organisée en de multiples réseaux d'échange globalisés, cette chaîne, qui va donc de la commande jusqu'à la livraison, en passant par la fabrication et le transport, est de plus en plus vaste et complexe, regroupant une multitude d'entités, d'acteurs et d'opérateurs, internes et externes, nationaux et internationaux, chacun générant son lot de données. Structurées et/ou non structurées, ces dernières constituent une manne d'informations inestimable pour toute entreprise désireuse non seulement d'adapter au maximum ses produits et services aux besoins réels de ses clients, mais également de leur livrer le bon produit, au bon prix, au bon moment.

Dans cette conception de la Supply Chain, nous entendons par Big Data des volumes de données extrêmement importants, créés au quotidien au cours des activités commerciales, qui sont difficiles à gérer par des logiciels standards de gestion de l'information. Ces données peuvent être visualisées à l'aide de tableaux de bord ou analysées de manière informatique pour élaborer des modèles, dessiner des tendances et établir des associations entre les différentes entités impliquées dans une Supply Chain. Plus que jamais, les organisations sont confrontées à des flux de données affluant de divers canaux à un rythme accéléré.



**Figure 1.** Croissance du volume, de la vitesse et de la variété des données.

## ... issues d'une pléthore de sources, ...

Les données issues des opérations d'une Supply Chain peuvent provenir d'une pléthore de sources possibles. Ces sources renvoient aux différents maillons de la Supply Chain, chacun alimentant la chaîne de valeur (approvisionnement, production et distribution) de données propres et spécifiques. A défaut de citer pêle-mêle ces multiples sources, on retiendra surtout :

- Les systèmes ERP, progiciels de gestion intégrée de l'ensemble des processus opérationnels d'une entreprise, qui intègrent et structurent les informations relatives à la demande, aux ventes et à la capacité, pour n'en citer que quelques-unes ;
- Les codes-barres et les données RFID et GPS, qui peuvent provenir du positionnement des stocks et de l'entreposage ;
- Les capteurs et les caméras, qui enregistrent des flux de données sous forme de séries chronologiques ou d'images qui, dans certains cas, remontent en temps réel ;
- Les archives des opérations commerciales passées, souvent disponibles en grande quantité ; et, les autres ensembles de données, nombreux, provenant essentiellement des applications et des réseaux sociaux alimentés par Internet.

Source	Data type	Data size	Growth	Structure of data	Data quality	Ownership
ERP systems	Demand, sales, capacity, SC plans	Large	↗	Structured	Medium	Private
Barcode/RFID scans	Location, time, ID	Large	↗	Structured	High	Private
Sensors/cameras	Quality, humidity, temperature, images, status of parts	Large	↗	Structured and unstructured	High	Private
Archives	Financial statistics, price data, weather data	Medium	↗	Structured	Medium/high	Public and private
Internet	Hits, click streams, startistics, comments	Very large	↗	Unstructured	Low/medium	Public and private
Social networking	Preferences, text, developments	Very large	↗	Unstructured	Low	Public and private

**Figure 2.** Les données dans une Supply Chain peuvent provenir de différentes sources (non exhaustif).

## ... caractérisées par « 6Vs »...

Qu'est-ce qui caractérisent toutes ces données, indépendamment de leurs sources d'origine ? La littérature abonde de définitions du Big Data. La plupart partent cependant de celle de Gartner qui définit les mégadonnées comme des « ressources d'information volumineuses, rapides et variées, qui exigent des formes de traitement de l'information rentables et innovantes et permettent d'améliorer les connaissances, la prise de décision et l'automatisation des processus ».

De cette première définition ressortent trois principales caractéristiques du Big Data, communément admises, appelés les « 3Vs », pour :

### Volume.

Les données peuvent provenir de plusieurs sources : transactions, prévisions de la demande, coûts de transport, approvisionnement, gestion des stocks, performances, appareils intelligents (IoT), équipements industriels, vidéos, images, fichiers audio, médias sociaux... Par le passé, le stockage de toutes ces données aurait eu un coût prohibitif. Aujourd'hui, le fardeau a été allégé grâce à un stockage moins cher utilisant les Data Lake (lacs de données), Hadoop et le Cloud.

### Vélocité.

C'est la vitesse à laquelle les données sont générées, actualisées et déplacées dans une Supply Chain. Certaines données sont partagées par lots, tandis que d'autres le sont en temps quasi-réel.

### Variété.

Les données sont, en effet, disponibles dans tous les types de formats, des données numériques structurées dans les bases de données traditionnelles aux documents texte non structurés, e-mails, vidéos, audios, données boursières et transactions financières.

Trois autres « V » sont venus s'ajouter, ces dernières années, aux trois premiers, formant ainsi les « 6Vs ». Il s'agit de :

### Variabilité.

Les données peuvent être de qualité hétérogène. Autrement dit, certaines sont fiables alors que d'autres le sont moins ou pas. Ces incohérences doivent être identifiées et déterminées par des méthodes de détection des anomalies et des valeurs aberrantes pour que des analyses significatives puissent avoir lieu.

