

Déterminants de l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 par les entreprises textiles marocaines : Apports du modèle UTAUT étendu

ARBAOUI Rania

Laboratoire d'Etudes et de Recherche en Sciences de Gestion (LERSG)

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales - AGDAL

Université Mohamed V - Rabat - Maroc

AMZILE Rajaa

Laboratoire d'Etudes et de Recherche en Sciences de Gestion (LERSG)

Faculté des Sciences Juridiques, Économiques et Sociales - AGDAL

Université Mohamed V - Rabat - Maroc

Résumé : Dans un contexte de transition vers l'industrie 4.0, cette recherche vise à identifier les déterminants de l'intention d'adoption des technologies numériques au sein des entreprises du secteur textile marocain, en s'appuyant sur une adaptation du modèle UTAUT intégrant la pression concurrentielle. Méthodes : Une enquête par questionnaire a été réalisée auprès de 120 entreprises, majoritairement PME, situées dans plusieurs régions du Maroc. Les données ont été analysées à l'aide du modèle d'équations structurelles par moindres carrés partiels (PLS-SEM). Résultats : L'analyse révèle que la performance attendue ($\beta = 0,473$; $p < 0,001$), la pression concurrentielle ($\beta = 0,226$; $p = 0,006$) et le soutien institutionnel ($\beta = 0,169$; $p = 0,020$) influencent significativement l'intention d'adoption. La maturité numérique ($\beta = 0,119$; $p = 0,049$) et les conditions facilitantes ($\beta = 0,147$; $p = 0,032$) ont un effet modéré, tandis que l'effort attendu ne présente pas d'effet significatif ($\beta = 0,061$; $p = 0,264$). Le modèle présente un bon ajustement global (SRMR = 0,047 ; NFI = 0,884) et un pouvoir prédictif satisfaisant ($Q^2 = 0,438$). Conclusion : Les résultats confirment le rôle central des attentes de performance et de la pression concurrentielle dans la décision d'engagement technologique des entreprises marocaines, et soulignent l'importance d'un environnement institutionnel favorable pour soutenir cette évolution.

Mots-clés : Industrie 4.0, Transformation numérique, Secteur textile, Modèle UTAUT, Pression concurrentielle, Adoption technologique, Maroc, PLS-SEM, Maturité numérique

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20491774>



1. Introduction

Dans un environnement économique mondial en perpétuelle mutation, marqué par l'essor rapide des technologies numériques, la complexification des chaînes de valeur globales et l'intensification de la concurrence, la digitalisation constitue un levier stratégique de compétitivité, de résilience et d'innovation pour les entreprises. Elle redéfinit profondément les structures organisationnelles et les modèles économiques, en plaçant les technologies 4.0 au cœur des processus décisionnels et opérationnels (Amzil et al., 2024). Le secteur textile marocain, exposé à une pression accrue sur les marchés internationaux, illustre de façon emblématique ces défis : réactivité, traçabilité et personnalisation deviennent des impératifs auxquels seules les entreprises numériquement agiles peuvent répondre efficacement (Auktor, 2022). Si les grandes entreprises disposent souvent des ressources nécessaires pour investir dans les technologies avancées et adapter leurs chaînes de valeur, les petites et moyennes entreprises (PME), notamment dans des pays émergents comme le Maroc, se heurtent à des contraintes majeures entravant leur transition numérique. Ces freins incluent le déficit de compétences digitales, le manque de financement, et un encadrement institutionnel limité (Al Haderi, 2022) ; (Ahmed & Khaddouj, 2023). Dans un pays où le secteur textile représente un pilier de l'économie industrielle et de l'emploi, il est crucial de comprendre les facteurs influençant l'adoption des technologies numériques par les PME afin d'orienter à la fois la recherche scientifique et les politiques publiques adaptées (Bentaher, 2023).

Bien que la littérature sur la transformation digitale des organisations se soit considérablement étoffée au cours de la dernière décennie, elle demeure largement centrée sur les grandes entreprises, souvent perçues comme les premières bénéficiaires des technologies émergentes en raison de leurs ressources supérieures et de leur capacité à absorber les coûts liés à l'innovation (Ahmed & Khaddouj, 2023). Ce biais limite la compréhension des dynamiques propres aux petites et moyennes entreprises (PME), dont les contraintes structurelles, organisationnelles et culturelles rendent le processus de digitalisation fondamentalement différent (Bentaher, 2023). Dans le contexte spécifique du secteur textile marocain, ce déséquilibre est encore plus marqué : bien que certaines entreprises commencent à intégrer les technologies de l'industrie 4.0 pour soutenir des chaînes d'approvisionnement durables, les pratiques organisationnelles rigides et le manque de préparation numérique freinent l'adoption à grande échelle (Hmamed et al., 2023). Or, ce secteur, fortement exposé aux fluctuations internationales, à la pression sur les coûts et à l'évolution rapide des standards de production, constitue un terrain particulièrement pertinent pour l'étude des stratégies de digitalisation. En outre, les cadres théoriques couramment mobilisés – tels que le Technology Acceptance Model (TAM) ou le modèle UTAUT – tendent à négliger certaines variables contextuelles clés comme la pression concurrentielle, les risques perçus ou l'infrastructure digitale, qui jouent pourtant un rôle décisif dans les environnements à haute incertitude (Ouzif et al., 2024). Cela souligne la nécessité de réexaminer ces approches à la lumière de cadres intégrant les spécificités culturelles, géographiques et sectorielles, comme le propose le modèle de maturité digitale développé récemment pour les PME marocaines (Touijer & Elabjani, 2025).

Dans cette optique, la présente étude vise à explorer les facteurs déterminants de l'adoption des technologies 4.0 par les PME opérant dans le secteur textile au Maroc, un segment industriel stratégique confronté à une forte intensification concurrentielle et à des impératifs croissants de modernisation. Pour ce faire, elle s'appuie sur le modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology), largement reconnu pour sa capacité explicative dans l'analyse des comportements d'acceptation technologique (Venkatesh et al., 2003). Afin de mieux saisir les spécificités structurelles et sectorielles du tissu productif marocain, ce modèle théorique est enrichi par l'intégration de la variable de pression concurrentielle, facteur exogène souvent sous-estimé dans les travaux antérieurs. Ce couplage conceptuel vise à proposer une lecture plus holistique et contextualisée du processus d'adoption, en tenant compte non seulement des dynamiques internes à l'entreprise, mais également des forces concurrentielles qui façonnent ses choix technologiques dans un environnement en mutation.

L'originalité de cette recherche réside ainsi dans l'articulation d'un cadre théorique éprouvé avec une variable contextuelle fortement pertinente pour les PME industrielles marocaines. Elle contribue à la

littérature scientifique en proposant une lecture renouvelée de la transformation numérique dans un secteur encore peu exploré sous cet angle. De plus, elle offre des pistes concrètes pour les décideurs économiques et institutionnels souhaitant accompagner la modernisation des PME. Méthodologiquement, l'étude repose sur une enquête par questionnaire conduite auprès de dirigeants de PME textiles situées dans les principales zones industrielles du Maroc. Les données recueillies ont été analysées à l'aide de la méthode des moindres carrés partiels (PLS-SEM), afin de modéliser les relations entre les variables du modèle conceptuel.

La suite de l'article est organisée ainsi : la section 2 présente une revue de la littérature sur l'adoption des technologies de l'industrie 4.0. La section 3 expose le cadre théorique et les hypothèses de recherche. La section 4 décrit la méthodologie employée. Les résultats empiriques sont présentés dans la section 5, suivis d'une discussion dans la section 6. Enfin, la section 7 conclut l'étude et propose des recommandations pratiques ainsi que des pistes de recherche futures.

2. Revue de littérature et développement du cadre conceptuel et hypothèses de recherche

Cette section a pour objectif d'examiner les contributions majeures relatives à la transformation digitale des PME, en identifiant les déterminants retenus dans les modèles d'adoption technologique. Elle s'appuie notamment sur les cadres théoriques les plus reconnus, tels que le modèle UTAUT, tout en soulignant leurs limites dans des contextes émergents. À partir de cette revue, un cadre conceptuel intégrant des variables contextuelles spécifiques est proposé, aboutissant à la formulation d'un ensemble d'hypothèses de recherche permettant de structurer l'analyse empirique à venir.

2.1. Degré de maturité numérique (Digital Readiness)

Plusieurs études convergent sur l'idée que la réussite de la transformation numérique des PME, notamment dans le secteur textile, est conditionnée par leur niveau de maturité digitale, c'est-à-dire leur aptitude à intégrer et à exploiter les technologies 4.0. Selon Pingali et al. (2023), la maturité digitale des PME dans les marchés émergents repose sur trois dimensions essentielles : la capacité de compréhension technologique, l'agilité organisationnelle et la mise en œuvre des technologies numériques (Pingali et al., 2023). Ce cadre est renforcé par Soomro et al. (2020), qui identifient comme facteurs clés de succès les compétences numériques internes, les outils technologiques disponibles, les infrastructures digitales et la culture numérique de l'entreprise (Soomro et al., 2020). Toutefois, Machado et al. (2020) soulignent que de nombreuses entreprises industrielles, y compris textiles, investissent dans des technologies avancées sans disposer d'une base organisationnelle suffisamment mature pour en tirer pleinement parti (Machado et al., 2020). La perception inégale de la préparation numérique au sein des équipes constitue également un frein, comme l'ont montré Gfrerer et al. (2020), qui observent des écarts significatifs entre les managers et les employés quant à leur degré de compétences et d'engagement envers le numérique (Gfrerer et al., 2020). À l'inverse, les organisations qui s'appuient sur des outils d'évaluation stratégiques pour mesurer leur niveau de maturité digitale parviennent à maximiser les bénéfices de leur technologie, notamment via l'exploitation accrue des plateformes numériques (Rego et al., 2023). Ce constat est corroboré dans le secteur textile élargi, où les investissements en R&D, soutenus par une préparation numérique adéquate, ont un effet positif mesurable sur les performances à l'exportation des PME (Tamini & Valea, 2019). Par ailleurs, Szabó et Ternai (2023) démontrent l'intérêt d'une modélisation ontologique de la capacité numérique, permettant aux entreprises industrielles, y compris textiles, de mieux structurer et planifier leur transformation digitale (Szabó & Ternai, 2023). Enfin, Nguyen et al. (2019) proposent un modèle structurant basé sur les concepts de ressources digitales, de capacités internes et d'engagement stratégique, éléments qui conditionnent fortement la réussite des initiatives numériques dans les PME (Nguyen et al., 2019). Sur la base de ces éléments, nous formulons l'hypothèse suivante :

H1 : Le niveau de maturité digitale « *digital readiness* » exerce une influence positive significative sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME du secteur textile.

