

CIGI QUALITA MOSIM 2023

Technologies numériques et émotions : spectre d'analyse du comportement décisionnel des travailleurs.

AMBRE DUPUIS, CAMELIA DADOUCHI, AND BRUNO AGARD

Laboratoire en intelligence des données (LID)
Département de mathématiques et de génie industriel
Polytechnique Montréal
2500 Chem. de Polytechnique, Montréal (QC), Canada
ambre-manon.dupuis@polymtl.ca

Résumé – Pour augmenter leur productivité, de nombreuses industries se tournent vers les technologies numériques. L'industrie 5.0 place les opérateurs au cœur d'une industrie numérique et connectée, mais dans quelle mesure cette transition numérique permet de mieux comprendre l'impact des émotions sur le comportement décisionnel des travailleurs ? C'est la question à laquelle cette revue de littérature systématique propose de répondre. L'analyse de 29 articles extraits de Compendex et Web-Of-Science a permis d'identifier les facteurs liés aux émotions mesurés dans l'analyse comportementale de la prise de décision humaine, ainsi que les outils utilisés et les domaines d'application. Les résultats montrent que les analyses textuelles (réseaux sociaux et/ou critiques en ligne) à des fins d'analyse de sentiments prédominent. On note une grande variété d'outils utilisés au sein de la technologie Big Data & Analytics (apprentissage automatique, apprentissage profond, modèles mathématiques). Dans l'industrie, un intérêt particulier porte sur l'analyse du sentiment client à des fins marketing dans les services, mais l'analyse des données de production en relation avec le processus de décision est pratiquement absente. Ce dernier point ouvre la porte à des recherches futures.

Abstract – To increase productivity, many industries are turning to digital technologies. Industry 5.0 places operators at the heart of a digital and connected industry, but to what extent does this digital transition allow us to better understand the impact of emotions on workers' decision-making behavior? This is the question that this systematic literature review proposes to answer. The analysis of 29 articles extracted from Compendex and Web-Of-Science allowed us to identify the factors related to emotions measured in the behavioral analysis of human decision making, as well as the tools used and the fields of application. The results show that textual analysis (social networks and/or online reviews) for sentiment analysis purposes predominates. There is a wide variety of tools used within Big Data & Analytics (machine learning, deep learning, mathematical models). In the industry, there is a particular interest in analyzing customer sentiment for marketing purposes in services, but the analysis of production data in relation to the decision process is practically absent. This last point opens the door to future research.

Mots clés - Industrie 5.0, Prise de décision, Émotions, Comportement humain, Industrie.

Keywords – Industry 5.0, Decision-making, Emotions, Human behavior, Industry

1 INTRODUCTION

Face à une concurrence soutenue et une mondialisation croissante, les industries manufacturières se tournent actuellement vers une digitalisation de leurs processus, c'est la 4e révolution industrielle [1]. Dans cette évolution, l'intérêt porte essentiellement sur les technologies numériques, sources de nombreuses données, mais on omet souvent l'impact de cette transformation sur les organisations et les travailleurs [2]. Pourtant l'opérateur est au cœur des processus de production. L'industrie 5.0 propose de placer l'opérateur au centre de la transformation numérique. Puisque les émotions jouent un rôle important dans le comportement décisionnel humain [3], la question est de savoir si et dans quelle mesure les technologies numériques permettent de mieux comprendre l'impact des émotions sur les comportements décisionnels des travailleurs.

Pour ce faire, le présent article propose une synthèse de la littérature relative à l'analyse de l'impact des émotions sur les comportements décisionnels humains, basés sur les technologies numériques en industrie. L'objectif général est d'explorer la littérature afin d'apprécier l'étendue des possibilités d'analyse des émotions pour la compréhension du comportement décisionnel des travailleurs, à partir des données capturées en contexte industriel.

La section 2 présentera la méthodologie employée pour la réalisation de l'étude tandis que les résultats obtenus seront proposés à la section 3. Ces résultats seront discutés dans la section 4, ce qui permettra de conclure, à la section 5, sur l'impact des émotions sur la compréhension du comportement décisionnel humain en industrie par les technologies numériques ainsi que sur les possibles axes de recherche à explorer.

2 METHODOLOGIE

2.1 Méthode d'extraction

Nous avons suivi la méthodologie de revue de littérature systématique développée par [4]. Dans un premier temps, le sujet ainsi que les frontières de l'étude doivent être définis afin d'en restreindre l'ampleur.

Le sujet de l'étude vise à déterminer dans quelle mesure les technologies de l'industrie 4.0 permettent d'analyser l'impact des émotions sur le comportement décisionnel humain en industries. Les questions de recherche suivantes sont posées :

- **RC1** : Que mesure-t-on lors de l'analyse des émotions pour la compréhension du comportement décisionnel humain ?
- **RC2** : Quels sont les outils employés pour l'analyse des émotions impactant comportement décisionnel humain ?
- **RC3** : Quels sont les secteurs d'activités dans lesquels l'analyse des émotions pour la compréhension du comportement décisionnel humain est utilisée ?

