

Adoption de technologies durables dans l'industrie marocaine : améliorer l'efficacité opérationnelle et la compétitivité

Zakaria ELHABTI, Said ASSAL ENCG Kenitra – université Ibn Tofail

Abstrait : Ce travail examine l'adoption de la transformation numérique et des technologies vertes dans les industries marocaines, en mettant l'accent sur la durabilité, l'efficacité opérationnelle et la compétitivité. À l'aide de rapports officiels, d'études de cas sectorielles et de publications universitaires, elle met en évidence les avancées dans le domaine des énergies renouvelables, telles que le complexe solaire Noor Ouarzazate, et les initiatives de fabrication comme l'usine zéro carbone de Renault Tanger. Les résultats révèlent des avantages environnementaux et économiques importants, mais identifient également des obstacles persistants pour les PME, notamment des contraintes financières et une expertise technique limitée. L'étude souligne les progrès du Maroc tout en insistant sur la nécessité de politiques ciblées pour étendre les pratiques durables et combler les disparités industrielles.

Mots clés : transformation numérique, technologies vertes, industries marocaines, durabilité, efficacité opérationnelle, compétitivité, énergies renouvelables, PME.

I. INTRODUCTION

La trajectoire de durabilité est devenue au centre des stratégies industrielles du monde entier (Kousksou et al., 2015). Il ne s'agit pas seulement d'une réponse aux crises environnementales et sociales, mais d'un changement fondamental des paradigmes opérationnels et concurrentiels. Au Maroc, cette dynamique se conjugue avec des défis et des opportunités industrielles uniques (Tanchum, 2024). Dans ce contexte, les industries sont façonnées par la poussée mondiale en faveur de la durabilité—mais leur adoption de pratiques transformatrices reste inégale. Alors que les grandes entreprises progressent, les petites et moyennes entreprises (PME) sont confrontées à des limitations structurelles. Cette dualité souligne le rôle essentiel de la transformation numérique et des technologies vertes comme voies de croissance industrielle durable (Mahboub & Sadok, 2024).

La durabilité nécessite de repenser les modèles traditionnels. La transformation numérique intègre des outils et des systèmes avancés pour optimiser l'utilisation des ressources, améliorer l'agilité de la chaîne d'approvisionnement et réduire les déchets (Oubrahim et al., 2023). Les technologies vertes, quant à elles, se concentrent

sur des solutions éco-efficaces qui atténuent les impacts environnementaux tout en favorisant la résilience économique. Ces deux domaines convergent pour redéfinir les pratiques industrielles, présentant un cadre dans lequel la durabilité et la rentabilité ne sont plus des forces opposées (Schinke & Klawitter, 2016).

Les industries marocaines sont confrontées à un paradoxe. D'un côté, l'ambition est de mise : les stratégies nationales mettent l'accent sur les énergies renouvelables, l'innovation numérique et le développement durable (Tanchum, 2024). De l'autre, d'importantes lacunes persistent. Des ressources financières limitées, des infrastructures technologiques inadéquates et une résistance au changement freinent les progrès. L'adoption des outils de transformation numérique et des technologies vertes reste sélective et fragmentée (Mahboub & Sadok, 2024). Ces défis sont aggravés par l'absence de cadres réglementaires et d'incitations fiscales solides, ce qui rend les PME particulièrement vulnérables (Kousksou et al., 2015).

Cet article tente d'examiner des questions cruciales. Premièrement, comment la transformation numérique améliore-t-elle la durabilité au sein des industries marocaines ? Deuxièmement, quels sont les impacts opérationnels et concurrentiels de l'adoption de technologies vertes ? Ces recherches visent à combler le fossé entre les politiques ambitieuses et les résultats pratiques, en reliant les cadres théoriques aux réalités industrielles ancrées.