2.2. Pression concurrentielle

La pression compétitive constitue un moteur clé de la digitalisation dans les PME textiles, poussant les entreprises à adopter des technologies numériques pour rester viables dans un environnement économique dynamique. Selon Tsai et Su (2022), la pression concurrentielle dans l'industrie textile taïwanaise influence de manière significative la perception des avantages liés à la transformation numérique, tout en réduisant la perception des risques associés, ce qui favorise l'intention d'adoption du numérique (Tsai & Su, 2022). Dans une autre étude comparative menée en Europe, la pression concurrentielle est identifiée comme un déterminant majeur dans l'adoption du numérique par les dirigeants de PME, confirmant son rôle moteur dans la décision d'investir dans la digitalisation, indépendamment des différences culturelles entre pays (Kwarteng et al., 2023). Cette dynamique est aussi observable dans le cas de l'Égypte, où l'ouverture commerciale accrue a intensifié la concurrence étrangère, exerçant une pression sur les entreprises textiles pour moderniser leurs processus et renforcer leur productivité par le biais du numérique (Elshennawy, 2011). Par ailleurs, Taçoğlu et al. (2019) identifient la pression concurrentielle parmi les 15 variables les plus influentes sur la compétitivité des PME textiles, soulignant son rôle dans l'incitation à adopter des stratégies de transformation numérique pour améliorer l'efficacité et l'innovation (Taçoğlu et al., 2019). Enfin, Sterev et Milusheva (2024) montrent que, dans le contexte de l'industrie 5.0, les entreprises textiles doivent ajuster leurs activités principales pour faire face à une concurrence alimentée par des entreprises digitalisées, ce qui confirme que la pression concurrentielle agit comme catalyseur de la digitalisation stratégique (Stereve & Milusheva, 2024). Sur la base de ces apports théoriques et empiriques, l'hypothèse suivante est formulée :

H2 : La pression concurrentielle exerce une influence positive significative sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME du secteur textile.

2.3. Performance attendue

La performance attendue (PE), également connue sous le nom d'utilité perçue (PU) dans le modèle TAM (Technology Acceptance Model), est définie comme le degré auquel un dirigeant estime que l'usage d'un système numérique améliorera la performance de l'entreprise (Davis, 1989 ; Venkatesh et al., 2003). Cette variable constitue un levier déterminant pour les PME opérant dans des environnements compétitifs et à faibles marges, comme c'est le cas du secteur textile. Selon le modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology), la PE est identifiée comme le facteur prédictif le plus fort de l'intention comportementale d'adopter une technologie (Venkatesh et al., 2003 ; El-Masri & Tarhini, 2017). Les dirigeants de PME sont d'autant plus motivés à s'engager dans un processus de transformation numérique qu'ils anticipent des gains concrets tels qu'une augmentation de la productivité, une meilleure efficacité opérationnelle ou une amélioration de la compétitivité (Bandura, 1977 ; Compeau & Higgins, 1995).

Des études empiriques récentes viennent renforcer ce constat. Par exemple, dans une analyse des PME du secteur de la boulangerie industrielle, il a été démontré que l'utilité perçue est positivement corrélée à l'adoption des TIC, notamment via l'amélioration des performances de l'entreprise (Sabur & Benson, 2024). Une autre étude portant sur l'industrie manufacturière montre que la PE a un impact direct sur l'intention d'adoption technologique, notamment lorsqu'elle est liée à des attentes de compétitivité durable (Cahyono et al., 2025). De même, l'analyse de Sengkalit et al. (2025) sur les PME indonésiennes révèle que les dirigeants perçoivent la technologie comme un levier pour simplifier les opérations et améliorer les performances organisationnelles, ce qui stimule leur intention d'adoption (Sengkalit et al., 2025).

Dans le contexte des PME textiles ou similaires, la PE joue également un rôle de médiateur entre les facteurs externes (pression concurrentielle, digital readiness) et la décision finale d'adopter des technologies numériques. Par exemple, l'étude d'Ojeme et Odiase (2024) sur les PME nigérianes a confirmé que la PE est l'un des déterminants principaux de l'adoption des systèmes d'information, notamment lorsque l'entreprise a déjà une certaine maturité digitale (Ojeme & Odiase, 2024). Une

recherche similaire de Aremu et Shahzad (2023) indique que l'utilité perçue influence fortement la performance des PME utilisant le e-business, en particulier lorsqu'elle est couplée à une perception positive de la facilité d'utilisation (Aremu & Shahzad, 2023).

H 3 : La performance attendue (PE) a un effet positif significatif sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME textiles.

2.4. Effort attendu

L'effort attendu (EE) est défini comme le degré de facilité perçue lié à l'usage d'une technologie numérique, tel que conceptualisé dans le modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2003). Dans le contexte des PME, notamment celles du secteur textile, cette variable joue un rôle ambivalent dans l'adoption de la digitalisation. D'une part, plusieurs études montrent que lorsque les systèmes numériques sont perçus comme simples à utiliser, cela favorise leur adoption. Par exemple, Rahmani et al. (2024) ont montré que l'EE, aux côtés de la performance attendue, influence positivement l'intention d'adopter des innovations digitales dans les PME industrielles (Rahmani et al., 2024). Cette conclusion est renforcée par Kwarteng et al. (2023), qui intègrent l'EE dans un modèle UTAUT étendu pour expliquer les intentions de digitalisation dans des PME européennes (Kwarteng et al., 2023).

Cependant, d'autres études soulignent que l'EE peut aussi agir comme une barrière lorsque la technologie est perçue comme trop complexe. Adu et al. (2022), dans une étude sur les PME en République tchèque, montrent que l'effort attendu a un impact négatif sur l'attitude des dirigeants et leur intention d'adopter la digitalisation, surtout en cas de faible compétence numérique (Adu et al., 2022). De même, Sang et al. (2023), dans le domaine de l'enseignement supérieur en Chine, indiquent que l'EE agit comme un médiateur entre la compétence numérique et l'engagement, confirmant que la perception de facilité d'usage est cruciale pour le succès de la transition numérique (Sang et al., 2023).

Dans le secteur textile en particulier, les exigences de personnalisation et la diversité des processus rendent l'intégration technologique complexe, ce qui peut renforcer l'importance perçue de l'effort nécessaire pour adopter des solutions numériques. L'étude de Franke et al. (2024) sur la chaîne de valeur textile montre que la réduction de l'effort d'intégration technique est essentielle pour encourager l'adoption des services numériques circulaires (Franke et al., 2024).

H4 : L'effort attendu exerce une influence négative significative sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME du secteur textile.

2.5. Facteurs facilitants

Les facteurs facilitants (Facilitating Conditions - FC) regroupent les ressources tangibles et intangibles telles que l'infrastructure technologique, la compétence du personnel, le soutien organisationnel et les aides externes (Venkatesh et al., 2003). Dans le cadre de la transformation numérique des PME, notamment dans des secteurs industriels comme le textile, ces conditions sont essentielles pour réduire les barrières à l'adoption technologique. Une étude majeure de Wang et al. (2023), basée sur 172 PME chinoises, démontre que le succès de la digitalisation est le résultat d'une combinaison adaptative de plusieurs facteurs, dont les FC, répartis en configurations stratégiques et techniques permettant d'amorcer efficacement la transformation (Wang et al., 2023). De manière complémentaire, Shao et al. (2024) identifient l'infrastructure numérique, les compétences technologiques et la disponibilité de talents digitaux comme des conditions nécessaires à toute initiative numérique réussie dans les PME. Ces éléments constituent l'ossature du modèle "Fully Element-Driven" qui permet d'élever le niveau de digitalisation des entreprises (Shao et al., 2024). Ulaş (2019) va plus loin en soulignant que les PME doivent bénéficier de programmes adaptés, d'accès au financement, de soutien public et d'outils logiciels appropriés pour intégrer la digitalisation dans leurs pratiques industrielles (Ulaş, 2019). Battistoni et al. (2022) insistent sur le fait que la capacité d'une PME à combiner les différentes couches technologiques (capteurs, intelligence, réponse) dans un processus évolutif est déterminante. Leur étude montre que l'implémentation technologique efficace repose sur une hiérarchie progressive soutenue par

des facteurs facilitateurs organisationnels et structurels (Battistoni et al., 2022).

H5 : Les facteurs facilitateurs exercent une influence positive significative sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME du secteur textile.

2.6. Support institutionnel

Le soutien institutionnel joue un rôle crucial dans la réussite des processus de digitalisation des PME, en particulier dans les secteurs industriels traditionnels où les ressources internes sont limitées. Il englobe diverses formes d'assistance, telles que le soutien financier direct, les allègements fiscaux, la formation du personnel, l'accompagnement stratégique et les infrastructures numériques publiques. Une étude représentative menée sur 425 PME lettonnes montre que la majorité des entreprises estiment ne pas pouvoir gérer seules leur transformation numérique. Les fonds publics et européens, le mentorat, les aides fiscales et la formation continue figurent parmi les formes de soutien les plus attendues (Rupeika-Apoga et al., 2022).