Afin de mener à bien cette revue de littérature et de répondre aux questions de recherche proposées précédemment, un ensemble de mots-clés ont été définis de manière itérative.

L'identification du besoin en recherche a été élaborée à partir de la problématique traitée, à savoir l'utilisation des technologies de l'industrie 4.0 pour l'analyse de l'impact des émotions sur le comportement décisionnel humain dans le milieu industriel. Ainsi, l'expression du besoin en recherche a été traduite par la phrase "*analysis of emotional impact on the decision-making behavior of human in industry using industry 4.0 technologies*".

À chaque itération, les articles les plus pertinents ont été analysés afin d'extraire les mots-clés les plus pertinents et de les ajouter à la requête initiale. Chaque itération permet de cibler les articles similaires aux articles pertinents découverts à l'itération précédente.

La requête finale utilisée est constituée de 6 sous-ensembles de mots reprenant les 6 thématiques de besoin en recherche tel qu'illustré dans le tableau 1.

Thématiques	Requête
Analysis	(<i>predict* OR forecast* OR analys*</i>)
Emotional	(<i>emotion* OR sentiment* OR feeling* OR personalit*</i>)
Decision-making	(<i>decid* OR choic* OR "decision-making" OR "Risk-taking"</i>)
Behavior	(<i>"behavior" OR "behaviour" OR attitude* OR intention*</i>)
Humain in industry	(<i>employee* OR worker* OR Manager*</i>)
Industry 4.0 technologies	(<i>"Artificial intelligence" OR "big data" OR "Machine learning" OR "deep learning" OR "digital twin" OR "Simulation" OR cloud* OR "cybersecurity" OR "cyber security" OR "cyber-security" OR "cyber physical systems" OR "cyber-physical systems" OR "virtual reality" OR "Internet of things" OR "smart sensors" OR "collaborative robots" OR "collaborative robot" OR "Machine-to-Machine" OR "Machine to Machine"</i>)

Tableau 1. Analyse des besoins en recherche

Les deux premiers sous-ensembles de mots-clés de la table 1 sont utilisés pour cibler le secteur de l'analyse des émotions

tandis que les deux sous-ensembles suivants permettent de réduire la portée des résultats de la recherche aux études traitant du comportement décisionnel. Finalement, les deux derniers sous-ensembles de mots-clés focalisent l'étude sur l'humain dans un contexte industriel et les technologies de l'industrie 4.0 tel que définies par [5].

Chaque sous-ensemble est lié par l'opérateur "AND" tandis que les termes à l'intérieur d'un même sous-ensemble sont liés par l'opérateur "OR". Les moteurs de recherche **Engineering Village** (avec les bases de données *Compendex, Inspec, GEOBASE, GeoRef et Knovel*) et **Web of Science** ont été utilisés. Seulement les articles publiés en anglais entre 2010 et 2023 seront sélectionnés.

La requête a été exécutée le 18 janvier 2023. La figure 1 représente l'évolution du nombre d'articles obtenus à l'aide de la requête initiale.

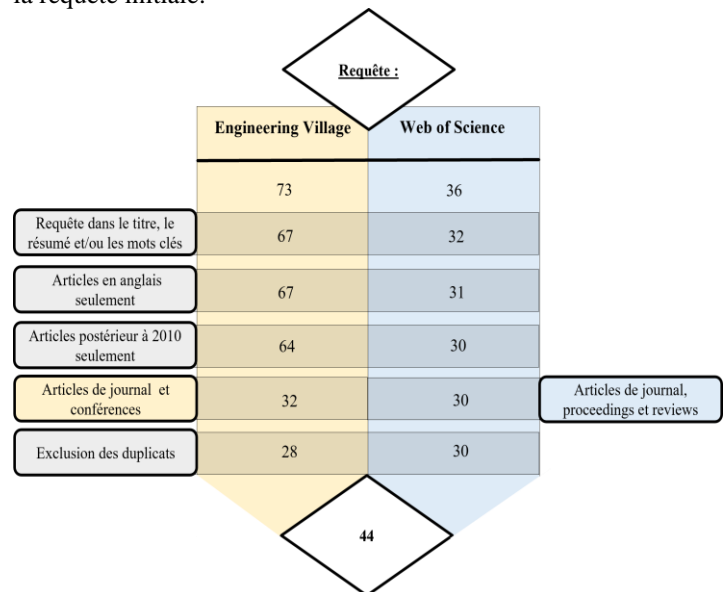


Figure 1. Évolution du nombre d'articles obtenus à l'aide de la requête initiale le 18 janvier 2023

Finalement, 44 articles sont extraits des deux moteurs de recherche. Cette recherche est complétée par la définition de critères d'exclusions permettant de la raffiner.

2.2 Sélection des articles

Une lecture des résumés des 44 articles extraits a permis de définir 3 critères d'exclusions visant à raffiner les résultats de recherche obtenus.