Les objectifs sont doubles. Le premier est d'évaluer comment les innovations numériques et vertes contribuent aux objectifs de durabilité, notamment en matière d'optimisation des ressources et de réduction des émissions (Oubrahim et al., 2023). Le second est d'évaluer leur impact sur l'efficacité opérationnelle et la compétitivité à travers une analyse d'études de cas sectorielles. En se concentrant sur les industries marocaines, cette étude explore un contexte spécifique avec des implications plus larges pour des économies similaires qui naviguent dans des transitions durables.

Cet article est structuré en deux parties. La première propose une exploration de la transformation numérique et de l'adoption des technologies vertes à partir de la littérature, en soulignant leur pertinence pour la durabilité et la compétitivité (Schinke & Klawitter, 2016). La seconde examine les données empiriques à travers des études de cas, offrant une analyse critique des progrès, des obstacles et des opportunités des industries marocaines dans l'adoption de

Zakaria ELHABTI : Ecole nationale de gestion et de commerce – université Ibn Tofail

Said ASSAL : Ecole nationale de gestion et de commerce – université Ibn Tofail

ces technologies (Tanchum, 2024). Cette structure assure un récit cohérent qui intègre des perspectives théoriques et des observations pratiques.

1. Revue de littérature

1.1. Innovations technologiques et durabilité

Les innovations technologiques sont devenues des moteurs essentiels de la durabilité dans tous les secteurs. La transformation numérique, caractérisée par l'intégration d'outils avancés tels que l'intelligence artificielle (IA), la blockchain et l'Internet des objets (IoT), a redéfini les pratiques industrielles à l'échelle mondiale. De même, les technologies vertes, englobant les systèmes d'énergie renouvelable, les techniques de fabrication économes en énergie et les innovations en matière de réduction des déchets, ont remodelé le paysage du développement durable. Ces deux forces répondent non seulement aux préoccupations environnementales, mais aussi aux impératifs opérationnels et économiques.

Les tendances mondiales en matière de transformation numérique révèlent un profond changement dans les priorités industrielles. L'adoption de l'IA et de l'IoT a permis la surveillance des données en temps réel, la maintenance prédictive et l'optimisation de l'allocation des ressources, réduisant considérablement les déchets et améliorant la productivité (Porter et Heppelmann, 2014). La technologie blockchain, en particulier dans la gestion de la chaîne d'approvisionnement, a introduit la transparence et la traçabilité, alignant les pratiques opérationnelles sur les objectifs de durabilité (Saber et al., 2019). Les recherches contemporaines soulignent le rôle des plateformes numériques dans l'accélération des modèles d'économie circulaire, où les déchets sont minimisés et les matériaux réutilisés, créant un système en boucle fermée qui prolonge le cycle de vie des produits et préserve les ressources (Geissdoerfer et al., 2017).

Les technologies vertes, quant à elles, soulignent l'intégration de considérations écologiques dans les systèmes industriels. Les sources d'énergie renouvelables, telles que l'énergie solaire et éolienne, ont pris de l'importance dans le secteur manufacturier, réduisant la dépendance aux combustibles fossiles et diminuant les émissions de carbone. Les progrès en matière de production économe en énergie, notamment l'éclairage à faible consommation d'énergie, les systèmes CVC intelligents et les processus de fabrication optimisés, ont démontré des réductions substantielles des coûts d'exploitation et de l'empreinte environnementale (Ragazzi et Ghidini, 2017). Des études soulignent l'importance des analyses du cycle de vie pour évaluer l'impact environnemental à long terme des

innovations vertes, incitant les industries à adopter ces outils comme pratique courante (Cabeza et al., 2014).

Les écrits fondateurs soulignent l'interdépendance des avancées technologiques et de la durabilité. Les théories de l'éco-innovation soutiennent que les avancées technologiques servent souvent de précurseurs aux transitions vers la durabilité, redéfinissant la dynamique concurrentielle en récompensant les premiers utilisateurs par des avantages en termes de coûts et une meilleure réputation (Kemp et Pearson, 2007). En parallèle, la théorie des systèmes met en évidence la manière dont les innovations technologiques perturbent les chaînes d'approvisionnement traditionnelles, permettant aux industries de s'orienter vers des modèles plus résilients et plus durables (Meadows, 2008).

