

L'INDUSTRIE DU FUTUR OU X.0

Version publique

Octobre 2023

Groupe de travail

- **Prof. Amal EL FALLAH SEGHROUCHNI (Coordinatrice du groupe de travail)**, Présidente exécutive du Centre international d'intelligence artificielle "Ai movement" - UM6P ; Professeure de Classe Exceptionnelle à l'Université de Sorbonne – Faculté des sciences et d'ingénierie
- **M. Klaus BEETZ**, Expert allemand en Industrie du futur, PDG de "EIT Manufacturing"
- **M. Stéphane AMARGER**, Expert en industrie 4.0, Chief Information Officer, TrustSeed SAS, Membre des réseaux d'influences " La Fabrique du Futur and The Alchemists", Membre du Comité de Pilotage du Conseil Scientifique et de l'Assemblée des Industriels de l'Institut Eurécom
- **Prof. Phillipe BIDAUD**, Expert en "systèmes avancés et robotique", Directeur scientifique TIC, Centre français de recherche aérospatiale (ONERA)

Propriété de l'IRES, ce rapport, par les opinions qui y sont exprimées, engage la responsabilité de son auteur et en aucun cas celle de l'IRES.

Table des matières

Résumé Exécutif.....	5
Introduction	13
1. Genèse des révolutions industrielles de 1.0 à 6.0.....	16
1.1. L'industrie 1.0	17
1.2. L'industrie 2.0	17
1.3. L'industrie 3.0	18
1.4. L'industrie 4.0	19
1.5. L'industrie 5.0	20
1.6. L'industrie 6.0	23
2. Focus sur l'Industrie X.0.....	24
2.1. L'industrie X.0 vue par Accenture.....	25
2.2. Synthèse des leviers pour l'industrie X.0.....	28
3. Benchmark international	38
3.1. Pays industrialisés.....	39
3.2. Nouveaux pays industrialisés.....	48
4. Impact de l'émergence de l'industrie X.0 sur l'industrie marocaine	57
4.1. Une transformation fondamentale de la chaîne de valeur mondiale qui verra de nouvelles tendances importantes définir la fabrication et la concurrence au cours des prochaines années.	57
4.2. Une concurrence accrue entre les pays pour attirer les investissements directs étrangers, ce qui soulèvera les enjeux pour les pays et les entreprises	58
4.3. Impacts sur l'emploi et évolution des compétences requises pour le secteur industriel	59
4.4. Changement de la place et du rôle de l'Humain dans le processus de développement	59
4.5. Transformation des modèles de gouvernance existants	60
4.6. Nouveaux besoins en termes d'infrastructures	60
4.7. Émergences de nouvelles industries basées sur les technologies X.0.....	61
4.8. Importance de la recherche et de l'innovation.....	61
4.9. Industrialisation plus performante et respectueuse de l'environnement	62
4.10. La concurrence croissante pour les ressources matérielles et la pénurie de ces ressources modifieront les stratégies des pays et des entreprises	62
4.11. La nécessité de stratégies énergétiques propres, abordables et efficaces, qui serviront de différenciateurs majeurs sur le marché international	63
4.12. Éthique ou l'industrie éco-responsable	64
4.13. L'agilité, la capacité d'innover et la résilience	64

5. Etude de maturité de l'industrie marocaine	65
5.1. Examen des politiques industrielles nationales	66
5.2. Appréciation de la maturité du tissu productif national pour ce qui est de l'industrie X.0	67
5.3. Synthèse des consultations avec les experts internationaux	91
6. Propositions et feuille de route	95
6.1. Dimension compétitivité.....	95
6.2. Dimension réglementaire.....	98
6.3. Dimension technologique.....	101
6.4. Dimension capital humain	103
6.5. Dimension financière	106
6.6. Dimension sociale	109
Conclusion	112
Annexes	118

Résumé Exécutif

L'asservissement des technologies pour l'industrie a profondément transformé les industries, les sociétés et les économies à l'échelle mondiale. Depuis la première révolution industrielle, le charbon et la vapeur, technologies de pointe à l'époque, permettaient déjà un avantage concurrentiel considérable à ceux qui savaient les exploiter. Cette période a également été marquée par le passage de sociétés agricoles à des sociétés industrialisées et a ouvert la voie à une croissance économique sans précédent.

A l'instar de la première, la deuxième révolution industrielle est aussi étroitement liée au développement et à l'usage accru des technologies, se caractérisant par l'utilisation de l'électricité, du pétrole et des nouvelles méthodes de production comme la chaîne de montage. L'émergence de l'électronique, de l'informatique et des technologies de l'information ont ouvert la voie à la troisième révolution industrielle, également connue sous le nom de révolution numérique.

Durant cette période, la connectivité et l'utilisation massive de l'Internet ont permis une transformation profonde des industries, avec une diffusion rapide des technologies de l'information et de la communication dans tous les secteurs d'activité. La quatrième révolution industrielle, ou l'industrie 4.0, se distingue par l'utilisation de technologies avancées telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets, la robotique avancée, la réalité virtuelle et la blockchain pour transformer les processus de production, de stockage et de commercialisation.

Cependant, depuis l'avènement de l'Industrie 4.0, nous assistons à un changement de paradigme dans ces révolutions industrielles. Le changement s'étend désormais bien au-delà de l'utilisation pure de nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité de la production de masse. Dans ce nouveau contexte, il s'agit de concevoir une vision holistique de l'industrie, intégrant des considérations sociales et environnementales. C'est également d'un changement de mentalité, où l'efficacité et la productivité industrielles ne sont plus les seuls critères.

Ces révolutions X.0 visent une production plus respectueuse de l'environnement, une meilleure utilisation des ressources, et une plus grande personnalisation pour répondre aux demandes spécifiques de ses clients. Plusieurs puissances industrielles, comme le Japon, l'Allemagne et les Etats-Unis, ont déjà adopté des déclinaisons spécifiques de ces "révolutions X.0" adaptées à leurs propres industries et économies.

A cet égard, les industries à travers le monde ont réagi différemment à chaque révolution industrielle, influencées par divers facteurs tels que leur niveau de développement économique, leurs ressources naturelles, leur capital humain et leurs politiques gouvernementales. Le benchmark international présenté dans l'étude examine comment différents pays, avec leurs contextes socio-économiques, culturels, politiques et géographiques variés, abordent et réagissent aux révolutions industrielles.

Il révèle que chaque pays adopte des stratégies de modernisation industrielle influencées par nombreux facteurs tels que la qualité de l'éducation, le niveau de l'industrie minière et des énergies et le développement de la recherche.

Par exemple, des nations fortement industrialisées telles que l'Allemagne et les Etats-Unis ont entamé leur parcours vers l'industrialisation numérique dès 2011, tandis que d'autres pays ont pris conscience de ces enjeux plus récemment. Les pays sélectionnés pour cette étude, issus de l'Europe, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique, sont à différents stades d'implémentation de leurs stratégies nationales de modernisation industrielle. Les performances économiques mondiales et la présence dans les chaînes de valeur mondiales ont été prises en compte pour leur sélection.

Les facteurs de réussite de ces pays sont divers. Premièrement, tous ces pays disposent de programmes nationaux dédiés à l'industrie du futur, tels que l'initiative "Industrie 4.0" en Allemagne, et l'industrie 5.0 japonaise. Ces programmes adoptent une panoplie de mesures sur plusieurs axes, visant à tirer parti des technologies de l'information avancées pour transformer les capacités industrielles et maintenir la compétitivité sur les marchés mondiaux.

Deuxièmement, les pays adoptant l'industrie du futur reconnaissent l'importance de l'éducation, de la formation et de la recherche et du développement. En investissant dans les ressources humaines par le biais de systèmes éducatifs adaptés qui intègrent les compétences techniques nécessaires pour l'industrie X.0, ces pays assurent un vivier de talents qualifiés pour soutenir l'innovation. Par exemple, Les initiatives politiques coréennes se concentrent particulièrement sur la recherche et le développement et soutiennent l'investissement dans la technologie et l'éducation.

Troisièmement, le renforcement de l'accès au financement pour soutenir les initiatives d'innovation est également un élément décisif dans toutes les expériences réussies. Cela peut impliquer des incitations financières pour les startups, des subventions à la R&D, et des partenariats public-privé pour diminuer le risque financier lié à l'exploration de nouvelles frontières technologiques.

Quatrièmement, le triptyque gouvernement-industrie-université est une autre caractéristique essentielle, où le gouvernement joue un rôle de facilitateur et de régulateur, l'industrie apporte une expertise pratique et des ressources, et l'université contribue par la recherche et le développement de nouvelles connaissances. Cette synergie permet une accélération du processus d'innovation et la commercialisation efficace des découvertes technologiques.

Le benchmark international offre des leçons clés pour l'industrie marocaine dans la transition vers l'industrie X.0. Il est crucial pour le Maroc d'investir dans le développement des compétences, en particulier dans les domaines spécifiques aux technologies numériques. Il est également important de se pencher sur l'innovation et d'intégrer rapidement les nouvelles technologies pour rester compétitif.

Le rôle du gouvernement est vital en créant des politiques proactives pour soutenir cette transition. Enfin, une collaboration efficace au sein de l'écosystème industriel - entre les entreprises, les institutions de recherche et le gouvernement - peut accélérer le passage à l'Industrie X.0 et améliorer la compétitivité du secteur.

L'évaluation de la maturité de l'industrie marocaine pour l'avenir indique que le pays est à un point de transition clé et doit prendre des mesures significatives pour assurer la compétitivité du secteur à long terme. Au cours des 15 dernières années, le Maroc a mis en œuvre une approche sectorielle de croissance économique, visant à accélérer l'industrialisation et à renforcer l'intégration dans les chaînes de valeur mondiale. Malgré des avancées notables, l'exécution de ces plans a été entravée par des défis liés à une coordination limitée avec d'autres politiques publiques dans les domaines influant tels l'éducation et la recherche scientifique.

Il n'existe actuellement aucune stratégie directement consacrée à l'industrie future au Maroc, mais étant donné l'adoption rapide des technologies numériques dans l'industrie à l'échelle mondiale, il est impératif que l'industrie marocaine fasse la transition d'une industrie basée principalement sur l'offshore et l'avantage du coût de production vers une industrie innovante à la pointe de la technologie. Les défis restants dans plusieurs domaines nécessitent une fédération des efforts de nombreux acteurs liés au secteur, dans le cadre d'une stratégie industrielle tangible et cohérente en synergie avec les contraintes locales.

Le questionnaire, élaboré par l'Institut Royal des Etudes Stratégiques (IRES) et administré sous sa supervision, a révélé des informations importantes sur la connaissance et la compréhension de l'industrie du futur parmi les entreprises marocaines. Sur base des réponses reçues, 88% des entreprises interrogées sont conscientes de l'industrie du futur, ce qui est un indicateur encourageant de la sensibilisation aux transformations numériques et automatisées dans les secteurs industriels au Maroc.

Cependant, la familiarité des entreprises avec le concept de l'industrie du futur varie en fonction de la taille et du secteur de l'entreprise. Par exemple, toutes les entreprises participantes issues des secteurs primaire et tertiaire ont affirmé être familières avec l'industrie du futur. Cependant, les entreprises du secteur secondaire affichent un niveau de connaissance légèrement inférieur, à 83%.

En revanche, seuls 15% des entreprises estiment avoir un niveau élevé de numérisation, ce qui peut indiquer soit un manque de ressources, soit des défis technologiques ou organisationnels.

L'étude a également évalué le taux d'adoption de l'industrie du futur parmi les entreprises marocaines. D'après les résultats, il a été constaté que 45% des entreprises sondées tentent actuellement de mettre en œuvre des initiatives liées à l'industrie du futur. Ceci témoigne d'une approche proactive et positive vers la modernisation et l'orientation future de l'industrie.

Cependant, l'implémentation de l'industrie du futur ne se fait pas sans défis. Il a été observé que 25% des entreprises mènent des efforts de numérisation de manière indépendante, ce qui peut limiter les avantages de l'industrie du futur qui requiert une approche plus intégrée. Par ailleurs, les résultats montrent que seulement 6 % des entreprises ont pleinement intégré les concepts de l'industrie du futur, indiquant que l'avancement vers une adoption complète se fait à un rythme progressif.

L'enquête a également exploré les motivations des entreprises marocaines pour adopter l'industrie du futur. Les réponses indiquent que ces motivations sont en accord avec les objectifs économiques nationaux, en particulier dans le cas des entreprises du secteur secondaire. Notamment, 7 % des entreprises visent à accroître la compétitivité, tandis que 15 % cherchent à se démarquer sur le marché, percevant l'industrie du futur comme un outil stratégique pour améliorer l'efficacité opérationnelle et différencier leurs offres.

En parallèle, 26 % et 25 % des entreprises voient la nécessité d'adopter l'industrie du futur pour rester pertinentes et compétitives face aux pressions du marché et de la concurrence. Dans une perspective de croissance et de diversification, 27 % des entreprises sont à la recherche de l'innovation et de l'expansion du marché. Ces motivations diverses pour l'adoption de l'industrie du futur démontrent l'appréciation de sa valeur stratégique et des divers avantages potentiels, de l'amélioration tactique immédiate aux ambitions à long terme. Cela révèle le rôle possible de l'industrie du futur dans le façonnement du futur paysage industriel du Maroc.

Côté mise en œuvre, l'étude a également examiné la capacité d'adaptation technologique des entreprises marocaines en termes de leur équipement et de leurs processus automatiques. Les résultats révèlent que 67 % des entreprises disposent de processus ou d'équipements qui sont capables de réagir de manière autonome ou automatique en temps réel aux changements des conditions de production. Cette constatation indique un niveau d'intégration technologique assez élevé, signe d'une préparation et d'une flexibilité importantes pour répondre aux conditions de production dynamiques. Néanmoins, 33 % des entreprises n'ont pas d'équipements automatiques, révélant une disparité importante dans la transition vers l'industrie du futur.

L'enquête a également évalué la perception des entreprises de leur niveau de numérisation. Les résultats indiquent que seulement 15 % des entreprises estiment avoir un niveau élevé d'intensité numérique, ce qui suggère qu'une proportion significative d'entreprises n'est pas encore pleinement engagée dans le processus de numérisation, ou peut-être manque de conscience du degré de numérisation qui existe déjà dans leurs opérations.

En termes d'implémentation de l'Industrie du Futur, l'étude a évalué la disponibilité et l'adoption de ses aspects clés parmi les entreprises marocaines. Il apparaît que, bien qu'une majorité (65%) des entreprises ait une connaissance de l'Industrie 4.0, l'adoption pratique de ces technologies est significativement plus basse.

Sur la base du benchmark international, des consultations avec des experts et des observations faites lors de l'étude de terrain, plusieurs recommandations ont été élaborées pour aider le Maroc dans sa transition vers l'industrie du futur. Ces recommandations découlent d'une analyse approfondie et d'une compréhension contextualisée des défis et des opportunités spécifiques au pays.

Le premier besoin pressant pour l'industrie marocaine est d'accroître sa compétitivité. Dans le domaine du développement du capital humain, il est crucial de valoriser l'éducation et la formation technique de haute qualité, alignées sur les besoins spécifiques de l'industrie. Cela passe par l'investissement dans les programmes d'éducation technique et professionnelle capable de forger un vivier de travailleurs hautement qualifiés.

L'étude suggère de se focaliser intensément sur les marchés domestiques et africains en expansion, ce qui implique la construction de canaux de distribution efficaces, la création d'infrastructures logistiques solides, et la consolidation des partenariats avec les acteurs commerciaux locaux. Pour une gestion optimisée de la chaîne d'approvisionnement, l'intégration de technologies avancées et l'exploitation d'outils d'analyse prédictive et de données du marché s'avèrent indispensable pour améliorer la production et la distribution.

Il est essentiel de promouvoir l'émergence d'une nouvelle génération d'industriels. Favoriser l'innovation, l'utilisation durable des énergies renouvelables et une intégration plus prononcée au sein des chaînes de valeur mondiales sont des facteurs clés pour renforcer la compétitivité de l'industrie marocaine à long terme.

L'étude recommande aussi l'élaboration d'un cadre réglementaire adapté pour l'intégration des technologies avancées, afin d'assurer une utilisation éthique et sécurisée de ces outils, tout en garantissant la compétitivité du pays. Elle propose aussi une régulation plus stricte en matière d'émissions de gaz à effet de serre, incitant les entreprises industrielles à investir dans des technologies plus propres et plus efficaces.

De plus, il est proposé de renforcer les lois de protection des travailleurs, garantissant ainsi la sécurité des employés face à l'émergence de nouvelles technologies et la gestion éthique des données. Enfin, un cadre réglementaire adapté pour le financement des entreprises par des fonds d'épargne collective est suggéré, afin de soutenir l'innovation tout en gardant un profil de risque positif.