1. Inadéquation avec la thématique industrielle : deux articles étaient des extraits de conférences médicales anonymisées. Un troisième article médical portait sur l'évaluation des maladies mentales. Aussi, un autre portait sur la conception d'applications hypertexte. Ces travaux ne correspondaient pas au but de soutenir la prise de décision en contexte industrie. Ainsi 4 articles ont été retirés de l'ensemble de données sélectionné.
2. Absence de prise de décision : un article portait sur l'analyse de sentiments sur un média social tel que Twitter mais aucune prise de décision n'était étudiée. Deux articles qui traitaient de tableaux de bord dans le secteur éducatif, avec une vision macroscopique de la perception de l'utilisation des données, ne correspondaient pas aux besoins. Un article étudié la prise de conscience de l'empreinte numérique et la perception de la population vis-à-vis du Big Data. Là

encore, cet article ne correspondait pas aux besoins de recherche. Les 4 articles ont été retirés de l'ensemble d'analyse.

3. Mauvaises utilisations des termes décrivant les technologies de l'industrie 4.0 : Deux articles ne traitent pas de la technologie de simulation telle que décrite par [5] mais plus des jeux sérieux décrits par l'expression "simulation game" ou l'utilisation du mot-clef "mental simulation". Deux articles traitent des modèles psychologiques d'acceptation de la technologie (TAM), particulièrement appliqué à la technologie du "Big Data" mais n'utilisent pas les technologies de l'industrie 4.0. Un article utilise l'expression "cloud" pour représenter la perturbation du modèle par le phénomène de regret, alors qu'un autre utilise la mention "cloud model" pour définir le modèle largement utilisé dans l'évaluation des risques de sécurité. Dans ces deux articles, la mention "cloud" ne représentait pas la technologie infonuagique. Finalement, un article a été mal classé avec le mot-clé automatique "simulation" par le moteur de recherche **Web of Science** alors qu'il utilisait un modèle architectural théorique. Par conséquent, le terme "simulation" a été mal utilisé. Ici 7 articles ont été retirés.

Ainsi, après les critères d'exclusions détaillés précédemment, il reste un total de 29 articles. Ce nombre limité d'articles permet déjà de conclure que la thématique de recherche est encore peu développée.

3 RESULTATS

Tout d'abord, une analyse descriptive succincte permettra de présenter les caractéristiques générales des articles sélectionnés, puis une analyse plus détaillée de contenu visera à répondre aux questions de recherche.

3.1 Analyse descriptive

L'évolution du nombre d'articles pertinents publiés par an est présentée dans la figure 2.

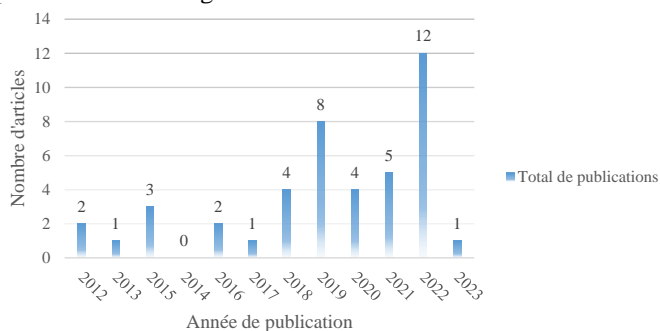


Figure 2. Évolution du nombre de publications annuelles entre 2010 et 2022

Bien que le nombre total d'articles reste faible, l'évolution annuelle du nombre d'articles pertinents publiés, en date du 18 janvier 2023, montre l'intérêt croissant de la communauté scientifique pour ce sujet encore naissant bien que l'année 2020 ait été fortement impactée par la pandémie de COVID-19.

D'un point de vue thématique une écrasante majorité des articles sélectionnés porte sur **Big Data & Analytics** et utilisent principalement les outils d'apprentissage machine.

3.2 Analyse qualitative

L'étape d'extraction des résultats est guidée par les questions de recherche précédemment définies. L'extraction des données et le suivi statistique sont réalisés suite à la lecture des résumés de chacun des articles sélectionnés. Les résultats obtenus sont synthétisés afin de dégager de possibles axes de recherche en répondant aux trois questions de recherche précédemment définies.

Dans le domaine de la construction, [6] analysent la relation entre la personnalité et le comportement de sécurité basée sur une taxonomie de la personnalité. [22] déterminent la relation entre les facteurs sociaux et la perception du danger chez les individus. [31] explique les mécanismes d'occurrence des comportements dangereux en construction par la théorie de la double attitude.

Toujours dans le domaine de la construction, [6] utilise les technologies d'analyse de données (machine learning) avec une comparaison de différents outils. Les performances du modèle de régression linéaire sont comparées à celle d'un réseau de neurones Feedforward utilisant la back-propagation et l'optimisation Levenberg-Marquardt. On retrouve également deux études utilisant la technologie de **Simulation**. En effet, [22] utilise un modèle de simulation dynamique de système tout comme [32]. La source de données diffère cependant. [32] paramètre le modèle de simulation en combinant les coefficients de corrélations observés dans la littérature. [22] ajoute à l'utilisation de la littérature, les données obtenues par sondage.