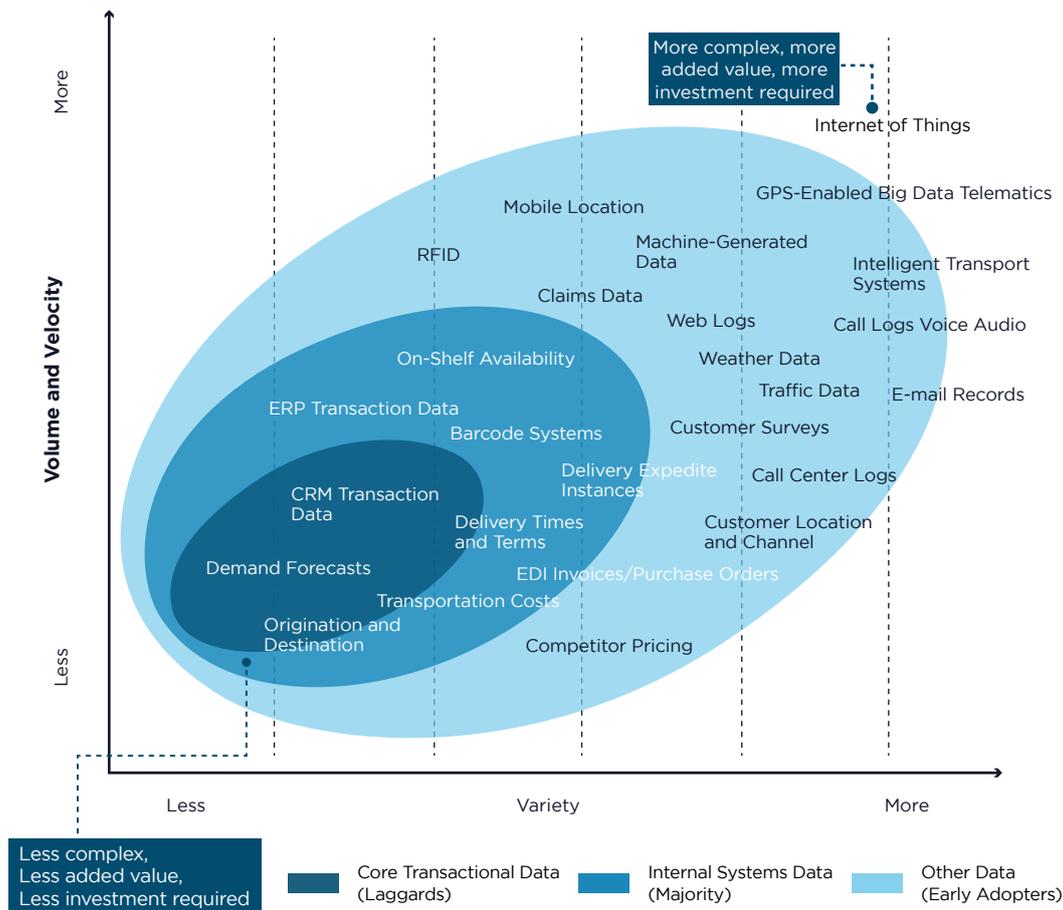
### Véracité.

Cette caractéristique fait référence à la provenance ou à la fiabilité de la source de données, mais aussi à son contexte et à sa signification pour l'analyse.

### Valeur.

Toutes les données ne sont pas égales. Certaines apportent plus de valeur que d'autres. Il est alors essentiel de comprendre quelles données sont les plus importantes pour le problème de l'entreprise.





**Figure 3.** Volume et vitesse des données par rapport à la variété dans une Supply Chain.

## ... le long d'une chaîne de valeur spécifique

Avant de pouvoir avoir un impact sur une entreprise, le Big Data doit passer par une série d'étapes au sein d'une chaîne connue sous le nom de « chaîne de valeur du Big Data ». En amont de celle-ci, on retrouve généralement des mécanismes appropriés mis en place pour produire et collecter la masse de données. Parfois, leur acquisition est motivée par un besoin commercial spécifique ; d'autres fois, elle fait partie d'une stratégie d'entreprise plus large. Après la collecte, intervient le stockage approprié qui peut être fait sur le cloud, sur site ou dans les deux. Le cloud gagne progressivement en popularité car il offre une élasticité dans les exigences de calcul ainsi qu'une flexibilité dans la rotation des ressources. Une fois collectées et stockées, des efforts intensifs sont alors nécessaires, en aval de la chaîne, pour organiser et nettoyer le Big Data afin de permettre la visualisation et la formation des modèles d'IA.



**Figure 4.** Les différentes étapes de la chaîne de valeur du Big Data.

### EXERGUE

*Les mégadonnées sont des ressources d'information volumineuses, rapides et variées, qui exigent des formes de traitement de l'information rentables et innovantes et permettent d'améliorer les connaissances, la prise de décision et l'automatisation des processus*

# Big Data et IA face aux défis de la Supply Chain

Conjoncturels ou structurels, nouveaux ou anciens, les défis auxquels sont confrontés aujourd'hui les Supply Chains sont nombreux. Une analyse de leurs données est synonyme d'optimisation, de simplification, de transparence et de clarté aussi bien dans la gestion que dans la prise de décision.

## Les 7 défis de la Supply Chain...

La dernière crise sanitaire due à l'apparition du Covid-19 a fait rejaillir quelques failles importantes des chaînes d'approvisionnements et logistiques actuelles. Comment gérer la complexité des flux de marchandises ? Comment faire face à la montée du e-commerce et ses impacts sur le changement de modes de consommation ? Comment s'adapter à la variabilité croissante des flux de commandes ? Et par conséquent, comment sécuriser ses approvisionnements et ses stocks ? Derrière la résilience des entreprises qui ont su rester compétitives, se cache une grande capacité à être agile, flexible et réactif face à l'incertitude, devenue la norme pour une entreprise, aussi bien au niveau de son offre de produits et services que de la demande du marché.

Ces failles et dysfonctionnements ne sont, cependant, pas nouveaux. Qu'ils soient conjoncturels et nouveaux (crise sanitaire, Brexit, guerre en Ukraine) ou structurels et anciens (internationalisation, variabilité et complexification des flux de marchandises), les défis auxquels sont confrontés les systèmes traditionnels de la Supply Chain sont nombreux.

Jadis linéaire, cette dernière doit désormais prendre en considération une organisation hétérogène de l'économie mondiale en divers réseaux, exacerbée par la transformation digitale et la « servicisation » et contrainte par la prééminence des enjeux environnementaux. Notre analyse des Supply Chains existantes fait ainsi ressortir sept grands défis :

### La visibilité de bout en bout :

Manque de visibilité en temps réel de « ce qui se passe » et absence de vue commune à toutes les entreprises et à tous les canaux.

### La gestion des stocks :

Des examens irréguliers des niveaux de stock, entraînant des ruptures de stock fréquentes ou des stocks excédentaires, augmentant à leur tour les coûts des stocks.

### Le transport de marchandises :

Manque de flexibilité dans l'empreinte du réseau et de la distribution, difficulté de suivi et difficulté à hiérarchiser les coûts de service et les niveaux de service.

### Les risques et vulnérabilités :

Difficulté à réduire les risques et vulnérabilité aux perturbations des activités (par exemple, l'effet covid-19).

### La planification de la demande :

Déséquilibre de la ligne de production et tailles de lots sous-optimales, créant une sous-utilisation ou une surutilisation des actifs.

### La gestion des connaissances :

Perte d'opportunité sur les grands ensembles de données non-organisées qui restent sans valeur extraite.

### La sensibilisation à la durabilité :

Manque de surveillance appropriée des autres variables cibles et de leur prise en compte lors de l'exécution des optimisations.