Les recherches contemporaines approfondissent ces principes en explorant la manière dont les économies émergentes, notamment celles d'Afrique, intègrent les technologies numériques et vertes pour remédier aux inefficacités structurelles. Par exemple, des études de cas menées en Inde et au Brésil montrent comment les outils numériques dans les chaînes d'approvisionnement agricoles réduisent les pertes après récolte tout en favorisant la durabilité économique (Klerkx et al., 2019). De même, les technologies vertes dans le secteur énergétique sud-africain illustrent le potentiel des systèmes renouvelables pour combler les lacunes en matière d'accès à l'énergie tout en atténuant les risques climatiques (Sovacool et Drupady, 2016).

Au Maroc, ces tendances mondiales s'accompagnent de défis et d'opportunités uniques. Les initiatives du pays en matière d'énergies renouvelables, telles que le complexe solaire Noor Ouarzazate, témoignent de son engagement à intégrer les technologies vertes dans les infrastructures énergétiques. Cependant, la transformation numérique reste inégalement répartie, les PME étant à la traîne dans l'adoption d'outils avancés en raison de contraintes en matière de ressources et de connaissances. Ces disparités reflètent les tendances mondiales, où les avantages des innovations technologiques dépendent souvent de cadres politiques solides, d'incitations financières et d'initiatives de développement des compétences.

Tableau 1.— Principaux résultats sur les Innovations technologiques et la durabilité

Auteurs	Principaux Résultats
Porter et Heppelmann	L'IA, la blockchain et l'IoT optimisent les ressources, améliorent la productivité et

(2014); Saberi et al. (2019)	réduisent les déchets. La blockchain renforce la transparence dans les chaînes d’approvisionnement.
Ragazzi et Ghidini (2017); Cabeza et al. (2014)	Les systèmes d’énergie renouvelable et les processus économes en énergie réduisent les émissions de carbone et les coûts opérationnels. L’évaluation du cycle de vie est cruciale pour minimiser l’impact environnemental.
Geissdoerfer et al. (2017)	L’intégration mondiale des technologies numériques et vertes transforme les priorités industrielles, favorisant des modèles d’économie circulaire et des chaînes d’approvisionnement résilientes.
Kemp et Pearson (2007); Meadows (2008)	L’adoption précoce des technologies améliore l’efficacité des coûts et la compétitivité. L’éco-innovation est un moteur des transitions durables.
Sovacool et Drupady (2016)	Au Maroc, la transformation numérique inégale et le retard des PME contrastent avec des projets notables d’énergie verte comme Noor Ouarzazate.

Source : auteur

Les théories fondamentales et les études contemporaines affirment que ces innovations ne sont pas de simples catalyseurs mais des composantes essentielles des stratégies de développement durable. Le contexte marocain offre un microcosme pour explorer ces dynamiques, reflétant les défis mondiaux plus vastes que représentent l’équilibre entre le potentiel technologique et la mise en œuvre pratique.

1.2. Contexte industriel marocain

Le paysage industriel du Maroc reflète une interaction d’opportunités et de défis dans la poursuite du développement économique. Des secteurs clés, notamment l’énergie, l’agriculture et l’industrie manufacturière, sont à l’avant-garde de ces efforts—motivés par un mélange d’impératifs nationaux et de pressions mondiales. Bien que le pays ait fait des progrès dans la mise en œuvre de politiques et d’initiatives axées sur le développement durable, des obstacles importants persistent, notamment en matière d’allocation des ressources, d’adoption des technologies et d’application de la réglementation.