Dans le domaine du transport, [11] déterminent le rôle des caractéristiques propres du conducteur pour la modélisation des comportements au volant. Ici, les auteurs utilisent les technologies du **Big Data & Analytics** avec des outils d'apprentissage machine tel que le Hierarchical Clustering, la régression linéaire et l'analyse des composantes principales (PCA).

Dans le domaine des organisations et RH, [25] proposent de comprendre les réactions des employés à la (in)justice distributive, procédurale et interactionnelle. [15] prédisent la performance des individus et des équipes de travail en fonction de l'analyse des valeurs individuelles et des personnalités. [17] évaluent les caractéristiques d'une personne sur la base d'une trace numérique. Cette recherche peut être liée à [21] qui propose une revue de littérature portant sur la prédiction de traits de personnalité pertinent pour le département des ressources humaines à partir de l'utilisation des médias sociaux. [8] utilisent des interfaces adaptatives basées sur l'analyse du langage et des réseaux sociaux pour aider la prise de décision des managers. Finalement, [13] identifient les tendances en recherche pour l'analyse des sentiments et l'extraction d'opinions par une approche de gestion des connaissances dans les organisations. Dans ce domaine, la technologie la plus représentée est celle du **Big Data & Analytics**. [15] utilisent l'apprentissage machine avec des outils tels que les SVM, XGBoost, SDG et la régression linéaire tandis que [25] utilisent l'apprentissage profond avec un modèle de prédiction basé sur un réseau de neurones artificiels. [17] propose de construire une ontologie pour ensuite l'utiliser dans des modèles d'apprentissage machine. Les articles [21, 8, 13] ne spécifient pas d'outils particuliers puisqu'il s'agit de revues de littératures.

Le domaine des industries de services sont fortement représentées.

Dans le secteur du e-commerce, [9] proposent un modèle de classification de produits basés sur les caractéristiques des produits et les sentiments des consommateurs. [20] évaluent quels sont les éléments les plus impactant dans la décision d'achat d'un consommateur lorsque celui-ci se base sur les commentaires de la communauté. [28] examinent comment les préférences émotionnelles et thématiques des consommateurs pour les produits affectent leur décision d'achat par une analyse linguistique.

Dans le secteur de l'hôtellerie, [18] identifient les indicateurs clés, perçus par les voyageurs, liés à la gestion environnementale et à la durabilité des hôtels. [23] expliquent le processus de prise de décision des voyageurs pour l'organisation de leurs voyages par l'analyse de sentiments.

Dans le secteur du tourisme, [27] analysent l'impact de la réalité virtuelle durant la pandémie de COVID-19 sur l'intention de voyage des consommateurs. [26] déterminent les facteurs orientant positivement ou négativement les avis laissés par les touristes vis-à-vis d'une destination.

Finalement, dans le secteur du commerce de détail, on retrouve un nombre important de revues de littérature. [10] proposent une revue de littérature portant sur l'attitude des managers de la distribution envers les nouveaux outils de capture des émotions des clients pour la prise de décision. [14] synthétisent les recherches portant sur la détection des émotions des consommateurs à partir des données des médias sociaux pour adapter les stratégies de marketing des compagnies. [29] traitent de l'influence des facteurs individuels sur la perception du type de magasin (en ligne ou non) et du comportement d'achat des consommateurs. [32] font émerger les tendances en merchandising et les thèmes importants liés tels que la réalité virtuelle et augmentée ainsi que les comportements clients. Enfin, [33] compare le pouvoir explicatif et prévisionnel des méthodes d'extraction de sentiment (marketing), sur plusieurs années, pour des mesures quotidiennes de l'état d'esprit des clients obtenues à partir de données d'enquête (sondages).

Les outils utilisés sont très variés. Certaines études utilisent des modèles d'analyses commerciaux [9, 18, 33], tandis que d'autres se basent sur des analyses mathématiques. Ainsi, [23] propose de comparer les performances d'outils comme les intégrales de Choquet, la moyenne arithmétique pondérée, la moyenne pondérée ordonnée et un modèle linéaire. [27] propose d'utiliser un modèle d'équation structurelle des moindres carrés partiels pour son analyse. Il est intéressant de noter que [27] traite de l'utilité et de l'acceptation de la technologie de réalité virtuelle en utilisant l'analyse de données. [20] propose une décomposition algébrique SVD puis une analyse factorielle exploratoire (EFA) et une régression de type Tobit. [26] utilise quant à lui les outils de régression logistique et linéaire. [28] utilise des outils plus proches de l'apprentissage machine tel que les réseaux bayésiens, le support vector machine (SVM) ainsi que Latent Dirichlet Allocation (LDA) et Importance-Performance Analysis (IPA). Le SVM est également utilisé dans l'étude [33] où il est comparé à Sentiment Extraction Tool (SET) ou à des solutions logicielles commerciales telles que Linguistic Inquiry et Word Count (LIWC). Il est à noter que l'article [10] propose un algorithme de segmentation propre permettant de regrouper les commentaires aux sentiments les plus proches. L'article [10] ne détaille pas les outils utilisés mais spécifie qu'il s'agit d'une analyse par apprentissage machine. [14, 29, 32] ne spécifient pas d'outils particuliers puisqu'il s'agit de revues de littératures.