# Les bénéfices de l'analyse Big Data et l'IA

Face aux défis des supply chains existantes, le potentiel d'utilisation du Big Data et de l'IA dans la gestion de la Supply Chain réside principalement dans une meilleure adéquation entre l'offre et la demande, à travers notamment des décisions plus rapides, moins chères et plus éclairées sur les flux d'informations, de produits et d'argent.

En pratique, le recours au Big Data et à l'IA dans la gestion de la Supply Chain peut influencer les résultats de l'entreprise, en réduisant les coûts et en améliorant les niveaux de services. De ces nombreux avantages potentiels, nous retenons dans notre analyse les bénéfices suivants :

## Obtenir un retour sur investissement (ROI) :

Une récente enquête de Gartner a révélé que 29 % des entreprises interrogées ont atteint des niveaux élevés de retour sur investissement en utilisant l'analyse dans leurs Supply Chains, contre seulement 4% qui n'ont montré aucun retour sur investissement.

## Améliorer la transparence des opérations :

L'analyse permet de gérer les KPI d'inventaire, de logistique et de chaîne d'approvisionnement à l'aide d'un tableau de bord, offrant une vue complète des activités en cours et permettant d'identifier rapidement les problèmes.

## Mieux comprendre les risques :

L'analyse fournit un aperçu des risques connus et aide à prédire les risques futurs en repérant les tendances tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

## Augmenter la précision de la planification :

L'analyse crée un environnement de planification dynamique qui tient compte des tendances

historiques, des commandes à venir, des délais et de nombreuses fonctionnalités pertinentes pour obtenir des prévisions plus précises à partir de modèles d'IA avancés.

## Faire des données un « actif » d'entreprise :

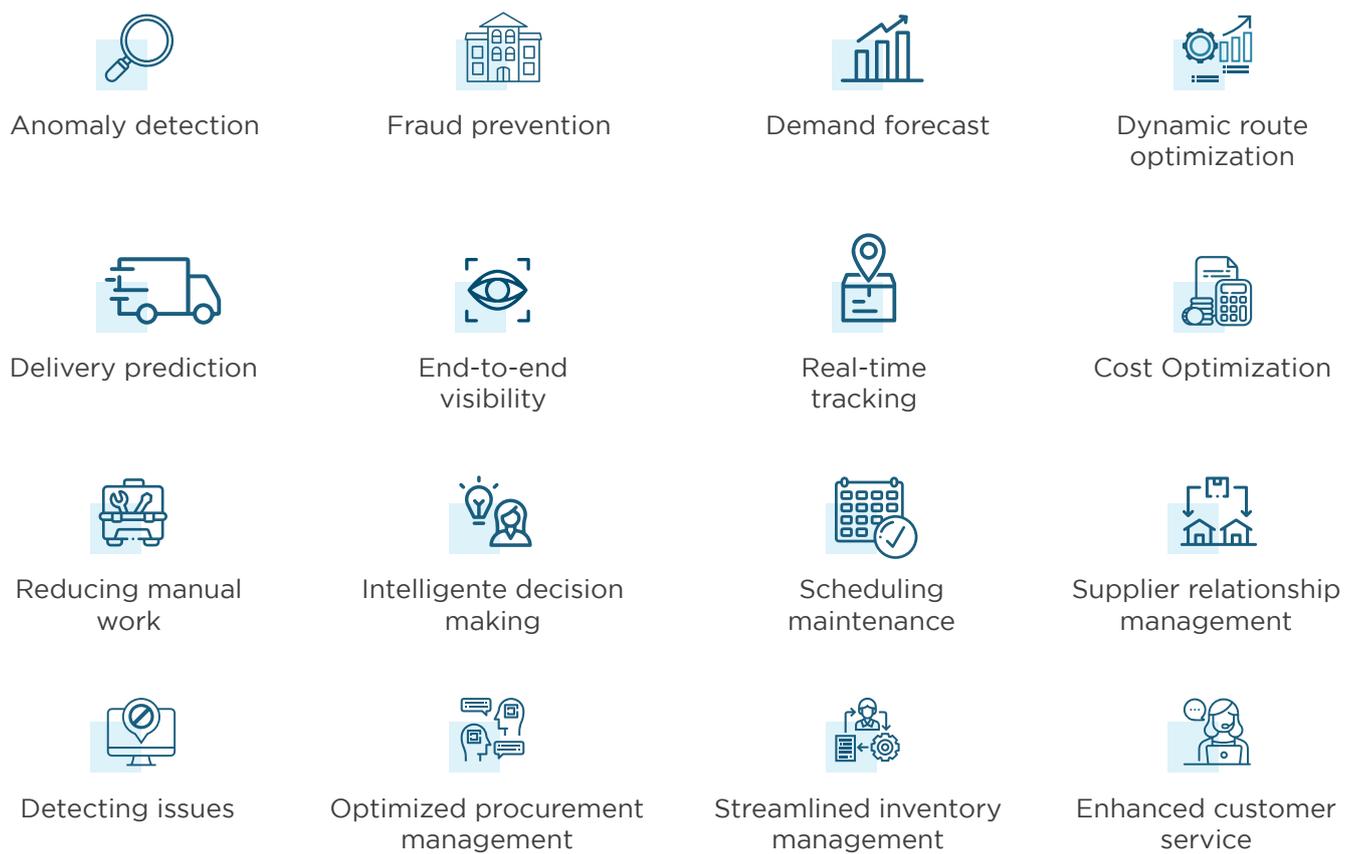
L'analyse permet aux membres de l'organisation d'accéder, de consolider et d'analyser les données d'une base de données centrale qui peut être utilisée pour divers besoins de l'entreprise.

## Améliorer la réactivité du marché :

L'analyse permet de suivre les données provenant de sources internes et externes, ce qui permet d'être agile face à l'évolution des conditions du marché.

## Être plus centré sur le client :

En exploitant plusieurs attributs des clients, il devient possible de comprendre de manière proactive les besoins et les points faibles des clients afin de mieux répondre à leurs attentes les plus élevées.



**Figure 5.** Applications du Machine Learning dans les Supply Chains.

## EXERGUE

*Le recours au Big Data et à l'IA dans la gestion de la Supply Chain peut influencer les résultats, en réduisant les coûts et en améliorant les niveaux de services.*



2

**EXTRAIRE L'INFORMATION**

# Big Data et Supply Chain : une question d'analytics

Quand l'analyse Big Data fait son entrée dans la Supply Chain, il est primordial de déterminer à quels maillons de la chaîne appliquer l'analyse mais aussi quel type d'analyse adopter.