Le secteur de l’énergie est l’un des piliers du programme de développement durable du Maroc. Le pays s’est positionné comme un leader des énergies renouvelables, avec des projets phares tels que le complexe solaire Noor Ouarzazate, l’une des plus grandes installations d’énergie solaire au monde. Cette initiative s’inscrit dans le cadre de la stratégie énergétique nationale, qui vise à produire 52 % d’électricité

à partir de sources renouvelables d’ici 2030. Malgré ces objectifs ambitieux, des défis subsistent. La dépendance aux combustibles fossiles importés continue de peser sur l’économie, et le rythme d’intégration des projets renouvelables à petite échelle dans les réseaux locaux est lent. En outre, les industries dépendantes des sources d’énergie conventionnelles sont confrontées à une pression croissante pour effectuer la transition, une tâche compliquée par des coûts initiaux élevés et une expertise technique limitée.

L’agriculture, un secteur qui emploie près de 40 % de la main-d’œuvre marocaine, représente un autre domaine crucial pour la durabilité. Le Plan Maroc Vert, lancé en 2008, visait à moderniser les pratiques agricoles en promouvant une utilisation efficace de l’eau, des techniques agricoles durables et des cultures à forte valeur ajoutée. Cependant, les sécheresses récurrentes et la surexploitation des ressources en eau ont mis en évidence les vulnérabilités du secteur. Les solutions technologiques, telles que l’agriculture de précision et les systèmes d’irrigation intelligents, n’ont pas encore été adoptées à grande échelle, ce qui laisse de nombreux agriculteurs dépendants des méthodes traditionnelles. Cet écart met en évidence le décalage entre les aspirations politiques et la mise en œuvre pratique, en particulier pour les petits exploitants qui n’ont pas accès au capital et au soutien technique.

Le secteur manufacturier, qui contribue de plus en plus au PIB du Maroc, est confronté à ses propres obstacles en matière de durabilité. Le secteur a bénéficié d’investissements stratégiques dans les secteurs de l’automobile et de l’aérospatiale, avec des entreprises comme Renault et Boeing qui ont établi des opérations importantes dans le pays. Cependant, l’empreinte environnementale de ces industries, notamment la forte consommation d’énergie et la production de déchets, pose des problèmes. Des politiques telles que le Plan d’accélération industrielle visent à résoudre ces problèmes en favorisant les parcs éco-industriels et en promouvant l’efficacité des ressources. Pourtant, la mise en œuvre reste inégale, de nombreuses petites et moyennes entreprises (PME) ayant du mal à adopter des technologies vertes en raison de contraintes financières et réglementaires.

Le cadre politique du Maroc fournit une base pour relever ces défis en matière de durabilité. Des initiatives telles que la Stratégie nationale de développement durable (2017) et la Feuille de route pour l’efficacité énergétique mettent l’accent sur l’intégration des considérations environnementales dans le développement économique. En outre, la participation du Maroc aux accords internationaux, notamment l’Accord de Paris sur le climat, souligne son engagement en faveur des objectifs mondiaux de durabilité. Cependant, l’efficacité de ces politiques est souvent compromise par des mécanismes d’application limités et un

alignement insuffisant entre les stratégies nationales et la mise en œuvre au niveau local.

Ce contexte révèle un double récit. D'un côté, le Maroc fait preuve de leadership à travers des projets et des politiques ambitieux qui témoignent d'un engagement clair en faveur du développement durable. De l'autre, des défis structurels, notamment des barrières financières, une infrastructure technologique limitée et une mise en œuvre inégale des politiques, entravent les progrès.

Tableau 2.—Les grandes projets réalisés au Maroc dans les dernières années

Year	Milestone	Description
2008	Plan Maroc Vert	Initiative visant à moderniser l'agriculture par une utilisation efficace de l'eau et des pratiques durables.
2016	Complexe Solaire Noor	Lancement du plus grand projet solaire au monde pour positionner le Maroc comme leader en énergie renouvelable.
2017	Stratégie Nationale de Développement Durable	Adoption d'une politique nationale intégrant des objectifs environnementaux dans le développement économique.
2019	Expansion des Industries Manufacturières	Croissance grâce à des investissements étrangers dans les secteurs automobile et aérospatial.
2021	Feuille de Route pour l'Efficacité Énergétique	Mise en place d'une stratégie visant l'optimisation des ressources et la réduction des coûts énergétiques.
Present	Défis Structurels Persistants	Des projets ambitieux montrent le leadership du Maroc, mais des contraintes financières et technologiques demeurent.

