

Les comportements adoptés par les managers en période de crise à l'ère de l'IA : Cas de la crise du Covid 19

The behaviors adopted by managers during crises in the era of AI: The case of the COVID-19 crisis.

Auteur 1 : Imane DALTA.

Auteur 2 : Anouar HASBAOUI.

Auteur 3 : Hala ALIOUA.

Imane DALTA

Laboratoire de Recherche Prospective en Finance et Gestion
Ecole Nationale de Commerce et de Gestion à Casablanca - Maroc

Anouar HASBAOUI

Laboratoire de Recherche Prospective en Finance et Gestion
Ecole Nationale de Commerce et de Gestion à Casablanca - Maroc

Hala ALIOUA

ESCA Ecole de Management
Casablanca - Maroc

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : DALTA ,I, HASBAOUI .A & ALIOUA ,H (2024). « Les comportements adoptés par les managers en période de crise à l'ère de l'IA : Cas de la crise du Covid 19 », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 27 » pp: 0426 – 0449.

Date de soumission : Novembre 2024

Date de publication : Décembre 2024



DOI : 10.5281/zenodo.14316488
Copyright © 2024 – ASJ



Résumé :

Cet article étudie l'impact du management algorithmique sur les décisions stratégiques des managers en période de crise, en particulier durant la pandémie de COVID-19. Il examine l'apport de l'intelligence artificielle (IA) dans le soutien des managers en automatisant les tâches répétitives, tout en leur permettant de se concentrer sur les aspects stratégiques et créatifs de la gestion. L'article met en évidence le déploiement de l'IA par les managers humains et les algorithmes, en soulignant que, malgré les avantages de l'automatisation, un contrôle humain reste essentiel pour assurer la transparence et éviter les biais dans les décisions algorithmiques.

Nous proposons un modèle hybride sur l'IA, lorsqu'elle est intégrée de manière éthique et bien contrôlée, peut considérablement améliorer la résilience des entreprises en période de crise.

L'approche méthodologique repose sur une réflexion théorique, alimentée par une revue de littérature approfondie. L'article met en lumière le rôle central de l'IA dans l'adaptation des comportements managériaux face aux crises, soulignant son potentiel pour améliorer la prise de décision et la résilience organisationnelle. Cela ouvre la voie à des études empiriques futures pour valider ces observations dans des contextes pratiques.

Les résultats de notre analyse révèlent que l'intelligence artificielle excelle particulièrement dans les contextes opérationnels et organisationnels, tandis que l'être humain conserve sa supériorité dans les contextes stratégiques. Toutefois, une combinaison synergique des deux approches s'avère optimale dans les contextes de contrôle, permettant de tirer parti des forces complémentaires de l'IA et de l'intelligence humaine.

Mots clés : Management algorithmique, Intelligence artificielle, Prise de décision, Crise, COVID-19

Abstract:

This article examines the impact of algorithmic management on managers' strategic decisions during crises, particularly during the COVID-19 pandemic. It explores the contribution of artificial intelligence (AI) in supporting managers by automating repetitive tasks, enabling them to focus on the strategic and creative aspects of management. The article highlights the deployment of AI by human managers and algorithms, emphasizing that despite the benefits of automation, human oversight remains essential to ensure transparency and avoid biases in algorithmic decisions.

We propose a hybrid model where AI, when integrated ethically and well-controlled, can significantly enhance business resilience during crises. The methodological approach is based on theoretical reflection supported by an extensive literature review. The article underscores the central role of AI in adapting managerial behaviors to crises, highlighting its potential to improve decision-making and organizational resilience. This opens avenues for future empirical studies to validate these observations in practical contexts.

The results of our analysis reveal that artificial intelligence particularly excels in operational and organizational contexts, while humans maintain their superiority in strategic contexts. However, a synergistic combination of both approaches proves to be optimal in control contexts, leveraging the complementary strengths of AI and human intelligence.

Keywords: Algorithmic management, Artificial intelligence, Decision-making, Crisis, COVID-19.

Introduction

Les organisations déploient constamment des stratégies pour assurer leur pérennité sur le marché et renforcer leur capacité d'adaptation aux évolutions de l'environnement. Selon Hitt et al. (2021), la stratégie se définit comme un ensemble d'actions ou de plans conçus pour atteindre des objectifs spécifiques au sein d'une organisation. Elle constitue une feuille de route permettant aux dirigeants de surmonter les obstacles et de mener à bien leurs projets. Les stratégies offrent un avantage concurrentiel en alignant les actions avec les objectifs communs, en hiérarchisant les priorités, et en allouant les ressources de manière efficiente. Elles visent également à définir des objectifs organisationnels à long terme et à mettre en place les mesures ainsi que les ressources nécessaires pour les atteindre (Davies, 2000; Mckeown, 2019; Porter, 1996, 1997).

Cependant, une stratégie repose souvent sur la disponibilité d'informations précises sur l'environnement externe. En situation de crise, l'entreprise se retrouve fréquemment confrontée à une asymétrie d'information, rendant difficile une analyse adéquate et une prise de décision efficace (Krukowski & DeTienne, 2022). Face à ce défi, les managers cherchent à développer des techniques managériales permettant de contourner cette asymétrie en faisant appel au rôle de la technologie de l'apprentissage automatique dans ce contexte. Cette réflexion constitue le cœur de notre gap de recherche.

L'adoption d'une stratégie est essentielle pour la pérennité des entreprises sur le marché (David & David, 2017). Cependant, des circonstances imprévues peuvent perturber l'écosystème, donnant lieu à deux principaux scénarii : le premier concerne les entreprises qui ne possèdent pas ou qui disposent d'un plan stratégique vulnérable, tandis que le second s'applique aux entreprises ayant un plan stratégique solide qui leur permet de réajuster leurs objectifs afin de s'adapter aux changements émergents. Un exemple marquant est la pandémie de Covid-19, qui s'est propagée en 2020 et a contraint de nombreuses entreprises et organisations à travers le monde à ajuster leurs stratégies en continu (Shen et al., 2020).

En période de crise, les entreprises adoptent un comportement plus prudent, privilégiant les actions qui préservent leur stabilité à court terme. L'intervention des managers devient alors cruciale pour maintenir cet équilibre, en mettant en place des démarches et des procédures spécifiques. En fonction de leurs objectifs et du contexte dans lequel ils évoluent, les managers peuvent déployer une variété de stratégies. La gestion de l'entreprise aux différents niveaux : le marketing, la logistique, la finance, et la gestion des ressources humaines, sont continuellement améliorés grâce à l'adoption de la technologie et de l'innovation. En adoptant ces mesures, les dirigeants veillent à ce que leurs décisions soient bien informées, permettant ainsi de minimiser les impacts négatifs de la crise sur l'entreprise (Neysen, 2017).

Il est donc pertinent de s'intéresser d'abord au rôle des managers et à leurs contributions au sein de l'entreprise avant d'examiner en profondeur les stratégies déployées en période de stabilité et de crise. Historiquement, le rôle du manager a été défini dans une approche fonctionnaliste, en particulier avec l'émergence de l'école classique. Cependant, cette perspective a évolué, notamment grâce aux travaux de l'école de la contingence, dont Mintzberg est l'un des principaux représentants. Selon ce dernier, le manager qui adopte une approche interactionniste est celui qui conçoit continuellement sa mission en fonction des changements environnementaux qui affectent l'entreprise (Desmarais & Abord de Chatillon, 2010).