Big Data Analytics est un concept générique qui regroupe l'ensemble des techniques d'analyses avancées pour l'extraction d'informations importantes pour une prise de décision rapide et éclairée, à partir d'une masse de données ou de mégadonnées provenant à la fois de l'intérieur d'une entreprise ou une organisation et de leur environnement. Extraire des données signifie les collecter, les vérifier, les stocker, les traiter et les exploiter. Comme, on l'a vu précédemment, ces données peuvent être structurées ou non structurées, issues de différentes sources et revêtir des formats divers et variés.

Au fil des ans, les techniques d'analyse des mégadonnées se sont développées au gré de la croissance des volumes de données. De simples outils, ces techniques ont laissé la place à des technologies avancées, puis à des infrastructures et des systèmes entièrement adaptés au Big Data. Ces dernières ont particulièrement tiré profit du développement des modèles mathématiques et des techniques statistiques en la matière. Depuis, les techniques d'analyse, et le type même des analyses (Cf. Ci-après), vont évoluer au point d'inciter les entreprises à revoir aussi bien leur business models que les operating models qui les soutiennent. Celles qui ont adopté des processus de prise de décision basés sur le Big Data Analytics, via notamment l'IA et le ML, se distinguent aujourd'hui par des stratégies data-driven souvent synonymes d'innovation, voire de disruption dans leur marché.

## Quatre décennies de Big Data Analytics

Dans la gestion de la Supply Chain, l'émergence du Big Data Analytics remonte à l'ère pré-1980, à une époque où de nouvelles techniques statistiques et d'exploration de données ont été développées, permettant un examen plus quantitatif des données. Dans les années 1990, l'apparition des nouveaux systèmes de planification des ressources d'entreprise, désignés sous le sigle ERP, a constitué un développement majeur. Leur utilisation a permis une meilleure structuration et consolidation des données entre différentes entités de la chaîne d'approvisionnement.

La situation va évoluer considérablement dans les années 2000, du fait de la généralisation d'Internet et de la prolifération des applications Web. La complexité et la taille des données vont alors considérablement augmenter, ce qui nécessitera une évolution des infrastructures et des best-practices dans le processus d'analyse des données. Cette nouvelle dynamique va être amplifiée par l'utilisation prépondérante de divers types de capteurs et de technologies RFID (Radio frequency identification, ou radio-identification en français, méthode de récupération et de mémorisation des données à distance grâce aux marqueurs radio-étiquettes) dans la chaîne d'approvisionnement. Dans les Supply Chains, on assiste ainsi à une inondation de données à mesure que les opérations évoluent quotidiennement. En parallèle, les infrastructures de stockage de données et les technologies basées sur le Machine Learning et l'Intelligence Artificielle vont connaître des avancées telles qu'elles ouvriront de nouvelles perspectives pour les technologies cognitives et celles basées sur l'intelligence artificielle.

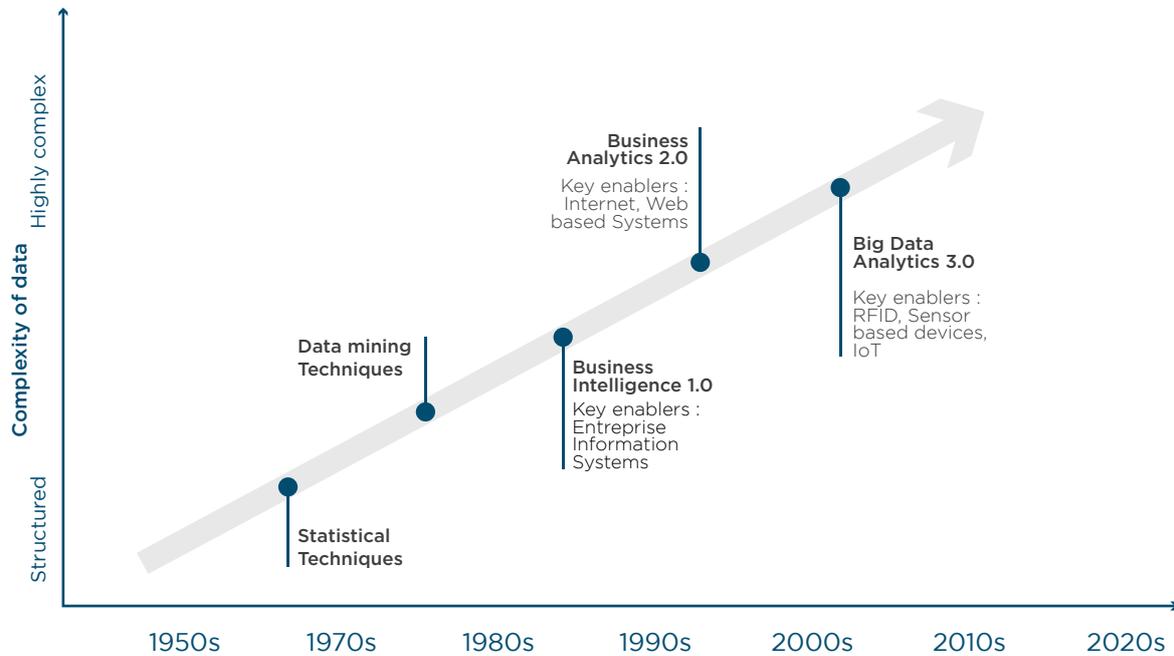


Figure 6. Évolution de l'analyse du Big Data dans les Supply Chains.

## Le paysage de la Supply chain Analytics de bout en bout



Si l'intérêt de l'analyse Big Data pour la Supply Chain ne sont plus à démontrer, encore faut-il savoir à quel niveau de la Supply Chain le Big Data Analytics est-il pertinent. Autrement dit, compte tenu de la complexité apportée par le grand nombre d'entités impliquées dans les opérations Supply Chain, quelles en sont les étapes qui peuvent être soumises à une analyse Big Data ?

Développé par le Conseil de la chaîne d'approvisionnement (Supply Chain Council, [www.supply-chain.org](http://www.supply-chain.org)), le modèle SCOR (Supply Chain Operations Reference) fournit un bon cadre pour classer les applications de Supply Chain Analytics. Cette méthode permet de conceptualiser tous les maillons clés d'une chaîne logistique, de manière hiérarchisée, ce qui facilite l'analyse des flux d'informations (commerciales, financières, etc.) et des process et une communication harmonisée entre les différents intervenants de la chaîne. Ce modèle de référence permet, ensuite, d'identifier d'évaluer les facteurs clés de performance de l'entreprise jusqu'au client. Cette évaluation est alors comparée aux meilleures pratiques des Supply Chains concurrentes. Tous les processus sources de performances sont, enfin, standardisés pour pérenniser les résultats d'amélioration de l'efficacité de la Supply Chain.