Dans le domaine de la finance, [16] évalue les prix des actifs sur les marchés boursiers à partir de l'analyse de sentiments et [19] présente un modèle mesurant et analysant les actifs incorporels liés à la réputation des écosystèmes numériques et leurs impacts sur les actifs tangibles. Dans ce domaine, seule la technologie **Big Data & Analytics** est représentée. L'apprentissage profond est utilisé dans l'article [16] avec un modèle basé sur les LSTM (RNN). L'article [19] ne détaille pas les outils utilisés cependant il mentionne le recours à la fouille de données.

Dans le domaine de la gestion des risques, [30] définissent un nouveau cadre d'évaluation et d'atténuation des cyber-risques basé sur l'exploration et l'analyse de sentiments des textes présents sur des forums de hackers. [34] proposent un modèle de prédiction des risques d'une attaque par un individu particulier basé sur différents traits de personnalités et différents contextes.

Dans ce domaine, les technologies de **Big Data & Analytics** et **Simulation** sont représentés. Ainsi, [30] utilise les algorithmes de classification multiclassés CART, k-Nearest Neighbor (k-NN), Ensemble Boosted Tree, Multinomial Logit et Hierarchical Logit. [34] utilise, quant à lui, la simulation dynamique de système (simulation Monte-Carlo et analyse de sensibilité) afin de construire le modèle de prévision Bayesian belief network (BBN) pour la prévision des attaques.

Dans le domaine de la gestion de crise, [24] proposent un modèle permettant de comprendre les préoccupations des utilisateurs de médias sociaux en temps réel durant une crise. Bien que le résumé de cet article ne mentionne aucun des outils utilisés, l'analyse des mots-clés permet de faire ressortir la notion d'analyse de sentiments. Cette notion est définie dans le résumé de [13] et peut-être classé dans la technologie **Big Data & Analytics** car elle utilise principalement des algorithmes d'intelligence artificiels sur des données textuelles.

Dans le domaine de la logistique, on retrouve uniquement des cas d'étude manufacturier avec des sujets de recherche très proches portant sur la logistique inversée par l'analyse des médias sociaux. [7] analysent les réactions positives et négatives des clients pour prendre des décisions stratégiques en matière de logistique inverse, tandis que [12] élaborent les stratégies à logistique inverse selon l'analyse des réactions positives/négatives des consommateurs.

Ces deux articles sont intéressants car ils traitent de problématiques similaires en utilisant cependant, des outils différents. En effet, les deux articles proposent une analyse de sentiment basé sur les réseaux sociaux (Twitter). [7] utilise une approche basée sur l'apprentissage profond avec le développement d'un modèle hybride CNN-LSTM. [12], quant à lui, utilise une approche basée sur l'apprentissage machine avec la combinaison des algorithmes tel que le modèle bayésien naïf, la Machine à vecteurs de support (SVM) et la méthode de l'entropie maximale associés à un mécanisme de vote.

On note que l'analyse de sentiments basée sur l'analyse des réseaux sociaux [14,7,12] et des commentaires en ligne [9,18,20,23] est particulièrement utilisée.

Globalement, cette recherche permet de souligner l'importance des bases de données libres d'accès et des API pour l'avancée de la recherche dans un secteur particulier. En effet, trois des quatre études liées au tourisme et à l'hôtellerie portent les

données issues de l'API *TripAdvisor* [18,23,26]. Les API des plateformes de e-commerce comme Amazon [9,20] ou son équivalent chinois [28] sont aussi utilisés.

l'API de *Twitter* est également largement présente dans les articles sélectionnés. Mais, contrairement aux autres, cette base de données est transversale à plusieurs domaines [7,12,17,24].

On observe aussi différentes thématiques qui orientent les travaux. La figure 4 représente la répartition des articles sélectionnés, selon le thème de recherche abordé et le domaine d'application étudié.



Figure 4. Répartition des articles sélectionnés par thème et par domaine d'application

Les notions de Santé et Sécurité sont observées dans les articles traitant de l'industrie de la construction [6, 22, 31] mais également dans le secteur du transport [11].

La notion de bien-être est quant à elle plutôt reliée aux organisations [25]. Cependant, [25] peut être considéré comme une étude portant sur la psychologie des travailleurs. Cette thématique de recherche est d'ailleurs la plus largement représentée dans le secteur d'application des organisations [15, 17].

On retrouve également la thématique psychologique appliquée aux ressources humaines [21] et au tourisme [26]. Finalement, les thématiques de gestion des connaissances et de management sont également étudiées dans les organisations avec les articles [13] et [8] respectivement.