La dimension technologique est également essentielle pour le Maroc pour promouvoir l'adoption des technologies de l'industrie X.0 comme l'intelligence artificielle, l'automatisation, l'Internet des objets et la réalité augmentée/virtuelle. Ces technologies ont le potentiel d'accroître l'efficacité de la production et stimuler l'innovation. En outre, il est préconisé de stimuler le transfert de technologie en favorisant les partenariats entre les universités, les instituts de recherche et le secteur industriel. Il est également suggéré d'établir des instituts de recherche technologiques dédiés à la recherche appliquée pour faciliter le transfert des savoirs.

Pour rendre efficaces les recommandations de l'étude pour l'amélioration de l'industrie marocaine, il est essentiel de les appuyer par des mesures financières appropriées. Cela inclut la mise en œuvre d'un abattement fiscal destiné à stimuler l'investissement dans l'immobilier industriel, qui pourrait libérer des capitaux pour encourager l'innovation technologique et le développement industriel. Il est aussi nécessaire de faciliter l'accès au financement pour les entreprises, ce qui leur permettra d'investir dans de nouvelles technologies ou de développer des produits et des solutions innovantes.

Enfin, favoriser l'investissement de fonds d'épargne collective ou institutionnelle dans les entreprises qui présentent un profil de risque positif pourrait non seulement dynamiser les flux de financement disponibles, mais aussi stimuler l'innovation et la croissance au sein de l'industrie marocaine.

La dimension sociale est tout aussi capitale. L'étude souligne que la transition vers l'industrie du futur au Maroc doit être s'accompagner d'un engagement fort pour l'inclusion sociale. Cela signifie que les avantages de la technologie et de l'innovation doivent être partagés de manière équitable, indépendamment du statut socio-économique, du genre, de l'âge ou de la localisation géographique des individus. Avec l'automatisation potentielle de certains emplois, il devient primordial de renforcer les protections sociales, d'élargir l'assurance chômage et d'accompagner les employés dans leur transition vers de nouvelles opportunités d'emploi. Il est également suggéré de lever les obstacles financiers à la formation continue, notamment par la création d'un fond dédié à la montée en compétences des travailleurs.

En conclusion, le document propose un parcours conçu pour renforcer l'industrie marocaine à l'ère de l'industrie du futur. Il propose des initiatives ciblées pour favoriser l'innovation technologique de pointe, pour cultiver et enrichir le capital humain, forger des réglementations durables et éthiques, et assurer un soutien financier solide et durable.

En adoptant ces stratégies, le Maroc peut non seulement transformer son paysage industriel, mais également se forger une place de choix dans l'économie mondiale tout en garantissant un développement inclusif et durable pour l'ensemble de sa population. Le futur de l'industrie marocaine repose sur la mise en œuvre diligente de mesures concrètes qui lui permettront de consolider et d'accroître la compétitivité du « *made in Morocco* » à l'échelle mondiale. C'est en posant les fondations aujourd'hui que nous construirons l'industrie marocaine de demain.



Introduction

L'histoire de l'industrialisation a été jalonnée de transformations et parfois de révolutions qui ont rythmé et impacté la compétitivité internationale. Les transitions successives, allant de l'utilisation du charbon à l'usage de l'électricité, puis à la digitalisation et l'automatisation des chaînes de valeurs industrielles, ont renforcé la compétitivité des industries qui ont réussi à s'adapter rapidement et à intégrer les nouvelles technologies dans leurs processus.

Ces évolutions industrielles ont des répercussions significatives sur les économies des pays, modifiant ainsi les dynamiques de compétitivité et les bases de l'industrie mondiale. Toutefois, le contexte industriel actuel est différent des révolutions industrielles précédentes. Il ne s'agit plus de l'émergence d'une vision générale que différentes industries adapteraient à leur propre contexte, comme ce fût le cas pour les industries 1.0, 2.0, 3.0 et 4.0. Il s'agit plutôt de plusieurs révolutions industrielles concomitantes, qui transcendent la simple automatisation et digitalisation des processus de production.

Des puissances industrielles, telles que le Japon, l'Allemagne et les Etats-Unis, proposent déjà des déclinaisons spécifiques de ces "révolutions" adaptées à leurs propres industries, économies et sociétés. Les concepts de l'industrie 5.0 et 6.0 sont déjà en déploiement et font référence à des percées technologiques surpassant celles de l'Industrie 4.0. Ces approches, que nous nommerons "Industries X.0", impliquent principalement une vision holistique de l'industrialisation, mettant l'humain au centre des politiques industrielles et favorisant le bien-être social et la durabilité environnementale dans le processus de production.

Cette vision transformera profondément et de façon disruptive les bases de l'industrie mondiale et nécessitera une réorientation majeure de la manière dont nous concevons et développons nos industries. L'industrie marocaine sera nécessairement impactée et devra s'adapter aux exigences de l'industrie X.0 pour être compétitive.

Rappelons que l'industrie marocaine a connu une évolution notable grâce à des réformes depuis 2005, visant à renforcer le rôle du secteur industriel comme moteur de l'économie nationale. Cependant, malgré une nette évolution de la valeur ajoutée industrielle, l'apport en pourcentage du PIB est presque constant depuis 2005. Le secteur peine également à créer les emplois escomptés par la plupart des stratégies industrielles précédentes. Les raisons de cette performance sont multiples.

Premièrement, le manque de diversification significative du secteur est un obstacle majeur à la croissance industrielle marocaine. Dominé par quelques industries comme le textile, l'agroalimentaire, l'automobile et l'aéronautique, ce manque de diversité limite les opportunités de croissance du pays, augmentant sa vulnérabilité aux fluctuations économiques mondiales et réduisant sa résilience face aux chocs économiques.

Deuxièmement, le secteur n'a pas réussi à générer suffisamment d'emplois, conformément à ses politiques industrielles. Cette situation est le résultat direct d'une expansion limitée du secteur et d'une faible productivité dans certaines industries. La situation crée un cercle vicieux où le manque d'emplois conduit à une stagnation économique, qui à son tour entrave davantage le développement de l'industrie.

Troisièmement l'industrie marocaine est fortement vulnérable aux instabilités économiques mondiales, comme démontré lors de la crise économique de 2008 et pendant la pandémie de la COVID-19. Cette vulnérabilité est due à une forte dépendance envers des secteurs et marchés spécifiques et à une forte concentration de grandes entreprises hyper spécialisées. Bien que ces grandes entreprises marocaines soient des catalyseurs de croissance, elles peuvent aussi concentrer les risques et aggraver l'impact de certains chocs économiques au niveau mondial dans leur secteur (ex. le phosphate).

Quatrièmement, l'industrie marocaine souffre d'un manque d'innovation et de développement technologique. En effet, le pays est confronté à un "piège des économies intermédiaires", où il est coincé entre la concurrence des pays à faible coût de main-d'œuvre d'une part, et de l'autre, la nécessité de transformer son industrie pour fabriquer des produits à haute valeur ajoutée requérant davantage d'innovation. Ce défi est amplifié dans le contexte de l'industrie X.0, où le recours aux technologies numériques change les règles du jeu de la compétitivité industrielle. Dans ce contexte, l'avantage du faible coût de la main d'œuvre ne suffira plus pour assurer la compétitivité de l'industrie marocaine (la robotisation est en train de défier cette main d'œuvre jusque-là moins onéreuse).

Au regard de tous ces éléments, cette étude sur la maturité industrielle du secteur marocain, qui vient compléter les nombreux travaux de l'IRES sur les métiers mondiaux du Maroc [1], vise à fournir une image fidèle de l'état actuel de l'industrie marocaine dans ce contexte en perpétuelle mutation. Cette évaluation est essentielle pour comprendre le positionnement de l'industrie nationale dans le paysage industriel mondial et pour évaluer les besoins et les défis pour l'adoption et l'intégration de ces nouvelles technologies.

Cette étude est structurée en quatre étapes. La première partie du document présente une genèse des révolutions industrielles précédentes en les classifiant en deux grandes phases. La première phase, de l'industrie 1.0 à 4.0, détaille la progression technologique de la mécanisation à la vapeur jusqu'à l'automatisation et la numérisation. La seconde phase, qualifiée de révolutions exponentielles X.0 et incluant les industries 5.0 et 6.0, s'intéresse aux évolutions radicales qui intègrent des technologies numériques innovantes. Ces dernières servent non seulement à optimiser la production, mais aussi à encourager la croissance à travers des modèles économiques novateurs, capables de créer de la valeur dans l'ère numérique.

La deuxième étape a été consacrée à l'étude comparative des expériences industrielles d'un échantillon de pays significatifs (benchmark international). Il s'agissait d'analyser les expériences d'industrialisation réussies afin d'en tirer des enseignements en termes d'écueils à éviter et d'opportunités à saisir. En se penchant sur les stratégies déployées par différents pays, il devient possible d'élaborer une feuille de route éclairée vers une industrialisation réussie.

La troisième étape s'est focalisée sur l'analyse de la maturité de l'industrie du Maroc en examinant la performance du secteur et en identifiant les facteurs déterminants qui l'impactent. L'accent a été mis sur les politiques industrielles mises en place depuis 2005 en évaluant leur impact sur le développement industriel du Maroc. Cette analyse a également intégré les résultats des consultations menées auprès d'acteurs industriels marocains pour recueillir des éclairages sur les défis et les opportunités spécifiques auxquels le secteur industriel fait face.

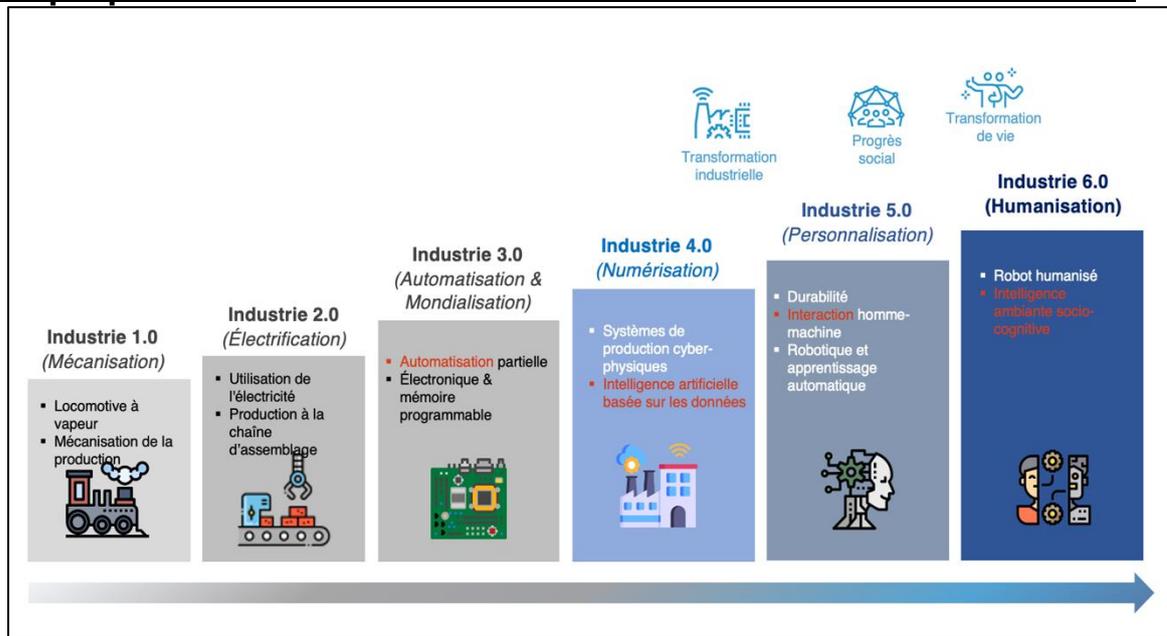
La quatrième étape a formulé des propositions stratégiques pour accompagner l'industrie marocaine dans sa transformation vers l'industrie du futur. Ces recommandations incluront une feuille de route claire pour l'industrie marocaine, mettant en évidence les domaines prioritaires d'investissement et de développement, les actions à entreprendre pour stimuler l'innovation, améliorer la compétitivité, favoriser l'émergence de secteurs à haute valeur ajoutée, et faire de l'industrie marocaine un vrai moteur de croissance économique durable.

1. Genèse des révolutions industrielles de 1.0 à 6.0

L'histoire de l'industrie est longue et complexe. Avant la première révolution industrielle, à la fin du XVIIIe siècle, l'agriculture employait la majorité de la population active, tandis qu'un petit nombre d'artisans exerçait dans des petits ateliers locaux. Cette situation a commencé à changer avec la première révolution industrielle à la fin du XVIIIe siècle et a connu de multiples itérations depuis lors (1.0 à 6.0 et X.0), comme présenté dans le graphique 1.

Ces révolutions industrielles ont comme origine des séries de changements technologiques et économiques majeurs qui ont transformé la façon dont les biens étaient produits et consommés. Elles peuvent être classées en deux phases : la première phase entre l'industrie 1.0 et l'industrie 5.0 est caractérisée par des évolutions induites par l'intégration de diverses technologies dans les processus industriels tandis que la deuxième phase constitue une rupture conceptuelle et technologique dans le but de totalement repenser l'industrie du futur, ses acteurs, ses processus et ses buts. Toutes ces révolutions ont eu et auront un impact profond sur la structure sociale et économique du monde et ont conduit au développement du monde moderne tel que nous le connaissons.

Graphique 1: Les révolutions industrielles de l'industrie 1.0 à l'industrie X.0.



Source : Compilée par le Groupe de travail

1.1. L'industrie 1.0

La première révolution industrielle, datée entre 1760-1820 (1840 dans certaines sources), a marqué un tournant crucial de l'histoire de l'humanité, dont l'impact résonne encore aujourd'hui. Cette époque, souvent décrite comme une période de transition entre l'ère de l'agriculture et l'ère industrielle, a été principalement motivée par des innovations dans les domaines du charbon et de la vapeur en Grande-Bretagne. Cette transition sera bientôt adoptée par d'autres pays comme les Etats unis, la Belgique, la France et l'Allemagne. Cette révolution fut également caractérisée par des avancées technologiques notables réalisées dans le domaine des machines, des sources d'énergie, des systèmes de communication et des transports, propulsant les industriels de l'époque vers un niveau de productivité sans précédent. De nouvelles formes d'organisation telles que le système d'usine ont été développées, augmentant encore plus l'efficacité et la productivité [2].

Dans le sillage de cette première révolution industrielle, ces progrès technologiques et économiques ont eu des répercussions directes sur de nombreux autres aspects de la vie. Notamment, l'industrialisation a eu profondément influencé les structures politiques et sociales, incitant les gouvernements à instaurer de nouvelles lois et politiques pour répondre aux besoins croissants des citoyens. Une réforme de l'éducation a été initiée dans de nombreux pays afin de fournir une main-d'œuvre plus éduquée au secteur industrie [3], un point crucial car les compétences et connaissances traditionnelles étaient remplacées par de nouvelles, plus adaptées à l'ère industrielle. Cela a mené à la création d'établissements d'enseignement dédiés à la formation des compétences nécessaires pour travailler dans le nouvel environnement industrialisé.

Cette révolution a changé la façon dont les gens vivaient, travaillaient et communiquaient, et a conduit à une expansion sans précédent de la richesse. Elle a également marqué les débuts de la croissance économique moderne et l'émergence des sociétés industrielles.

1.2. L'industrie 2.0

La deuxième révolution industrielle du XIXe siècle a entraîné de profonds bouleversements économiques et des périodes de croissance et de déclin. La grande dépression de 1893 et l'effondrement de 1930 ont été particulièrement dévastateurs pour l'économie et l'industrie mondiales. En outre, les deux guerres mondiales ont exacerbé l'instabilité économique de l'époque et ont profondément affecté l'industrie dans un contexte mondial spécifique [4].

En dépit de la conjoncture politique défavorable, la deuxième révolution industrielle a été une période de progrès technologique et d'industrialisation rapides. La production de masse, qui avait été introduite à la fin du 19e siècle, a vu ses performances augmenter grâce à l'utilisation de composants interchangeables et de chaînes de montage. Ce type de fabrication a permis une production plus rapide et plus efficace des biens, entraînant une baisse des prix et une augmentation du pouvoir d'achat des consommateurs. Profitant des nouvelles méthodes de production, les grandes entreprises ont fusionné pour former des fiducies et des monopoles, qui sont ensuite devenus la base de la société moderne.

Le développement de nouvelles technologies dans les domaines de la communication et du transport a permis à ces nouveaux monopoles d'explorer de nouveaux marchés et de fonctionner à l'échelle mondiale. A ce stade, l'échelle et la complexité du secteur industriel exigeaient d'avantage d'innovation et de recherche scientifique, ce qui a motivé les entreprises à créer des divisions de recherche et de développement [5].