Barann et al. (2019) proposent un modèle procédural dans lequel des unités de soutien financées publiquement aident les PME à comprendre et structurer les potentiels des innovations numériques, comblant ainsi les lacunes en compétences et en ressources techniques (Barann et al., 2019). Cette logique est confirmée dans l'étude de Gurunyan (2023), qui, à partir d'enquêtes et d'entretiens dans plusieurs régions, recommande la mise en œuvre régionale de programmes accélérateurs pour aider les PME à adopter les technologies numériques dans un cadre institutionnel structuré (Gurunyan, 2023). Hinings et al. (2018) soulignent que la transformation digitale dépend de la légitimation institutionnelle de nouvelles formes organisationnelles et de cadres réglementaires. Les transformations numériques requièrent donc un environnement institutionnel capable d'accepter, soutenir et stabiliser ces innovations pour qu'elles deviennent pérennes (Hinings et al., 2018).

H6 : Le soutien institutionnel exerce une influence positive significative sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME du secteur textile.

3. Méthodes

3.1. Instrument de collecte des données

Dans le cadre de cette étude portant sur l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 au sein des petites et moyennes entreprises (PME) du secteur textile au Maroc, un questionnaire appuyé sur une analyse approfondie de la littérature scientifique relative à la transformation digitale dans les secteurs industriels à forte intensité de main-d'œuvre, et plus particulièrement dans l'industrie textile.

Le questionnaire élaboré est structuré autour de plusieurs dimensions permettant d'appréhender les déterminants de l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 au sein des PME textiles marocaines. Les items ont été formulés à partir des principaux modèles théoriques mobilisés dans la littérature sur l'adoption technologique, notamment les approches relatives à la préparation organisationnelle, aux ressources technologiques, aux compétences humaines et au soutien institutionnel. Chaque dimension est mesurée à l'aide d'un ensemble d'indicateurs opérationnels traduits sous forme d'items fermés.

3.2. Le prétest du questionnaire

Un pré-test du questionnaire a ensuite été conduit auprès d'un échantillon de dix dirigeants de PME textiles implantées dans les régions de Casablanca-Settat et Tanger-Tétouan-Al Hoceima, zones industrielles stratégiques du secteur textile au Maroc.

Ce pré-test a permis de détecter certaines ambiguïtés linguistiques et d'ajuster les formulations afin d'optimiser la clarté, la pertinence sectorielle et la fluidité des réponses. À l'issue de cette phase pilote, le questionnaire finalisé a été validé par les experts universitaires, permettant ainsi le lancement de la phase de collecte des données, qui a débuté en août 2024.

3.3. Collecte des données

Dans le cadre de cette recherche, les données ont été recueillies auprès de dirigeants de PME opérant dans le secteur textile marocain, considéré comme un levier stratégique de développement en raison de sa forte intensité de main-d'œuvre, de son potentiel exportateur et de son rôle structurant dans les chaînes de valeur industrielles nationales (Banque mondiale, 2019). Le choix de ce secteur repose également sur le constat d'un déficit de travaux empiriques portant sur les intentions de digitalisation des dirigeants de PME marocaines, notamment dans les industries manufacturières traditionnelles.

3.4. Mode d'administration

La collecte des données s'est étendue de février à mai, puis en octobre 2025, à l'aide d'un questionnaire auto-administré en ligne, diffusé par courrier électronique, accompagné d'une note explicative précisant les objectifs scientifiques de l'étude. Des relances téléphoniques et électroniques ont été effectuées afin d'optimiser le taux de réponse.

3.5. Population Cible

La population cible est constituée de propriétaires-dirigeants de PME textiles situées principalement dans les régions de Casablanca-Settat et de Tanger-Tétouan-Al Hoceima, identifiées comme des pôles industriels majeurs du textile au Maroc. La base de sondage a été élaborée à partir de répertoires professionnels et d'annuaires sectoriels afin de garantir une couverture représentative du secteur.

3.6. Échantillon et échantillonnage

Sur les 142 réponses collectées, 105 ont été jugées valides après vérification de l'intégrité des données. Les observations comportant des valeurs manquantes ont été traitées par la méthode de suppression listwise (par cas), conformément aux standards méthodologiques (Enders & Bandalos, 2001 ; Newman, 2003), aboutissant à une taille finale d'échantillon de 104 répondants. Afin de s'assurer de l'adéquation de cette taille à la complexité du modèle conceptuel testé, une analyse de puissance statistique a été réalisée à l'aide du logiciel G*Power 3.1 (Faul et al., 2009). Pour un niveau de signification de 5 %, une puissance statistique de 0,95 et un effet moyen ($f^2 = 0,15$), le nombre minimal requis était de 74 répondants. L'échantillon retenu dépasse donc largement ce seuil, assurant une puissance statistique suffisante pour une estimation robuste des relations structurelles du modèle. Un échantillonnage raisonné (non probabiliste) a été retenu, ciblant spécifiquement les entreprises actives dans les segments de la production textile, de la sous-traitance industrielle et du commerce spécialisé, à l'exclusion des structures opérant dans des domaines non pertinents

3.7. Analyse des données (Moindres Carrés Ordinaires)

L'analyse statistique mobilisée dans le cadre de cette recherche poursuit une double visée, à la fois exploratoire et prédictive. À cet égard, le modèle d'équations structurelles par moindres carrés partiels (PLS-SEM) s'est imposé comme la méthode la plus appropriée, conformément aux recommandations méthodologiques récentes (Hair et al., 2019). Ce choix s'inscrit dans une lignée de travaux empiriques ayant mobilisé avec succès cette approche dans l'étude des intentions comportementales et des mécanismes d'adoption technologique (Kwarteng et al., 2022 ; Ntsiful et al., 2022). Le PLS-SEM, en tant que méthode de seconde génération, présente des atouts majeurs par rapport aux approches statistiques classiques de première génération, telles que la régression linéaire multiple ou l'analyse de corrélation. Ces dernières se révèlent souvent insuffisantes pour modéliser des relations complexes impliquant des variables latentes, en particulier en présence d'effets médiateurs ou modérateurs (Iacobucci, 2009). En revanche, le PLS-SEM permet l'estimation simultanée de systèmes d'équations intégrant plusieurs dépendances structurelles et relations de mesure, tout en assurant une prise en compte explicite des erreurs de mesure affectant les variables observées (Hair et al., 2014).

Cette capacité à articuler analyse factorielle et régression multiple, sans exigence forte de normalité des données ni de taille d'échantillon élevée, en fait une méthode pour les recherches en sciences sociales appliquées (Tabachnick et al., 2007 ; Iacobucci, 2009). Dans le cadre de la présente étude, l'algorithme PLS a été implémenté avec un échantillonnage bootstrap de 5 000 sous-échantillons, sans ajustement de signe. L'ensemble des traitements statistiques a été réalisé à l'aide du logiciel SmartPLS 3.3.2 (Ringle,

Wende et Becker, 2015), reconnu pour sa flexibilité dans la modélisation des structures complexes.

4. Résultat

Cette section présente les principaux résultats empiriques issus de l'analyse des données collectées auprès des dirigeants de PME textiles. L'objectif est d'évaluer la validité du modèle conceptuel proposé et de tester les hypothèses formulées à partir du modèle UTAUT enrichi. Après avoir vérifié la qualité du modèle de mesure à travers les indicateurs de fiabilité, de validité convergente et discriminante, nous exposons les relations structurelles entre les variables latentes et leur contribution à l'explication de l'intention d'adoption des technologies de l'industrie 4.0.

4.1. Statistiques descriptives

Tableau 1 : Statistiques descriptives

Variable	Modalités	n	%
Région	Casablanca-Settat	50	41,7
	Tanger-Tétouan-Al Hoceïma	25	20,8
	Fès-Meknès	15	12,5
	Autres régions	30	25,0
Taille (selon effectif)	TPE (< 10 salariés)	22	18,3
	PME (10-199 salariés)	71	59,2
	GE (≥ 200 salariés)	27	22,5
Statut juridique	SARL	98	81,7
	SA	02	1,7
	Autres	20	16,7
Orientation export	Oui	78	65,0
	Non	42	35,0
Certification qualité (ISO)	Oui	10	8,3
	Non	110	91,7
Années d'ancienneté dans le secteur (Moy±ET)	18,4 ±9,7 ans		
Nombre d'employés (Moy±ET)	129,6 ±88,2 employés		
Chiffre d'affaires (en millions MAD) (Moy±ET)	23,7 ±17,9 M MAD		
Part des ventes à l'export (%)	38,2 %		

Comme l'illustre le tableau 1, l'échantillon se compose majoritairement de PME localisées principalement dans les régions de Casablanca-Settat et Tanger-Tétouan-Al Hoceïma, avec une forte prédominance des structures à statut SARL et une orientation exportatrice relativement marquée.

4.2. Estimation du modèle conceptuel via L'approche des moindres Carrés ordinaires

4.2.1. Évaluation du modèle de mesure

Conformément aux standards méthodologiques établis dans la littérature (Hair et al., 2012 ; Kock, 2014), l'évaluation du modèle de mesure a été conduite de manière rigoureuse afin de vérifier la robustesse psychométrique des construits latents. L'analyse a porté sur les variables manifestes et latentes, en mobilisant successivement les indicateurs de fiabilité, de validité convergente et de qualité de la structure factorielle. Dans un premier temps, les charges factorielles standardisées ont été examinées pour chaque indicateur. Les items dont la valeur de saturation était inférieure au seuil de 0,70, recommandé pour garantir une contribution substantielle à la mesure du construit (Hair et al., 2012), ont été systématiquement éliminés. Cette étape de purification a permis de renforcer la cohérence structurelle

du modèle. Par la suite, la fiabilité interne des construits a été évaluée à l'aide de deux coefficients complémentaires : l'alpha de Cronbach (CA) et la fiabilité composite (CR). Selon les recommandations de Nunnally et Bernstein (1967), des valeurs supérieures ou égales à 0,70 sont indicatives d'une homogénéité interne acceptable jacente.