Dans la thématique de management, on retrouve également une étude appliquée à la gestion de crise [24].

La thématique de gestion du risque est quant à elle appliquée au secteur de la protection civile [34] mais aussi au secteur informatique avec la notion de cybersécurité [30].

Il est intéressant de noter que les industries manufacturières s'intéressent particulièrement à la logistique [7, 12] alors que les entreprises de service sont plus portées sur la thématique marketing. C'est d'ailleurs cette thématique qui est le plus largement représentée dans l'ensemble des articles extraits.

Les recherches portant sur le marketing sont principalement liées à des concepts appliqués au e-commerce [9, 20, 28], à la vente de détail [10, 14, 29, 32, 33], à l'hôtellerie [18, 23] et au tourisme [27]. L'objectif principal de ces études est d'augmenter les ventes en redéfinissant les stratégies commerciales et marketing, en fonction des évaluations des clients, pour répondre au mieux à leurs exigences. Les

évaluations sont recueillies sur les réseaux sociaux mais aussi et surtout sur les commentaires en lignes des différents sites fournisseurs de services (*TripAdvisor* ou *Amazon*). La notion d'analyse des sentiments est d'ailleurs très présente dans les études reliées au marketing.

Certains articles déterminent la tendance des individus à prendre des risques afin d'être utilisé comme entrée de modèles pour la prédiction des performances individuelles et d'équipe [15] ou des comportements en matière de sécurité des travailleurs de la construction [6]. Seul [11] prend en compte le processus décisionnel dans son modèle.

4 DISCUSSIONS

Les analyses proposées précédemment permettent de répondre aux différentes questions de recherches proposées à la section 2.

4.1 RC1 : Que mesure-t-on lors de l'analyse des émotions pour la compréhension du comportement décisionnel humain ?

Le langage est l'élément le plus largement analysé dans les études proposées. L'analyse de sentiments sur les commentaires en ligne ou les médias sociaux permettent de classifier les émotions des consommateurs. Cette information est par la suite utilisée pour la prise de décision des gestionnaires dans la définition des stratégies marketing, la définition des politiques de gestion des ressources humaines ou encore les stratégies de gestion de la logistique inverse. Cependant, bien que les décideurs utilisent les émotions pour prendre des décisions, le processus de décision de l'utilisateur lui-même reste inexplicé. Ainsi, la véritable valeur de l'analyse du langage pour comprendre le processus de décision reste à déterminer.

4.2 RC2 : Quels sont les outils employés pour l'analyse des émotions impactant comportement décisionnel humain ?

Comme mentionné précédemment, le processus de prise de décision est encore peu exploré dans la littérature. Cependant, la revue de littérature systématique a permis de mettre en exergue la prédominance et la variété d'outils utilisés de la technologie **Big Data & Analytics**.

On retrouve principalement des outils de segmentation tels que les SVM, CART, k-Nearest Neighbor (k-NN), Ensemble Boosted Tree, Multinomial Logit, Hierarchical Logit ou encore Hierarchical Clustering. Ces outils sont particulièrement associés à l'analyse de sentiments.

Des outils mathématiques et de régression sont aussi largement représentés. Les performances d'outils comme les intégrales de Choquet, la moyenne arithmétique pondérée, la moyenne pondérée ordonnée et de modèles linéaires sont comparées. On retrouve aussi l'utilisation de modèles d'équation structurelle des moindres carrés partiels mais aussi de modèles algébriques de décomposition SVD et d'analyses de facteurs (EFA). Différentes régressions sont également utilisées telles que la régression logistique et linéaire et Tobit.

L'apprentissage profond est également représenté mais en plus faible proportion. On retrouve l'utilisation de réseaux de neurones FeedForward (FNN), convolutionnel (CNN) et récurrents (RNN et LSTM). Ces réseaux peuvent aussi être combinés pour former des modèles hybrides (CNN-LSTM).

Au contraire, la technologie **Simulation** se distingue par l'unicité de l'outil utilisé. En effet, les seules études traitant de simulation utilisent la simulation de systèmes dynamiques (SD).

4.3 RC3 : *Quels sont les secteurs d'activités dans lesquels l'analyse des émotions pour la compréhension du comportement décisionnel humain est utilisée ?*

Les secteurs d'activités sont variés : Construction, E-Commerce, Hotellerie, Transport, Manufacturing, Companies, Retail, Stock market, Digital Ecosystems, Human Resources, Crisis management, Tourisme, Computing et Civil protection. Cependant, les industries de services sont les plus fortement représentées et sont principalement associées à des recherches marketing. Les recherches en santé et sécurité sont également fortement représentées mais elles sont largement dominées par des études dans le secteur de la construction. Finalement, il semble pertinent de noter que les deux seules études portant sur l'industrie manufacturière traitent exclusivement de la thématique de logistique inverse.