1.3. L'industrie 3.0

La troisième révolution industrielle, ou l'industrie 3.0, a été principalement motivée par des évolutions technologiques dans l'industrie électronique. Dès le début des années 2000, ces avancées ont bénéficié d'investissements significatifs en recherche & développement (R&D) par les forces armées, les gouvernements, les universités et le secteur privé. Une grande partie de la R&D, initialement destinée à des fins de défense, a trouvé des applications dans des domaines tels que la fabrication électronique, la robotique et l'Internet des objets [6].

Grâce à ces investissements, le développement de transistors, d'ordinateurs, et de cartes programmables a facilité l'automatisation de tâches complexes, marquant ainsi le début de l'ère de l'automatisation. Cette révolution a transformé les opérations de fabrication et a inauguré une ère d'efficacité et de productivité accrues. Elle a également conduit à une plus grande précision dans la production et à une réduction des coûts de la main-d'œuvre, puisque l'automatisation pouvait souvent prendre en charge des tâches plus complexes qui n'auraient pas autrement été effectuées manuellement.

1.4. L'industrie 4.0

L'industrie 4.0 est un concept proposé pour la première fois lors de la foire de Hanovre en 2011 par des acteurs industriels, des politiciens et des scientifiques promouvant l'idée de renforcer la compétitivité de l'industrie allemande et d'agir contre la concurrence des pays d'Asie et d'autres pays en voie de développement. Le gouvernement fédéral allemand a ensuite adopté l'idée dans le cadre de l'initiative gouvernementale "High-Tech Strategy 2020 for Germany", visant à positionner l'Allemagne comme un leader de l'innovation technologique industrielle [7].

Ce concept a depuis gagné une reconnaissance internationale, interprété de diverses manières par des groupes de réflexion, des chefs d'entreprise, des organisations internationales et des décideurs politiques. Sur le plan stratégique, des initiatives gouvernementales similaires ont vu le jour en Europe, mais aussi dans d'autres régions du monde, cherchant à tirer parti du potentiel de cette nouvelle manière d'opérer. En Inde, le programme "Make in India", cherche à dynamiser le secteur industriel du pays et à générer de l'emploi pour la population croissante. La Chine, avec "Made in China 2025", ambitionne de développer des technologies de fabrication avancées.

L'industrie 4.0 n'est pas seulement une question d'intégration du numérique, mais plutôt une approche holistique de l'industrie, qui se concentre sur la coordination des technologies de l'information et de la communication dans un environnement industriel. Ainsi naît le concept de *smart factories* : des "usines intelligentes" où machines, processus et personnes interagissent en synergie, grâce à la connectivité en temps réel, optimisant ainsi la production et la réponse aux exigences très complexes du marché [8]. Ces usines, organisées de manière modulaire, sont contrôlées et surveillées par des systèmes cyber-physiques qui prennent des décisions de manière autonome. Les technologies IoT et IOS renforcent respectivement la coopération en temps réel et les services internes et inter-organisationnels sur l'ensemble à travers la chaîne de valeur [8].

L'industrie 4.0 s'articule autour de deux axes d'intégration :

- **L'intégration horizontale par le biais de réseaux de valeur** : Elle implique l'intégration de différents acteurs dans un environnement connecté. Cette intégration s'opère au niveau de la production (machines et unités de production connectées), sur plusieurs sites de production (partage des données entre les systèmes distants) et sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement (transparence des données, collaboration automatisée). Cela permet le partage des données et des ressources tout au long de la chaîne de valeur, ce qui permet aux entreprises de collaborer de manière plus efficace et efficiente [9].

- **L'intégration verticale consiste à connecter toutes les unités et tous les processus opérationnels** au sein de l'usine. En d'autres termes, faire converger les technologies opérationnelles au niveau de la production avec les technologies de l'information au niveau global. Cela inclut l'atelier, le marketing, les ventes, le service clientèle, les achats, la comptabilité, les ressources humaines (RH), le contrôle de la qualité, la R&D, etc. Cette intégration initie un échange global de données massives, ce qui permet aux industriels de gagner en efficacité dans le processus de prise de décisions et en flexibilité dans leurs processus de production [10].

Le focus de l'industrie 4.0 a donc été mis sur la connexion des IoT (objets connectés) pour créer des systèmes cyber-physiques capables de générer des connaissances actionnables basées sur l'analytique. En d'autres termes, ces systèmes utilisent des données provenant du monde physique, pour créer une compréhension de l'environnement qui peut être utilisée pour prendre des décisions optimisées, découvrir de nouveaux modèles et créer de nouvelles perspectives.

En somme, les attributs clés de l'industrie 4.0 incluent : une approche axée sur la production, des technologies de fabrication avancées, l'interopérabilité pour une communication fluide entre machines, appareils et personnes, le développement de Jumeaux numériques, l'exploitation de données diversifiées, une transparence accrue, des décisions autonomes, un support technique consolidé, et l'utilisation de matériaux fonctionnels ouvrant de nouvelles possibilités.

1.5. L'industrie 5.0

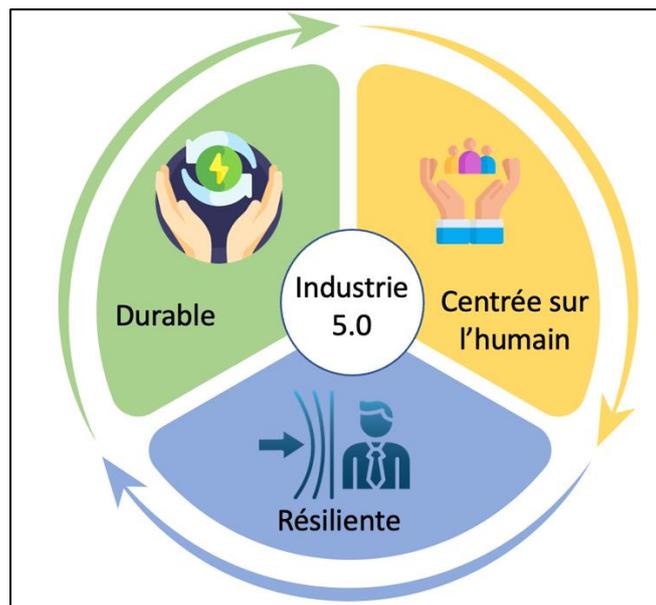
Bien que l'industrie 4.0 n'ait pas encore été intégralement adoptée mondialement, la perspective d'une cinquième révolution industrielle est déjà en discussion dans de nombreux. L'industrie 5.0 n'est pas une révolution motivée par l'avènement de technologies disruptives, mais une façon d'approcher l'industrie 4.0 dans une approche sociétale, en mettant la transformation technologique de la production industrielle au service de la prospérité de l'humanité.

Ce nouveau paradigme émerge en réponse à l'approche technocratique souvent associée à l'industrie 4.0. Selon la Commission Européenne, l'industrie 4.0 n'est pas le cadre approprié pour atteindre les objectifs de l'Europe à l'horizon 2030, craignant la création de monopoles technologiques et l'exacerbation des inégalités des richesses. En effet, la plupart des PME, spécialement dans les pays en voie de développement, rencontrent des difficultés à intégrer pleinement l'approche Industrie 4.0, faute de conséquences et de connaissances spécialisées.

Au Japon, le concept a initialement été introduit par Keidanren (la plus importante fédération d'entreprises du Japon) en 2015 et a rapidement été adopté par le gouvernement japonais comme une vision de transformation nationale visant à stimuler la croissance économique et à relever les défis de l'économie japonaise. Selon cette vision, la société 5.0 est envisagée comme une "société super intelligente", qui capitalise sur les avancées de l'industrie 4.0 pour atteindre des objectifs de développement durable. De même, plusieurs pays ont commencé à orchestrer des initiatives pour développer l'aspect humain des technologies, des systèmes et des services.

L'industrie 5.0 enrichit le paradigme existant de l'industrie 4.0 en y intégrant une dimension humaine significative. Comme l'a révélé la pandémie de COVID-19, argumentant en faveur d'un système industriel intrinsèquement résilient aux crises et aligné sur les principes sociaux et environnementaux. Elle promeut une cohabitation « Homme-Machine », une co-créativité et le développement de systèmes cyber-physiques à la fois résilients, durables et hautement personnalisés. L'industrie 5.0 priorise l'utilisation des technologies comme leviers d'une transition (1) centrée sur l'humain orientée vers (2) un environnement durable et (3) la résilience industrielle.

Graphique 2 : Les facteurs clé de l'industrie 5.0.



Source : Compilée par le Groupe de travail

- **Industrie centrée sur l'humain**

Placer le bien-être des travailleurs de l'industrie au centre du processus de production nécessite une prise en compte accrue des facteurs humains dans la planification et l'ingénierie. Les cahiers des charges techniques, métiers et de services doivent donc être intégrés dans des systèmes sociaux inclusifs. Une plus grande orientation vers les services et la logique dominante de « service » dans les industries seront des éléments clés des approches de l'industrie 5.0 et de l'industrie 6.0 (voir section suivante sur l'industrie 6.0). L'approche SDL (Service Dominant Logic) décrivant la valeur d'un produit par ses fonctionnalités et non par sa valeur matérielle sera également liée à la stratégie de durabilité dite des 3R : Réduire, Réutiliser et Recycler.

Une approche centrée sur l'humain met en avant les besoins et intérêts fondamentaux des individus dans le processus de production. Contrairement à l'adaptation des travailleurs à une technologie en constante évolution, la technologie est utilisée pour ajuster le processus de production aux besoins des travailleurs, par exemple pour les guider et les former. Les nouvelles technologies doivent également respecter les droits fondamentaux des travailleurs, tels que le droit à la vie privée, à l'autonomie et à la dignité humaine.

- **Durabilité**

Pour que l'industrie 5.0 respecte les frontières planétaires, elle doit être durable. Elle doit instaurer des processus circulaires qui réutilisent, réorientent et recyclent les ressources naturelles, tout en réduisant les déchets et l'impact écologique. Des technologies telles que l'IA et la fabrication additive sont cruciales dans ce sens, car elles permettent d'optimiser l'utilisation des ressources et de réduire les détrit.

- **Résilience**

La résilience fait référence à l'impératif de forger une robustesse accrue dans la production industrielle, pour la prémunir contre toute perturbation susceptible d'altérer son fonctionnement normal et de garantir le maintien des infrastructures critiques en temps de crise. Les changements géopolitiques (guerre en Ukraine), les catastrophes naturelles, (Tsunami au Japon le 11 mars 2011) et les crises sanitaires (pandémie de Covid-19), ont révélé la fragilité des systèmes de production globalisés. Un équilibre nécessaire se matérialise par le développement de chaînes de valeur stratégique suffisamment résilientes, une capacité de production adaptable et des processus commerciaux flexibles, surtout quand ces chaînes répondent à des besoins humains fondamentaux, comme les soins de santé ou la sécurité.

La société 5.0 vise à concilier développement économique et résolution des enjeux sociétaux et environnementaux. Elle transcende le cadre manufacturier pour aborder des défis sociaux plus larges, s'appuyant sur l'intégration d'espaces physiques et virtuels (ex. éducation, santé).

1.6. L'industrie 6.0

Depuis quelques années, chercheurs, industriels et décideurs envisagent déjà ce qui succédera à l'industrie 5.0. L'industrie 6.0 est un concept futuriste qui prône « une fabrication ubiquitaire, axée sur le client, virtualisée et anti-fragile ». Bien que son avènement soit prévu pour 2050, des initiatives et réflexions précurseurs se multiplient. La Finlande, par exemple, a esquissé des stratégies pour une transformation avant-gardiste de son secteur manufacturier.

Cette vision fusionne la technologie numérique avec les besoins personnalisés du client, dans un écosystème où les usines, interconnectées et axées sur les données, bénéficient d'une capacité d'adaptation face à l'incertitude et aux perturbations. Cette stratégie s'appuie sur l'anti fragilité et promeut des chaînes d'approvisionnement dynamiques et des processus de production numériquement optimisés, façonnant un environnement industriel prospère, résilient et en constante évolution, proactif face aux défis mondiaux, tels que le changement climatique et les crises économiques [11].

L'industrie 6.0, centrée sur le client et hautement personnalisée, repose également sur la fluidité des données et soutient des chaînes d'approvisionnement dynamiques au sein d'usines hyper connectées. Cette nouvelle révolution industrielle exige que les travailleurs fassent partie de l'environnement interconnecté et gèrent une production numérique et optimisée, ce qui nécessite des investissements importants dans la recherche et le développement multidisciplinaire, l'innovation, les stratégies d'engagement du public et les infrastructures.

Pour garantir le succès, il faut intégrer « l'anti-fragilité » comme principe de conception et adopter des modèles d'exploitation numériques pour que l'industrie soit davantage axée sur le type des clients, pratique, rentable, personnalisée et durable. Cela nécessitera des méthodes de prévision intelligentes, des outils d'analyse des réseaux et des parties prenantes, ainsi que des systèmes d'aide à la décision basés sur l'IA.

Les études prospectives de la sixième révolution industrielle suggèrent que les robots seront monnaie courante dans le monde de demain pour améliorer la production et la qualité de vie. Les avancées des révolutions précédentes, axées sur le pouvoir d'achat, l'automatisation et la fabrication sur mesure, se traduiront probablement par des installations de production à grande échelle équipées de divers algorithmes d'IA pour répondre aux besoins des consommateurs.

La sixième révolution intégrera des technologies telles que l'impression multidimensionnelle qui ajoutera des degrés de liberté aux systèmes d'impression 3D en termes de produits chimiques et de matériaux utilisés mais aussi de la technologie d'impression elle-même. Par exemple, cette technologie est utilisée pour créer des molécules médicamenteuses complexes avec un degré de précision plus élevé que les méthodes traditionnelles qui peut être adaptée aux besoins individuels du patient [12]. D'autres technologies feront parties du nouveau paradigme, telles que la robot-médecine, les EGGs et l'énergie cumulative alternative.

2. Focus sur l'Industrie X.0

L'appellation « industrie X.0 » a été initialement proposée par Eric Schaeffer, ancien directeur chez Accenture, avant d'être adoptée à l'échelle internationale [13], [14]. Selon Schaeffer : « L'industrie 4.0 est centrée sur la fabrication ; c'est dans l'atelier. L'industrie X.0 ne se concentre pas uniquement sur les industries manufacturières. Le mot numérique a une connotation technologique. L'industrie X.0 est légèrement plus large. C'est ainsi que le numérique va transformer l'industrie. »

Tilak Mitra, ancien directeur technique chez Accenture, soutient que l'évolution ne s'arrêtera pas à l'Industrie 4.0 ; d'autres versions suivront. L'industrie X.0 fusionne efficacement la transformation opérationnelle, propulsant la croissance et la création de valeur à travers les entreprises. Cette vision s'étend au-delà de l'amélioration de l'efficacité opérationnelle offerte par l'Industrie 4.0, visant à ouvrir de nouvelles sources de revenus grâce à des modèles économiques novateurs et à l'hyperpersonnalisation, qui mènent à une micro-segmentation du marché et à une expansion de la clientèle.

La littérature récente sur les Industries 4.0, 5.0, et 6.0 intègre également des stratégies qui se recoupent avec l'approche X.0. L'Industrie X.0 se distingue par sa capacité à intégrer divers éléments technologiques, tels que les données massives et les travailleurs connectés, en un système cohérent qui révolutionne l'environnement de travail. Comme l'explique Coombs, en combinant, par exemple, le travailleur connecté avec l'analyse vidéo et l'intelligence artificielle, les entreprises peuvent obtenir des solutions complètes et innovantes.

Accenture identifie six stratégies clés pour naviguer dans l'approche X.0 : transformer les opérations, se concentrer sur les expériences et les résultats, déployer de nouveaux modèles économiques, développer les talents nécessaires à l'ère du progrès technologique, reconstruire de nouveaux écosystèmes et effectuer des transitions stratégiques. Chacune de ces stratégies souligne l'importance de l'intégration digitale pour optimiser les opérations, personnaliser l'expérience client, encourager l'innovation, et adapter l'industrie aux exigences futures [15].

2.1. L'industrie X.0 vue par Accenture

Selon Accenture, l'industrie X.0 repose sur six stratégies essentielles pour transformer l'industrie grâce à la numérisation :

2.1.1. Transformer les opérations

Bien que de nombreuses industries aient investi dans l'adoption de plateformes numériques, seules 13% exploitent pleinement le potentiel des outils acquis [16]. Une orchestration globale et optimale des technologies pourrait engendrer d'importantes économies pour les grandes entreprises, estimées jusqu'à 16 milliards de dollars. Cette économie provient d'une intégration insuffisante des nouvelles technologies dans la chaîne de valeur existante.