L'émergence de l'intelligence artificielle en tant que discipline a marqué une révolution majeure dans l'histoire de l'humanité, redéfinissant non seulement la manière dont les individus interagissent avec la technologie, mais aussi les structures sociales, les cultures, et même les États. Initialement confinée aux laboratoires de recherche, l'IA s'est rapidement intégrée à tous les aspects de la vie quotidienne, influençant des domaines aussi variés que la santé, l'éducation, et la gouvernance (Kulz, 2020). Les objets du quotidien sont devenus plus intelligents, tandis que les entreprises, moteurs de l'innovation économique, ont été transformées par l'automatisation, la personnalisation des services et l'optimisation des processus (Akerkar, 2019). Dans ce contexte, l'IA s'est imposée comme un levier stratégique essentiel pour les organisations, leur permettant de gagner en efficacité, d'améliorer leur prise de décision et de renforcer leur compétitivité sur des marchés en constante évolution (Keding, 2021).

Dans cet article, nous allons nous intéresser aux actions stratégiques menées par les managers en situation de crise. Notre problématique consiste à analyser le déploiement de l'apprentissage automatique (Machine Learning) en matière de gestion de crise. Dans cet article, nous allons nous intéresser à la question suivante : **Quel apport de l'apprentissage automatique au comportement des managers en situation de la crise du covid 19 ?**

Dans des contextes caractérisés par l'incertitude et l'instabilité, tels que les crises, il est essentiel de comprendre le rôle clé de la technologie pour aider les managers à surmonter leurs limites en matière de collecte, d'analyse et de prise de décision rapide. Ces limitations, souvent dues à l'incapacité de traiter efficacement de grandes quantités de données en temps réel, peuvent entraîner des décisions inadaptées ou retardées, amplifiant les effets négatifs de la crise. L'intelligence artificielle se positionne alors comme un levier stratégique puissant pour dépasser ces limites.

Pour cela, cet article sera structuré comme suit : la première section traite les stratégies des managers en période normale, notamment en matière d'action procédurale, la deuxième section propose les défis qui sont associés à la prise de décision stratégiques et ses conséquences managériales sur le plan économique en période de crise, la troisième section présente les bases du managements

algorithmiques et la quatrième stratégie traite le rôle du management algorithmique à atténuer l'ampleur de la crise.

1. Le comportement typique des managers : Apport théorique

Les théories d'organisation placent les managers au sommet hiérarchique des organisations et des entreprises, ceci revient à leurs poids décisionnels au sein de ses structures et leur rôle joué en matière de planification et d'organisation de l'activité de l'entreprise (Brooks, 2009; Clegg et al., 2019). Les premiers travaux qui ont traité le rôle du manager moderne au sein de l'entreprise remonte au début du 20^{ème} siècle (Cohen, 2012).

Fayol (1916) souligne que le manager devrait remplir cinq missions administratives principales au sein d'une organisation : (a) Prévoir : il s'agit bien de la capacité d'un manager à d'anticiper des événements futurs et de mettre des scénarios qui planifient les actions stratégiques pour le long terme. (b) Organiser : cette action illustre la mission du manager à mobiliser les ressources financières (e.g. capitaux), matérielles (e.g. machines, outils) et humaines (e.g. le personnel) pour atteindre l'objectif stratégique de l'organisation. (c) Commander : le manager met en place des directives, des ordres que les salariés doivent respecter. (d) Coordonner : un manager est invité à veiller sur l'harmonisation entre trois facteurs : ses directives, les actions des salariés et les objectifs stratégiques. Autrement dit, toute action établie par l'organisation devrait servir l'objectif stratégique (e) Contrôler : le fonctionnement de l'organisation afin d'anéantir erreurs opérationnelles. Fayol a développé 14 principes qui constituent la base de la gestion efficace des missions citées auparavant :

Tableau 1 : Les principes d'administration de Fayol

Principe	Développement
La division du travail	Action qui consiste à subdiviser les tâches sur l'ensemble des personnels de l'entreprise.
L'autorité	Le pouvoir de manager à donner des ordres et à faire obéir ses ordres et ses directives.
La discipline	La capacité du manager à instaurer un système de d'exécution des ordres et d'assiduité en respectant les normes et les règlements.
L'unité de commandement	Chaque ordre est créé par une seule personne
L'unité de direction	La direction d'une équipe est assistée par une seule personne et un seul programme de gestion

La subordination des intérêts particuliers à l'intérêt général	L'intérêt collectif des personnels dépasse celui exprimé par chaque individu. L'entreprise cherche à réaliser un objectif collectif en premier
La rémunération du personnel	La rémunération est la contrepartie proposée par l'employeur pour les efforts du personnel. Elle devrait être équitable, donner la satisfaction du personnel.
La centralisation	Le manager devrait créer une situation d'équilibre pour dépasser le problème de la centralisation et de la décentralisation en déterminant la mesure qui donne le meilleur rendement total.
La hiérarchie	Les ordres sont créés depuis l'amont vers l'aval de l'entreprise
L'ordre	<i>The right man in the right place</i> , il s'agit bien d'une affirmation qui montre l'importance d'organiser l'entreprise dans la mesure où, le bon personnel devrait opérer dans sa bonne place (ordre social). De même, l'ordre est applicable aussi sur les matériaux en favorisant les bons produits dans les bons endroits.
L'équité	Le manager doit veiller à créer un système d'équité entre les personnels et éviter toute pratique discriminatoire ou de favoritisme.
La stabilité du personnel	Le manager devrait assurer la présence d'un climat de stabilité au sein de l'entreprise pour que le personnel ressent la sécurité psychologique et assure le bon fonctionnement des tâches qui lui ont été confiées.
L'initiative	Le manager devrait motiver le personnel en favorisant les initiatives et en mettant des systèmes d'encouragement des initiatives (e.g. primes).
L'union du personnel	Le manager veille à l'unification du personnel sur des valeurs en commune et sur un seul objectif.

Source : Fayol, (1916)

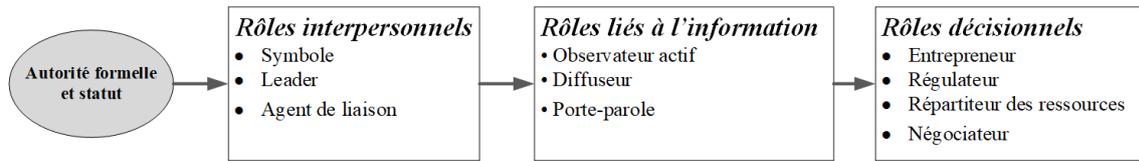
Nous constatons qu'il existe des points d'intersection entre les principes avancés par Fayol et des travaux antérieurs : le principe de l'autorité a été présenté par Max Weber (Kumar, 2016; Weber et al.,

2013), Les principes de la division du travail, la centralisation, la hiérarchie et l'unicité de commandement ont été développés par Taylor (1919) dans sa théorie sur l'Organisation Scientifique de Travail.

Gulick & Urwick (2004) ont reposé sur la théorie de Fayol pour proposer le modèle « POSDCORB » en 1937. Pour ces chercheurs un manager réalise 7 missions principales : (a) Planifier (*Planning*) les objectifs stratégiques de l'organisation, (b) Organiser (*Organizing*) les ressources de l'organisation (financières, matérielles, humaines et techniques), (c) Choisir les ressources humaines adéquates (*staffing*) pour effectuer les tâches nécessaires, (d) Diriger (*Directing*) en permanence les actions à effectuer par les salariés et assurer la prise des décisions stratégiques et opérationnelles. (e) Coordonner (*Coordinating*) entre les différentes équipes et renforcer l'harmonisation des actions effectuées. (f) Etablir des reporting (*Reporting*) pour informer les associés, l'Etat ou autres intervenants sur l'état d'avancement des objectifs stratégiques et opérationnels. (g) Préparer le budget (*Budgeting*) pour soutenir financièrement la réalisation des objectifs, et mettre en place un système de contrôle financier.