Il est important de souligner la vaste variété des résultats obtenus. La revue de littérature visait initialement l'étude des comportements humains en industrie. Cependant, des domaines tels que le Marketing ou le Bien-être ont émergé au sein du corpus d'article analysé. Cette variété de sujets traités et leurs éloignements avec le thème industriel initialement visé laissent entrevoir un axe d'amélioration possible. Un raffinement de la requête pour circonscrire l'étude et être plus efficient dans l'atteinte de l'objectif fixé devrait être envisagé dans le futur.

5 CONCLUSION

L'industrie 5.0 place l'opérateur au cœur d'une industrie numérique et connectée. La prise en compte des émotions est essentielle dans la compréhension du comportement décisionnel humain. C'est pourquoi une revue de littérature systématique a été entreprise afin d'évaluer l'impact des émotions sur comportement décisionnel humain en industrie par technologies de l'industrie 4.0.

Le langage est de loin l'élément le plus analysé dans la littérature sur cette thématique. Particulièrement grâce à l'analyse de sentiments effectuée sur les réseaux sociaux et les commentaires en ligne. Le marketing dans l'industrie du service comme le tourisme, l'hôtellerie ou le e-commerce en est d'ailleurs le principal utilisateur. Mais la technologie numérique du **Big Data & Analytics** est fortement représenté dans une multitude de secteurs tels que la psychologie, la construction ou encore en gestion de risques. La variété d'outils utilisée est également intéressante. L'analyse de données peut être menée à l'aide d'outils purement mathématiques, d'approches d'apprentissage machine ou même d'apprentissage profond.

Les réponses aux questions de recherche montrent que les émotions sont encore très peu utilisées pour expliquer le processus de décision humaine. Cependant, différents outils permettent d'utiliser les émotions pour comprendre les comportements et guider les utilisateurs vers des choix. Ainsi, la mesure des émotions existe dans la littérature mais il est encore difficile de faire clairement le lien entre les émotions et le processus de prise de décision humaine.

Cependant, il est intéressant de noter qu'aucune des études n'utilise des données de fabrication. Ceci est surprenant étant donné le volume élevé de décisions prises dans cet environnement.

Comprendre l'impact sur le processus de prise de décision des opérateurs dans le secteur de la fabrication reste un domaine de recherche ouvert.

6 REFERENCES

1. Brodeur, J., Pellerin, R., Deschamps, I.: Collaborative approach to digital transformation (CADT) model for manufacturing SMEs. *J. of Manufacturing Technology Management* 33(1), 61–83 (2022)
2. Zizic, M.C., Mladineo, M., Gjeldum, N., Celent, L.: From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology. *Energies* 15(14), 5221 (2022)
3. Abdel-Ghaffar, E.A., Wu, Y., Daoudi, M.: Subject-Dependent Emotion Recognition System Based on Multidimensional Electroencephalographic Signals: A Riemannian Geometry Approach. *IEEE Access* 10, 14993-15006 (2022)
4. Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P.: Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management* 14(3), 207–222 (2003)
5. Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., TamayoGiraldo, S., Barbaray, R.: The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *Int. J. of Production Research* 56(3), 1118-1136 (2018)
6. Gao, Y., Gonzalez, V.A., Wing Yiu, T., Cabrera-Guerrero, G.: The Use of Machine Learning and Big Five Personality Taxonomy to Predict Construction Workers' Safety Behaviour. *arXiv*. pp.34 (2019)
7. Shahidzadeh, M.H., Shokouhyar, S., Javadi, F., Shokoohyar, S.: Unscramble social media power for waste management: A multilayer deep learning approach. *Journal of Cleaner Production* 377, pp.134250 (2022)
8. See, S.: Big data applications: Adaptive user interfaces to enhance managerial decision making. 17th Int. Conf. on Electronic Commerce 2015 (ICEC '15), Association for Computing Machinery, New York, USA (03-05 August 2022)
9. Kauffmann, E., Peral, J., Gil, D., Ferrandez, A., Sellers, R., Mora, H.: Managing marketing decision-making with sentiment analysis: an evaluation of the main product features using text data mining. *Sustainability* 11(15), 4235 – 4254. (2022)
10. Pantano, E., Dennis, C., Alamanos, E.: Retail Managers' Preparedness to Capture Customers' Emotions: A New Synergistic Framework to Exploit Unstructured Data with New Analytics. *British Journal of management* 33(3), 1179–1199 (2022)
11. Witt, M., Kompaß, K., Wang, L., Kates, R., Mai, M., Prokop, G.: Driver profiling – Data-based identification of driver behavior dimensions and affecting driver characteristics for multi-agent traffic simulation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 64, 361 – 376 (2019)
12. Ahmadi, S., et al.: The bright side of consumers' opinions of improving reverse logistics decisions: a social media analytic framework. *Int. J. of Logistics Research and Applications* 25(6), 977-1010 (2022)
13. Casas-Valadez, M.A., et al.: Research trends in sentiment