Les industriels devront donc réinventer leurs modèles économiques, leur mode de fonctionnement et leur interaction et repenser leur chaîne de valeur autour des technologies du digital. La réussite repose sur la synchronisation entre les machines physiques et les systèmes logiciels pour atteindre les objectifs fixés. Ceci peut être fait en trois mesures :

- Synchroniser les équipements et les logiciels pour connecter la chaîne de valeur et collaborer avec les partenaires afin d'identifier de nouvelles opportunités de création de valeur.
- Assurer l'élaboration et l'implémentation d'une stratégie numérique cohérente à travers l'ensemble de l'organisation, en mettant l'accent sur la confiance et la sécurité numériques.
- Mettre en place une automatisation globale afin d'optimiser les cycles de production et accroître l'Efficacité Globale des Équipements (OEE), tout en réduisant les délais de production et en améliorant les expériences des clients et des employés.

Exemple 1. Le constructeur automobile Local Motors a considérablement réduit les délais de fabrication d'une voiture en s'appuyant sur une communauté de consommateurs connectés et en répondant de manière agile à leurs besoins spécifiques. Ces derniers expriment leurs attentes, et Local Motors conçoit le véhicule en six mois, en utilisant des pièces imprimées en 3D et des modules préfabriqués. Le produit fini est ensuite assemblé dans un atelier local. Cette approche permet une utilisation variée, allant de véhicules pour les forces de l'ordre à des flottes services de livraison.

De cette manière, l'industrie se transforme en un système modulaire, où l'assemblage est non seulement efficace mais aussi personnalisable selon les désirs des clients.

2.1.2. Se concentrer sur les expériences et les résultats

Les entreprises X.0 investissent dans le développement de capacités pour offrir aux clients une expérience innovante et hautement personnalisée. Cela contribue au développement des activités principales en améliorant l'engagement des clients par le biais de l'analyse des big data, de l'hyperpersonnalisation et des points de contact intelligents.

L'analyse des big data fournit des *insights* en temps réel qui soutiennent la prise de décision à tous les niveaux de l'organisation, et l'hyperpersonnalisation permet aux entreprises de concevoir et de proposer des produits/services/plateformes, qui s'adaptent en continu aux besoins évolutifs des clients. Les points de contact intelligents enrichissent l'expérience client à travers des interfaces numériques qui suivent les interactions des utilisateurs tout au long du cycle de vie du produit.

2.1.3. Déployer de nouveaux modèles économiques

L'industrie X.0 vise à révolutionner les pratiques commerciales en concevant de nouveaux modèles opérationnels afin de créer une valeur ajoutée pour leurs clients et de nouvelles sources de revenus. Dans cet esprit, les entreprises doivent promouvoir un esprit d'innovation au sein de l'organisation, encourageant chaque employé à proposer des idées pour améliorer l'expérience client.

Par exemple, l'adoption des modèles commerciaux "as-a-service" et l'exploitation de modèles basés sur le paiement à l'usage peuvent ouvrir de nouvelles opportunités de marché. Dans presque toutes les industries, il est possible d'appliquer le Cloud Manufacturing (CMfg) comme un nouveau type de système, de produits et de services.

De l'idéation à la production, en passant par la conception, le Cloud Manufacturing (CMfg) offre de nombreuses possibilités, telles que le hardware-as-a-service, où le matériel est loué à distance; le software-as-a-service (SaaS), qui offre l'accès à des logiciels sans acheter de licence; le platform-as-a-service (PaaS), qui met à disposition des outils de développement de produits utilisables en ligne; et l'Infrastructure-as-a-service (IaaS), qui fournit des ressources informatiques sans nécessité d'investir dans du matériel [17].

2.1.4. Développer les talents du progrès technologique

Pour atteindre les objectifs de l'industrie X.0, il est essentiel de développer les talents nécessaires à l'accompagnement de l'adoption des nouvelles technologies dans la chaîne de valeur industrielle. Toutefois, il ne suffit pas seulement de former des individus, il faut instaurer une culture du digital au sein de l'industrie. Cela permettra de créer et de soutenir un écosystème numérique dynamique centré sur les problématiques industrielles. Par exemple, une stratégie de recrutement, de formation et de fidélisation des talents dotés des bonnes compétences numériques est cruciale pour la réussite de l'entreprise numérique.

Cela implique de former les employés aux compétences clés comme l'ingénierie logicielle et l'intelligence artificielle, mais également de redéfinir les rôles professionnels pour y inclure des tâches qui requièrent l'utilisation d'outils numériques. Un analyste numérique, par exemple, est chargé de la collecte, de l'analyse et de l'interprétation des données issues des canaux numériques pour guider les décisions et les stratégies de l'entreprise.

La collaboration homme-machine est et toute aussi cruciale, en tirant parti de l'automatisation et de l'intelligence pour accroître l'efficacité et la précision. En procédant ainsi, ces entreprises contribuent à créer un avenir où les hommes et les machines travaillent de concert pour résoudre des problèmes concrets.

2.1.5. Reconstruire de nouveaux écosystèmes

Les industriels s'appuient sur un réseau complexe de départements internes, de fournisseurs, de revendeurs, de distributeurs, de consultants et d'agences pour mener leurs opérations, souvent à l'échelle internationale, nécessitant la gestion de diverses langues, cultures et dynamiques commerciales [18]. Il est donc essentiel d'établir un écosystème numérique qui orchestre toutes les opérations pour optimiser les bénéfices et d'adapter rapidement aux nouveaux modèles industriels. On estime qu'au moins une douzaine de secteurs, dont les services interentreprises, la mobilité, les voyages, l'hôtellerie, la santé et le logement, sont en train de se réinventer sous la forme de vastes écosystèmes, qui pourraient représenter une économie de réseau intégré de 60 000 milliards de dollars d'ici 2025 [19].

Pour tirer pleinement parti des capacités du digital, un écosystème numérique intégré peut aider tous les acteurs de la chaîne de valeurs à communiquer et à collaborer, facilitant la compréhension et la réaction rapide aux évolutions du marché.

2.1.6. Basculer judicieusement

Les entreprises de l'industrie X.0 jonglent constamment avec l'allocation de ressources entre les activités principales et les nouvelles initiatives pour aligner innovation et croissance. Développer une stratégie d'investissements numériques est crucial pour accroître l'efficacité, minimiser les coûts et améliorer l'expérience client. Ces investissements aident également à mieux comprendre les besoins et les préférences des clients, facilitant le développement des stratégies de marketing plus efficaces et de mieux cibler leur clientèle.

Pour maximiser le retour sur investissement numérique, les industriels doivent établir une cadence régulière d'investissement, incluant l'évaluation périodique des technologies émergentes, leur impact potentiel et la planification des actions à entreprendre. Il est aussi impératif de prévoir un budget pour ces investissements numériques et de concevoir un plan pour l'affectation de ces fonds [20].

2.2. Synthèse des leviers pour l'industrie X.0

L'industrie X.0 présente à la fois des défis et des opportunités pour les industries du monde entier. Dans la version présentée par les cabinets de conseils (tels Accenture et Avanade), l'approche est limitée à l'échelle de la chaîne de valeur industrielle. Cependant, pour la mise en œuvre de la nouvelle industrie X.0, il est question de la disponibilité et la synchronisation de plusieurs éléments : l'asservissement des nouvelles technologies aux problématiques industrielles, la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée pour le pilotage de l'implémentation de ces technologies, ainsi que la disponibilité d'une infrastructure de réseau et de traitement de donnée adéquate et une réglementation favorable.

La technologie joue un rôle important dans tous les aspects de la production, notamment dans la façon dont les ressources sont utilisées, les produits sont conçus et la main-d'œuvre est utilisée. Citons par exemple l'intégration des systèmes physiques et virtuels, l'utilisation omniprésente de capteurs, et l'utilisation de technologies de fabrication avancées telles que la fabrication additive, la robotique et l'impression 3D. Cependant, sans les compétences adéquates, la technologie ne fonctionnera pas comme prévu et le processus en entier sera entravé.

De plus, une infrastructure de communication et de traitement des données est cruciale pour toute tentative de modernisation de l'industrie. La capacité à partager rapidement et facilement des données entre les machines et les humains est essentielle pour une production efficace. En outre, une vision gouvernementale stratégique et une réglementation favorable sont importantes pour créer un environnement propice à l'innovation et à l'adoption de nouvelles technologies, et garantir la réussite du processus. Ces leviers sont au cœur de la mise en place de l'industrie X.0.

Graphique 3 : Leviers de l'industrie X.0



Source : Compilée par le Groupe de travail

2.2.1. Leviers stratégiques & de régulation

Une vision stratégique du gouvernement est cruciale pour l'adoption de l'industrie X.0. Elle reflète une vision claire et concise des priorités principales du gouvernement et fournit une feuille de route pour la mise en œuvre de politiques qui soutiendront l'innovation et l'adoption des nouvelles technologies dans le monde industriel. Le secteur privé devrait collaborer avec le gouvernement pour élaborer de cette vision afin de parvenir à un consensus sur ces priorités et s'assurer que les actions du gouvernement soutiennent l'innovation et l'adoption des technologies de l'industrie X.0.

Le succès de la digitalisation dans plusieurs pays repose sur des initiatives gouvernementales et des mesures proactives visant à préparer, soutenir et à faciliter la transition. Il est donc nécessaire d'élaborer des politiques publiques favorisant le développement de l'infrastructure numérique, encouragent les investissements dans les nouvelles technologies et garantissent l'accès aux compétences et aux connaissances les plus récentes.

Ces politiques doivent aussi établir un cadre pour la confidentialité et la sécurité des données, guider les entreprises dans l'utilisation éthique des technologies et veiller à ce que la croissance économique soit partagée équitablement. Ces politiques publiques peuvent garantir qu'au moment où nous entrons dans l'industrie du futur, les gouvernements sont en mesure de nourrir et de tirer parti des opportunités offertes par cette transformation. Des exemples d'actions du gouvernement sont présentés dans le tableau ci-après.

Entreprises publiques	<ul style="list-style-type: none"> • Innovation par les entreprises et les institutions publiques, axée sur le développement de nouvelles industries et l'adoption des nouvelles technologies, conjointement avec des entreprises privées (partenariat public-privé).
Développement scientifique & technique	<ul style="list-style-type: none"> • Engagement dans la recherche scientifique et technique, • Soutien aux instituts de recherche, • Offre de financement de recherche pour soutenir l'innovation industrielle.
Enseignement	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien du gouvernement à l'éducation et à la formation à tous les niveaux, y compris l'enseignement initial et universitaire • Promotion et subvention des programmes de formation continue. (Exemple : Allemagne)
Service d'information	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien gouvernemental au développement de réseaux et clusters d'intelligence industrielle pour les entreprises privées, les centres de recherche privés-publics. (Exemple : Allemagne)
Incitations et financements	<ul style="list-style-type: none"> • Soutien et subvention du gouvernement à l'innovation industrielle par des projets spécifiques (en particulier pour les start-ups), des investissements financiers public-privés, des prêts d'équipement et des financements.
Taxation	<ul style="list-style-type: none"> • Exonération et réduction d'impôts pour l'innovation industrielle, exonération d'impôts sur les importations technologiques. (Exemple : Chine)
Régulation	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des brevets et de la propriété intellectuelle, gestion de l'accréditation et de la certification. • Supervision de la justice sociale, prix et récompenses et développement de normes de protocole.
Politique	<ul style="list-style-type: none"> • Planification stratégique des programmes nationaux d'innovation, des politiques de développement régional. • Soutien aux fusions et acquisitions de nouvelles technologies (Exemple : Chine)
Commercial	<ul style="list-style-type: none"> • Accords commerciaux, tarifs préférentiels, régulation des taux de change.
Agent externe	<ul style="list-style-type: none"> • Représentation à l'étranger pour le commerce et les transactions internationales, mise en place d'organisations officielles pour soutenir l'internationalisation de l'innovation.

2.2.2. Leviers pour la fusion des mondes physiques et numériques

Les leviers de l'hybridation du monde physique et du monde numérique permettent de connecter ces deux sphères, soit en capturant des informations du monde physique, soit en transformant des informations numériques en un élément physique. L'objectif de l'industrie X.0 est de créer un environnement de production transparent où les deux mondes peuvent être complémentaires.

La technologie des capteurs, par exemple, est intégrée dans les moyens de production et de maintenance pour accroître l'efficacité et installer de nouvelles fonctionnalités. Avec l'avènement de la 5G et de l'Internet des objets, les capteurs deviendront encore plus omniprésents et collecteront plus de données qui pourront être utilisées pour améliorer la compréhension de la machinerie industrielle.

Par conséquent, le marché des capteurs devrait croître de 14,5 % en 2025, pour atteindre une valeur de 32 milliards de dollars. La demande croissante de données de capteurs sera alimentée par la croissance du secteur industriel et de l'industrie automobile, qui devraient représenter la plus grande part du marché.

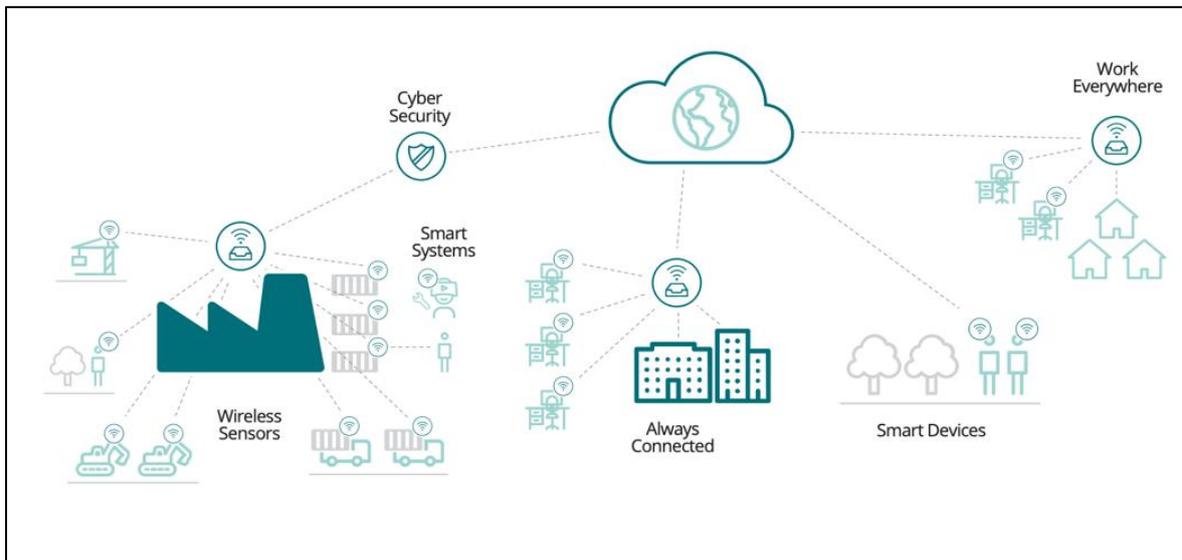
2.2.3. Leviers pour la communication et le traitement des données

Une infrastructure réseau

Les réseaux prennent une importance croissante dans l'industrie moderne. À mesure que les industries évoluent vers le modèle Industrie X.0, qui repose sur la connectivité et le partage des données, les réseaux joueront un rôle encore plus prépondérant. Au lendemain de la crise de la COVID-19, plusieurs unités de production ont été contraintes à mettre en œuvre des solutions d'accès à distance pour la commande à distance et la capture de données basée sur des capteurs pour la surveillance des processus et la maintenance prédictive dans l'objectif de maintenir la production et d'améliorer la productivité et les performances.

Ceci a nécessité une infrastructure réseau solide et capable de prendre en charge les dispositifs et capteurs qui lui ont été connectés. Le nombre mondial de "connexions IoT industrielles" passera de 17,7 milliards en 2020 à 36,8 milliards en 2025; soit un taux de croissance global de 107 % [21].