Mintzberg (1973) propose quatre rôles majeurs d'un manager au sein d'une organisation : Premièrement, il incarne l'autorité formelle de l'entreprise vue qu'il supervise l'ensemble des unités de production, deuxièmement, il assure les rôles interpersonnels qui touchent le contexte relationnel et symbolique, pour veiller sur la préservation de son notoriété et l'image de l'entreprise devant le public. De même, il est un leader qui a le plus d'influence sur le groupe, il conduit et guide les autres en leur indiquant le chemin à emprunter (Allard-Poesi, 2012). Pour Mintzberg, le manager doit remplir le rôle du leader notamment en situation de difficulté et d'incertitude, il est aussi un agent de liaison, puisqu'il assure la coordination entre les différents agents de l'entreprise et harmonise les tâches entre eux. Troisièmement il assume un rôle lié à l'information. En effet, il identifie les lacunes qui peuvent entraver la bonne circulation des informations entre le personnel. Il diffuse l'information à l'ensemble des parties internes (i.e. personnel) et externes (i.e. associés) de l'entreprise. Il est un porte-parole de l'entreprise face aux publics (i.e. diffuser des informations financières, institutionnelles). Quatrièmement, le manager joue un rôle de décideur stratégique. Il doit décider du mode de financement (emprunt ou capital), des marchés à cibler selon les opportunités et risques, des produits à commercialiser, de la clientèle visée et du niveau de stock pour assurer la production. Ces choix stratégiques sont essentiels pour garantir la croissance et la pérennité de l'entreprise tout en optimisant ses ressources.

Figure 1 : Schéma des rôles de manager

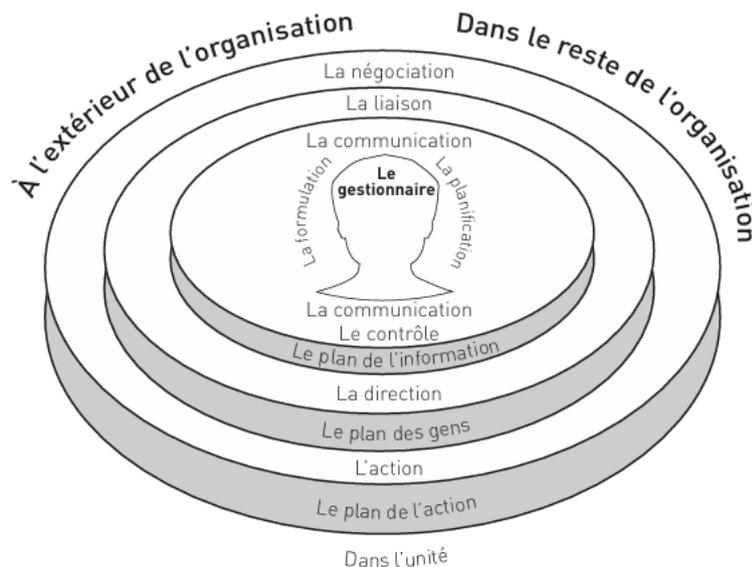


Source : Mintzberg (1973, p 59)

L'approche managériale avancée par Mintzberg consiste à montrer que la mission du manager est une succession des rôles allant du plus symbolique vers le plus pratique. Le passage d'un rôle à un autre offre au manager plus de pouvoir pour intervenir directement et efficacement dans l'entreprise. De même, il lui permet de savoir les actions actuelles et de planifier les actions futures pour l'entreprise.

Dans une autre étude, Mintzberg (2009) a proposé une version modifiée du modèle en développant les rôles du manager. La figure ci-dessous place le gestionnaire au centre de l'organisation, entre l'environnement et son entreprise. Mintzberg souligne que le manager ou le gestionnaire en poste de responsabilité est chargé de deux rôles essentiels : la formulation et la planification.

Figure 2: Schéma du modèle de gestion proposé par Mintzberg



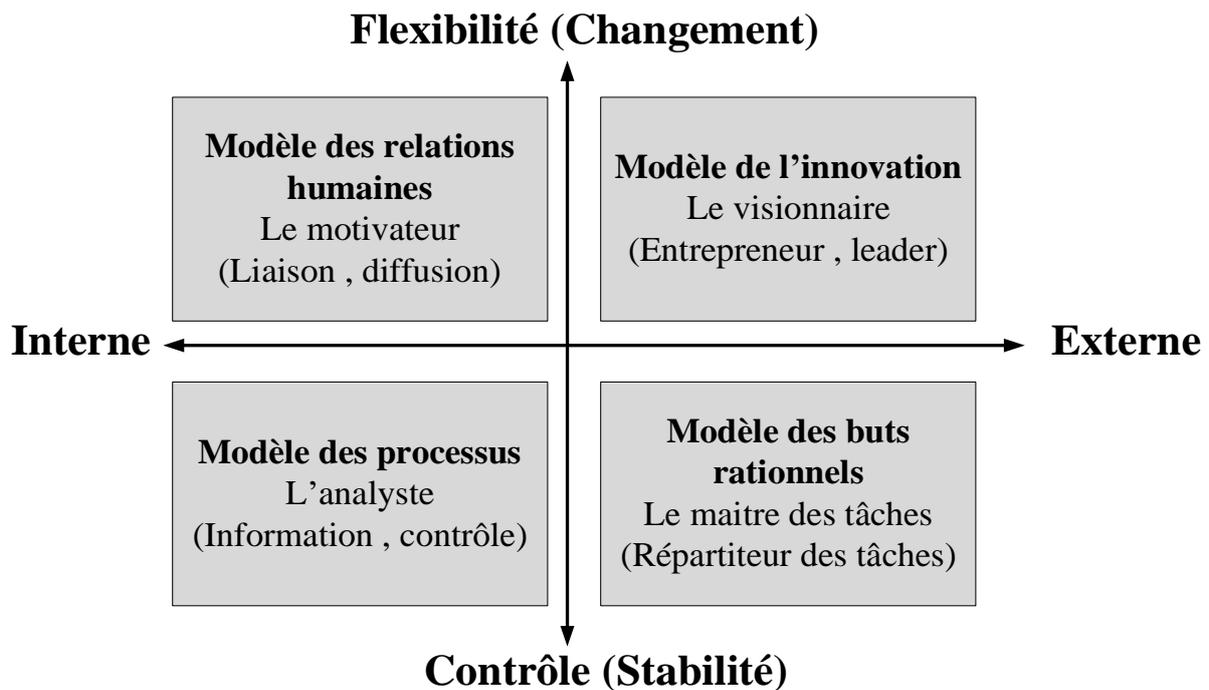
Source : Mintzberg (2009, p 49)

Le schéma ci-dessus illustre une projection détaillée sur les rôles du manager au sein d'une entreprise. Nous constatons que le manager remplit deux fonctions : formateur et planificateur. Au niveau de la formulation, il assure la gestion de son travail, il prend des décisions, il traite certains problèmes, et il

élabore les stratégies pour instaurer un environnement propice de travail, au niveau de la planification, il conçoit l'emploi du temps pour chaque tâche. Il s'agit bien d'une projection temporelle sur les missions des managers qui sont préoccupés par plusieurs tâches à réaliser, Mintzberg a constaté que la plupart des managers ne considèrent pas la planification comme étant un outil d'efficacité. D'une manière générale, les managers occupent quatre missions : la communication avec les différentes parties intra et extra entreprises, le contrôle minutieux du bon fonctionnement du système opérationnel de l'entreprise, la direction des ressources humaines et la planification.