Source : auteur

1.3. Cadre théorique

Le rôle de la technologie dans la réalisation de la durabilité et de l'efficacité opérationnelle repose sur un cadre multidimensionnel qui intègre les principes de l'éco-innovation, la théorie des systèmes et les perspectives basées sur les ressources. Ce cadre évalue la manière dont la transformation numérique et les technologies vertes servent de catalyseurs pour la reconfiguration des processus

industriels, l'optimisation de l'utilisation des ressources et la promotion de la résilience à long terme.

La théorie de l'éco-innovation fournit les bases pour comprendre le potentiel transformateur de la technologie pour relever les défis environnementaux. Elle postule que l'innovation visant à réduire l'impact environnemental génère un double avantage : elle atténue les risques écologiques tout en améliorant le positionnement concurrentiel (Kemp et Pearson, 2007). Cette perspective met en évidence l'interaction entre les avancées technologiques et les stratégies organisationnelles, en soulignant que les résultats durables émergent souvent de la réingénierie des processus et de l'adoption de pratiques novatrices. Dans ce contexte, des technologies telles que les systèmes d'énergie renouvelable, les techniques de fabrication économes en énergie et les outils de surveillance numérique représentent des éco-innovations qui bouleversent les paradigmes industriels traditionnels.

La théorie des systèmes enrichit encore le cadre en mettant l'accent sur l'interdépendance des composants industriels. Selon cette approche, les industries fonctionnent comme des systèmes complexes dans lesquels les changements technologiques se répercutent sur les chaînes d'approvisionnement, les processus de production et la dynamique du marché (Meadows, 2008). Les technologies numériques, telles que l'Internet des objets (IoT) et la blockchain, renforcent cette interdépendance en permettant le partage de données en temps réel, la transparence et l'analyse prédictive. Ces capacités rationalisent les opérations, réduisent les inefficacités et créent des mécanismes adaptatifs pour répondre aux défis environnementaux et opérationnels.

La vision des entreprises basée sur les ressources (RBV) complète ces perspectives en mettant l'accent sur les avantages stratégiques conférés par les actifs technologiques. La RBV suggère que les entreprises qui exploitent des ressources technologiques uniques et inimitables obtiennent des résultats supérieurs en matière de performance et de durabilité (Barney, 1991). Cette perspective est particulièrement pertinente pour évaluer la manière dont les industries marocaines adoptent des technologies vertes et des solutions numériques pour améliorer l'efficacité des ressources. Par exemple, l'intégration de systèmes de fabrication intelligents réduit le gaspillage de matériaux et la consommation d'énergie, ce qui se traduit à la fois par des économies économiques et une réduction de l'empreinte environnementale.

L'efficacité opérationnelle, en tant que mesure clé dans ce cadre, est évaluée à l'aide d'indicateurs tels que la consommation d'énergie, les temps de cycle de production et la production de déchets. La durabilité, quant à elle, est évaluée à l'aide de dimensions d'impact environnemental, telles que les émissions de carbone et la conservation des ressources, ainsi que les contributions sociales telles que l'amélioration des conditions de travail et l'engagement communautaire. En reliant ces résultats aux interventions technologiques, le cadre souligne le double rôle de la technologie en tant que catalyseur et moteur de la transformation industrielle durable.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. Approche

L'approche méthodologique combine l'analyse des rapports officiels avec une revue de la littérature, assurant une évaluation robuste et multidimensionnelle du rôle de la technologie dans la réalisation de la durabilité, de l'efficacité opérationnelle et de la compétitivité au sein des industries marocaines. La sélection des sources est guidée par la pertinence, en se concentrant sur les données empiriques, les études de cas et les contributions théoriques qui correspondent aux objectifs de la recherche.