Graphique 4 : Exemple de connexion dans un scénario industriel

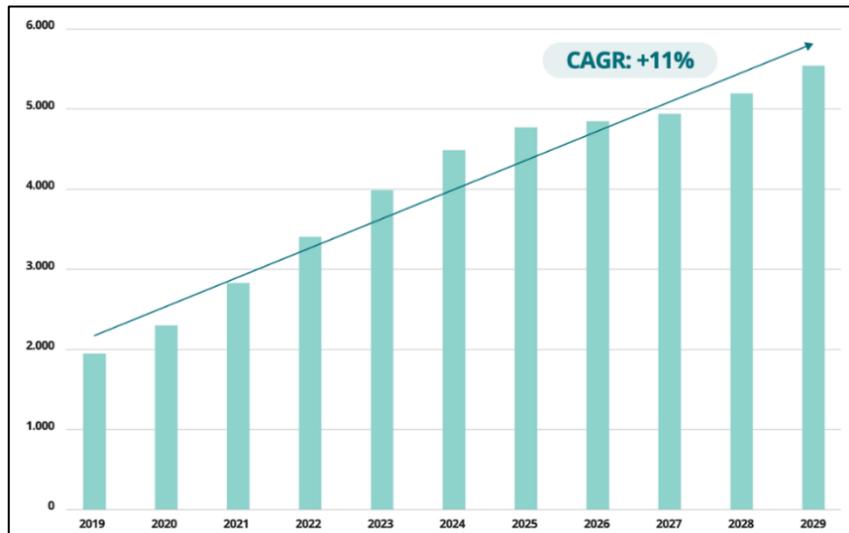


Source : "The future of industrial networks," Deloitte Portugal. Accessed: Dec. 19, 2022

Par conséquent, les organisations industrielles cherchent à améliorer la connectivité des dispositifs de l'usine et des systèmes industriels locaux, ainsi qu'avec les systèmes centraux et le Cloud. Cela signifie qu'il est primordial d'investir dans la performance des communications afin d'extraire la plus grande valeur des cas d'utilisation de l'Industrie X.0. En fait, selon le *Gartner Forecast*, on s'attend à ce que le secteur industriel augmente ses dépenses dans les communications IoT de 11% par an, de 2019 à 2029 [22].

Les pays qui ne disposent pas d'une infrastructure de réseau solide auront du mal à être compétitifs dans l'économie mondiale. Sans un réseau robuste, les entreprises ne seront pas en mesure de partager des données ou de se connecter au reste du monde, ce qui les désavantagera sur le plan concurrentiel et pourrait creuser davantage les écarts entre les économies. Dans le cas du Maroc, les taux d'accès à internet ont atteint 81%, en moyenne, pour les très petites entreprises (TPE), 97,9% pour les petites et moyennes entreprises (PME) et 99,5% pour les grandes entreprises (GE) en 2019 [23]. Cependant, selon le Haut-Commissariat au Plan, l'usage principal de connexion internet reste les échanges d'e-mails, opérés par 92% des entreprises.

Graphique 5 : Dépenses mondiales de fabrication dans les communications IoT en millions de dollars



Source: "The future of industrial networks," Deloitte Portugal. Accessed: Dec. 19, 2022

Une infrastructure de traitement des données

Les données sont un aspect très important de l'industrie X.0. Cela requiert des spécialistes des données et des statisticiens pour le traitement et la génération de valeur. La plupart des processus et des machines créent une quantité énorme de données qui doivent être stockées, traitées et analysées.

La taille du marché du Big Data était évaluée à 162,6 milliards USD en 2021 et devrait atteindre 273,4 milliards USD d'ici 2026, à un taux de croissance annuel de 11,0% [24]. Cette croissance est due à la demande exponentielle de stockage, d'analyse et d'optimisation des données. Par exemple, le Cloud est un catalyseur essentiel de l'industrie moderne, car il permet de connecter différentes machines et systèmes, de collecter et de stocker des données et de les traiter.

Les applications et services basés sur le cloud peuvent offrir l'agilité, la flexibilité et l'évolutivité dont les industries ont besoin pour répondre rapidement aux changements du marché. Le cloud offre également la possibilité de rapidement provisionner et de désapprovisionner des ressources, ce qui est essentiel pour les industries qui doivent être en mesure de répondre aux changements de la demande.

Cependant, le cloud n'est pas adapté à toutes les applications et à tous les services. En particulier, les applications et services qui nécessitent une faible latence ou un débit élevé peuvent ne pas être en mesure de répondre à leurs exigences de performance dans le cloud. Dans ce cas, le traitement en local, aussi nommé « Edge computing » est préconisé.

D'une part, les appareils de l'industrie X.0 génèrent beaucoup de données, qui n'ont pas toutes besoin d'être envoyées dans le cloud. Le stockage et le traitement des données en local peuvent réduire la latence et améliorer le débit. D'autre part, la machine peut fournir une analyse en temps réel des données, ce qui est essentiel pour les applications qui doivent réagir rapidement aux changements de l'environnement.

2.2.4. Leviers pour les compétences et l'innovation

Une formation adaptable

Une main d'œuvre qualifiée a une importance critique pour le succès des initiatives de modernisation des industries. L'évolution des capacités des machines et de l'intelligence artificielle rendent certains emplois obsolètes ; diverses études soulignent le besoin de développer des compétences cognitives avancées pour les métiers de demain [25][26][27].

Ces compétences cognitives permettent l'interaction avec notre environnement, incluant la perception, la concentration, l'acquisition de connaissances, le raisonnement, l'adaptation et l'interaction sociale. Des changements profonds dans le monde du travail sont très probables. Ils dépendent de la préparation des générations futures et de la qualité de la main d'œuvre actuelle face à l'émergence de l'industrie du futur.

Les établissements d'enseignement doivent adopter de nouveaux modèles de formation pour préparer les futurs employés à un avenir dominé par l'IA et les accompagner dans des processus d'up-skilling et de re-skilling pour la poursuite de leur carrière. Selon le rapport sur l'avenir de l'emploi du Forum économique mondial, 50 % de l'ensemble des salariés auront besoin d'une reconversion d'ici 2025 en raison de l'adoption accrue de la technologie faisant de cette transition un catalyseur d'emploi [28].

En 2025, l'évolution des tâches entre humains et machines générera de nouveaux emplois et en déplacera d'autres, impactant 85 millions d'emplois mais augmentant la demande pour 97 millions de postes, y compris les spécialistes du Big Data, de la stratégie numérique, de l'IA et de l'apprentissage automatique.

Une autre étude réalisée par *One point & Kantar* et publiée en mars 2022 examine les métiers de demain et l'évolution des modes de travail [29]. Elle note que 85% des métiers de 2035 n'existent pas encore et que le modèle du salariat va évoluer vers de nouvelles formes, avec 60% des emplois qui seront amenés à être "augmentés" par la technologie engendrant ainsi la naissance de nouveaux métiers autour de la cybersécurité, de l'éthique et forcément de l'intelligence artificielle.

Ces pourcentages significatifs des études devraient être considérés pour définir les futures formations et enseignements. Alors que le développement de l'intelligence artificielle et de la robotique, bouleverse déjà le marché du travail, l'apparition de nouvelles technologies immersives telle que le *metaverse* va accentuer ces changements et creuser l'écart entre les pays développés et en voie de développement [30].

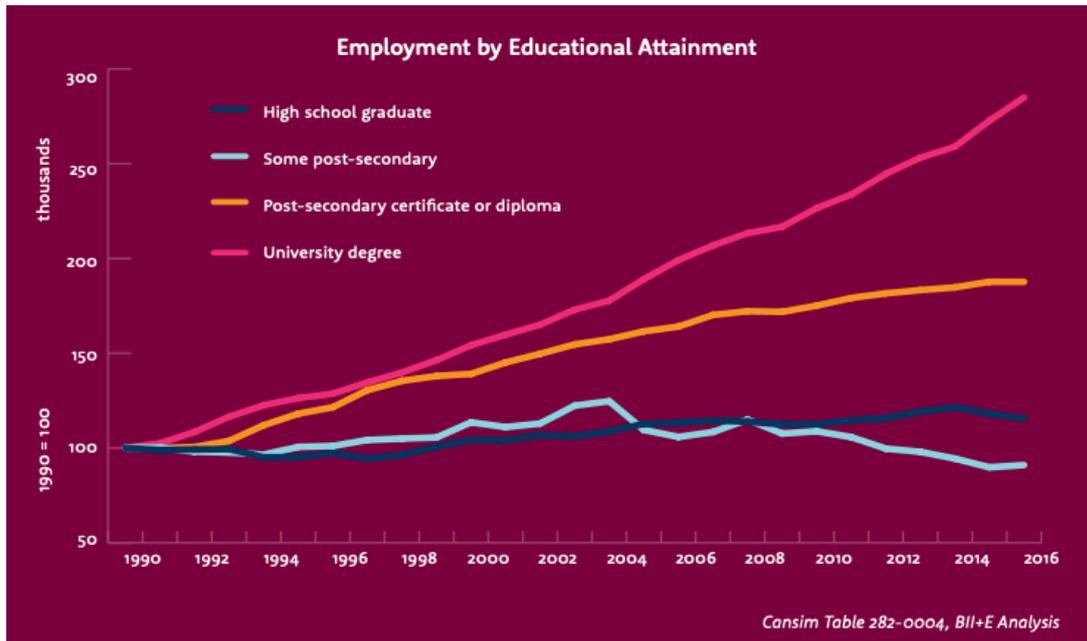
Par exemple, l'impact de la robotique est une question controversée entre ceux qui la voient comme une révolution industrielle et ceux qui craignent un chômage massif. Peu ont envisagé ses conséquences potentielles dans les pays à main-d'œuvre peu qualifiée. Son intégration dans l'industrie pourrait réduire significativement les coûts, diminuant le besoin de travail manuel, ce qui représente un défi pour les économies basées sur l'offshoring. Avec l'émergence de l'IA, le coût de la main-d'œuvre sera bientôt plus élevé que celui de la production automatisée.

Cela pourrait entraîner la perte de millions d'emplois dans les pays du tiers-monde et inciterait les entreprises manufacturières à se relocaliser. Une étude au Kenya révèle qu'en 2034, un robot aux Etats-Unis coûterait moins cher qu'un opérateur humain au Kenya [31].

Savoir fonctionner dans un monde numérique devient une nécessité pour toutes les entreprises. Par exemple, aux Etats-Unis (USA), deux tiers des nouveaux emplois créés entre 2010 et 2022 étaient liés aux technologies numériques [25], nécessitant souvent des travailleurs hautement qualifiés, avec au moins une licence dans les domaines de l'ingénierie et des mathématiques.

Les étudiants d'aujourd'hui, futurs travailleurs et capital humain des entreprises, évolueront dans un monde plus globalisé, automatisé, virtualisé et en réseau, où leur culture et dextérité numériques sont essentielles. Les initiatives gouvernementales doivent favoriser le développement de ces compétences et instaurer une culture numérique propice à l'apprentissage et au développement dans cette nouvelle ère.

Graphique 6 : Emploi en fonction du niveau d'éducation



Source: University of Tokyo to open Metaverse School of Engineering - Asia News-Network Asia News Network, janvier 2023

Par exemple, le gouvernement britannique a reconnu l'importance de soutenir le développement des compétences numériques et a pris un certain nombre d'initiatives à cet égard. Ces initiatives comprennent des programmes de formation soutenus par le gouvernement et des programmes offrant des équipements et des logiciels subventionnés, comme indiqué dans le tableau 2.

Tableau 2 : Exemple d'initiatives de soutien au développement des compétences numériques

Un nouveau programme d'informatique a été introduit dans les écoles d'Angleterre en septembre 2014.	Le nouveau programme d'études a été élaboré pour aider les élèves des niveaux 1 à 4 à acquérir les compétences en matière de raisonnement informatique qui leur permettront de s'adapter aux technologies émergentes et de se préparer aux carrières actuelles et futures. Le nouveau programme a permis à l'Angleterre de devenir le premier pays au monde à imposer le codage aux niveaux primaire et secondaire.
Les formations diplômantes subventionnées (2015).	Plus de 300 parcours diplômants ont été lancés afin de permettre aux jeunes professionnels de se spécialiser en informatique tout en recevant un salaire et des frais partagés entre le gouvernement et les employeurs.

Création du collège national pour les compétences numériques (2015).	Le collège a été reconnu comme l'un des principaux fournisseurs de formation aux compétences numériques et propose des cours de développement web, de marketing numérique et d'analyse de données depuis plus de 10 ans. L'établissement compte plus de 1 000 personnes qui veulent créer leur propre entreprise ou qui veulent acquérir une compréhension de base du fonctionnement des technologies numériques.
--	---

Source : Compilée par le Groupe de travail

Recherche & développement et innovation

En investissant dans la recherche & développement, les industries peuvent rester compétitives et améliorer leur efficacité et leur rendement. Dans le contexte de l'industrie X.0, une réponse globale est essentielle, avec des centres de recherche fournissant l'intelligence nécessaire pour innover. Une stratégie nationale et des investissements massifs dans la recherche & développement sont impératifs.

Par exemple, près de 607,5 milliards de dollars américains sont investis en R&D [32] et l'Union européenne vise à augmenter les investissements en R&D à 3 % du PIB d'ici 2025 [33]. Israël, la Corée, la Suisse, et la Belgique sont en tête des dépenses en R&D en pourcentage du PIB, avec des pourcentages entre 5,44% et 3,48% [34].

3. Benchmark international

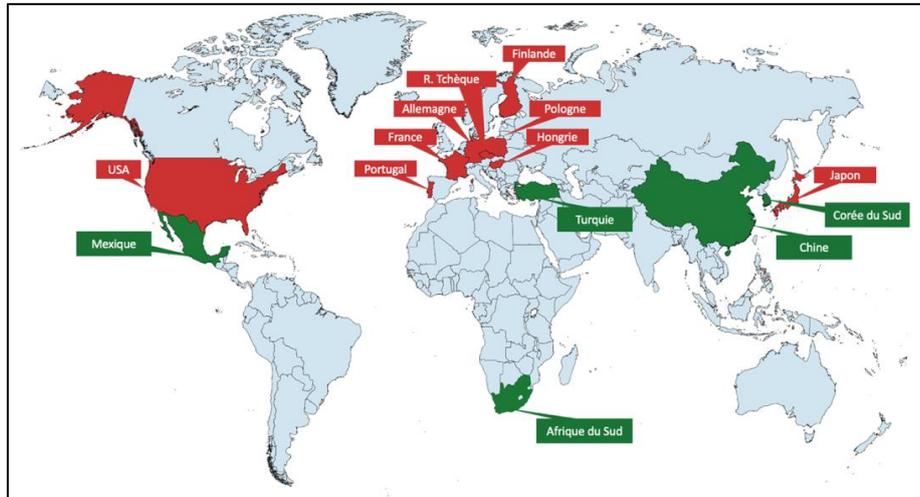
Le but de cette étude comparative est d'analyser le concept de l'Industrie X.0 à travers différents pays. Les approches varient considérablement en raison de la diversité des contextes socio-économiques, culturels, politiques et géographiques, ce qui entraîne des stratégies nationales distinctes. Ces stratégies sont intrinsèquement liées aux spécificités sociales et techno-économiques des pays, ainsi qu'à d'autres éléments déterminants tels que la culture locale, le niveau de recherche et développement, la qualité de l'éducation, ainsi que l'état des industries minière et énergétique.

Des nations pionnières comme l'Allemagne et les Etats-Unis ont débuté leur transition vers une industrialisation digitale dès 2011. En revanche, la prise de conscience de l'importance de ce virage et l'élaboration de politiques adaptées n'ont émergé que plus récemment dans d'autres régions du monde. La sélection des pays de référence pour cette étude a été stratégiquement opérée afin d'inclure des pays du Nord comme du Sud, issus de diverses aires géographiques, telles que l'Europe, l'Asie et l'Amérique.

Cet échantillonnage représente un spectre de pays à divers niveaux d'application des stratégies nationales de modernisation industrielle. Le choix a été porté sur la base de leur performances économique au sein de l'économie globale, selon la classification de l'ONU [35]. De plus, la contribution significative de ces pays aux chaînes de valeur mondiales, en termes de PIB, les rend particulièrement pertinents pour notre analyse.

Des pays leaders en matière d'industrialisation numérique tels que l'Allemagne, les Etats-Unis, la France, la République Tchèque, la Pologne, la Hongrie, la Finlande et le Japon, offrent un aperçu des stratégies qui ont été couronnées de succès jusqu'à présent. Par ailleurs, l'étude de pays tels que la Turquie, la Chine, la Corée du sud, et le Mexique, qui connaissent une émergence plus récente, offre une opportunité de mettre en lumière diverses approches et d'évaluer les résultats ainsi que les possibilités d'amélioration.

Graphique 7 : Pays de référence sélectionnés pour l'étude



Source : Compilée par le Groupe de travail

3.1. Pays industrialisés

3.1.1. L'Allemagne

L'Allemagne est une économie industrielle forte et l'une des premières puissances mondiales. Cette réussite est en grande partie due au succès impressionnant de son processus d'industrialisation qui a contribué à en faire l'une des économies les plus compétitives au monde. Néanmoins, les entreprises allemandes font face à une concurrence féroce sur le marché international, y compris celle de pays développés comme les Etats-Unis et le Japon. En intégrant les nouvelles technologies à ses processus industriels, l'Allemagne ambitionne de minimiser les coûts de la main-d'œuvre et d'accroître la valeur ajoutée par heure de travail dans le secteur industriel, via plusieurs plans stratégiques novateurs, parmi lesquels « Industrie 4.0 » est le plus notable.