Hart & Quinn (1993) ont remis en cause les travaux de Mintzberg en élaborant un modèle propre qui détermine les rôles du manager sous un contexte pluridisciplinaire. Selon ces auteurs, le manager remplit plusieurs missions et fonctions au sein de l'organisation, qui touchent plusieurs dimensions :

Figure 3 : Les rôles du Manager



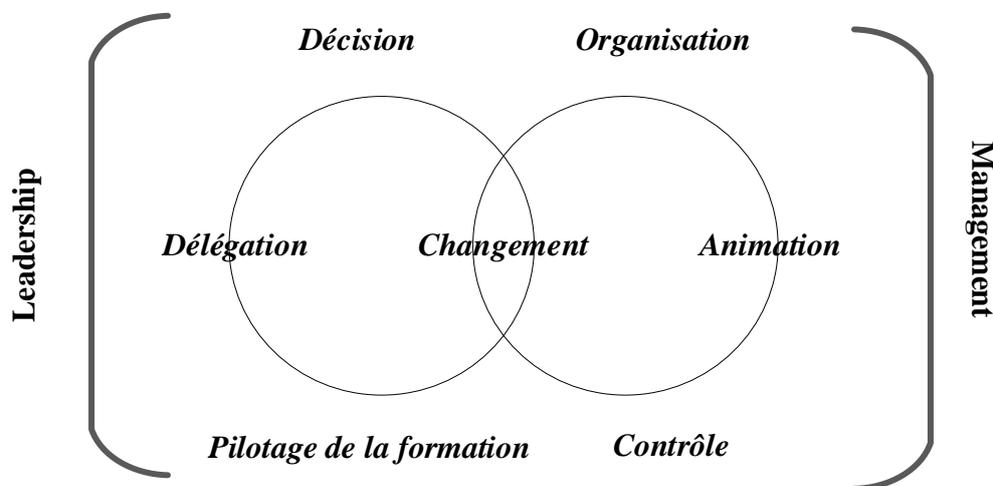
Source : Hart & Quinn (1993, p 552)

Le modèle de Hart & Quinn (1993) identifie quatre missions principales du manager, réparties selon deux axes. Le premier axe distingue les missions selon leur nature : les missions stables sont classiques, impliquant contrôle et supervision pour assurer le bon déroulement des tâches, tandis que les missions flexibles évoluent avec l'environnement. Ces dernières reflètent l'interaction du manager avec l'environnement interne, en tant que motivateur, ou externe, en tant que visionnaire anticipant les

changements stratégiques. Le deuxième axe concerne le niveau d'intervention du manager, qu'il soit interne ou externe.

Récemment, nombreux sont les travaux qui s'intéressent encore à la question du rôle du manager au sein de l'entreprise, leur apport a pour mission de mettre un mixage entre les rôles fonctionnaliste et interactionniste, de même, ils ont pris en considération la contribution des managers en dehors l'entreprise en jouant sur le plan social et environnemental. Autissier & Moutot (2013) ont élaboré un modèle qui met en exergue le double rôle du preneur de décision stratégique dans l'entreprise autant que leader et en même temps un manager.

Figure 4 : Modèle de double boucle



Source : Autissier et al. (2015 ; p 96)

Le modèle de la double boucle a été élaboré pour diagnostiquer les compétences managériales au sein d'une structure. Il propose 7 compétences : (1) l'organisation de l'activité commerciale ; (2) le contrôle ; (3) l'animation des collaborateurs ; (4) l'identification et la mise en œuvre de relais des changements et d'un fonctionnement en changement permanent ; (5) la prise de décision ; (6) la délégation des tâches, des activités et des responsabilités de ses équipes ; le pilotage de la performance en termes d'efficacité (réalisation de la stratégie) et d'efficacité (au moindre coût). Les deux auteurs insistent sur la complémentarité entre les deux missions en agissant sur les rôles connexes de chaque mission.

Mookherjee (2013) énumère trois responsabilités principales des gestionnaires : (1) le traitement des informations nécessaires à la prise de décisions ; (2) la surveillance des employés et des fournisseurs ; et (3) le processus décisionnel concernant la production, la commercialisation et la passation de contrats. Wolniak, (2019) s'est intéressé aux rôles des managers opérationnels. Il a identifié six tâches essentielles qu'un manager opérationnel est sensé réaliser. Ces tâches sont caractérisées par leurs pluridisciplinarités, citons ici quelques cas de figures : Dans le contexte financier, le manager

opérationnel prépare les budgets des projets. Dans le contexte logistique, il gère les stocks et les opérations logistiques. Dans le contexte la gestion des ressources humaines, il assure des entretiens avec des candidats et supervise les employés. Dans le contexte décisionnel, il cherche toujours à opter pour des décisions qui facilitent la gestion projets dans l'entreprise Stevenson (2002), a identifié cinq missions principales jouées par le manager opérationnel : (1) la planification des projets futurs, les ventes et ou les achats, la production etc... (2) le contrôle de la qualité des biens et services ou d'intervention pour s'assurer le bon fonctionnement des facteurs de production. (3) l'organisation des équipes en déterminant le degré de centralisation des décisions dans chaque équipe ou des sous-traitants (4) la gestion des ressources humaines en assurant le recrutement ou la gestion des heures supplémentaires (6) la direction des plans d'incitation pour motiver les ressources humaines, les ordres de travail et les tâches assignées.

La section suivante sera consacrée à l'analyse d'une mission clé du manager : la prise de décision stratégique en situation de crise. Nous examinerons de près le comportement atypique des managers lorsqu'ils sont confrontés à des situations de crise.

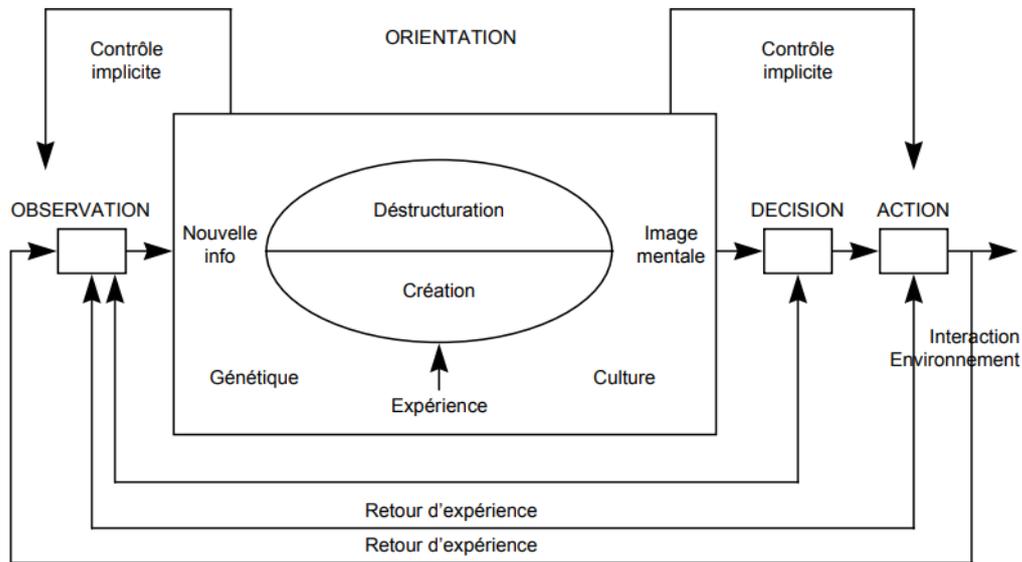
2. Le comportement atypique des managers face à la crise

Un comportement managérial efficace est essentiel pour guider les organisations tant en période de stabilité qu'en période de crise. La résilience et le succès d'une organisation dépendent de la capacité des managers à s'adapter rapidement et à communiquer efficacement durant les deux périodes mentionnées.