Les rapports officiels des agences gouvernementales marocaines, telles que le ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement, fournissent des informations essentielles sur les stratégies, les politiques et les indicateurs de performance industrielle du pays. En outre, les documents d'organisations internationales, notamment le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et la Banque mondiale, replacent les progrès du Maroc dans le contexte de tendances mondiales plus larges. Les rapports sectoriels spécifiques, tels que ceux de l'Agence marocaine pour l'énergie durable (MASEN) et de l'Office national de l'électricité et de l'eau (ONEE), proposent des analyses sectorielles essentielles à la compréhension des défis et des réalisations dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie manufacturière.

La revue de la littérature complète cette analyse en examinant les articles et études scientifiques qui traitent de l'intégration des technologies numériques et vertes dans les industries. Une attention particulière est accordée aux travaux portant sur l'éco-innovation, la transformation numérique et les impacts économiques des initiatives de développement durable. Cette double approche garantit une analyse complète, équilibrant les preuves empiriques et les connaissances théoriques.

2.2. Cadre d'analyse

L'évaluation de la durabilité, de l'efficacité opérationnelle et de la compétitivité s'articule autour de critères clairement définis pour garantir cohérence et rigueur. La durabilité est évaluée à travers des dimensions environnementales, sociales et économiques. Les indicateurs environnementaux comprennent la réduction des émissions de carbone, de la consommation d'énergie et de la production de déchets. La durabilité sociale est mesurée par l'amélioration des conditions de travail, l'engagement communautaire et l'accès équitable aux ressources. La durabilité économique se concentre sur les économies de coûts, la rentabilité et la viabilité financière à long terme.

Ce cadre intègre des évaluations quantitatives et qualitatives, en utilisant des études de cas pour illustrer des applications spécifiques de la technologie et leurs résultats. Il intègre également une analyse comparative par rapport aux meilleures pratiques internationales pour identifier les lacunes et les domaines à améliorer. En alignant les critères sur les objectifs de l'étude, la méthodologie garantit que l'analyse capture les interactions nuancées entre la technologie, la durabilité et la performance industrielle dans le contexte marocain.

3. DISCUSSION

3.1. Le cas marocain

Les entreprises marocaines intègrent de plus en plus les technologies durables en raison de l'accent stratégique mis par le pays sur la durabilité. Le secteur des énergies renouvelables en est un exemple frappant. Le complexe solaire Noor Ouarzazate illustre le potentiel des projets de technologies vertes à grande échelle. Cette initiative, développée sous l'égide de l'Agence marocaine pour l'énergie durable (MASEN), produit plus de 580 mégawatts d'électricité, réduisant ainsi considérablement les émissions de carbone. Les rapports de MASEN indiquent que Noor contribue à l'objectif du Maroc de s'approvisionner à 52 % en énergies renouvelables d'ici 2030, ce qui montre comment les technologies vertes s'alignent sur les objectifs nationaux de durabilité.

Dans le secteur manufacturier, des entreprises comme Renault Tanger ont adopté des outils numériques pour améliorer leur efficacité opérationnelle. L'usine zéro carbone de Renault, opérationnelle depuis 2012, utilise des sources d'énergie renouvelables telles que l'éolien et le solaire, ainsi que des systèmes numériques de suivi de la production. Ces technologies réduisent la consommation d'énergie et le gaspillage, positionnant Renault comme une

référence en matière de fabrication durable au Maroc. Des études universitaires, notamment celles de Ragazzi et Ghidini (2017), corroborent que de telles approches intégrées offrent des avantages environnementaux et économiques substantiels.

Les petites et moyennes entreprises (PME) offrent une perspective contrastée. Par exemple, les startups agro-technologiques soutenues par le Plan Maroc Vert utilisent des plateformes numériques pour l'agriculture de précision et la gestion de l'irrigation. Cependant, ces initiatives restent limitées en termes d'échelle en raison d'obstacles financiers et techniques, reflétant les disparités dans l'adoption de technologies durables selon la taille des entreprises et les secteurs.