Le gouvernement allemand joue un rôle prépondérant dans cette réussite industrielle de l'Allemagne, adoptant une approche "Top-Down" ou hiérarchisée. Il élabore des stratégies globales pour le développement technologique de l'industrie, en collaboration avec une élite d'entreprises et des partenaires académiques, et les promeut à travers des initiatives et programmes spécifiques.

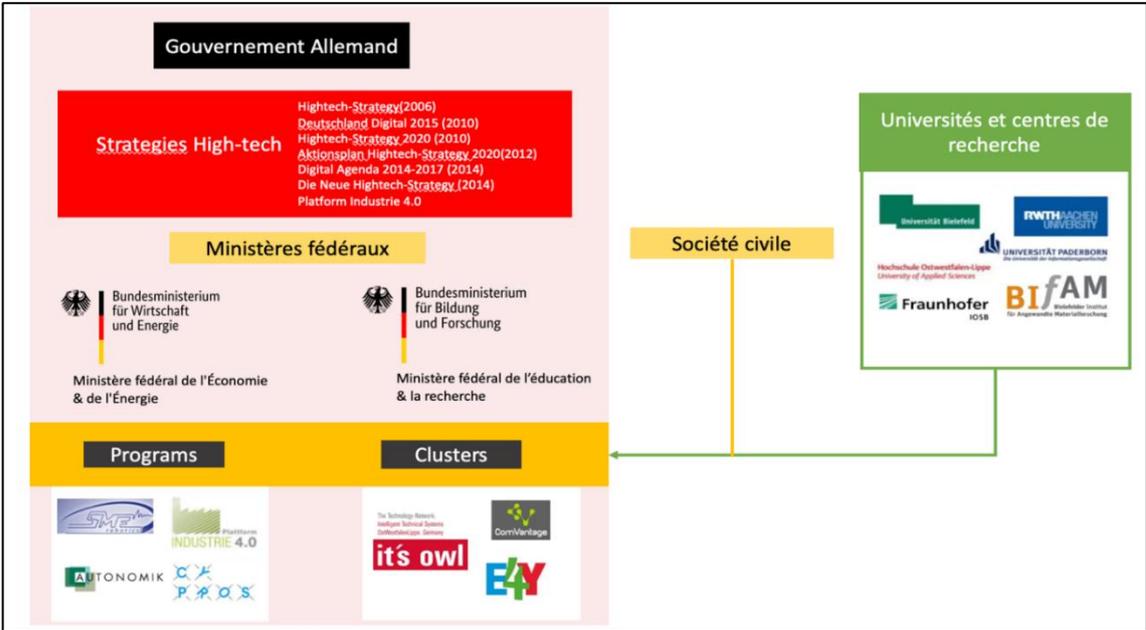
Ce déploiement est orchestré par deux ministères fédéraux : le ministère de l'Éducation et de la Recherche, qui favorise la création de clusters associant des partenaires industriels et académiques, et le ministère de l'Économie et de l'Énergie, qui élabore des programmes d'exécution du plan dans des secteurs de pointe. Ce fonctionnement est illustré dans le graphique 8.

Le concept du Mittelstand, qui caractérise ces entreprises de taille moyenne souvent familiales, est aussi d'une importance capitale pour l'avenir industriel de l'Allemagne. Moins visibles que les grandes corporations, ces entreprises sont louées pour leur expertise spécialisée, leur capacité à innover et leur flexibilité. Leur force réside dans l'excellence opérationnelle et technique, leur permettant d'acquérir une renommée pour la fiabilité et la qualité, au-delà des frontières.

Ces "champions cachés" sont essentiels car ils adoptent et adaptent les technologies numériques à leurs processus de production spécialisés, affinant ainsi leur chaîne de valeur et renforçant leur position concurrentielle sur le marché mondial. Leur compétence à former et à requalifier leur personnel conformément aux dernières avancées technologiques garantit une transition en douceur vers des systèmes de production intelligents et interconnectés.

De plus, la synergie entre le Mittelstand, les universités et les centres de recherche est vitale, car c'est de cette collaboration dynamique que naissent les innovations, tant au niveau des produits que des processus. Cette alchimie distinctive constitue un terreau propice à l'expérimentation et à l'intégration accélérée des progrès technologiques, leur permettant de maintenir leur compétitivité face aux défis de la concurrence internationale.

Graphique 8 : Ecosystème de l'industrie 4.0 allemande



Source : Compilée par le Groupe de travail

Etude de cas : « it's owl » cluster

« it's OWL » est un réseau technologique de collaboration entre le monde académique et le secteur industriel, dédié à la mise en place de standards internationaux dans l'arène des systèmes intelligents. Ce cluster joue un rôle clé dans la réalisation des objectifs de l'industrie 4.0 et contribue de manière significative à la compétitivité économique de l'Allemagne et de l'Union européenne. Le Cluster "it's OWL" rassemble 200 entreprises – y compris des leaders mondiaux tels que Beckhoff, DMG MORI SEIKI, Lenze, Phoenix Contact et Wincor Nixdorf – ainsi que des instituts de recherche qui mènent des travaux à la pointe de l'innovation dans les domaines de la mécatronique et de l'automatisation industrielle [8] .

Les partenaires industriels et académiques de ce réseau travaillent ensemble sur 45 projets de recherche appliquée d'une valeur totale d'environ 100 millions d'euros. Dans les quatre années à venir, les groupes de recherche du cluster développeront des technologies avancées pour une industrie nouvelle génération.

Le cluster a reçu le Label d'or pour la gestion des clusters par l'initiative Cluster d'excellence européen [9].

3.1.2. Les Etats-Unis

La puissance industrielle des Etats-Unis est considérée comme un atout inégalé. Le pays a une longue histoire industrielle due à l'abondance des ressources naturelles, comme le pétrole et le gaz, mais aussi au grand nombre d'entreprises industrielles fondées par des entrepreneurs américains ou qui se sont installées aux Etats-Unis. Aussi, la capacité des Etats Unis d'Amérique à mobiliser des ressources, son ingéniosité et son esprit d'entreprise ont contribué à faire du pays la puissance économique qu'il est aujourd'hui.

L'approche américaine en matière d'adoption technologique diffère d'autres modèles, comme l'approche allemande, par son caractère inclusif et multisectoriel. Aux Etats-Unis, l'initiative de favoriser l'adoption des technologies avancées s'étend à plusieurs secteurs, intégrant le transport et la santé ce qui témoigne d'une stratégie globale englobant une large gamme d'activités. Contrairement au modèle spécifique et ciblé de l'Allemagne qui se concentre sur des secteurs précis, l'approche américaine offre un cadre plus large pour l'intégration et le développement technologique.

De plus, la volonté d'adopter l'industrie du futur vient largement du secteur privé. Des entreprises telles que General Electric, AT&T, Cisco et IBM ont pris des initiatives significatives, notamment en créant l'Industrial Internet Consortium, qui souligne leur rôle de premier plan dans l'avancement de l'innovation et de la connectivité industrielle.

Ce consortium a pour objectif de développer et de promouvoir des normes pour l'Internet industriel afin de faciliter la collaboration entre différentes industries et d'accélérer la mise en place de solutions technologiques qui soutiendront l'industrie manufacturière aux Etats-Unis.

En 2011, les Etats Unis ont créé le « Advanced Manufacturing Partnership » (AMP) qui est une coalition de leaders et d'experts de l'industrie, **du monde universitaire et de divers niveaux de gouvernement** qui collaborent pour assurer l'avenir de l'industrie américaine.

Ce partenariat s'inspire du partenariat allemand pour la fabrication avancée (AMPP), qui a été couronné de succès, et de la recommandation formulée par le « *President Council of Advisors of Science and Technology (PCAST)* », qui préconisait la création d'un réseau national d'instituts d'innovation en matière d'industrie. En 2014, le président Obama signe une nouvelle loi qui renforce l'initiative « National Network for Manufacturing Innovation (NNMI) » qui a été créée en 2012 pour soutenir la fabrication avancée aux Etats-Unis.

Cette loi visait à créer un réseau national d'instituts d'innovation industrielle, qui sont des partenariats public-privé axés **sur la recherche & développement technologique** dans un **secteur industriel spécifique**. Le but est de renforcer le secteur industriel américain en s'attaquant à l'un de ses défis les plus critiques : le coût et le risque croissants du développement et de la commercialisation de nouvelles technologies industrielles.

3.1.3. La Finlande

L'écosystème de l'industrie du futur de la Finlande est l'un des plus innovants et progressifs au monde. Le pays a pris la tête du développement de nouvelles technologies qui peuvent contribuer à améliorer l'efficacité et la productivité des industries. Par exemple, le pays abrite des entreprises comme Nokia et Outokumpu, qui sont respectivement pionnières dans le développement de l'IoT et de la technologie d'impression 3D. La Finlande est également un leader en termes d'automatisation du lieu de travail. Elle possède un PIB par habitant de 53 982,61[A1] dollars, ce qui la place dans l'échelon supérieur des pays industrialisés [36].

Ce succès est façonné par une convergence de facteurs culturels, institutionnels et stratégiques. L'approche éco systémique finlandaise en matière de digitalisation et d'industrie du futur repose sur une stratégie collaborative où le gouvernement, les institutions académiques et le secteur privé forment un partenariat ou une "triple hélice" pour promouvoir l'innovation et le développement technologique.

Dans ce cadre interactif, les entreprises de toutes tailles, y compris les PME et les startups, sont encouragées à collaborer et partager des connaissances, renforçant ainsi l'agilité et l'adoption de solutions disruptives. Des projets spécifiques comme GAIA-X visent à créer des plateformes de partage de données pour augmenter l'interopérabilité et ouvrir des voies nouvelles pour l'analyse et l'utilisation des données.

Cet environnement collaboratif a également conduit à une tradition de recherche et d'innovation commerciale, soutenue par des niveaux élevés d'investissements en R&D. Le pays bénéficie également d'une infrastructure nationale robuste, comprenant des initiatives de connectivité telles que la 5G, pour soutenir la numérisation dans de nombreux secteurs. L'accent est mis sur des technologies avancées telles que l'IoT, les systèmes cyber-physiques et l'intelligence artificielle à laquelle un programme spécifique est dédié.

La compétitivité de l'industrie finlandaise est aussi stimulée par l'adoption de modèles commerciaux innovants et la mise en œuvre de solutions de haute technologie pour répondre aux besoins des clients de manière flexible et fiable. Les entreprises finlandaises se distinguent notamment par leur orientation client et la qualité de leurs produits et services.

La Finlande intègre également dans son écosystème une forte orientation vers la durabilité, cherchant un équilibre entre croissance économique, conservation de l'environnement et bien-être social. L'infrastructure de soutien, telle que des politiques éducatives qui intègrent le codage dès le plus jeune âge et des initiatives 5G, crée un terrain fertile pour le développement de l'industrie du futur. Cela a préparé une main-d'œuvre capable de prendre en charge des systèmes de production avancés où la collaboration homme-robot rend les usines plus intelligentes et efficaces.

La culture d'innovation et d'entrepreneuriat en Finlande est également un facteur clé dans le développement de son industrie du futur. L'écosystème industrie du futur a été créé en partenariat avec le Forum économique mondial et il se concentre sur quatre piliers : la transformation numérique, l'innovation industrielle, le développement des talents et la mise en relation des secteurs public et privé. L'écosystème a déjà permis de créer plus de 4 000 emplois et a le potentiel d'en créer davantage. Le gouvernement finlandais s'est engagé à promouvoir l'industrie 4.0, qui constitue un élément clé de sa stratégie de croissance de l'économie du pays.

3.1.4. La France

L'industrie française est depuis longtemps considérée comme l'une des plus innovantes et des plus avant-gardistes au monde. Avec une histoire riche qui remonte à plusieurs siècles, les Français ont été des experts en matière de mode, de cuisine et d'architecture. Aujourd'hui, ils continuent d'être des leaders dans de nombreuses industries, telles que l'ingénierie, les télécommunications et l'automobile.

L'industrie française est notamment un acteur majeur dans de nombreux secteurs de haute technologie et l'accent qu'elle met sur l'innovation et les technologies de pointe l'a aidée à garder une longueur d'avance. La force de l'industrie française provient également de sa main-d'œuvre talentueuse, bien formée et expérimentée. Le PIB par habitant de l'industrie française a augmenté régulièrement au cours des dernières décennies passant de 7871 à 11287 dollars constants de 2015 entre 2000 et 2022 [37], [38], ce qui peut être attribué à un certain nombre de facteurs.

Le gouvernement a joué un rôle important dans la promotion de la croissance économique par le biais de politiques fiscales et de dépenses publiques, tandis que le secteur privé a bénéficié de politiques d'immigration favorables et d'une main-d'œuvre qualifiée. En outre, les progrès technologiques et la récession mondiale ont eu un impact positif sur l'économie française. Le gouvernement français a annoncé une nouvelle initiative appelée "Industrie du futur".

L'objectif de cette initiative est d'aider l'industrie française à garder une longueur d'avance en investissant dans les nouvelles technologies et les modèles commerciaux innovants. Le gouvernement prévoit également de créer un nouveau réseau de centres de recherche & développement pour soutenir les industries françaises.

L'initiative coûtera environ 2,3 milliards d'euros au cours des cinq prochaines années, et le gouvernement espère qu'elle aidera les entreprises françaises à devenir plus compétitives et rentables [39]. Cette initiative vise à aider les entreprises françaises à saisir les opportunités créées par les dernières technologies et à capitaliser sur leurs avantages concurrentiels. Le programme offre un financement et un soutien aux entreprises innovantes et son objectif est d'aider ces entreprises à devenir des leaders mondiaux. L'initiative est divisée en deux phases : la première se concentre sur l'évaluation des technologies et l'élaboration de plans d'affaires, tandis que la seconde se focalise sur la mise en œuvre de ces plans. L'industrie française du futur est une initiative importante qui aidera sûrement les entreprises françaises à rester compétitives dans un monde qui évolue rapidement.

3.1.5. La Hongrie

L'économie de la Hongrie repose en grande partie sur l'industrie, qui représente environ 17 % du PIB du pays [40]. Le secteur industriel hongrois est diversifié et comprend un éventail d'industries telles que l'automobile, l'électronique, l'agroalimentaire, le textile et la chimie. L'industrie automobile est l'un des secteurs les plus importants en Hongrie, avec des entreprises telles qu'Audi, Mercedes-Benz et Volkswagen qui possèdent des usines dans le pays. L'industrie électronique est également importante, avec des entreprises telles que Samsung et Sony ayant des usines en Hongrie. L'industrie alimentaire est également importante, avec des entreprises telles que Nestlé et Unilever ayant des usines dans le pays.

L'industrie hongroise repose majoritairement sur des petites et moyennes entreprises jouant généralement le rôle de fournisseurs pour des entreprises étrangères puissantes et technologiquement avancées, majoritairement allemandes. En 2019, 97.72% , des entreprises enregistrées en Hongrie sont des PME, ce qui est beaucoup plus élevé que la moyenne de l'Union Européenne [13].

La Hongrie a également développé sa propre stratégie de ré industrialisation et son ensemble complexe d'outils, que le gouvernement a baptisé « le Programme stratégique pour le développement industriel innovant », du nom de János Irinyi. L'objectif ambitieux du plan de politique industrielle Irinyi est de faire de la Hongrie l'une des industries les plus performantes de l'Union Européenne. Pour atteindre cet objectif, il faut une économie axée sur l'innovation, une main-d'œuvre hautement qualifiée et active, une plus grande valeur ajoutée, des chaînes de valeurs orientées vers l'exportation et un développement équilibré et durable.

Conformément à la politique industrielle de l'Union européenne, le plan Iriny met l'accent sur la fabrication de machines et de véhicules, la santé et l'économie verte, l'industrie alimentaire, l'industrie de la défense et le secteur des TIC. La mise en œuvre des stratégies de développement sectoriel est assurée par les 5 aspects horizontaux du plan de politique industrielle d'Irinyi : l'application des technologies nouvelles et numériques, la production de dispositifs à haut rendement énergétique et matériel, l'élimination des inégalités territoriales, l'expansion de l'emploi et l'utilisation efficace des ressources nationales. Cela nécessite une approche entrepreneuriale plus consciente, une normalisation adéquate, des réglementations transparentes et la mise en place de systèmes de soutien prévisibles et réglementés.

Etude de cas : Le programme pour les entreprises modernes et le programme des usines modèles

Le programme pour les entreprises modernes de la Chambre de commerce et d'industrie hongroise a connu un grand succès depuis son lancement en 2016. Ce programme, d'une durée de cinq ans, avait pour objectif de faciliter le passage au numérique des entreprises, notamment des PME. Pour y parvenir, le programme réalise des enquêtes de terrain, propose des consultings en développements et des solutions informatiques, offre des remises pour le soutien à l'accès à la digitalisation et organise des événements de veille technologique.