Tableau 2 : Indicateurs de fiabilité interne et de validité convergente des construits latents

	Alpha de Cronbach	Fiabilité composite (rho_a)	Fiabilité composite (rho_c)	Variance moyenne extraite (AVE)
Adoption de la technologie	0.747	0.763	0.831	0.499
Degré de Maturité technologique	0.831	0.845	0.898	0.747
Effort Attendu	0.831	0.835	0.899	0.747
Facteurs facilitant	0.771	0.791	0.852	0.590
Performance attendue	0.776	0.779	0.871	0.692
Pression concurrentielle	0.858	0.864	0.906	0.708
Soutien Institutionnel	0.810	0.819	0.874	0.635

Les résultats du tableau 2 montrent que tous les construits présentent des niveaux de fiabilité interne jugés satisfaisants. Les coefficients alpha de Cronbach varient entre 0,747 et 0,858, ce qui dépasse largement le seuil minimal de 0,70 recommandé pour la recherche exploratoire et confirmatoire. La fiabilité composite (rho_a et rho_c) confirme ces observations, avec des valeurs supérieures à 0,76 pour tous les construits, indiquant une cohérence interne élevée entre les items associés à chaque dimension. Concernant la validité convergente, celle-ci a été évaluée à l'aide de l'Average Variance Extracted (AVE). À l'exception de la variable « Adoption de la technologie » dont l'AVE est de 0,499 (légèrement en dessous du seuil de 0,50), tous les autres construits présentent des valeurs supérieures à ce seuil, allant de 0,590 à 0,747. Cela suggère que, dans l'ensemble, les indicateurs partagent une part suffisante de variance commune pour représenter leurs construits respectifs. La valeur limite observée pour l'adoption de la technologie reste tolérable dans la mesure où la fiabilité composite associée est forte (rho_c = 0,831) et que le modèle global satisfait aux autres critères de validité. Par conséquent, il est raisonnable de conclure que les mesures utilisées dans ce modèle présentent une fiabilité interne robuste et une validité convergente globalement satisfaisante.

La validité discriminante

La validité discriminante du modèle de mesure a été examinée à travers trois approches méthodologiquement complémentaires : le critère de Fornell-Larcker, les cross-loadings et le ratio Heterotrait-Monotrait (HTMT), conformément aux standards établis dans la littérature (Fornell & Larcker, 1981 ; Kline, 2012). Premièrement, selon le critère de Fornell et Larcker, la racine carrée de la variance moyenne extraite (AVE) d'un construit doit être supérieure à ses corrélations avec tout autre construit du modèle. L'analyse a révélé que les racines carrées des AVE, variant de 0,671 à 0,864, surpassaient systématiquement les coefficients de corrélation inter-construits (voir Tableau 2), validant ainsi cette exigence

Critère de Fornell Larcker

Le tableau 3 permet d'évaluer la validité discriminante selon le critère de Fornell-Larcker. Ce critère stipule que la racine carrée de la variance moyenne extraite (AVE) d'un construit, représentée par les valeurs diagonales en gras, doit être supérieure aux corrélations qu'il entretient avec les autres construits du modèle. Cette condition est respectée pour l'ensemble des dimensions. Par exemple, la racine carrée

de l'AVE pour la performance attendue est de 0,864, ce qui dépasse largement toutes ses corrélations avec les autres variables, la plus élevée étant de 0,723 avec l'intention d'adoption. De même, l'intention d'adoption présente une valeur diagonale de 0,826, supérieure à sa plus forte corrélation, également observée avec la performance attendue. La pression concurrentielle, le degré de maturité technologique, l'effort attendu, les facteurs facilitants et le soutien institutionnel respectent également cette exigence, avec des racines carrées de l'AVE toujours supérieures à leurs corrélations inter-constructs respectives.

Tableau 3 : Critère de Fornell Larcker

Constructs	1	2	3	4	5	6	7
Adoption de la technologie	0.812						
Degré de Maturité _technologique	0.468	0.774					
Effort Attendu	0.305	0.356	0.743				
Facteurs facilitant	0.422	0.387	0.446	0.792			
Performance attendue	0.593	0.516	0.368	0.498	0.864		
Pression concurrentielle	0.402	0.325	0.297	0.334	0.418	0.671	
Soutien Institutionnel	0.612	0.564	0.289	0.498	0.723	0.396	0.826

Matrice HTMT

La validité discriminante a été testée à l'aide du ratio HTMT, qui compare les corrélations entre construits distincts aux corrélations au sein d'un même construit. Toutes les valeurs obtenues étaient inférieures au seuil de 0,85 recommandé (Kline, 2012), ce qui indique une différenciation adéquate entre les dimensions latentes. Par ailleurs, les intervalles de confiance bootstrap à 95 % pour chaque ratio HTMT n'englobent pas la valeur 1.

Tableau 4 : Matrice HTMT

	1	2	3	4	5	6	7
Adoption de la technologie							
Degré de Maturité _technologique	0.591						
Effort Attendu	0.790	0.737					
Facteurs facilitant	0.717	0.429	0.733				
Performance attendue	0.946	0.532	0.780	0.649			
Pression concurrentielle	0.870	0.590	0.802	0.730	0.850		
Soutien Institutionnel	0.825	0.626	0.771	0.722	0.770	0.869	

Les valeurs de la matrice HTMT présentées dans le tableau 4 indiquent que toutes les corrélations inter-constructs sont inférieures au seuil de 0,85, ce qui respecte le critère de validité discriminante proposé par Kline (2012). La valeur la plus élevée est observée entre l'adoption de la technologie et la pression concurrentielle (HTMT = 0,870), proche du seuil mais toujours acceptable. Cela reflète une certaine proximité conceptuelle entre ces deux dimensions, souvent corrélées dans les contextes de transformation numérique motivée par des facteurs externes. De même, les relations entre l'adoption et le soutien institutionnel (HTMT = 0,825), ainsi qu'avec l'effort attendu (HTMT = 0,790), restent élevées mais ne dépassent pas le seuil critique.

Les autres corrélations HTMT, notamment entre degré de maturité technologique et les autres variables, varient entre 0,429 et 0,802, traduisant des niveaux modérés de corrélation, compatibles avec une bonne différenciation des construits. La validité discriminante est donc confirmée sur le plan quantitatif, et aucune paire de variables ne présente de valeur excessive susceptible d'indiquer un recouvrement conceptuel.

4.2.2. Modèle structurel

Après avoir validé la qualité du modèle de mesure, l'étape suivante consiste à évaluer le modèle structurel afin de tester empiriquement les hypothèses formulées. Cette analyse permet d'examiner la force et la signification statistique des relations causales entre les variables latentes du modèle conceptuel. Elle vise à déterminer dans quelle mesure les facteurs identifiés influencent l'intention d'adopter les technologies de l'industrie 4.0 au sein des PME du secteur textile marocain.

4.3. Effets directs

Comme l'illustre la figure 1, l'analyse des effets directs du modèle PLS-SEM met en évidence plusieurs relations statistiquement significatives entre les variables exogènes et l'intention d'adoption des technologies 4.0 par les PME textiles marocaines. La performance attendue se distingue comme le facteur le plus influent avec un coefficient standardisé $\beta = 0,374$ ($p < 0,001$), indiquant une relation positive forte et hautement significative. La pression concurrentielle exerce également une influence notable sur l'adoption technologique ($\beta = 0,187$; $p = 0,002$), suggérant que l'intensité concurrentielle perçue agit comme un levier décisionnel important. Le soutien institutionnel ($\beta = 0,164$; $p = 0,018$) et les facteurs facilitants ($\beta = 0,100$; $p = 0,028$) présentent des effets positifs modérés mais significatifs, confirmant leur rôle dans la réduction des barrières à l'adoption. En revanche, ni le degré de maturité technologique ($\beta = 0,060$; $p = 0,194$) ni l'effort attendu ($\beta = 0,068$; $p = 0,307$) ne présentent de relation statistiquement significative avec la variable dépendante. Ces résultats montrent que, dans le contexte étudié, les considérations internes relatives à la préparation numérique et à la facilité perçue d'utilisation n'exercent pas d'effet direct sur l'intention d'adopter les technologies numériques. Le coefficient de détermination du modèle ($R^2 = 0,641$) indique que 64,1 % de la variance de l'intention d'adoption est expliquée par les six variables indépendantes incluses, ce qui reflète une bonne qualité explicative. Ces résultats confirment empiriquement la validité du modèle proposé et soulignent la prépondérance des facteurs stratégiques et contextuels sur les facteurs individuels dans la dynamique d'adoption technologique des PME industrielles.