3.2. Principales conclusions

L'adoption de la transformation numérique et des technologies vertes a renforcé la durabilité des industries marocaines. Les projets d'énergie renouvelable, comme le souligne l'initiative Noor, réduisent la dépendance aux combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre. Les rapports gouvernementaux, tels que ceux du ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement, soulignent que ces projets contribuent également à la sécurité énergétique et à la résilience économique.

La transformation numérique dans le secteur manufacturier a permis d'importants gains opérationnels. Les données de Renault Tanger montrent que les outils de surveillance numérique optimisent les cycles de production, réduisant la consommation d'énergie de 37 % et la consommation d'eau de 70 %. Ces économies améliorent la rentabilité tout en s'alignant sur les objectifs de développement durable du Maroc. La littérature universitaire, notamment Kemp et Pearson (2007), soutient l'affirmation selon laquelle de telles innovations technologiques génèrent des avantages à la fois écologiques et économiques.

Les industries qui adoptent ces technologies bénéficient d'avantages concurrentiels évidents. Les entreprises qui exploitent les outils numériques et les technologies vertes renforcent leur positionnement sur le marché en réduisant les coûts et en améliorant la qualité des produits. Par exemple, les exportations du secteur automobile, soutenues par des pratiques durables, représentent plus de 25 % du PIB du Maroc, selon les rapports du ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Économie verte et numérique.

3.3. Analyse comparative

Les comparaisons entre les secteurs révèlent des tendances et des disparités. Le secteur des énergies renouvelables a réalisé des progrès significatifs grâce à des investissements publics substantiels et à des partenariats internationaux, notamment ceux avec l'Union européenne. L'industrie manufacturière, en particulier dans les secteurs orientés vers l'exportation comme l'automobile et l'aérospatiale, bénéficie de technologies numériques et vertes intégrées. Cependant, l'agriculture est à la traîne, malgré son rôle essentiel dans l'économie. Des études universitaires suggèrent que l'accès limité au capital et à la technologie freine l'application plus large de pratiques durables dans ce secteur.

3.4. Défis

Les obstacles à l'adoption des technologies persistent, en particulier pour les PME. Les contraintes financières constituent un problème récurrent. Les rapports de la Confédération générale des entreprises du Maroc (CGEM) soulignent que les coûts initiaux élevés dissuadent les petites entreprises d'investir dans les technologies vertes. Les déficits de compétences aggravent encore ces difficultés, car les industries ont du mal à recruter et à former des travailleurs capables de mettre en œuvre et de maintenir des systèmes avancés. Les lacunes réglementaires, notamment l'insuffisance des incitations fiscales, entravent l'adoption généralisée. De plus, l'application inégale des politiques existantes crée des disparités, ce qui désavantage les petites entreprises.

Les résultats indiquent que si le Maroc a réalisé des progrès notables, l'adoption généralisée des technologies durables nécessite de surmonter les obstacles financiers, techniques et réglementaires. Il sera essentiel de combler ces lacunes pour garantir que les technologies numériques et vertes contribuent aux objectifs de durabilité du Maroc dans tous les secteurs industriels.

4. CONCLUSION

Les résultats de cette étude soulignent la transformation en cours des industries marocaines grâce à l'intégration des technologies numériques et vertes, tout en mettant en évidence des défis structurels majeurs. L'adoption croissante des énergies renouvelables, symbolisée par le complexe solaire Noor Ouarzazate, ainsi que les initiatives de transformation numérique dans des secteurs tels que la fabrication automobile, illustrent le potentiel de ces technologies à améliorer la durabilité et l'efficacité opérationnelle. Ces progrès démontrent que l'innovation technologique peut simultanément soutenir les objectifs environnementaux et économiques, renforçant ainsi la

compétitivité des entreprises marocaines sur la scène internationale.