Le programme est cofinancé par l'Union européenne et constitue un consortium depuis sa création. Le programme a obtenu des résultats impressionnants. En Décembre 2022, il avait réalisé près de 16738 audits, accordé la classification " Entreprise numériquement qualifiée à plus de 24887 entreprises, organisé 494 événements et inclus 3204 produits/services informatiques dans le projet [40].

Le programme des usines modèles est une initiative qui va dans le même sens : encourager l'adoption des nouvelles technologies au niveau des PME. Les entreprises participantes doivent répondre à un certain nombre de critères en termes de maturité numérique. Après sélection, le programme se déroule sur trois étapes :

- Démonstrations : les responsables des participants visitent de grandes usines « modèles » qui ouvrent leurs portes pour partager leur expérience sur l'utilisation de la numérisation dans leurs processus. En contrepartie, ces entreprises reçoivent un financement de l'UE.
- Transfert de connaissance : Les participants prennent part à des formations techniques et réalisent des études de cas dans le cadre de bootcamps en collaboration avec l'Université de technologie et d'économie de Budapest. Les entreprises peuvent aussi consulter des professionnels universitaires pour discuter de leurs défis technologiques uniques.
- Conception de la stratégie : les entreprises ayant suivi ces formations consulteront leurs mentors, pour concevoir leur stratégie pour visualiser leurs objectifs pour l'avenir. Les participants qui auront franchi cette étape recevront un certificat « Industrie 4.0 » leur permettant d'accéder à des financements hongrois et européens [41].

Entre l'année 2017 et 2019, plus de 10000 PME ont participé au programme avec plus de 100 certifications Industrie 4.0 de niveau "argent" et 18 de niveau "or". Le taux global de réussite dans le suivi du développement des stratégies mises en œuvre est de 94% [42].

3.1.6. La Pologne

La Pologne est classée 26e sur 28 en matière d'intégration des technologies numériques en 2019. La croissance économique de la Pologne au cours des 25 dernières années a été forte, avec une croissance positive continue du PIB. La stratégie de spécialisation intelligente de la Pologne se concentre sur les priorités suivantes : société saine, bio-économie comprenant l'agroalimentaire, la sylviculture et l'environnement, technologies et processus industriels innovants, énergie durable et ressources naturelles et gestion des déchets.

La stratégie pour un développement responsable détermine 10 secteurs stratégiques dans lesquels la Pologne pourrait devenir un leader compétitif au niveau mondial, notamment l'aviation, la production de moyens de transport, l'électronique professionnelle, l'industrie chimique, les systèmes militaires, l'industrie de la construction navale, les technologies de l'information, l'ameublement, l'industrie alimentaire. Cependant, dans le domaine de l'automatisation industrielle, la Pologne est à la traîne de la plupart des nations développées. L'un des défis auxquels les entreprises manufacturières polonaises sont actuellement confrontées est le développement du marché du travail.

La Pologne poursuit une stratégie de développement responsable, qui repose sur la ré-industrialisation, le développement d'entreprises innovantes, la création de capital de développement, la numérisation, le soutien aux PME et la culture des marchés étrangers ainsi que le développement social et régional. La fondation " Polish Industry 4.0 Platform " a été lancée en 2018 ; son objectif est de faciliter l'échange de connaissances et d'expériences en matière d'industrie 4.0 en Pologne.

3.1.7. Le Portugal

L'industrie portugaise se positionne de manière compétitive dans le paysage de l'industrie du futur en se basant sur des piliers stratégiques forts. Le pays a investi massivement dans les technologies émergentes et l'innovation, comme le reflète l'initiative "Indústria 4.0" lancée par le gouvernement, visant à accélérer la numérisation de l'économie et à augmenter la compétitivité des entreprises portugaises. Selon un rapport de l'Agence Nationale de l'Innovation, le Portugal promeut la R&D, en collaboration avec les instituts universitaires et les centres technologiques, pour stimuler la création de solutions industrielles avancées.

Dans un effort de renforcement de la main-d'œuvre qualifiée, les politiques d'éducation mettent l'accent sur les STEM, soutenues par la collaboration avec des institutions internationales renommées, ce qui est souligné par l'OCDE. Le Portugal bénéficie par ailleurs de son intégration dans l'Union Européenne qui, par divers fonds structurels et d'investissement, finance des projets de modernisation industrielle, comme rapporté par Eurostat.

L'élan vers un secteur industriel intelligent et connecté est également renforcé par un écosystème de startups dynamique et innovant, ayant le potentiel de générer des solutions disruptives, comme indiqué dans le rapport "Portugal Digital Transformation" par l'Economist Intelligence Unit. Le Portugal, en adoptant une approche holistique intégrant l'innovation, l'éducation et les investissements nationaux et européens, œuvre activement pour se forger une place de leader dans l'industrie du futur.

3.2. Nouveaux pays industrialisés

3.2.1. La chine

Au cours des dernières décennies, la Chine a connu un essor industriel fulgurant, principalement fondé sur sa capacité à offrir une fabrication à faible coût grâce à sa main-d'œuvre abordable. Cette réalité économique évolue rapidement avec le progrès de l'automatisation qui érode les avantages traditionnels liés au coût du travail. En réponse à cette transformation, le gouvernement chinois a mis en place des stratégies ambitieuses visant à migrer de la simple étiquette "Made in China" vers un label "Designed in China" plus valorisant, reflétant l'innovation et la haute technologie.

Cette transition stratégique n'a pas seulement été une réponse à l'automatisation mais a également été motivée par le désir d'escalader la chaîne de valeur, de développer des secteurs de haute technologie indigènes et de cultiver la propriété intellectuelle.

Le plan national "Made in China 2025" dévoilé en 2014, a été conçu en deux ans et demi par le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information (MIIT) avec la contribution de 150 experts de l'Académie chinoise d'ingénierie. Il vise à propulser le pays au premier rang des superpuissances manufacturières de haute technologie. Orientée vers l'adoption et le développement de technologies avancées comme l'automatisation, l'intelligence artificielle et le big data, l'industrie chinoise se transforme en créant des écosystèmes industriels intelligents et interconnectés.

Le plan décrit une volonté de passer du "Made-in-China" au "Designed-in-China" afin de promouvoir les industries innovantes et d'obtenir un contrôle meilleur sur l'ensemble de la chaîne de valeur des cycles de vie des produits. Cette stratégie a trois objectifs principaux : améliorer la qualité des produits chinois, augmenter l'efficacité de l'industrie chinoise et augmenter l'utilisation des produits fabriqués en Chine sur le marché mondial.

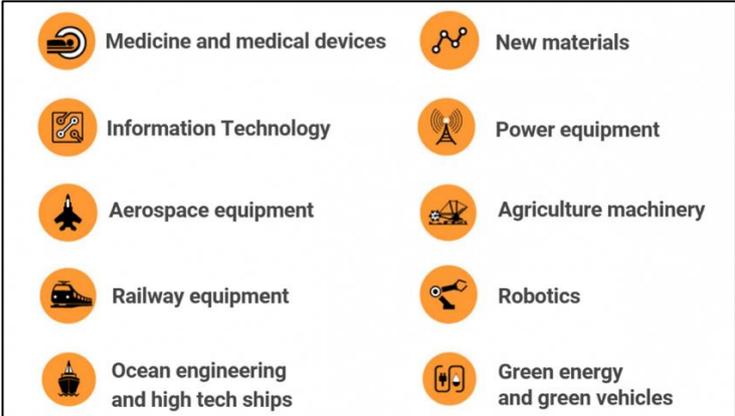
Il s'agit de passer d'une économie basée sur la fabrication "low-cost" à une économie tirée par l'innovation et les industries de haute technologie. Dix secteurs prioritaires sont identifiés dont les technologies de l'information de nouvelle génération, les machines à commande numérique avancée et la robotique, les technologies aérospatiales, notamment les moteurs d'avion et les équipements aéroportés, ainsi que les produits biopharmaceutiques et les équipements médicaux à haute performance

Pour atteindre ces objectifs, la Chine vise essentiellement :

- La recherche & développement au niveau national :** La Chine veut devenir le leader mondial de l'innovation d'ici 2050. Pour se faire, la stratégie "Made in China 2025", prévoit une augmentation significative du budget de la recherche & développement qui a atteindra 7% annuellement jusqu'à 2028 [42]. Le ratio des dépenses de R&D par rapport au produit intérieur brut (PIB) a atteint 2,40% en 2020 [43].

La chine s'est aussi inspirée du modèle allemand pour créer des centres de recherches régionaux. Le pays a déjà mis en place 15 centres en 2020 et prévoit d'en déployer 40 à l'horizon 2025 [44]. Ces centres sont dédiés au développement de technologies clés et d'innovations de pointe pour les 10 secteurs industriels définis (Graphique 7).

Graphique 9 : Secteurs industriels clés de la stratégie Made in China 2025



Source: China: Taking the Economic Center Stage," FocusEconomics | Economic Forecasts from the World's Leading Economists. Accessed: Jan. 03, 2023

- **Le transfert technologique à travers les investissements directs étrangers :** les entreprises et les investisseurs chinois peuvent acquérir des technologies de pointe étrangères en achetant ou en investissant dans les entreprises innovantes qui les possèdent. Le gouvernement chinois peut également investir dans des entreprises et des projets de recherche & développement étrangers. C'est ce que fait le gouvernement par le biais de son initiative "Une ceinture, une route" (les nouvelles routes de la soie). Cette initiative est un programme d'investissement de mille milliards de dollars qui finance des projets d'infrastructure en Asie, en Afrique et en Europe.

Cette industrie du futur se caractérise également par une rapidité d'exécution et une capacité d'implémentation à grande échelle, alimentée par une combinaison unique de soutien gouvernemental, de partenariats internationaux, et de dynamisme entrepreneurial qui cultivent un environnement favorable à l'expérimentation et à la maturation de nouvelles idées, prêtes à être déployées sur les marchés mondiaux. La Chine donne une importance particulière à l'écologie en intégrant des systèmes de production verts, signe de sa volonté de participer à une industrie durable et respectueuse de l'environnement tout en maintenant une croissance économique robuste.

3.2.2. Le Japon

Depuis la seconde guerre mondiale, le Japon s'est affirmé comme une puissance économique de premier plan. Le pays possède un PIB par habitant de 33 815 de dollars [46]. Au début des années 1990, l'économie japonaise était en déclin en raison de son engagement coûteux dans la guerre du Pacifique et de l'effondrement du marché boursier japonais. Toutefois, au milieu des années 1990, le Japon a opéré un redressement spectaculaire et est devenu l'une des économies à la croissance la plus rapide au monde. Cela est dû en partie à la main-d'œuvre qualifiée et aux prouesses technologiques du pays. Le Japon a également réussi à maintenir une monnaie stable, ce qui l'a aidé à attirer les investissements étrangers.

La main-d'œuvre japonaise est hautement qualifiée avec un nombre considérable de travailleurs en informatique. L'industrie de l'information et de la communication comptait 1,22 million d'ingénieurs en 2020, selon une enquête du ministère des affaires intérieures et des communications plaçant le Japon au quatrième rang mondial [47].

Le pays dispose d'une infrastructure bien développée, avec un niveau élevé de télécommunications et de pénétration d'Internet. Le Japon dispose également d'une base industrielle solide, avec des entreprises telles que Toyota et Canon, qui sont à la pointe de la fabrication automobile et électronique, respectivement. En outre, le Japon est depuis des années un leader dans le domaine des technologies de l'information et de la communication (TIC). Le pays a une population importante et est capable d'utiliser sa population à son plein potentiel.

Par exemple, il compte un grand nombre d'ingénieurs et de scientifiques, ce qui lui permet d'être un acteur de premier plan dans des domaines technologiques tels que l'automobile et la fabrication de semi-conducteurs. En outre, le Japon a su maintenir des liens solides avec ses pays voisins, ce qui a contribué à la stabilité de la région.

Après le lancement de l'initiative « industrie 4.0 » allemande et d'initiatives similaires dans les quatre coins du monde, les secteurs privés et publics japonais ont réagi très rapidement car ces développements peuvent avoir des effets dévastateurs sur la compétitivité des géants japonais tels que Toyota, Honda, Canon, Hitachi et Yamaha. L'initiative société 5.0 est souvent vue comme une réponse directe à la stratégie allemande "Industrie 4.0", qui vise à assurer le maintien, la revitalisation et la compétitivité de l'économie japonaise. Cette stratégie ne se limite pas au secteur industriel mais couvre tous les objectifs du développement durable.

Le Japon vise à créer une société centrée sur l'humain dans laquelle le développement économique et social est une priorité. La clé de sa réalisation est la fusion du monde physique et numérique pour générer des données de qualité et, à partir de là, créer de nouvelles valeurs et solutions pour résoudre les problèmes de l'industrie afin de mieux relever les défis sociétaux.

3.2.3. La Corée

Dans les années 1960, la Corée était l'un des pays les plus pauvres du monde, avec un PIB par habitant de 158 dollars américain. Cinquante ans plus tard, le PIB par habitant est passé à 34395 dollars en parité de pouvoir d'achat. Aujourd'hui, elle joue un rôle de premier plan dans plusieurs secteurs industriels à haute technologie. Cette croissance est largement attribuable à moult facteurs.

Premièrement, pour appréhender pleinement le succès de l'industrie sud-coréenne, il est essentiel de prendre en compte la composition unique de son tissu économique. En effet, la dynamique industrielle Coréenne est en grande partie définie par une hiérarchie dominée par les « chaebols », des conglomérats géants qui constituent la force motrice derrière l'incorporation impressionnante des technologies de pointe dans divers secteurs.

En fournissant l'accès aux fonds nécessaires à la recherche et développement, ces entreprises ont pu rester à l'avant-garde de l'innovation mondiale et faciliter la transition rapide et efficace vers des systèmes de production avancés qui intègrent connectivité, automatisation, Machine Learning et traitement des données en temps réel. Par exemple, la Corée a été le premier pays à lancer commercialement des services 5G en avril 2019 et dispose déjà d'un nombre de robot industriels dépassant les US. Ces géants, tels que Samsung, LG et Hyundai, n'ont pas seulement été les piliers de l'innovation technologique, mais ont également favorisé une économie interdépendante, où la complémentarité entre les chaebols et les PME est capitale.

Les PME, agiles et spécialisées, opèrent souvent en tant que sous-traitants ou partenaires stratégiques, participant à cette démarche de modernisation et bénéficiant du transfert de technologie et de la stabilité offerte par ces conglomérats.

Deuxièmement, le gouvernement coréen a joué un rôle essentiel dans la transformation de l'industrie du pays et perçoit la révolution industrielle X.0 comme un projet national qui doit être promu par l'ensemble de la nation. En conséquence, le gouvernement coréen a cherché activement à impliquer tous les ministères, agences et acteurs concernés. Dans cette optique, le gouvernement coréen a créé en 2017 le "Comité présidentiel sur la 4ème révolution industrielle (PCFIR)", qui couvre presque tous les aspects de l'administration nationale.

Cette entité multipartite, présidée par le Président de la République, joue un rôle crucial en formulant des stratégies globales pour stimuler l'innovation technologique et coordonner les mesures encourageant la collaboration entre les secteurs public et privé. Le comité a trois objectifs principaux : renforcer la compétitivité nationale, préparer l'avenir de l'industrie coréenne et parvenir à un développement équilibré.

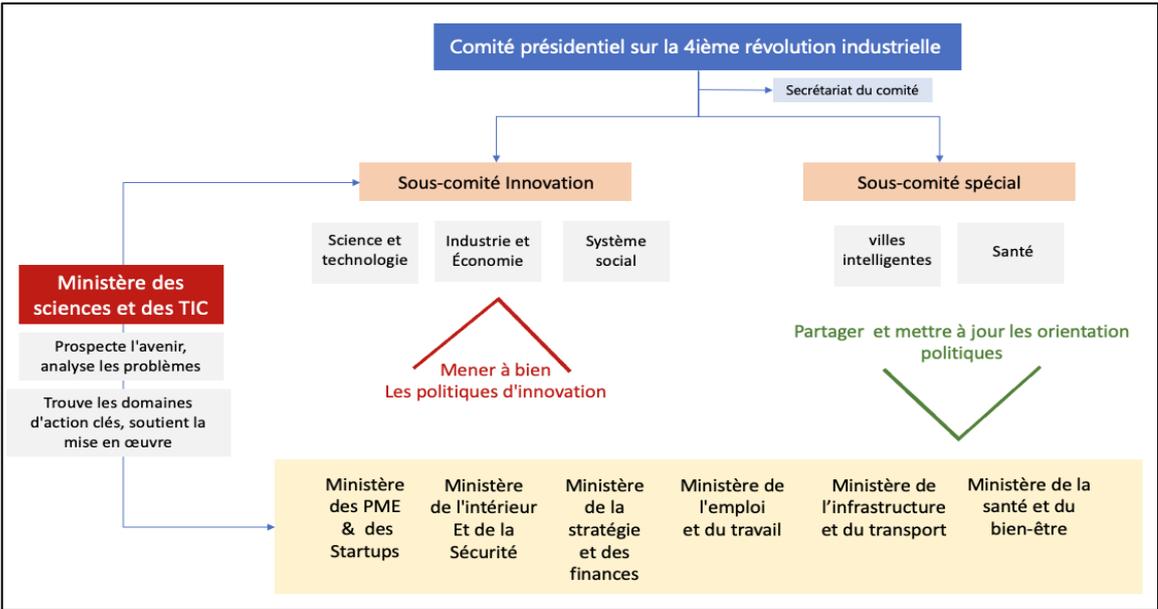
Le PCFIR a joué un rôle clé dans l'orchestration de la synergie chaebols/PME par le biais de programmes tels que le "*Smart Factory Initiative*", qui encouragent les usines intelligentes et la digitalisation des PME pour les aligner avec les capacités technologiques des chaebols. Dans ce cadre, les PME sont encouragées à adopter des systèmes de fabrication intégrés et automatisés qui leur permettent de réagir plus rapidement aux changements du marché, d'améliorer la qualité des produits et de réduire les coûts.