SCOR Domain	Source	Make	Deliver	Return
<b>Activities</b>	- Order and receive materials and products	- Schedule and manufacture, repair, or recycle materials and products	- Receive, schedule, pick, pack and ship orders	- Request, approve, and determine disposal products and assets
<b>Strategic</b> (time frame: years)	- Strategic sourcing - Supply Chain mapping	- Location of plants - Product line mix at plants	- Location of distribution centers - Fleet planning	- Location of return centers
<b>Tactical</b> (time frame: months)	- Tactical sourcing - Supply Chain contracts	- Product line rationalization - Sales and operations planning	- Transportation and distribution planning - Inventory policies at locations	- Reverse distribution plan
<b>Operational</b> (time frame: days)	- Inventory replenishment	- Workforce scheduling - Order tracking, scheduling	- Vehicle routing	- Vehicle routing (for returns collection)
<b>Plan</b>	Demand forecasting (long term, mid term, short term)			

**Figure 7.** Modèle SCOR et exemples de décisions à trois niveaux.

En pratique, le modèle SCOR décrit quatre domaines d'activité : source, make, deliver et return. Un cinquième domaine – plan – les sous-tend tous les quatre. À tous les stades, la prévision de la demande est un élément clé du processus de planification : à long, moyen et court terme avec des horizons de planification respectivement d'années, de mois et de jours. Le graphique (Cf. figure 7) illustre les différents processus dans chacun des quatre domaines SCOR qui peuvent être aidés par l'analyse Big Data. Ces décisions sont ensuite classées en décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles en fonction de leur durée.

## Les 4 types de Big Data Analytics

Plusieurs approches sont possibles pour aborder l'analyse Big Data. Tout comme la définition communément admise pour le Big Data, ces différents types d'analyses proviennent du modèle de Gartner qui en distinguent quatre principaux :

### L'analyse descriptive

Répond à la question : Que se passe-t-il ?  
Exemple : le Supply Chain Mapping, où des informations en temps réel sur l'emplacement et les quantités de marchandises dans la chaîne d'approvisionnement fournissent aux parties prenantes des outils pour apporter des ajustements aux calendriers de livraison, passer des commandes de réapprovisionnement, passer des commandes d'urgence, changer de mode de transport, etc.

### L'analyse diagnostique

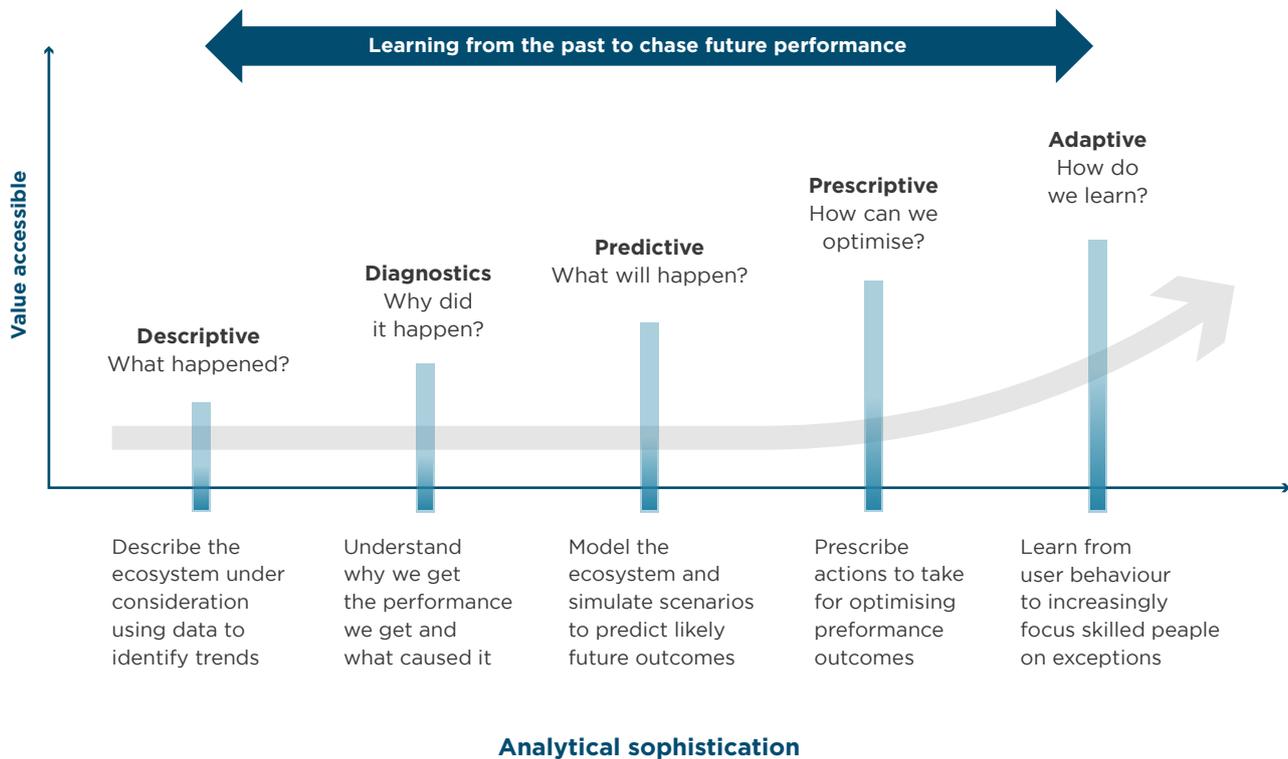
Répond à la question : Pourquoi est-ce arrivé ?  
C'est une étape logique qui suit l'analyse descriptive pour rendre l'analyse plus complète. L'analyse diagnostique est également connue sous le nom d'analyse des causes profondes. Également de nature rétrospective, l'analyse diagnostique traite plus de complexité que l'analyse descriptive.

## L'analyse prédictive

Répond à la question : Que va-t-il se passer ?  
Par exemple, en dérivant des prévisions de la demande à partir de données passées, cela peut aider une organisation à comprendre le résultat le plus probable, les scénarios futurs possibles et leurs implications commerciales. Cela peut également permettre de projeter les risques et d'atténuer les perturbations.