Dans la gestion des crises, le leadership est essentiel car il décrit le cadre permettant à l'organisation de renforcer sa résilience et réagir à l'adversité. Un bon leadership est essentiel pour assurer la stabilité en période d'incertitude et de turbulence. Les dirigeants efficaces ont des compétences en matière de prise de décisions qui leur permettent d'évaluer les risques, d'examiner les options et de prendre rapidement des décisions éclairées. Pour gagner en transparence avec les différents partenaires, les dirigeants doivent également communiquer clairement leurs objectifs (Southwick et al., 2017; Teo et al., 2017).

Dans la littérature, le modèle de Boyd figure comme étant l'un des modèles pluridisciplinaires les plus mobilisés dans les travaux de gestion d'une situation de crise. Boyd, (1976) a conceptualisé une démarche d'analyse dans la prise des décisions stratégiques en cas de crise connu par la boucle d'OODA. Il s'agit bien d'un concept qui a vu le jour dans le domaine militaire, puisque Boyd était un pilote de chasse dans l'armée américaine dans les années 60.

Figure 5 : Présentation Schématisée du boucle d'OODA



Source : Moinet (2007, p 150)

Boyd a défini 4 étapes répétitives afin d’opter pour une décision : Observer, Orienter, Décider et Agir. La première étape consiste à examiner les données et les informations pertinentes de sources internes et externes. Cela permet aux gestionnaires de collecter des informations sur les situations ou les problèmes actuels. Des méthodes de collecte de données comme des enquêtes ou des études de marché peuvent être utilisées pour effectuer l'observation.

La deuxième étape de la méthode OODA consiste à s'orienter en fonction des données recueillies. Cela implique l'analyse et l'interprétation des données afin de mieux comprendre les facteurs internes (tels que la culture ou les ressources organisationnelles) et les facteurs externes (tels que les tendances de l'industrie ou les dynamiques de concurrence). Les managers sont mieux équipés pour prendre des décisions éclairées en s'orientant correctement dans leur environnement.

La troisième étape de la décision nécessite l'évaluation de différentes options. Lorsque les managers utilisent la méthode OODA pour prendre des décisions, ils doivent tenir compte de plusieurs facteurs, y compris les ressources disponibles et les risques potentiels. Les gestionnaires doivent évaluer les avantages et les inconvénients avant d'arriver à des conclusions.

La quatrième étape est l’action qui fait référence à la mise en œuvre immédiate des décisions, basée sur toutes les informations disponibles. Une exécution rapide et efficace peut transformer les organisations en entités agiles. L'outil d'exécution opportun joue un rôle clé dans ce processus, en s'appuyant sur des stratégies essentielles telles qu'une communication claire et une délégation intelligente. Ces stratégies permettent de traduire les décisions en actions concrètes, en alignant les

équipes et en optimisant l'efficacité, tout en assurant que chaque acteur est bien informé et que les responsabilités sont attribuées de manière optimale.

Examinons maintenant le contexte historique de la méthode OODA. Cette méthode a été créée par John Boyd en tant que stratège militaire dans l'US Air Force. Il a rencontré de nombreux obstacles dans la bataille aérienne et a réalisé qu'il était nécessaire d'avoir un système de prise de décisions qui lui permettrait de manœuvrer au-delà de ses adversaires. La méthode OODA acquies une importance particulière pendant la guerre de Corée, où les concepts de Boyd ont été reconnus pour leur efficacité dans la gestion des opérations militaires (Moinet, 2007).

En analysant les quatre étapes de la méthode OODA, il est clair que l'observation est un élément essentiel de la collecte d'informations et de données pertinentes. Cette étape est cruciale pour les gestionnaires car ils ont besoin d'informations précises et fiables pour prendre des décisions judicieuses. Dans le domaine de la gestion, des observations peuvent être recueillies à l'aide de méthodes telles que des études de marché, des enquêtes sur le niveau de satisfaction des clients ou même des mesures de rendement internes.

L'analyse et l'interprétation des informations recueillies sont nécessaires pour la prochaine étape de l'orientation. La gestion implique l'évaluation de facteurs internes tels que la culture organisationnelle, les forces et les faiblesses, ainsi que de facteurs externes tels que les tendances du secteur ou la dynamique concurrentielle. Les gestionnaires peuvent prendre des décisions stratégiques alignées sur les objectifs de l'organisation en s'orientant efficacement dans leur environnement.

En période de crise, les managers doivent choisir entre les différentes options envisageables. Le processus consiste à évaluer chaque option en tenant compte les avantages, les inconvénients, ainsi que les risques liés aux ressources. Pour s'assurer qu'ils prennent les meilleures décisions possibles, les gestionnaires doivent prendre en compte les implications à long terme de leurs décisions.

Une fois qu'une décision a été prise pendant la phase d'évaluation, il est temps de la mettre en œuvre. Les organisations sont capables d'agir rapidement et de réagir à des environnements en évolution rapide. Selon la méthode OODA, les gestionnaires doivent faire connaître leurs responsabilités, surveiller régulièrement les progrès en mettant en place des indicateurs de suivis.

Influencé par sa carrière militaire, Boyd a édifié son modèle en se basant sur une idée phare qui caractérise les stratégies non coopératives à savoir le principe d'agilité / paralysie (Moinet, 2007). Le décideur mobilise le boucle d'OODA pour assurer une visibilité en matière de prise de décision et ses circonstances et pour faciliter le passage à l'action en contrepartie, l'action devrait mettre l'ennemie en situation de paralysie. Au niveau organisationnel des entreprises, cette démarche offre un avantage

concurrentiel pour l'entreprise dans le marché en offrant une marge de liberté pour accroître sa part de marché au détriment des concurrents.

Bien que cette méthode soit efficace pour réagir rapidement en situation de crise, Elle présente plusieurs limites lorsqu'elle est appliquée dans des environnements complexes et incertains. Cette approche repose sur la capacité humaine à analyser rapidement des données limitées pour orienter et ajuster les décisions.

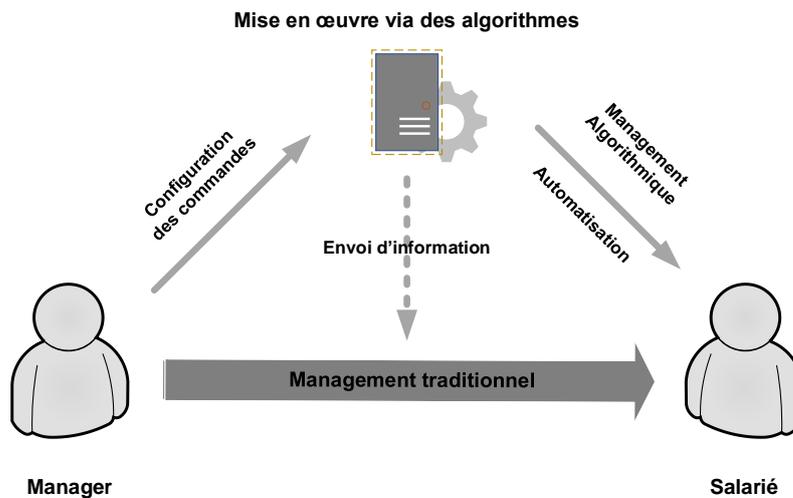
Cependant, dans un monde où les crises sont de plus en plus imprévisibles et où la quantité d'informations à traiter devient exponentielle, l'aptitude humaine à réagir rapidement est mise à rude épreuve. Les managers peuvent être submergés par des données trop volumineuses ou trop complexes, ralentissant ainsi le processus décisionnel et augmentant les risques d'erreurs. De plus, l'aspect itératif de la boucle OODA, bien qu'adaptatif, peut manquer de la profondeur analytique nécessaire pour anticiper les évolutions à long terme. C'est dans ce contexte que le besoin d'une approche managériale algorithmique se fait sentir. Grâce à l'intelligence artificielle, cette nouvelle méthode permet d'automatiser l'analyse des données, de prédire les scénarios possibles, et d'offrir des solutions plus rapides et plus précises, tout en allégeant la pression sur les décideurs humains.