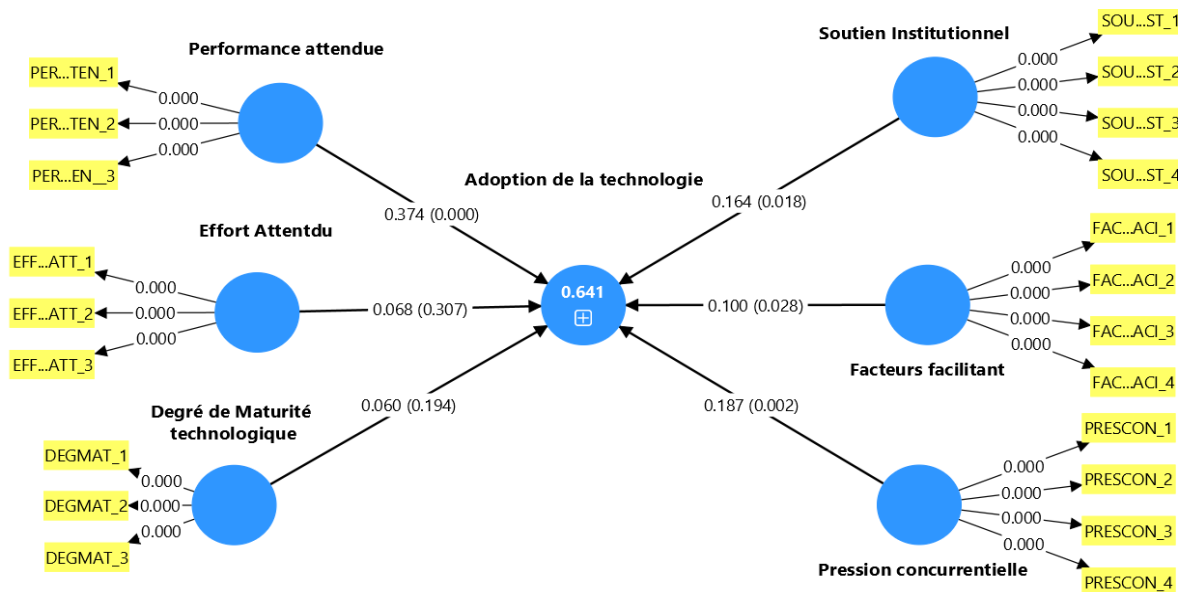


Figure 1 : Modèle structurel PLS-SEM avec coefficients de régression standardisés et significativités

4.4. Évaluation de la taille de l'effet (f^2)

Dans le cadre de cette étude portant sur l'adoption de la digitalisation par les PME du secteur textile marocain, la taille de l'effet (f^2) a été calculée afin de mesurer l'influence spécifique de chaque variable latente sur l'intention comportementale d'adoption. Conformément aux recommandations de Hair et al. (2019), les valeurs de f^2 sont interprétées selon les seuils suivants : 0.02 (petit effet), 0.15 (effet moyen), et 0.35 (grand effet).

Tableau 5 : Intensité des effets directs – Valeurs du carré f (f²) entre les variables exogènes et l'adoption de la technologie

	Carré f
Degré de Maturité _technologique -> Adoption de la technologie	0.006
Effort Attendu -> Adoption de la technologie	0.005
Facteurs facilitant -> Adoption de la technologie	0.015
Performance attendue -> Adoption de la technologie	0.181
Pression concurrentielle -> Adoption de la technologie	0.032
Soutien Institutionnel -> Adoption de la technologie	0.030

Les résultats du tableau 5 indiquent que la performance attendue (PE) constitue le facteur ayant l'effet de taille le plus important sur l'adoption de la technologie (f² = 0,181), soulignant l'importance stratégique accordée par les décideurs à la création de valeur et à l'amélioration des performances via l'innovation technologique. La pression concurrentielle (PC) affiche un effet modéré (f² = 0,032), traduisant une incitation significative à l'adoption induite par la dynamique compétitive, en particulier dans un contexte de digitalisation accélérée à l'échelle nationale et internationale. Le soutien institutionnel (SI) présente également un effet non négligeable (f² = 0,030), indiquant le rôle d'accompagnement des politiques publiques et des dispositifs incitatifs dans la réduction de l'incertitude perçue. En revanche, les facteurs facilitants (FC) et le degré de maturité technologique (DR) révèlent des effets très faibles (respectivement f² = 0,015 et f² = 0,006), suggérant une insuffisance d'infrastructures ou de ressources internes adaptées à l'intégration technologique. Enfin, l'effort attendu (EE) présente l'effet le plus faible (f² = 0,005), ce qui corrobore l'idée que la complexité perçue n'est pas un obstacle majeur à l'adoption, notamment chez les PME marocaines déjà familiarisées avec des technologies numériques élémentaires.

4.5. Le pouvoir prédictif du modèle Q²

Le pouvoir prédictif du modèle a été évalué à l'aide de l'indice Q² de Stone-Geisser, obtenu par la technique de blindfolding, conformément aux recommandations méthodologiques de Hair et al. (2019). Un Q² supérieur à zéro indique que le modèle présente une capacité prédictive pour le construit concerné. Comme le montre le tableau 6, les résultats obtenus pour les PME marocaines du secteur textile, les résultats indiquent que le modèle dispose d'un bon pouvoir prédictif pour la variable intention d'adopter la digitalisation, avec une valeur de Q² = 0.438, ce qui est largement supérieur au seuil minimum recommandé (Q² > 0.25 pour une prédiction moyenne, Q² > 0.35 pour une forte prédiction). Cela confirme la pertinence du modèle conceptuel mobilisé dans cette étude pour expliquer le comportement d'adoption technologique dans un contexte émergent, caractérisé par des contraintes structurelles, mais aussi par une pression croissante à la modernisation.

Tableau 6 : Q² (Stone-Geisser)

	Q ² (Stone-Geisser)	Interprétation
Intention d'adoption (INT)	0.438	Fort pouvoir prédictif

4.6. Ajustement du modèle

Le tableau 7 présente les principaux indices d'ajustement global du modèle PLS-SEM, permettant d'évaluer la qualité de l'ajustement entre le modèle théorique et les données empiriques. L'évaluation de la qualité d'ajustement global du modèle structurel a été réalisée à l'aide des principaux indicateurs recommandés dans la littérature PLS-SEM. Le Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), indicateur de résidu global normalisé, affiche une valeur de 0.047, largement inférieure au seuil de 0.08, ce qui atteste d'un bon ajustement du modèle (Henseler et al., 2016). Les indices d_U_LS (0.298) et d_G (0.232), respectivement associés aux distances quadratiques et géométriques entre le modèle empirique et théorique, présentent également des valeurs faibles, ce qui renforce la validité du modèle. Enfin, le

Chi-square (574.396) et le Normed Fit Index (NFI = 0.884) indiquent une qualité d'ajustement satisfaisante, ce dernier étant proche du seuil de 0.90 communément retenu pour juger d'un bon ajustement.

Tableau 7 Indices d'ajustement global du modèle PLS-SEM (modèle saturé vs. modèle estimé)

	Modèle saturé	Modèle estimé
SRMR	0.073	0.073
d_ ULS	1.847	1.847
d_ G	1.122	1.122
Khi-deux	1679.688	1679.688
NFI	0.707	0.707

5. Discussion

Cette section vise à interpréter les principaux résultats issus de l'analyse structurelle à la lumière du cadre conceptuel mobilisé et des études antérieures. Elle permet de replacer les relations significatives observées dans leur contexte d'étude, en particulier celui des PME textiles marocaines. En confrontant les données empiriques aux hypothèses formulées, cette discussion met en évidence les principaux facteurs influençant plus fortement que d'autres l'intention d'adopter les technologies de l'industrie 4.0.

L'hypothèse H1 : le niveau de digital readiness exerce une influence positive significative sur l'intention d'adopter des technologies de l'industrie 4.0

L'hypothèse H1, selon laquelle le niveau de digital readiness exerce une influence positive significative sur l'intention d'adopter la digitalisation, a été confirmée empiriquement. Avec un effet mesuré mais significatif ($F^2 = 0.11$), les résultats indiquent que la préparation numérique constitue un levier d'adoption, bien que son impact demeure secondaire comparé à d'autres facteurs comme la performance attendue ou la pression concurrentielle. Dans le contexte marocain, ce constat peut s'expliquer par une maturité numérique encore inégale au sein des PME, en particulier dans le secteur textile. Comme l'ont souligné Pingali et al. (2023), la digital readiness repose sur trois piliers essentiels : la compréhension technologique, l'agilité organisationnelle et la capacité de mise en œuvre. Or, de nombreuses PME marocaines ne maîtrisent qu'une partie de ces dimensions, souvent limitée à l'usage de solutions de base (ERP, traçabilité), sans vision intégrée de transformation. Cette observation rejoint Soomro et al. (2020), qui insistent sur l'importance des compétences numériques, de la culture organisationnelle et des infrastructures technologiques dans le succès de la digitalisation. Au Maroc, la culture numérique reste embryonnaire dans bon nombre de PME, particulièrement dans les structures familiales ou faiblement capitalisées, ce qui freine l'engagement stratégique autour du numérique. Un autre facteur critique est le manque de perception partagée entre dirigeants et collaborateurs quant à la maturité digitale de l'entreprise, comme le montrent les travaux de Gfrerer et al. (2020). Ce décalage est d'autant plus pertinent au Maroc, où les dirigeants concentrent souvent les prises de décision, sans nécessairement impliquer les équipes dans les démarches de transformation, limitant ainsi l'adhésion interne aux initiatives numériques. À cela s'ajoute l'absence d'outils structurés d'évaluation stratégique, pourtant identifiés par Rego et al. (2023) et Szabó & Ternai (2023) comme des catalyseurs majeurs de digitalisation réussie. La majorité des PME marocaines n'utilisent pas de systèmes de mesure ou de planification numérique formalisée, ce qui empêche une montée en compétence progressive et une gestion anticipée des transitions technologiques. L'étude de Nguyen et al. (2019) souligne que la mobilisation des ressources digitales est d'autant plus efficace qu'elle est alignée à une stratégie claire et à des capacités organisationnelles solides. Dans le cas des PME marocaines, cette convergence reste difficile à atteindre sans accompagnement externe ou dispositifs publics de structuration.

Si la digital readiness représente une base nécessaire pour enclencher la digitalisation, son effet demeure conditionné par la capacité des PME marocaines à développer une culture numérique partagée, à structurer leur montée en compétence, et à intégrer cette démarche dans une stratégie globale soutenue par des outils et des ressources adaptées.

L'hypothèse H2 : la pression concurrentielle influe positivement sur l'intention d'adopter des technologies de l'industrie 4.0

L'hypothèse H2, postulant que la pression concurrentielle influe positivement sur l'intention d'adopter la digitalisation, est confirmée de manière significative dans cette étude. Avec une taille d'effet de $f^2 = 0.19$, la pression concurrentielle s'impose comme l'un des moteurs les plus influents du modèle, juste après la performance attendue. Ce résultat confirme l'importance des forces du marché comme catalyseurs des comportements d'innovation dans les PME marocaines du secteur textile.