## L'analyse prescriptive

Répond à la question : Que devrait-il se passer ?  
L'analyse prescriptive est une progression naturelle des trois catégories précédentes dans le sens où elle fournit des recommandations en fonction de multiples résultats prévus. Cela va un peu plus loin pour éliminer les « conjectures » de l'analyse de données. Cependant, dans la pratique, l'analyse prédictive est remise en question par une plus grande incertitude dans les prédictions.



**Figure 8.** Types d'analyses triés par valeur et difficulté.

## EXERGUE

À tous les stades, la prévision de la demande est un élément clé du processus de planification : à long, moyen et court terme avec des horizons de planification respectivement d'années, de mois et de jours.

# ML ou les méthodes d'apprentissage automatique

Quel que soit le type d'apprentissage automatique considéré, le Machine Learning offre de nouvelles possibilités d'optimisation de la Supply Chain.

Branche technologique de l'intelligence artificielle, le Machine Learning, cette science qui permet à une machine d'apprendre sans qu'elle ait été programmée ou configurée pour cela, apporte nettement plus d'efficacité et de précision dans l'analyse Big Data. Appliqué à une Supply Chain, le ML va être en mesure d'identifier très rapidement les données importantes à partir desquels il va concevoir des modèles – appelés aussi patterns – capables d'améliorer les performances de la chaîne, qu'il s'agisse d'anticiper les ressources nécessaires pour la production, prévoir la demande ou gérer tout simplement l'activité journalière.

Ces différents modèles et méthodes sont basés sur des algorithmes. Les algorithmes d'apprentissage automatique conduisent ainsi à des modèles informatiques qui utilisent le Big Data pour obtenir des informations, apprendre des mappages entre les entrées et les sorties et les actions à entreprendre dans des environnements dynamiques. Plusieurs approches de l'apprentissage automatique sont possibles. Elles diffèrent en fonction de la nature et du volume des données concernées.

Nous distinguons ici trois types d'algorithme d'apprentissage automatique :

## **Apprentissage non supervisé :**

Type d'algorithmes qui apprennent des modèles à partir de données sans avoir besoin de cibles (étiquettes) pour la formation. L'objectif de l'apprentissage non supervisé est de modéliser la structure ou la distribution sous-jacente des données afin d'en savoir plus sur les données. Les problèmes d'apprentissage non supervisé peuvent être regroupés en problèmes de regroupement et d'association. Ils ont un lien direct avec l'analyse descriptive.

## **Apprentissage par renforcement :**

Classe d'algorithmes où un agent opère dans un environnement dynamique et doit apprendre à fonctionner en utilisant la rétroaction. Il est semblable à l'apprentissage supervisé, sauf que les objectifs d'entraînement changent constamment dans le temps, ce qui rend plus difficile de distinguer le signal du bruit. L'apprentissage par renforcement a des liens directs avec les systèmes d'analyse prescriptive et de recommandations.

## **Apprentissage supervisé :**

Utilisé lorsque vous avez des variables d'entrée (x) et une variable de sortie (Y) et que vous utilisez un algorithme pour apprendre la fonction de mappage de l'entrée à la sortie. La majorité de l'apprentissage automatique pratique utilise l'apprentissage supervisé. Les problèmes d'apprentissage supervisé peuvent être regroupés en régression et classification. Ils ont un lien direct avec l'apprentissage prédictif.

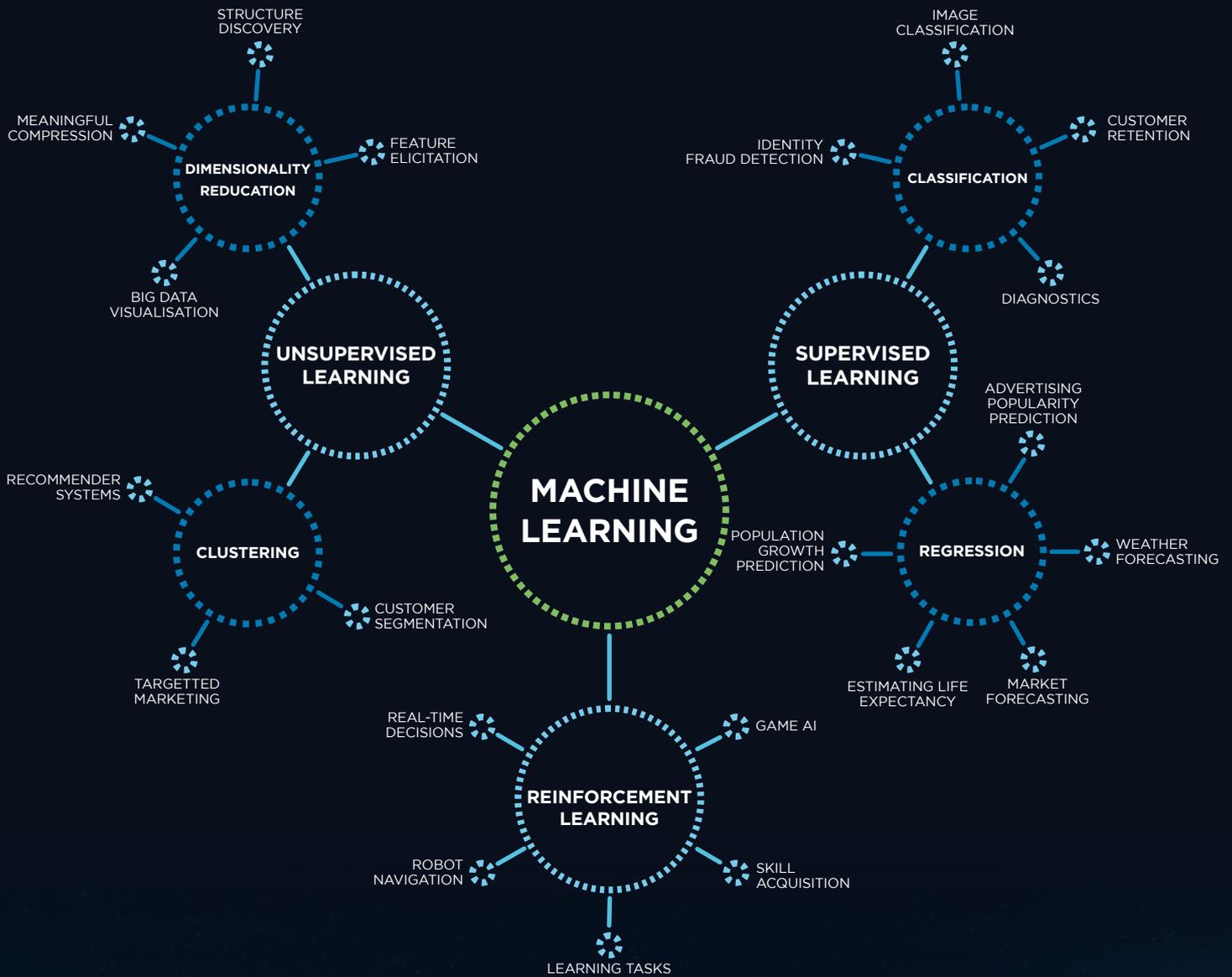


Figure 9. Taxonomie des méthodes d'apprentissage automatique.