Cependant, l'analyse comparative révèle des disparités importantes entre les secteurs. Si les industries manufacturières et énergétiques ont bénéficié d'investissements significatifs et de partenariats stratégiques, l'agriculture reste limitée dans son adoption des technologies durables en raison de contraintes financières et d'un accès réduit aux infrastructures avancées. Les petites et moyennes entreprises, malgré leur rôle crucial dans l'économie nationale, sont particulièrement freinées par des obstacles financiers, un manque de compétences techniques et des incitations réglementaires insuffisantes.

Pour maximiser les avantages des technologies numériques et vertes, il est impératif d'aborder ces défis. Les politiques publiques doivent s'orienter vers un soutien accru aux PME par des subventions, des incitations fiscales et des programmes de formation ciblés. Parallèlement, une meilleure coordination entre les stratégies nationales et leur mise en œuvre locale est nécessaire pour garantir une adoption plus équitable et généralisée.

Enfin, cette étude propose un cadre pour comprendre comment les technologies peuvent transformer les pratiques industrielles dans le contexte marocain, offrant des leçons applicables à d'autres économies émergentes. La poursuite de cette transition nécessite une approche intégrée, combinant innovation technologique, développement des compétences et politiques publiques adaptées, afin de surmonter les barrières actuelles et de promouvoir un développement industriel durable et inclusif.

RÉFÉRENCES

- Rapports gouvernementaux et institutionnels :
- Agence marocaine pour l'énergie durable (MASEN). (2024). Rapport annuel sur les projets d'énergies renouvelables au Maroc . Récupéré de Site officiel de MASEN .
- Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement. (2024). Énergies renouvelables et développement durable au Maroc : progrès et défis . Rabat : Gouvernement du Maroc.
- Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Économie Verte et Numérique. (2024). Développement industriel et développement durable au Maroc . Rabat : Gouvernement du Maroc.
- Confédération Générale des Entreprises du Maroc (CGEM). (2024). PME et adoption de technologies durables : barrières financières et techniques . Casablanca : Publications de la CGEM.
- Littérature académique :
- Barney, J. (1991). Ressources de l'entreprise et avantage concurrentiel durable. *Journal of Management* , 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Cabeza, LF, Rincón, L., Vilarinho, V., Pérez, G., & Castell, A. (2014). Analyse du cycle de vie (ACV) et analyse énergétique du cycle de vie (AECV) des bâtiments et du secteur du bâtiment : une revue. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 29, 394–416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>

- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, NM, & Hultink, EJ (2017). L'économie circulaire – Un nouveau paradigme de durabilité ? *Journal of Cleaner Production* , 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Kemp, R., & Pearson, P. (2007). Rapport final du projet MEI sur la mesure de l'éco-innovation. Maastricht : Institut économique de Maastricht pour l'innovation et la technologie.
- Meadows, DH (2008). Penser en systèmes : une introduction. White River Junction, VT : Chelsea Green Publishing.
- Ragazzi, M., & Ghidini, F. (2017). Durabilité environnementale des universités : analyse critique d'un classement vert. *Energy Procedia* , 119, 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.068>
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., et Shen, L. (2019). La technologie blockchain et ses relations avec la gestion durable de la chaîne d'approvisionnement. *Revue internationale de recherche sur la production* , 57(7), 2117–2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- Sovacool, BK et Drupady, IM (2016). Accès à l'énergie, pauvreté et développement : la gouvernance des énergies renouvelables à petite échelle dans les pays en développement d'Asie. *Renewable Energy* , 10, 165–178. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.047>
- Études de cas et données sectorielles :
- Renault Tangier. (2024). Rapport sur les pratiques de développement durable et l'efficacité opérationnelle . Récupéré de Site officiel de Renault .
- Noor Ouarzazate . (2024). Rapport d'étude d'impact . Ouarzazate : MASEN.

Zakaria ELHABTI - Doctorant chercheur : Ecole nationale de gestion et de commerce de kenitra – université Ibn Tofail
Said ASSAL - professeur chercheur : Ecole nationale de gestion et de commerce de kenitra – université Ibn Tofail