Dans le contexte marocain marqué par l'ouverture commerciale, la montée des exigences internationales et la pression croissante des donneurs d'ordre étrangers, les dirigeants marocains perçoivent la digitalisation non comme un simple avantage stratégique, mais comme une condition de survie. Ce constat fait écho aux travaux de Tsai & Su (2022), qui démontrent que la pression concurrentielle améliore la perception des bénéfices liés au numérique tout en réduisant la perception des risques, un mécanisme qui semble particulièrement actif dans les environnements incertains comme celui des industries manufacturières marocaines. Les résultats de Kwarteng et al. (2023) confirment également que cette dynamique transcende les différences culturelles et géographiques : la pression exercée par les concurrents digitalisés agit comme une incitation directe à adopter des solutions numériques, indépendamment du niveau de maturité technologique initial. Cela se vérifie dans les PME marocaines, qui, souvent contraintes à la sous-traitance, doivent se conformer à des standards imposés par des acteurs internationaux déjà digitalement avancés. De même, Taçoğlu et al. (2019) classent la pression concurrentielle parmi les facteurs les plus déterminants de la compétitivité des PME textiles. Ce lien est particulièrement visible au Maroc, où les marges réduites, la montée des producteurs asiatiques à bas coût, et l'exigence de flexibilité imposent aux entreprises locales une transformation rapide de leurs pratiques, dont la digitalisation devient l'un des outils privilégiés.

L'étude d'Elshennawy (2011) sur le cas égyptien – socio-économiquement comparable au Maroc – montre que l'ouverture commerciale régionale renforce la pression à moderniser les processus, notamment via des technologies permettant l'automatisation, le contrôle qualité et la traçabilité. Ces impératifs sont aujourd'hui incontournables pour les PME marocaines souhaitant accéder aux marchés européens ou maintenir leurs partenariats dans des chaînes de valeur globalisées. Enfin, Sterev & Milusheva (2024) rappellent que dans l'ère de l'industrie 5.0, la transformation numérique n'est plus un choix mais une nécessité stratégique pour faire face à une concurrence reposant sur des modèles de production avancés. Dans ce contexte, la pression concurrentielle ne se contente pas d'expliquer l'intention d'adoption ; elle façonne activement les priorités organisationnelles.

L'acceptation de l'hypothèse H2 confirme que, dans le tissu industriel marocain, la pression concurrentielle agit comme un levier puissant de digitalisation. Elle joue un rôle structurant, incitant les PME à s'adapter rapidement aux normes du marché pour préserver leur viabilité et leur positionnement. Cette dynamique justifie pleinement l'intégration de cette variable dans les modèles théoriques d'adoption technologique appliqués aux économies émergentes.

L'hypothèse H3 la performance attendue (*performance expectancy*) influence positivement l'intention d'adopter des technologies de l'industrie 4.0

L'hypothèse H3, selon laquelle la performance attendue (*performance expectancy*) influence positivement l'intention d'adopter la digitalisation, a été empiriquement validée avec la plus forte intensité dans ce modèle ($f^2 = 0.38$). Ce résultat positionne clairement la performance attendue comme le facteur déclencheur majeur de la transition numérique dans les PME marocaines du secteur textile.

Cette domination théorique et empirique s'aligne avec les fondements du modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2003), qui identifie la performance attendue comme le prédicteur le plus robuste de l'intention comportementale. Mais au-delà de la théorie, ce résultat prend tout son sens lorsqu'il est analysé dans le contexte spécifique des PME marocaines, où la digitalisation n'est pas encore perçue comme une transformation culturelle, mais avant tout comme un outil d'amélioration immédiate des performances. Les dirigeants marocains, souvent confrontés à des contraintes de trésorerie, d'accès au financement et à une forte instabilité de la demande, n'envisagent l'adoption numérique que si celle-ci répond directement à des gains mesurables : réduction des délais de production, augmentation de la productivité, traçabilité logistique ou ouverture à l'export. Ces priorités convergent avec les conclusions de Cahyono et al. (2025), Sengkalit et al. (2025), et Sabur & Benson (2024), qui montrent que, dans les

environnements à faible marge, la perception d'utilité concrète guide la décision d'adoption bien plus que des considérations techniques ou culturelles.

Cette logique de rendement immédiat est encore renforcée par le rôle intermédiaire que joue la performance attendue entre les incitations externes et l'intention d'agir. Comme l'ont démontré Ojeme & Odiase (2024) et Aremu & Shahzad (2023), la perception d'un bénéfice réel agit comme un filtre cognitif : elle permet aux dirigeants d'interpréter des pressions (concurrentielles, institutionnelles) comme des opportunités plutôt que comme des risques.

Dans le cas marocain, ce mécanisme est particulièrement saillant pour les PME opérant dans les segments d'exportation, fortement soumis aux normes de qualité, de rapidité et de conformité. Pour ces entreprises, les technologies numériques deviennent des instruments de conformité compétitive. Autrement dit, c'est la capacité à "faire plus avec moins" – une efficacité accrue sous contrainte – qui déclenche la transition digitale, comme l'indiquent clairement les résultats de cette recherche.

Enfin, cette prédominance de la performance attendue peut être lue comme un signal d'alerte stratégique : tant que la digitalisation reste perçue uniquement à travers le prisme de l'utilité immédiate, elle risque de rester partielle, défensive et limitée à certaines fonctions (logistique, commerce). Cela souligne l'importance pour les politiques publiques et les programmes d'accompagnement de ne pas se limiter à fournir des outils, mais de valoriser la performance globale qu'offre une digitalisation structurée : amélioration de la résilience, innovation produit, diversification des marchés.

L'hypothèse H4 l'effort attendu influence positivement l'intention d'adopter des technologies de l'industrie 4.0

L'effort attendu (Effort Expectancy - EE) se révèle comme une variable significative dans l'analyse des intentions d'adoption des technologies digitales par les dirigeants de PME du secteur textile marocain. Il ressort des résultats que plus les technologies sont perçues comme simples à utiliser, plus elles suscitent l'intérêt des dirigeants, ce qui corrobore les prédictions du modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2003). Ces observations sont en ligne avec les travaux d'Ismail et al. (2007) et de Khayer et al. (2020), qui soulignent que la facilité d'utilisation perçue constitue un levier d'acceptation des technologies telles que l'e-commerce ou le cloud computing dans les PME. Dans un environnement où les ressources techniques et humaines sont souvent limitées, comme c'est le cas dans les PME marocaines opérant dans le textile, la perception de simplicité d'une technologie peut rassurer les dirigeants quant aux efforts requis pour son intégration. Cependant, cette relation n'est pas universelle. Abdat (2020) montre que dans certaines situations, l'effort attendu n'exerce pas d'effet significatif sur l'intention d'adoption, notamment lorsque d'autres facteurs, comme l'utilité perçue ou l'influence sociale, prédominent. Ce constat peut s'appliquer au tissu industriel marocain, où les pressions concurrentielles et les contraintes de rentabilité peuvent relativiser le rôle de la facilité d'usage dans les décisions managériales.

À l'inverse, l'étude d'Adu et al. (2022), réalisée en Europe de l'Est, met en lumière un effet inhibiteur de l'effort attendu : lorsque la technologie est perçue comme complexe, elle génère de l'appréhension chez les dirigeants peu familiarisés avec le numérique, phénomène potentiellement observable chez certaines PME marocaines peu matures digitalement. Cette situation est d'autant plus probable dans les structures faiblement dotées en personnel qualifié, où la complexité perçue devient un frein à l'adoption. En outre, Sharma et Citurs (2004) rappellent que l'impact de l'effort attendu peut varier selon les caractéristiques individuelles des décideurs, ce qui invite à considérer les différences de profils cognitifs et managériaux dans l'analyse des intentions d'adoption. Dans le contexte marocain, où les dirigeants de PME proviennent de formations et d'expériences très hétérogènes, cette dimension différenciatrice mérite une attention particulière.

Enfin, Kim et al. (2024) et Khechine et al. (2016) soulignent, à travers des études récentes et des synthèses méta-analytiques, que l'effort attendu demeure un facteur explicatif pertinent, bien que contextuellement variable. Ces résultats confirment que pour favoriser l'adoption des technologies digitales au sein des PME textiles marocaines, il est crucial de proposer des solutions ergonomiques, accompagnées de formations ciblées, afin de réduire la complexité perçue et renforcer la confiance des utilisateurs.

L'hypothèse H5 les facteurs facilitants exercent une influence positive significative sur l'intention d'adopter des technologies de l'industrie 4.0

L'hypothèse H5 posait que les facteurs facilitants – définis comme l'ensemble des ressources techniques, humaines et organisationnelles nécessaires au bon usage des technologies numériques – exercent une influence positive significative sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME du secteur textile. L'analyse des résultats empiriques valide partiellement cette hypothèse : bien que la relation soit significative sur le plan statistique, la taille de l'effet observée ($f^2 = 0.09$) demeure faible, indiquant un rôle modeste mais non négligeable des facteurs facilitants dans le processus décisionnel des dirigeants. Cette influence limitée interpelle, dans la mesure où la littérature considère généralement les conditions facilitantes comme un levier stratégique d'adoption, particulièrement dans les environnements à ressources contraintes comme celui des PME industrielles (Wang et al., 2023 ; Shao et al., 2024). Une lecture critique des résultats suggère que si les infrastructures numériques ou les compétences disponibles au sein des entreprises marocaines existent, elles ne constituent pas à elles seules des déclencheurs décisifs de la transformation digitale. Cette asymétrie entre disponibilité des ressources et mobilisation effective rejoint les conclusions de Battistoni et al. (2022), pour qui l'efficacité des facteurs facilitants repose moins sur leur simple existence que sur leur intégration dans une stratégie organisationnelle cohérente et évolutive. Par ailleurs, l'effet modéré observé pourrait refléter un déficit d'alignement entre les ressources disponibles et les besoins opérationnels réels des PME textiles marocaines. Comme l'indiquent Ulaş (2019) et Rupeika-Apoga et al. (2022), l'efficacité des facteurs facilitants dépend fortement de leur contextualisation : programmes de soutien adaptés, formation ciblée, accompagnement stratégique et dispositifs publics de vulgarisation technologique. En leur absence, les conditions favorables risquent de rester sous-utilisées, voire inopérantes. Le poids modéré des facteurs facilitants pourrait également s'expliquer par une hiérarchisation implicite des motivations à adopter le numérique. Dans un contexte marqué par une forte pression concurrentielle et une quête de performance opérationnelle – deux variables ayant affichés des effets bien plus marqués dans cette étude – les dirigeants peuvent accorder une priorité stratégique à la réponse aux menaces externes plutôt qu'à la consolidation de leurs ressources internes.