**EXERGUE**

Les algorithmes d'apprentissage automatique conduisent ainsi à des modèles informatiques qui utilisent le Big Data pour obtenir des informations, apprendre des mappages entre les entrées et les sorties et les actions à entreprendre dans des environnements dynamiques



3

**CAPTURER LA VALEUR**

# Supply Chain Analytics : les clés de la réussite

Pour capturer l'entier potentiel de l'analyse de la Supply Chain, quelques prérequis sont indispensables. Est-ce suffisant pour réussir l'adoption de la Supply Chain Analytics au sein d'une entreprise ? Pour cela, trois grands défis sont à prendre en compte.

## Une feuille de route en 5 axes

Au regard des divers avantages offerts par l'application du Big Data, l'intelligence artificielle et le Machine Learning aux Supply Chains, on se rend compte à quel point la Supply Chains Analytics est devenu cruciale pour les entreprises qui désirent améliorer leurs performances, et au-delà leur compétitivité.

Expertise, savoir-faire, intuition, aux compétences humaines indispensables, le Big Data offre un nouveau terreau propice à une prise de décision plus rapide et éclairée, basée sur l'analyse avancée des mégadonnées. Cela étant dit, pour optimiser l'impact du Big Data sur la Supply Chain, des prérequis sont indispensables à mettre en place.

Nous proposons, à cet effet, une feuille de route en cinq axes :

### **Établir une équipe dédiée :**

Une approche structurée pour capturer le plein potentiel de l'analyse de la Supply Chain commence par la formation d'une équipe multifonctionnelle dédiée qui s'approprie pleinement toutes les questions liées au Big Data et à l'IA dans l'entreprise. Le groupe doit avoir le bon équilibre dans les compétences entre la science des données, l'informatique et l'expertise de la chaîne d'approvisionnement. En outre, l'équipe assumera la responsabilité de former les fonctions de Supply Chain pour devenir plus averties en matière de données.

### **Identifier les problèmes-métier et les sources de données pertinentes :**

Un examen des niveaux de performance actuels dans la chaîne d'approvisionnement devrait produire une liste de questions prioritaires pour lesquelles le Big Data et l'IA pourraient avoir un impact. Pour chaque problème, une analyse appropriée est nécessaire en collaboration avec l'unité d'affaires pour mieux comprendre les points faibles et les lacunes dans les solutions existantes. Par la suite, les sources de données qui peuvent aider à résoudre les problèmes doivent être identifiées, collectées et nettoyées pour permettre une analyse appropriée.

### **Établir les priorités de l'entreprise :**

En pesant le coût et la difficulté d'obtenir des données, ainsi que le potentiel d'impact et l'importance stratégique de chaque problème, l'équipe peut créer une liste restreinte de priorités pour ce trimestre. Faire des prédictions très détaillées à ce stade est par nature difficile étant donné qu'il existe peu ou pas d'expérience préalable avec des tâches similaires.

### **Développer, tester et optimiser des modèles :**

À ce stade, les modèles d'apprentissage automatique sont formés et testés sur les données collectées, et des sources de données nouvelles ou de meilleure qualité sont généralement ajoutées. Des séances de rétroaction régulières avec les fonctions de la Supply Chain peuvent aider à s'assurer que les modèles fonctionnent bien sur les nouvelles entrées, c'est-à-dire les données non vues

pendant l'entraînement. Certaines entreprises peuvent même utiliser des événements de « hackathon » pour développer des prototypes initiaux afin d'évaluer rapidement la faisabilité. Les itérations avec le client aideront à affiner et à améliorer les solutions, ou à les « faire pivoter » dans une nouvelle direction.

## Évaluer l'impact :

À la fin du cycle, l'objectif est d'évaluer l'impact de la solution par rapport aux objectifs établis lors de la phase de planification. Sur la base des résultats, les parties prenantes doivent décider de poursuivre le développement ou de passer à la mise en œuvre et au déploiement.



<b>What</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify data science skills needed</li> <li>- Refine program approach and hypothesis</li> <li>- Appoint business participants</li> <li>- Link roles to projects/priorities</li> <li>- Defining evaluation framework</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Map out the business problems</li> <li>- Link problems to processes and responsible roles</li> <li>- Brainstorm with functional owners</li> <li>- Set up project charter and team</li> <li>- Map out data sources</li> <li>- Review competitor's approach</li> <li>- Detect external use cases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agree on initial shortlist</li> <li>- Analyze impact potential               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cost</li> <li>• Capital</li> <li>• Service</li> <li>• Strategic advantage</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Access new data sources</li> <li>- Start data capture if source does not exist</li> <li>- Build analytical tools</li> <li>- Embed in business process</li> <li>- Solicit user feedback</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review impact of use cases</li> <li>- Implement use cases at scale, or stop</li> <li>- Define potential next steps for use cases</li> <li>- Define additional impact potential of evolution</li> <li>- Review brand new ideas</li> </ul>
<b>Who</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Head of SC</li> <li>- SC HR function</li> <li>- CIO (review)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Head of SC</li> <li>- Functional SC leads</li> <li>- SC leadership team</li> <li>- Need of data scientists</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Head of SC</li> <li>- Functional leaders</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Big analytics team</li> <li>- Functional leaders (review)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SC leadership team</li> <li>- Big analytics team</li> <li>- CIO</li> </ul>
<b>Duration</b>	~2-3 months	~2 weeks	~2 weeks	Weeks-months	~1 weeks (quarterly review)

**Figure 10.** Feuille de route pour capturer le potentiel du Supply Chain Analytics.

# Trois défis pour une adoption réussie

L'adoption réussie du Supply Chain Analytics dépend de l'implémentation d'une stratégie solide. Pourtant, pour de nombreuses organisations, l'adoption est confrontée à de nombreux défis. Pourquoi ? OCP SOLUTIONS voit trois défis majeurs qui font face à l'adoption réussie de l'analyse du Big Data et de l'IA dans les Supply Chains :



## **Des capacités sont nécessaires pour capturer, analyser et tirer de la valeur du Big Data.**

Peu d'organisations disposent des capacités évolutives nécessaires pour le Supply Chain Analytics. En outre, les informations provenant de l'ensemble de la chaîne doivent être stockées dans une base de données centrale, ce qui nécessite des intégrations fiables entre toutes les entités impliquées.