La section suivante sera consacrée à la présentation du nouveau modèle managérial fondé sur l'intelligence artificielle. Nous y explorerons le concept du management algorithmique, en détaillant son mécanisme de fonctionnement ainsi que les nouveaux rôles des managers dans ce contexte algorithmique.

3. Présentation du management algorithmique

Le concept de management algorithmique a été introduit par Lee et al. (2015) pour décrire le rôle des algorithmes dans la gestion des tâches des chauffeurs utilisant les applications de covoiturage américaines. Les auteurs ont examiné ces applications et ont observé que les algorithmes qui les régissent remplissent plusieurs fonctions essentielles, permettant ainsi aux chauffeurs de se concentrer uniquement sur la conduite. Le concept a rapidement été retenu dans les travaux qui s'intéressent au management des organisations (Jarrahi et al., 2021; Wood, 2021).

Figure 6 : Schéma simplifié du fonctionnement du management traditionnel et algorithmique



Source : Les auteurs sur la base de Benlian et al. (2022)

Benlian et al. (2022) ont exposé ce schéma qui illustre la transition entre le management traditionnel et le management algorithmique, en mettant en évidence les interactions et les flux d'information entre les différents acteurs et les algorithmes. En effet, le management traditionnel est représenté par une ligne directe entre le manager et le salarié, tandis que le mode de management repose sur les algorithmes qui interviennent entre le manager et le salarié, modifiant la dynamique de communication et la prise de décision. Le manager configure les commandes, c'est-à-dire qu'il paramètre les algorithmes en fonction des objectifs et des critères de performance souhaités. Les algorithmes, une fois configurés, automatisent certaines décisions et transmettent des instructions aux employés. Cela peut inclure l'attribution de tâches, l'évaluation de la performance, et l'optimisation des processus de travail. Le flux d'informations est représenté par des flèches reliant le manager, les algorithmes, et le salarié. L'information circule dans ce triangle, où les algorithmes jouent un rôle d'intermédiaire en traitant et en analysant les données pour produire des résultats que les employés suivent.

Le présent schéma met en lumière l'évolution du rôle des managers dans un environnement de plus en plus digitalisé, où l'utilisation des algorithmes pour gérer les opérations devient de plus en plus courante. Cette transformation pose des questions sur l'équilibre entre l'automatisation et l'intervention humaine, ainsi que sur l'impact de ces changements sur la relation entre les managers et les employés. En effet, l'intégration des algorithmes dans le management représente une évolution majeure dans la manière dont les entreprises fonctionnent et prennent des décisions (Harrower, 2019). Les algorithmes, qui reposent sur l'analyse de données massives et sur l'intelligence artificielle, permettent d'évoluer les tâches traditionnellement réalisées par les managers. Le tableau ci-dessous présente les tâches réalisées dans le cadre d'un management algorithmique :

Tableau 2 : Les tâches réalisées par le management algorithmique

Tâches	Management algorithmique
Automatisation des tâches (Zadeh et al., 2024)	Les algorithmes peuvent automatiser des tâches répétitives et chronophages, libérant ainsi du temps pour les employés afin qu'ils se concentrent sur des activités à plus forte valeur ajoutée.
Effectuer des Prédications (Tarafdar et al., 2019)	Les algorithmes d'IA peuvent analyser des données historiques et actuelles pour prédire des tendances futures, des comportements des consommateurs, ou des résultats financiers.
Catégoriser les informations (Yamakawa & Matsuo, 2022)	Les algorithmes peuvent trier et classer automatiquement de grandes quantités de données en catégories distinctes, facilitant ainsi l'analyse et la gestion de ces informations.
Synthétiser et résumer les données (Alkhalaf et al., 2024)	Les outils d'IA peuvent condenser de vastes ensembles de données en rapports succincts et clairs, permettant aux décideurs de comprendre rapidement les informations essentielles.
Elaborer des scénarios (Sohrabi et al., 2018)	Les algorithmes peuvent créer différents scénarios basés sur des variables changeantes, aidant ainsi les managers à évaluer les possibles impacts de leurs décisions.
Optimiser les données (Weng & Rogers, 2021)	Les algorithmes d'IA sont capables de trouver des solutions optimales pour des problèmes complexes, tels que la gestion des stocks, la logistique, ou l'allocation des ressources.
Prise de décision (Al-Surmi et al., 2022)	Les algorithmes fournissent des recommandations basées sur l'analyse de données, permettant aux managers de prendre des décisions plus informées et stratégiques.

Source : Réalisé par nos soins

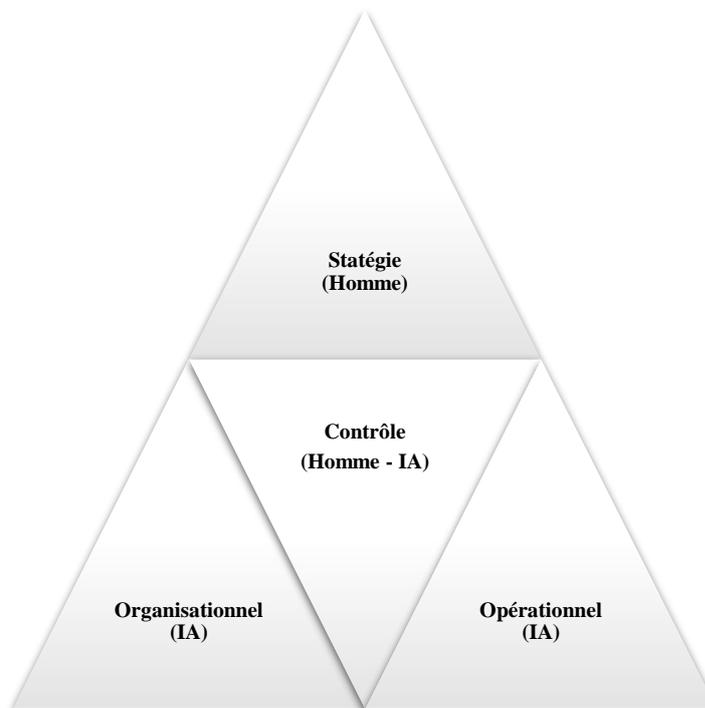
En déléguant certaines décisions aux algorithmes, les entreprises peuvent améliorer leur efficacité opérationnelle, réduire les erreurs humaines, et réagir plus rapidement aux changements du marché. Le management algorithmique se caractérise par une automatisation accrue et une dépendance à la technologie pour la gestion des tâches (Toyoda et al., 2020), ce qui peut améliorer l'efficacité et la cohérence des décisions surtout dans des situations qui nécessitent une intervention rapide comme en

cas de crises (Bodo et al., 2017; Schaupp, 2023). La section suivante présente un exemple concret du rôle du management algorithmique dans l'atténuation des effets néfastes de la crise provoquée par la pandémie de COVID-19.