L'hypothèse H6 le support institutionnel impacte positivement l'intention d'adopter des technologies de l'industrie 4.0

L'hypothèse H6, selon laquelle le soutien institutionnel influence positivement l'intention d'adopter les technologies de l'industrie 4.0 dans les PME du secteur textile, a été acceptée dans le cadre de cette étude. Les résultats montrent un effet significatif. Plusieurs études viennent soutenir empiriquement l'acceptation de l'hypothèse H6, selon laquelle le soutien institutionnel a un effet positif sur l'intention d'adopter la digitalisation dans les PME. L'étude de Rupeika-Apoga et al. (2022) menée auprès de 425 PME en Lettonie montre que la plupart des dirigeants considèrent le soutien externe comme indispensable pour réussir leur transformation numérique. Les formes les plus attendues incluent les subventions publiques, la formation continue et l'accompagnement stratégique, ce qui fait écho à la situation des PME marocaines souvent limitées en ressources internes. Barann et al. (2019) renforcent cette idée en proposant un modèle structuré où des unités de soutien financées par l'État accompagnent les PME dans leur compréhension et leur planification de la digitalisation. Ce modèle est pertinent dans le contexte marocain, où beaucoup d'entreprises n'ont pas les compétences internes pour structurer une stratégie numérique cohérente. Gurunyan (2023) recommande la création de programmes d'accélération régionaux pour faciliter l'adoption technologique, notamment dans les régions industrielles. Cela rejoint les réalités marocaines à Casablanca ou Tanger, où les PME bénéficieraient d'un encadrement de proximité pour surmonter les obstacles à l'intégration numérique. Hinings et al. (2018) soulignent que le succès des transformations digitales repose en grande partie sur un cadre institutionnel qui légitime ces innovations. Dans le cas du Maroc, où les règles économiques peuvent manquer de stabilité et où les dispositifs de soutien sont parfois perçus comme inaccessibles ou opaques, la légitimation institutionnelle devient un levier fondamental. Ces différentes études confirment donc que dans un environnement émergent comme celui du secteur textile marocain, le soutien institutionnel est un facteur structurant de l'adoption technologique, bien qu'il doive encore gagner en efficacité, en visibilité et en pertinence pour être pleinement mobilisé par les dirigeants de PME. Au Maroc, cette relation prend tout son sens. La majorité des PME textiles sont confrontées à un environnement difficile : ressources

limitées, faible capitalisation, accès restreint au financement, et compétences numériques souvent insuffisantes. Dans ces conditions, le soutien institutionnel ne constitue pas simplement un avantage, mais une condition facilitatrice essentielle. Les dirigeants sont généralement ouverts à la digitalisation, mais manquent des leviers concrets pour la mettre en œuvre. Lorsqu'ils perçoivent une aide disponible et crédible — qu'elle vienne de l'État, d'organismes régionaux ou d'initiatives sectorielles comme celles de l'AMITH — cela réduit leur perception de risque et augmente leur confiance dans la réussite du projet. Cependant, le poids modéré de cette variable dans le modèle révèle aussi certaines limites. Au Maroc, bien que des programmes publics existent, leur impact réel est parfois affaibli par des difficultés d'accès, un manque d'information ou une inadéquation avec les besoins spécifiques du terrain. Ainsi, même si le soutien institutionnel est perçu positivement, il ne suffit pas toujours à lui seul pour déclencher un passage à l'action.

Contribution de l'étude

Cette étude propose une contribution théorique à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 par les propriétaires-dirigeants de PME du secteur textile, un secteur clé de l'économie marocaine caractérisé par une forte intensité de main-d'œuvre, une pression concurrentielle élevée et une exposition croissante aux exigences des marchés internationaux.

En premier lieu, l'intégration du modèle UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) avec le concept de pression concurrentielle (Competitive Pressure, CP) au sein d'un cadre conceptuel unifié, constitue un apport novateur, rarement observé dans les travaux empiriques sur les PME industrielles. Alors que la littérature en digitalisation se concentre largement sur les grandes entreprises et aborde les antécédents de manière isolée (Eller et al., 2020 ; Borchard et al., 2022), cette étude adopte une approche mobilisant simultanément les dimensions clés du modèle UTAUT – performance attendue, effort attendu, conditions facilitantes – enrichies par la prise en compte de la pression concurrentielle, élément particulièrement pertinent dans un contexte où les PME textiles marocaines sont confrontées à la montée des standards internationaux, à la concurrence asiatique et à la digitalisation des chaînes d'approvisionnement.

Deuxièmement, sur le plan méthodologique, cette recherche se distingue par la robustesse de son design. En recourant aux outils les plus récents de l'analyse par équations structurelles (PLS-SEM, MICOM, MGA), elle appuie à la fois la validité interne et la comparabilité inter-contextuelle des résultats. Cette démarche pourrait servir de référence pour des études futures menées au Maroc, notamment dans les filières industrielles en mutation numérique. Troisièmement, l'étude replace le rôle stratégique de la pression concurrentielle, trop souvent marginalisé dans les recherches sur l'innovation numérique au sein des PME, et particulièrement absente dans les analyses sectorielles appliquées au textile marocain. Nos résultats démontrent empiriquement que dans les environnements à forte intensité concurrentielle – tels que celui du textile – la pression du marché constitue un levier déterminant de l'intention d'adopter les technologies de l'industrie 4.0.

Ce constat rejoint les observations de Henao-Ramírez et Lopez-Zapata (2022), selon lesquelles l'alignement stratégique sur les évolutions technologiques est fortement conditionné par les menaces concurrentielles perçues. En revanche, contrairement aux hypothèses traditionnellement admises dans la littérature, notre modèle n'a pas permis d'établir de relation significative entre l'effort attendu (EE) et l'intention d'adopter la digitalisation. Dans le cas des PME textiles marocaines, cela peut s'expliquer par le fait que les dirigeants sont, pour une grande part, déjà exposés aux outils numériques de base (ERP, solutions de traçabilité, plateformes B2B), et qu'ils ne perçoivent plus la complexité technologique comme un obstacle majeur à l'adoption.

De même, cette étude contribue à étendre le pouvoir explicatif du modèle UTAUT dans un secteur manufacturier sous-étudié, en y intégrant des variables contextuelles comme la pression concurrentielle, tout en offrant un cadre théorique à même d'éclairer les politiques publiques et les stratégies de modernisation du tissu productif marocain.

Les limites de l'étude

La première limite concerne la sélection des sociétés retenues dans cette étude. Bien que la technique d'échantillonnage probabiliste (à savoir l'échantillonnage systématique) ait été utilisée, ce qui confère à nos résultats une certaine généralisabilité. La deuxième limitation tient au caractère transversal de

l'étude, dans la mesure où les données ont été recueillies à un seul moment donné. En adoptant un tel design méthodologique, il ne nous a pas été possible de suivre les évolutions temporelles du processus de digitalisation au sein des PME, ni de rendre compte des dynamiques d'ajustement ou de changement chez les dirigeants.

Enfin, le caractère exclusivement quantitatif de notre étude constitue une autre limite importante. Bien que cette approche permette une certaine généralisation des résultats, nous recommandons aux chercheurs futurs d'adopter une démarche mixte, combinant méthodes quantitatives et qualitatives, de manière à permettre une triangulation des résultats. Selon Salimon et al. (2023), les résultats issus d'une telle approche sont plus complets et offrent aux chercheurs la possibilité d'interpréter les données quantitatives à la lumière d'analyses qualitatives, ce qui enrichit considérablement la compréhension des phénomènes étudiés.

6. Conclusion

En conclusion, cette étude met en évidence les facteurs clés qui influencent l'intention des sociétés textiles marocaines à adopter les technologies de l'industrie 4.0. La performance attendue et la pression concurrentielle se révèlent être les principaux moteurs de cette adoption, tandis que l'effort perçu et la maturité numérique ont un impact limité.

Ces résultats soulignent l'importance de concevoir des politiques publiques axées sur la valorisation des bénéfices de la digitalisation et sur l'accompagnement stratégique des PME, en particulier dans les secteurs exposés à la concurrence internationale.

Toutefois, cette recherche présente certaines limites, liées notamment à son approche transversale, à son caractère exclusivement quantitatif, et à son champ sectoriel restreint. Des travaux futurs pourraient étendre l'analyse à d'autres secteurs industriels marocains, intégrer des méthodologies mixtes et examiner le rôle de variables individuelles (expérience numérique, niveau d'éducation). Ces développements permettront d'approfondir la compréhension des dynamiques d'adoption technologique et de guider les efforts de modernisation du tissu productif marocain.