## **Des talents qualifiés sont nécessaires.**

Les talents et les compétences avec une expertise équilibrée dans le Big Data, l'IA, l'informatique et la gestion de Supply Chain sont rares. Pour aider à combler cette lacune, des formations sur les solutions Big Data Analytics sont nécessaires dans toutes les unités commerciales pertinentes pour un alignement approprié sur les mérites et les limites de la technologie.

## **Il est essentiel d'avoir un alignement entre toutes les parties prenantes.**

Un manque de clarté sur la valeur du Big Data Analytics peut ralentir l'adoption. Cela peut également conduire à des attentes irréalistes ou exagérées sur les véritables mérites et limites des technologies Big Data. Par conséquent, la création et le maintien d'un alignement approprié entre les fournisseurs de solutions et les fonctions commerciales sont essentiels à une adoption réussie des technologies.

## **EXERGUE**

*Les talents et les compétences avec une expertise équilibrée dans le Big Data, l'IA, l'informatique et la gestion de Supply Chain sont rares.*

# A propos des auteurs

## Ayoub MAMDOUH

Ayoub MAMDOUH est Directeur Général d'OCP SOLUTIONS, filiale du Groupe OCP, spécialisée dans le conseil en Modelling & Analytics, Stratégie, Management et Innovation, et Transformation digitale. Ingénieur Civil de l'Ecole des Mines de Paris (P03), et titulaire d'un MBA de l'Africa Business School, en partenariat avec Columbia Business School (2018), Ayoub a cumulé des expériences riches et variées dans le secteur bancaire, la grande consommation et le conseil.

Il débute sa carrière dans l'Inspection générale au sein de la Banque Fédérale des Banques Populaires (France). Il rejoint ensuite le département des ressources humaines chez Procter & Gamble au Maroc, qu'il quitte pour intégrer celui du Marketing. 5 ans plus tard, il quitte l'entreprise pour le cabinet de conseil BCG en tant que Senior Associate, avant de prendre la tête de l'entité Strategic & Quantitative Modeling au sein du Groupe OCP, premier producteur et exportateur de phosphate sous toutes ses formes et leader mondial dans l'industrie des engrais.

Lauréat « Espoir » de la « Tariq Ibnou Ziyad Initiative » en 2014, une initiative citoyenne non-partisane et alumnus du programme Atlantic Dialogues Emerging Leaders (ADEL) en 2015, Ayoub est conférencier (TEDx et autres événements) et enseignant dans quelques écoles marocaines.

## Adnane MOULIM

Adnane MOULIM est Partner en charge de la practice Quantitative Modeling & Data Analytics.

Il a cumulé 19 ans d'expériences riches et variées dans le secteur financier, notamment dans la modélisation quantitative, l'analyse avancée, la banque d'investissement, les matières premières, la chaîne d'approvisionnement, la gestion des risques et les marchés financiers. Il était auparavant responsable de l'équipe d'analyse quantitative chez Natixis pour les matières premières et la gestion de portefeuille.

Adnane est ingénieur spécialisé en mathématiques appliquées et en finance, diplômé de l'ENSIMAG (Grenoble, France). Il est également titulaire d'un MBA de l'Africa Business School, en partenariat avec Columbia Business School.

## Mohammed Mahdi AKKOUH

Mohammed Mahdi AKKOUH a rejoint OCP SOLUTIONS en 2019, et est actuellement Principal au sein de la practice Quantitative Modeling & Data Analytics

Il a accumulé une expérience diversifiée et riche au cours des 15 dernières années dans les secteurs de la finance et de l'industrie, en particulier dans le développement quantitatif, la gestion de projet, l'analytique avancée, la gestion de la chaîne d'approvisionnement et de la performance.

Mahdi a commencé sa carrière chez Natixis en tant que développeur quantitatif dans le domaine des dérivés de taux d'intérêt. Après quelques années, il a été nommé directeur de l'équipe de développement et d'intégration des dérivés de taux d'intérêt. Il s'est installé à Singapour en 2015 pour occuper un poste de responsable de l'analyse chez ANZ, où il a géré de nombreux projets concernant la tarification, le risque et les matières premières.

Mahdi est ingénieur en informatique diplômé de l'ENSIAS (Rabat, Maroc), spécialisé dans le développement de logiciels, et titulaire d'un Master en innovation et technologie des marchés financiers de SKEMA Business School (Sophia Antipolis, France).

# A propos d'OCP SOLUTIONS

OCP SOLUTIONS est un cabinet de conseil en Modélisation, Transformation Digitale et Stratégie.

OCP SOLUTIONS a été créée pour servir le Groupe OCP ainsi que les entreprises marocaines, africaines et internationales.

Le cabinet propose des solutions en Modeling & Analytics à travers la modélisation, l'implémentation de modèles et outils d'aide à la décision pour la valoriser des données et la facilitation de la prise de décision.

Le cabinet propose également des solutions en Transformation digitale visant l'utilisation du digital pour la création et/ou l'amélioration des process, du business model ou encore la culture et l'expérience utilisateur.

Enfin, le cabinet propose des solutions en Stratégie, Business Transformation et Innovation à travers la définition et la sélection des options stratégiques créatrices de valeur en alliant innovation et benchmark, mais également l'adaptation du Business Model pour améliorer la performance.

Avec une équipe pluridisciplinaire, OCP SOLUTIONS associe des consultants expérimentés et issus de plusieurs horizons pour apporter à ses clients une entière satisfaction dans le pilotage de leurs projets.

Les opinions exprimées dans la présente publication sont celles des auteurs.





OCP  
SOLUTIONS

Pour plus d'information, veuillez visiter notre site web

[www.ocpsolutions.ma](http://www.ocpsolutions.ma)