4. Le rôle du management algorithmique à atténuer l'ampleur de la crise :

En période de crise, l'intelligence artificielle peut être un levier qui permet aux entreprises à s'adapter rapidement aux nouvelles réalités. L'exemple de la pandémie de COVID-19 illustre parfaitement ce point. Durant cette crise mondiale, de nombreuses entreprises ont dû revoir leurs modèles d'affaires et leurs processus opérationnels en un temps record. L'IA a été utilisée pour analyser les données sur la propagation du virus (Agbehadji et al., 2020; Yi et al., 2022), pour optimiser les chaînes d'approvisionnement (Modgil et al., 2022), et pour anticiper les perturbations futures (Comito & Pizzuti, 2022). Zheng et al. (2022) soulignent que les algorithmes d'IA ont permis de réorganiser rapidement la logistique en fonction des nouvelles restrictions de déplacement, tout en optimisant les stocks pour répondre à la demande fluctuante. De plus, certaines entreprises ont utilisé l'IA pour surveiller la santé de leurs employés et pour mettre en place des protocoles de sécurité plus efficaces (Conseil de l'Europe, 2020). Ainsi, l'IA a permis aux entreprises non seulement de survivre, mais aussi de rester compétitives en période de crise (Xu et al., 2021).

Figure 7 : Modèle d'un management hybride Homme – IA



Source : Les auteurs

Le développement du management algorithmique ouvre de nouvelles perspectives pour l'avenir des entreprises. À mesure que l'IA gagne en sophistication, les managers peuvent s'appuyer sur des algorithmes pour déléguer les tâches répétitives et fastidieuses, particulièrement dans les domaines organisationnels et opérationnels. Toutefois Noti et al. (2016) démontrent dans leurs recherches que les techniques d'apprentissage automatique ne suffisent pas à elles seules à prédire les décisions humaines, mais que les performances peuvent être améliorées en représentant et en manipulant les données sur la base d'informations comportementales. D'autres chercheurs, Shin et Park (2019), ajoutent que les managers ne peuvent pas prendre des décisions d'une manière efficace dont la mesure où le système IA manque de transparence et d'explicabilité des réponses générées. D'autres auteurs, Weil et Rosen (1997), mettent en lumière la notion du techno stress, qui se définit comme étant l'impact négatif que peut avoir la technologie sur les comportements et les attitudes de l'être humain. A cet effet, l'objectif est de se concentrer sur des tâches plus complexes qui exigent une attention particulière aux aspects stratégiques et innovants. Cette délégation s'accompagne d'un contrôle périodique, mené conjointement par les managers et les experts en technologie de l'apprentissage automatique et algorithmiques, pour garantir que les actions mises en œuvre sont alignées avec les objectifs de l'entreprise. De plus, ce contrôle assure la transparence des décisions prises par les algorithmes et veille à ce que ces technologies ne reproduisent ni n'amplifient les biais existants. Le manager de demain devra donc non seulement maîtriser comment fonctionnent et comprendre les outputs des outils technologiques mais aussi être capable de naviguer dans un environnement où l'humain et l'algorithme coexistent et interagissent pour le bien-être de l'organisation.

Conclusion :

En résumé, cet article met en lumière l'importance des stratégies utilisées par les gestionnaires pour naviguer les périodes d'incertitude et de difficultés. Leur capacité à réagir rapidement, à gérer les risques de manière proactive et à innover est essentielle. En période de crise, une communication transparente et des décisions basées sur des données renforcent la confiance et la collaboration au sein des équipes, facilitant ainsi le dépassement des obstacles.

L'intégration des algorithmes dans le management permet par ailleurs d'analyser des données complexes en temps réel, offrant des solutions plus précises et rapides pour atténuer les effets de la crise. Ces méthodes de gestion illustrent la résilience et l'adaptabilité des managers et de leurs équipes. En apprenant de ces expériences et en intégrant des technologies telles que l'IA, les responsables peuvent consolider leur leadership et positionner leurs entreprises pour réussir, même dans des contextes difficiles.

Cependant, cet article présente certaines limites, notamment l'absence d'une approche empirique spécifique au contexte marocain. Les travaux futurs devraient se concentrer sur une analyse empirique afin de mieux saisir le rôle du management algorithmique en situation de crise au Maroc, offrant ainsi une perspective plus nuancée et adaptée aux réalités locales.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) Agbehadji, I. E., Awuzie, B. O., Ngowi, A. B., & Millham, R. C. (2020). Review of big data analytics, artificial intelligence and nature-inspired computing models towards accurate detection of COVID-19 pandemic cases and contact tracing. *International journal of environmental research and public health*, 17(15), 5330.
- 2) Alkhalaf, M., Yu, P., Yin, M., & Deng, C. (2024). Applying generative AI with retrieval augmented generation to summarize and extract key clinical information from electronic health records. *Journal of Biomedical Informatics*, 104662.
- 3) Allard-Poesi, F. (2012). *Management d'équipe-3e édition*. Dunod.
- 4) Al-Surmi, A., Bashiri, M., & Koliouisis, I. (2022). AI based decision making : Combining strategies to improve operational performance. *International Journal of Production Research*, 60(14), 4464-4486. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1966540>
- 5) Autissier, D., Giraud, L., & Johnson, K. J. (2015). *Les 100 schémas du management : La matrice BCG, les 5 forces de Porter, la roue de Deming, la carte des alliés... Et 96 autres*. Editions Eyrolles.
- 6) Autissier, D., & Moutot, J.-M. (2013). *La boîte à outils de la conduite du changement*. Dunod.
- 7) Benlian, A., Wiener, M., Cram, W. A., Krasnova, H., Maedche, A., Möhlmann, M., Recker, J., & Remus, U. (2022). Algorithmic Management : Bright and Dark Sides, Practical Implications, and Research Opportunities. *Business & Information Systems Engineering*, 64(6), 825-839. <https://doi.org/10.1007/s12599-022-00764-w>
- 8) Bodo, B., Helberger, N., Irion, K., Zuiderveen Borgesius, F., Moller, J., van de Velde, B., Bol, N., van Es, B., & de Vreese, C. (2017). Tackling the algorithmic control crisis-the technical, legal, and ethical challenges of research into algorithmic agents. *Yale JL & Tech.*, 19, 133.
- 9) Boyd, J. R. (1976). *Destruction and Creation*. US Army Command and General Staff College. 3/31/15.
- 10) Brooks, I. (2009). *Organisational behaviour : Individuals, groups and organisation*. Pearson Education.
- 11) Cesta, A., Cortellessa, G., & De Benedictis, R. (2014). Training for crisis decision making – An approach based on plan adaptation. *Intelligent Decision Support Making Tools and Techniques: IDSMT*, 58, 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.11.011>