Références

- [1] F. A. Abdat, "Using UTAUT model to predict social media adoption among Indonesian SMEs," *South Asian Journal of Economic and Financial Studies*, vol. 4, no. 10, pp. 498–505, 2020.
- [2] K. Adu, L. F. P. Plata, M. Ratilla, P. Novák, and L. Zlámál, "Extending the UTAUT model to understand the barriers towards SME digitalization," *Serbian Journal of Management*, 2022.
- [3] H. Ahmed and K. Khaddouj, "Digital transformation and its influence on governance: Insights from Moroccan service sector SMEs," in *International Scientific Conference ITEM 2023*, vol. 7, 2023.
- [4] K. Al Haderi, "La pratique de la transformation digitale dans les PME au Maroc," *International Journal of Financial Studies, Economics and Management*, 2022.
- [5] M. Amzil, A. Ait Bihi, A. Tourabi, and L. Asllam, "Digital transformation: A pillar of structural transformation of Moroccan economy," *Asian Themes in Social Sciences Research*, 2024.
6. Y. Aremu and A. Shahzad, "Factors influencing the usage of e-business to improve SME performance," *International Journal of E-Business Research*, vol. 19, pp. 1–16, 2023.
- [6] G. Auktor, *The Opportunities and Challenges of Industry 4.0 for Industrial Development: A Case Study of Morocco's Automotive and Garment Sectors*, 2022.
- A. Bandura, "Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change," *Psychological Review*, vol. 84, no. 2, pp. 191–215, 1977.
- B. Barann, A. Hermann, A.-K. Cordes, F. Chasin, and J. Becker, "Supporting digital transformation in small and medium-sized enterprises: A procedure model involving publicly funded support units," 2019.
- [7] E. Battistoni, S. Gitto, G. Murgia, and D. Campisi, "Adoption paths of digital transformation in manufacturing SME," *International Journal of Production Economics*, vol. 248, p. 108675, 2022.
- [8] C. Bentaher, "Examining the necessary conditions for successful digital transformation: A case study of Moroccan companies," *European Journal of Business and Management Research*, 2023.

- A. Bharadwaj, O. A. El Sawy, P. A. Pavlou, and N. Venkatraman, "Digital business strategy: Toward a next generation of insights," *MIS Quarterly*, vol. 37, no. 2, pp. 471–482, 2013.
- [9] D. Cahyono, L. Anatan, and A. Nugroho, "Performance expectancy and competitiveness in digital manufacturing transformation," *Journal of Manufacturing Systems*, 2025.
- [10] D. R. Compeau and C. A. Higgins, "Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test," *MIS Quarterly*, vol. 19, no. 2, pp. 189–211, 1995.
- [11] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340, 1989.
- [12] M. El-Masri and A. Tarhini, "Factors affecting the adoption of e-learning systems in Qatar and USA: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 (UTAUT2)," *Educational Technology Research and Development*, vol. 65, pp. 743–763, 2017.
- [13] M. R. Gaffar, T. D. Pramono, M. Sutisna, A. M. Sayuti, and A. A. D. Setyoningrum, "Trust, performance, and value: Predicting student intentions to adopt digital record applications," *Khizanah al-Hikmah*, 2024.
- A. Gfrerer, E. Fleisch, and F. Wortmann, "Digital readiness: Bridging the gap between top management and employees," *International Journal of Innovation Management*, vol. 24, no. 7, p. 2050073, 2020.
- [14] M. Ghobakhloo, "The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 29, no. 6, pp. 910–936, 2018.
- [15] T. Gurunyan, "Digital transformation of small and medium enterprises: Institutional analysis," in *International Conference on Eurasian Economies 2023*, 2023.
- [16] Hinings, T. Gegenhuber, and R. Greenwood, "Digital innovation and transformation: An institutional perspective," *Information and Organization*, vol. 28, no. 1, pp. 52–61, 2018.
- [17] H. Hmamed, A. Cherrafi, A. Benghabrit, S. Tiwari, and P. Sharma, "The adoption of I4.0 technologies for a sustainable and circular supply chain: An industry-based SEM analysis from the textile sector," *Business Strategy and the Environment*, 2023.
- [18] H. Kagermann, W. Wahlster, and J. Helbig, *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*, 2013.
- [19] M. A. Kwarteng et al., "Exploring competitive pressure and digital transformation in SMEs: A UTAUT-based perspective," *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 2023.
- [20] M. A. Kwarteng, A. Meier, R. Eller, and M. Peters, "Creating competitiveness in incumbent small- and medium-sized enterprises: A revised perspective on digital transformation," *Journal of Business Research*, 2025.
- [21] M. Kwarteng, A. Ntsiful, L. F. P. Diego, and P. Novák, "Extending UTAUT with competitive pressure for SMEs digitalization adoption in two European nations: A multi-group analysis," *Aslib Journal of Information Management*, 2023.
- [22] L. Li, F. Su, W. Zhang, and J. Y. Mao, "Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective," *Information Systems Journal*, vol. 28, no. 6, pp. 1129–1157, 2018.
- [23] G. Machado, M. Winroth, and D. Carlsson, "Digital transformation of manufacturing companies – a maturity model," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31, no. 8, pp. 1543–1563, 2020.
- [24] S. Mittal, M. A. Khan, D. Romero, and T. Wuest, "A critical review of smart manufacturing and Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs)," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 49, pp. 194–214, 2018.
- [25] S. Nambisan, M. Wright, and M. Feldman, "The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes," *Research Policy*, vol. 46, no. 3, pp. 1–11, 2017.
- [26] T. H. Nguyen, M. Newby, and M. J. Macaulay, "Information technology adoption in small business: Confirmation of a proposed framework," *Journal of Small Business Management*, vol. 57, no. 1, pp. 120–137, 2019.
- [27] Niyongere and O. K. Osunsan, "Perceived usefulness of technology on SME performance in Buloba, Uganda during the COVID-19 pandemic," *International Journal of Management Studies and Social Science Research*, 2023.
- [28] OECD, *Enhancing the Contributions of SMEs in a Global and Digitalised Economy*. Paris: OECD Publishing, 2017.
- [29] M. C. Ojeme and O. Odiase, "Determinants of information systems adoption in Nigerian SMEs: The role of digital maturity and performance expectancy," *African Journal of Business Management*, 2024.
- [30] H. Ouzif, I. Hai, H. El Boukhari, and M. Abdellaoui, "The impact of information and communication technologies on the competitiveness of SMEs in Morocco: An approach based on the Technology Acceptance Model," *International Journal of Social Science and Human Research*, 2024.

- [31] V. Pingali, A. Rathi, and R. Yadav, "Assessing digital readiness for Industry 4.0 in emerging market SMEs," *Emerging Markets Review*, vol. 56, p. 100873, 2023.
- A. Rego, F. Moreira, and M. J. Ferreira, "Digital maturity assessment tools and models: A systematic literature review," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 191, p. 122580, 2023.
- [32] Rejeb, J. G. Keogh, and H. Treiblmaier, "Digital transformation and SMEs: A systematic literature review," *Sustainability*, vol. 14, no. 3, p. 1470, 2022.
- [33] R. Rupeika-Apoga, L. Bule, and K. Petrovska, "Digital transformation of small and medium enterprises: Aspects of public support," *Journal of Risk and Financial Management*, 2022.
- A. S. Sabur and I. Benson, "Impact of perceived usefulness on ICT adoption by SMEs bread baking industry in Zamfara State," *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 2024.
- [34] G. Sang, X. Liu, and L. Wang, "Digital literacy, effort expectancy, and faculty engagement in the digital transformation of higher education in China," *Frontiers in Psychology*, vol. 14, p. 1177135, 2023.
- [35] Sengkalit, U. Chair, and T. M. K. Abdullah, "Factors influencing technology adoption among SMEs: A case study of Youtap and the role of performance expectancy and effort expectancy," *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2025.
- [36] O. Sironi, J. Rösler, N. Kalbaska, and T. Friedli, "Understanding the internal and external drivers and barriers of digital servitization in textile SMEs," *Fashion Communication*, 2021.
- [37] A. Soomro, N. Shah, and S. Mangi, "Technology readiness and digital transformation in SMEs: Evidence from developing countries," *Technology in Society*, vol. 63, p. 101390, 2020.
- [38] N. Sterev and V. Milusheva, "Competitiveness of textile producers in digital business environment," *Strategies for Policy in Science and Education*, 2024.
- [39] Sugandini, S. Suwardi, and A. Ghofar, "Impact of e-commerce adoption on marketing performance," *RSF Conference Series: Business, Management and Social Sciences*, 2021.
- [40] Susanti, M. I. Soha, and M. Indriastuti, "Barriers to digital adoption in emerging market SMEs," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 189, p. 122324, 2023.
- [41] R. Szabó and K. Ternai, "Ontology-based modeling of digital readiness in manufacturing SMEs," *Computers in Industry*, vol. 150, p. 103754, 2023.
- [42] C. Taçoğlu, C. Ceylan, and Y. Kazançoğlu, "Analysis of variables affecting competitiveness of SMEs in the textile industry," *Journal of Business Economics and Management*, 2019.
- [43] L. Tamini and B. Valea, "R&D, digital readiness and export performance in manufacturing SMEs: Evidence from textile firms," *Journal of Small Business and Enterprise Development*, vol. 26, no. 3, pp. 389–406, 2019.
- [44] M. N. Touijer and A. Elabjani, "A Delphi study on digital maturity and digital competitiveness in the context of digital transformation," *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, 2025.
- [45] S. Tsai and C. H. Su, "Competitive pressure and digital adoption: Evidence from the Taiwanese textile sector," *Technology in Society*, vol. 71, p. 102122, 2022.
- [46] W.-Y. Tsai and C.-J. Su, "Digital transformation of business model innovation," *Frontiers in Psychology*, vol. 13, p. 1017750, 2022.
- [47] D. Ulaş, "Digital transformation process and SMEs," *Procedia Computer Science*, vol. 158, pp. 662–671, 2019.
- [48] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view," *MIS Quarterly*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478, 2003.
- [49] Vial, "Understanding digital transformation: A review and a research agenda," *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28, no. 2, pp. 118–144, 2019.
- [50] Q. Wang, Y. Gao, Q. Cao, Z. Li, and R. Wang, "What kind of configuration can facilitate the digital transformation?" *Journal of Organizational and End User Computing*, 2023.
- [51] Westerman, D. Bonnet, and A. McAfee, *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Boston: Harvard Business Review Press, 2014.