- analysis and opinion mining from knowledge management approach: A science mapping from 2007 to 2020. In: 2020 Inter. Conf. on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing and Technologies (3ICT), IEEE, Sakheer, Bahrain (20-21 December 2020)
14. Madhala, P., et al.: Systematic literature review on customer emotions in social media. 5th European Conf. on Social Media ECSM 2018, Academic Conferences and Publishing International, pp. 154 – 162 (21 - 22 June 2018)
 15. Altuntas, E., Gloor, P.A., Budner, P.: Measuring Ethical Values with AI for Better Teamwork. *Future Internet* 15(5), 133 – 161 (2022)
 16. Eachempati, P., Srivastava, P.R., Kumar, A., Tan, K.H., Gupta, S.: Validating the impact of accounting disclosures on stock market: A deep neural network approach. *Technological Forecasting and Social Change* 170, 556–569 (2021)
 17. Alamsyah, A., et al.: Ontology Modelling Approach for Personality Measurement Based on Social Media Activity. In: 6th Int. Conf. on Information and Communication Technology. IEEE, pp. 507-513, Bandung, Indonesia (2018)
 18. Saura, J.R., Reyes-Mendes, A., Alvarez-Alonso, C.: Do Online Comments Affect Environmental Management? Identifying Factors Related to Environmental Management and Sustainability of Hotels. *Sustainability* 10(9), 3016 (2018)
 19. Casado-Molina, A.M., Ramos, C.M.Q., Rojas-de-Garcia, M.M., Sanchez, J.I.P.: Reputational intelligence: innovating brand management through social media data. *Industrial management & data systems* 120(1), 40–56 (2020)
 20. Ahmad, S.N., Laroche, M.: Analyzing electronic word of mouth: a social commerce construct. *Int. J. of Information Management* 37(3), 202–213 (2017)
 21. Subramanian, K.S., Sinha, V., Bhattacharya, S., Chaudhuri, K., Kulkarni, R.: A Literature Review on Human Behavioral Pattern through Social Media Use: A HR Perspective. *Int. J. of Cyber Behavior, Psychology and Learning* 3(2), 56–81 (2013)
 22. Ma, H., Wu, Z.G., Chang, P.: Social impacts on hazard perception of construction workers: A system dynamics model analysis. *Safety Science* 138, 105240 (2021)
 23. Vu, H.Q., Li, G., Beliakov, G.: A fuzzy decision support method for customer preferences analysis based on Choquet Integral. In: 2012 IEEE Int. conf. on Fussy systems. IEEE, pp. 1-8, Brisbane, Australia (10-15 June 2012)
 24. Attanasio, A., Jallet, L., Lotito, A., Osella, M., Rua, F.: Fast and effective decision support for crisis management by the analysis of people's reactions collected from twitter. *Communications in Computer and information Science* 539, 229–234 (2015)
 25. Abubakar, A.M., Behraves, E., Rezapouraghdam, H., Yildiz, S.B.: Applying artificial intelligence technique to predict knowledge hiding behavior. *Int. J. of Information Management* 49, 45–57 (2019)
 26. Bigne, E., et al.: What drives the helpfulness of online reviews? A deep learning study of sentiment analysis, pictorial content and reviewer expertise for mature destinations. *J. of Destination Marketing & Management* 20, 100570 (2021)
 27. Tan, K.L., Hii, I.S.H., Zhu, W.Q., Leong, C.M., Lin, E.: The borders are re-opening! Has virtual reality been a friend or a foe to the tourism industry so far?. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics* (2022)
 28. Luo, Y.Y., Yang, Z., Liang, Y., Zhang, X.X., Xiao, H.: Exploring energy-saving refrigerators through online e-commerce reviews: an augmented mining model based on machine learning methods. *Kybernetes* 51(9), 2768–2794 (2021)
 29. Hermes, A., Riedl, R.: Influence of Personality Traits on Choice of Retail Purchasing Channel: Literature Review and Research Agenda. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 16(7), 3299–3320 (2022)
 30. Biswas, B., Mukhopadhyay, A., Bhattacharjee, S., Kumar, A., Delen, D.: A text-mining based cyber-risk assessment and mitigation framework for critical analysis of online hacker forums. *Decision Support Systems* 152, 113651 (2020)
 31. Zhou, M., Chen, X.C., He, L., Ouedraogo, F.A.K.: Dual-Attitude Decision-Making Processes of Construction Worker Safety Behaviors: A Simulation-Based Approach, *Int. J. of Environmental Research and Public Health* 19(21), 14413 (2022)
 32. Munoz-Leiva, F., Lopez, M.E.R., Liebana-Cabanillas, F., Moro, S.: Past, present, and future research on self-service merchandising: a co-word and text mining approach. *European Journal of Marketing* 55(8), 2269–2307 (2021)
 33. Kubler, R.V., Colicev, A., Pauwels, K.H.: Social Media's Impact on the Consumer Mindset: When to Use Which Sentiment Extraction Tool? *J. of Interactive Marketing* 50, 136–155 (2020)
 34. Sticha, P.J., Axelrad, E.T.: Using dynamic models to support inferences of insider threat risk. *Computational and Mathematical Organization Theory* 22(3), 350-381 (2016)