- 12) Clegg, S. R., Pitsis, T. S., & Kornberger, M. (2019). *Managing and organizations : An introduction to theory and practice*.
<https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=4913278&publisher=FZ7200>
- 13) Cohen, Y. (2012). Le chef, une figure du XX e siècle. *Le Journal de l'École de Paris du management*, 3, 16-22.
- 14) Comito, C., & Pizzuti, C. (2022). Artificial intelligence for forecasting and diagnosing COVID-19 pandemic : A focused review. *Artificial intelligence in medicine*, 128, 102286.
- 15) Conseil de l'Europe. (2020). *AI and control of Covid-19 coronavirus—Artificial Intelligence [Gouvernemental]*. <https://www.coe.int/>. <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/ai-and-control-of-covid-19-coronavirus>
- 16) Coombs, W. T. (2010). Parameters for crisis communication. *The handbook of crisis communication*, 17-53.
- 17) David, F. R., & David, F. R. (2017). *Strategic management : Concepts and cases: A competitive advantage approach*. Pearson.
<https://thuvienso.hoasen.edu.vn/handle/123456789/7400>
- 18) Davies, W. (2000). Understanding strategy. *Strategy & Leadership*, 28(5), 25-30.
- 19) Desmarais, C., & Abord de Chatillon, E. (2010). Le rôle de traduction du manager : Entre allégeance et résistance. *Revue française de gestion*, 6, 71-88.
- 20) Fayol, H. (1916). General principles of management. *Classics of organization theory*, 2(15), 57-69.
- 21) Gulick, L., & Urwick, L. (2004). *Papers on the Science of Administration*. Routledge.
- 22) Harrower, K. (2019). Algorithmic Decision-Making in Organizations : Network Data Mining, Measuring and Monitoring Work Performance, and Managerial Control. *Psychosociological Issues in Human Resource Management*, 7(2), 7-12.
- 23) Heiderich, D. (2010). *Plan de gestion de crise*. Dunod.
- 24) Hitt, M. A., Arregle, J.-L., & Holmes Jr, R. M. (2021). Strategic management theory in a post-pandemic and non-ergodic world. *Journal of Management Studies*, 58(1), 259.

- 25) Jarrahi, M. H., Newlands, G., Lee, M. K., Wolf, C. T., Kinder, E., & Sutherland, W. (2021). Algorithmic management in a work context. *Big Data & Society*, 8(2), 205395172110203. <https://doi.org/10.1177/20539517211020332>
- 26) Jurkiewicz, C. (2017). *Ethics and Crisis Management*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_2749-1
- 27) Kumar, R. (2016). Bureaucratic Theory by Max Weber—A Review Study. *Journal of Advances and Scholarly Researches in Allied Education*, 12(23), 212-216.
- 28) Lee, M. K., Kusbit, D., Metsky, E., & Dabbish, L. (2015). Working with Machines : The Impact of Algorithmic and Data-Driven Management on Human Workers. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1603-1612. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702548>
- 29) Mckeown, M. (2019). *The strategy book*. Pearson UK.
- 30) Mintzberg, H. (1973). *The Nature of Managerial Work* (2^e éd.). Prentice Hall.
- 31) Mintzberg, H. (2009). *Managing*. Berrett-Koehler Publishers.
- 32) Modgil, S., Singh, R. K., & Hannibal, C. (2022). Artificial intelligence for supply chain resilience : Learning from Covid-19. *The International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1246-1268.
- 33) Moinet, N. (2007). L'agilité stratégique : Une question de dispositif intelligent. *Vie & Sciences Economiques*, 174(1), 142-155.
- 34) Mookherjee, D. (2013). Incentives in hierarchies. *The handbook of organizational economics*, 764-798.
- 35) Neysen, N. (2017). *Stratégie des organisations : Fondements et pratiques du management stratégique*. De Boeck Supérieur.
- 36) Ogrizek, M., & Guillery, J.-M. (1996). *La communication de crise*. FeniXX.
- 37) Porter, M. E. (1996). What is strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61-78.
- 38) Porter, M. E. (1997). Competitive strategy. *Measuring business excellence*, 1(2), 12-17.
- 39) Schaupp, S. (2023). COVID-19, economic crises and digitalisation : How algorithmic management became an alternative to automation. *New Technology, Work and Employment*, 38(2), 311-329. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12246>

- 40) Shen, H., Fu, M., Pan, H., Yu, Z., & Chen, Y. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on firm performance. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(10), 2213-2230.
- 41) Shuster, A., O'Brien, M., Luo, Y., Berner, L. A., Perl, O., Heflin, M., Kulkarni, K., Chung, D., Na, S., Fiore, V. G., & Gu, X. (2021). Emotional adaptation during a crisis : Decline in anxiety and depression after the initial weeks of COVID-19 in the United States. *Translational Psychiatry*, 11(1), 435. <https://doi.org/10.1038/s41398-021-01552-y>
- 42) Sohrabi, S., Riabov, A., Katz, M., & Udrea, O. (2018). An AI Planning Solution to Scenario Generation for Enterprise Risk Management. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 32(1), Article 1. <https://doi.org/10.1609/aaai.v32i1.11304>
- 43) Southwick, F., Martini, B., Charney, D., & Southwick, S. (2017). *Leadership and Resilience*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31036-7_18
- 44) Stevenson, W. J. (2002). *Operation management*, McGraw-Hill. *New York*.
- 45) Tarafdar, M., Beath, C. M., & Ross, J. W. (2019). Using AI to enhance business operations. *MIT Sloan Management Review*, 60(4). <https://sloanreview.mit.edu/article/using-ai-to-enhance-business-operations/>
- 46) Taylor, F. W. (1919). *The principles of scientific management*. Harper & brothers.
- 47) Teo, W. L., Lee, M., & Lim, W.-S. (2017). The relational activation of resilience model : How leadership activates resilience in an organizational crisis. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 25(3), 136-147. <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12179>
- 48) Toyoda, Y., Lucas, G., & Gratch, J. (2020). The effects of autonomy and task meaning in algorithmic management of crowdwork. *Proceedings of the 19th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems*, 1404-1412. <https://www.ifaamas.org/Proceedings/aamas2020/pdfs/p1404.pdf>
- 49) Weber, M., Kalinowski, I., & Sintomer, Y. (2013). *La domination*. La découverte Paris. https://www.education-authentique.org/uploads/PDF-DOC/WLD_La-domination_Weber.pdf
- 50) Weng, C., & Rogers, J. R. (2021). *AI uses patient data to optimize selection of eligibility criteria for clinical trials*. Nature Publishing Group UK London. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00845-y>
- 51) Wolniak, R. (2019). Operation manager and its role in the enterprise. *Production Engineering Archives*, 24(24), 1-4.

- 52) Wood, A. J. (2021). Algorithmic Management. *Consequences for Work Organisation and Working Conditions*. <https://reshapingwork.net/dialogue/wp-content/uploads/sites/3/2021/06/algorithmic-management-consequences-for-work-organisation-and-working-conditions.pdf>
- 53) Xu, D., Guo, Y., & Huang, M. (2021). Can Artificial Intelligence Improve Firms' Competitiveness during the COVID-19 Pandemic : International Evidence. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57, 2812-2825. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2021.1899911>
- 54) Yamakawa, H., & Matsuo, Y. (2022). *Recognition of All Categories of Entities by AI* (arXiv:2208.06590). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2208.06590>
- 55) Yi, J., Zhang, H., Mao, J., Chen, Y., Zhong, H., & Wang, Y. (2022). Review on the COVID-19 pandemic prevention and control system based on AI. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 114, 105184.
- 56) Zadeh, E. K., Khoulenjani, A. B., & Safaei, M. (2024). Integrating AI for Agile Project Management : Innovations, Challenges, and Benefits. *International Journal of Industrial Engineering and Construction Management (IJIECM)*, 1(1), 1-10.
- 57) Zheng, Z., Zhang, G., Lin, Y., Pan, Y., & He, Y. (2022). The Role of Artificial Intelligence Technology in Improving the Resilience of Supply Chain During COVID-19. In Z. Hu, S. Petoukhov, & M. He (Éds.), *Advances in Artificial Systems for Medicine and Education V* (p. 219-232). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92537-6_21