Le gouvernement fournit un soutien à travers des incitations financières, de la formation technique et des conseils pour faciliter la transition vers ces modèles de production innovants. Ce projet a été géré par le ministère des PME et des start-ups (MSS), et de nombreuses grandes entreprises, PME et organisations publiques ont coopéré très étroitement. Sur la base de ce projet, environ 8 000 usines intelligentes ont été créées par des PME coréennes à la fin de l'année 2018 et le gouvernement coréen s'est fixé pour objectif de diffuser 30 000 usines intelligentes cumulées à l'horizon 2022.

De plus, l'engagement de la Corée du Sud dans des projets de R&D ambitieux, notamment dans les domaines de la robotique et de l'intelligence artificielle, soutenu par d'importants investissements publics, illustre comment l'alliance des politiques publiques et du partenariat industrialo-commercial a contribué au succès remarquable de l'industrie coréenne sur la scène mondiale. Cette tendance continue en 2022, où le gouvernement coréen investit des fonds en faveur de l'industrie 4.0 dont une grande partie est dédiée à la recherche et développement.

Ces efforts soutenus ont propulsé la Corée à l'avant-garde mondiale en termes d'intensité de la R&D, faisant d'elle le pays avec le plus haut pourcentage d'investissement en R&D par rapport au PIB en 2015. Un taux d'investissement de 4,22 % dans la R&D marque la reconnaissance internationale de la Corée comme étant une nation fortement orientée vers l'innovation. Cette stratégie a été essentielle pour assurer la compétitivité des industries coréennes dans des domaines technologiques de pointe et pour stimuler une croissance économique continue.

Graphique 10 : Ecosystème de l'industrie 4.0 Coréenne



Source : Compilée par le Groupe de travail

3.2.4. Le Mexique

Au début du XXI^{ème} siècle, le Mexique est devenu l'une des nouvelles puissances industrielles du monde. Le pays avait évolué rapidement au cours du siècle qui avait suivi son indépendance et, au début des années 1900, il était doté d'une économie diversifiée et en pleine croissance. La révolution mexicaine de 1910-1920 avait apporté la stabilité politique et inauguré une période de croissance économique sans précédent. Aujourd'hui, l'industrie mexicaine connaît une croissance régulière. Le Mexique est le dixième producteur mondial de produits manufacturiers et les exportations n'ont cessé d'augmenter ces dernières années. En fait, plus de 80 % des exportations de haute technologie en Amérique latine sont produites au Mexique [50].

L'industrie mexicaine est dominée par quelques grands conglomérats, tels que le Grupo Carso et le Grupo Televisa. Ces entreprises sont souvent intégrées verticalement, ce qui signifie qu'elles contrôlent tous les aspects de leurs activités, des matières premières aux produits finis. L'industrie mexicaine compte également un nombre croissant d'industries de haute technologie. Une grande partie de ces entreprises est alimentée par des investissements étrangers, notamment en provenance des Etats-Unis. Le Mexique est membre de l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA) et de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), ce qui lui permet de participer activement au commerce mondial.

Ce modèle de développement économique a permis au Mexique de conserver son équilibre financier, mais il est largement insuffisant pour maintenir la position du pays sur le marché mondial. L'industrie mexicaine va à deux vitesses : des entreprises internationales issues des investissements étrangers directs hautement compétitives et à la pointe de la technologie, et des PME mexicaines à faible productivité, basées essentiellement sur l'exploitation primaire des ressources naturelles.

Le pays se tourne vers l'avenir et a élaboré une initiative qui garantira la pérennité de son industrie, appelée "Crafting the futur". Dans leur quête de l'industrie intelligente, les décideurs politiques mexicains ont tenu compte d'un certain nombre de facteurs. Ces considérations incluent les forces économiques actuelles et passées du pays, ses besoins en matière d'infrastructure et de développement, ainsi que son contexte social et politique. La feuille de route est illustrée sur le graphique 12.

Graphique 11 : Ecosystème de l'industrie 4.0 Mexicaine

2016	2018	2020	2022	2024	2028	2030
Le Mexique est leader en Amérique latine en matière de design, de fabrication anticipée, et de développement de produits, avec pour objectif de générer de nouvelles activités et de nouveaux services en matière de technologies de l'information		Le Mexique en tant que leader dans le développement des talents pour le design et l'ingénierie		Le Mexique est reconnu comme un pôle de compétitivité dans le domaine de la robotique; les systèmes intégrés ; la modélisation et la simulation ; et l'analyse des données massives		Le Mexique est parmi les pays leader en matière de solutions numériques et l'analyse des données massives

Source : Compilée par le Groupe de travail

3.2.5. La Turquie

La Turquie a une population importante et jeune, une communauté d'affaires dynamique et une position stratégique entre l'Europe et l'Asie, ce qui en fait un centre majeur de fabrication et de distribution. Le pays tire parti des faibles coûts de main-d'œuvre et de ses capacités de production pour s'intégrer à la chaîne de valeur mondiale. La contribution de l'industrie manufacturière au PIB a atteint 22 % et le gouvernement prévoit de l'améliorer grâce à sa stratégie industrielle et technologique [51].

Pour atteindre cet objectif, la Turquie compte investir entre 1 et 1,5 milliard de dollars par an au cours de la prochaine décennie pour intégrer les solutions de l'industrie 4.0 dans le processus de fabrication. Cela nécessitera des investissements supplémentaires pour mettre à niveau l'infrastructure technologique du pays, notamment les services haut débit fixes et mobiles et la fibre optique.

En outre, les compétences en matière de science, technologie, ingénierie et mathématiques (STIM) doivent être privilégiées dans l'éducation pour que la Turquie puisse adapter pleinement le concept d'industrie 4.0. Si elle y parvient, elle pourrait économiser 10 milliards de dollars par an sur les coûts de fabrication actuels grâce à une augmentation de la productivité estimée entre 4 et 7% [52] [53].

En 2019, le Ministère turc des Sciences, de l'Industrie et de la Technologie a annoncé sa stratégie industrielle et technologique 2023, qui comporte des plans pour l'encouragement de la recherche & développement et de la transformation numérique des entreprises industrielles. Le gouvernement prévoit d'investir dans plus de 300 groupes de produits dans les secteurs des machines, des semi-conducteurs, de l'aérospatiale, de la défense, des technologies de transport, des logiciels, de l'électronique, de la chimie et de la pharmacie.

Il fournira des subventions pour le développement de nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle, la 5G, le big data et l'analyse des données, l'IoT, la blockchain, la robotique et l'autonomie, les drones, la biotechnologie, la nanotechnologie, la cybersécurité, la fabrication additive, l'informatique quantique, l'ag-tech et les technologies énergétiques. En outre, des centres de transformation numérique ont été créés dans des zones industrielles organisées et des zones de développement technologique pour piloter ces nouvelles technologies.

3.2.6. L'Afrique du sud

L'industrie sud-africaine progresse vers l'industrie du futur en adoptant plusieurs stratégies clés. Les investissements dans l'innovation et les nouvelles technologies sont au cœur de cette transformation, notamment dans des secteurs tels que l'automobile, où la robotique et l'automatisation deviennent de plus en plus prédominantes. D'après le rapport "The Future of Manufacturing in South Africa" publié par Deloitte, la montée de l'Industrie 4.0 est explicitement reconnue, avec un accent sur la connectivité et l'intégration des systèmes de production. De plus, le gouvernement sud-africain, à travers le "Department of Trade and Industry", offre des incitations pour les investissements en recherche et développement et travaille sur des initiatives pour améliorer les compétences dans les technologies avancées, ce qui est souligné dans ses plans stratégiques industriels.

Le rapport de la Banque Mondiale sur la facilitation du commerce souligne également que l'Afrique du Sud dispose d'infrastructures de transport et logistiques relativement solides qui pourraient favoriser son intégration dans les chaînes de valeur mondiales.

Le cadre éducatif, avec des établissements comme l'Université de Johannesburg qui développe des programmes dédiés à l'ingénierie industrielle 4.0, contribue à préparer une main-d'œuvre qualifiée. Enfin, l'environnement d'innovation du pays est stimulé par des partenariats entre les entreprises privées, les universités et les incubateurs technologiques, encourageant ainsi la recherche-développement et l'entrepreneuriat dans des domaines tels que l'intelligence artificielle et l'internet des objets, qui sont devenus des éléments essentiels de l'économie du savoir globalisée.

4. Impact de l'émergence de l'industrie X.0 sur l'industrie marocaine

L'industrie X.0 présente à la fois des défis et des opportunités pour les industries du monde entier. Pour réussir la mise en œuvre de l'industrie X.0, la technologie est essentielle, mais une main-d'œuvre qualifiée, une disponibilité des machines et du hardware, une infrastructure de réseaux et de traitement de données adéquate ainsi qu'une réglementation favorable sont également indispensables.

Il s'agit également d'une révolution commerciale mondiale qui consiste, en pratique, à connecter l'ensemble de la chaîne de valeur en incluant la digitalisation de l'ingénierie et de la chaîne logistique (*supply chain*), la fabrication et des services à travers une continuité numérique qui offre une grande efficacité et flexibilité. Ainsi, les produits et services sont connectés, deviennent de plus en plus personnalisés, et centrés sur l'usage et l'utilisateur.

L'émergence de l'industrie X.0 dans les pays développés impactera nécessairement l'industrie au Maroc et ce, à différents niveaux que nous décrivons brièvement ci-dessous.

4.1. Une transformation fondamentale de la chaîne de valeur mondiale qui verra de nouvelles tendances importantes définir la fabrication et la concurrence au cours des prochaines années

La transformation radicale de la chaîne de valeur mondiale signifie que le processus de production et de distribution des biens et des services au Maroc subira une évolution importante.

Les innovations technologiques, spécifiquement en matière de numérisation et de robotique, joueront un rôle clé pour déterminer la compétitivité des entreprises marocaines. Dans le futur, les entreprises marocaines ne se concurrenceront pas uniquement sur le produit final, mais également sur leur aptitude à optimiser et maîtriser l'ensemble de la chaîne de valeur.

Par exemple, la production de biens pourrait être encore davantage délocalisée, avec des composants fabriqués dans différentes régions du Maroc, assemblés ailleurs et vendus sur d'autres marchés à la fois nationaux et internationaux. Ceci pourrait créer de nouvelles opportunités mais également poser des défis en termes de logistique, de coordination, d'économies d'échelle et de conformité aux normes de production. Une telle transformation aura un impact sur les échanges commerciaux du Maroc.

Les entreprises qui sauront naviguer avec succès dans ce nouvel environnement auront un avantage concurrentiel. Le paysage concurrentiel pourrait donc devenir plus volatile, avec une concurrence accrue entre les entreprises marocaines en matière de prix, mais également en termes de capacités technologiques, de rapidité d'innovation et d'agilité d'exécution. Cela peut également changer la structure des échanges commerciaux du Maroc avec le reste du monde et la dynamique de la compétitivité du pays sur le marché mondial.

4.2. Une concurrence accrue entre les pays pour attirer les investissements directs étrangers, ce qui soulèvera les enjeux pour les pays et les entreprises

L'avènement de l'industrie du futur au Maroc va considérablement renforcer la concurrence pour attirer des investissements directs étrangers. Dans ce contexte, le Maroc sera amené à renforcer ses attraits en tant que destination d'investissement.

D'abord, le Maroc devra s'assurer qu'il dispose d'une infrastructure robuste, technologiquement avancée et adaptée à cette industrie en évolution afin d'attirer les multinationales et les capitaux étrangers.

Cela pourrait impliquer des investissements dans la technologie numérique, la robotisation, l'intelligence artificielle, l'Internet des objets, et d'autres technologies clés de l'industrie X.0. De plus, le Maroc devra veiller à ce que son cadre réglementaire puisse accueillir et soutenir ces innovations technologiques.

Il s'agit, notamment, d'adopter des politiques qui favorisent l'innovation, l'investissement étranger, et le développement des compétences. Enfin, le Maroc se doit d'améliorer sa compétitivité non seulement en termes de coûts, mais également en termes de capacités technologiques, de rapidité d'innovation, de qualité de la main-d'œuvre, et de stabilité politique et économique.

En somme, pour attirer des investissements étrangers dans le contexte de l'industrie du futur, le Maroc aura à relever des défis et à saisir des opportunités significatives. Répondre à ces défis sera essentiel pour renforcer la position du Maroc en tant que destination attrayante pour les investisseurs étrangers dans le paysage mondial de l'industrie du futur.

4.3. Impacts sur l'emploi et évolution des compétences requises pour le secteur industriel

Le benchmark présenté, antérieurement, montre que les pays qui ont le mieux réussi leur industrialisation ont eu recours à une main d'œuvre très qualifiée ainsi qu'à des ingénieurs et des chercheurs talentueux et bien formés aux technologies émergentes. Le Maroc devra de ce fait, relever le niveau de connaissance des travailleurs en TIC dans tous les secteurs et les préparer à l'adoption des nouvelles technologies au fur et à mesure de leur apparition et évolution.

La question des talents qui se pose avec acuité à l'échelle mondiale se posera de façon vitale au Maroc. Non seulement, nous manquons de talents, mais tous les talents potentiels ou en devenir migrent vers les pays industrialisés. D'ailleurs, les Marocains du Monde brillent sous de nombreux cieux. Ce problème ne se résoudra pas de façon simple si la recherche & développement ne suit pas et si les conditions d'épanouissement ne sont pas favorables.

Une autre question spécifique au Maroc est celle des utilisateurs finaux et de leur capacité à interagir avec une industrialisation très (peut-être trop ?) technique. Rappelons que l'utilisation de certains outils de communication comme les messages vocaux de WhatsApp vient pallier l'analphabétisme des populations qui sont dans l'incapacité de lire ou d'écrire un texte.

4.4. Changement de la place et du rôle de l'Humain dans le processus de développement

Comme on l'a vu dans la première partie de ce rapport, le rôle de l'humain dans l'industrie X.0 a changé avec la révolution industrielle. Après que l'industrie 4.0 se soit concentrée sur la numérisation et les technologies basées sur l'Intelligence Artificielle pour accroître l'efficacité et la flexibilité de la production, les principes d'équité sociale et de durabilité laissés de côté sont devenus prioritaires avec l'avènement de l'industrie 5.0 qui s'est concentrée sur la place de l'homme et sa remise au centre du développement technologique.

Ensuite, l'industrie 6.0 est venue placer les humains au sein même des processus de production. Les humains font dorénavant partie de l'environnement interconnecté et doivent gérer une production numérique et optimisée.

A l'instar des pays qui ont réussi leur industrialisation, le Maroc devra remettre les citoyens marocains au centre du développement technologique. Qu'il s'agisse des travailleurs qui sont intégrés à la chaîne de valeur ou des consommateurs finaux qui vont interagir de plus en plus avec cette chaîne de valeur. D'où le besoin de formations adéquates.

4.5. Transformation des modèles de gouvernance existants

L'avènement de l'industrie numérique exige une refonte complète des modèles de gouvernance existants. Cela implique l'adoption de nouvelles méthodes disruptives inspirées de celles employées par les géants de la technologie tels que les GAFAM et les BATX. Ces méthodes ont en commun une centralisation accrue sur le client, une plus grande commodité, une rentabilité améliorée, une personnalisation et durabilité rehaussées, soulignant ainsi l'importance des modèles opérationnels numériques.

Pour faciliter cette transformation, il est recommandé que le Maroc se concentre sur le développement de trois piliers essentiels :

- L'élaboration de méthodes de prévision intelligentes : à l'instar des études menées par l'Institut Royal des Etudes Stratégiques, privilégiant l'approche prospective, ces méthodes permettront à l'industrie marocaine de prévoir et de se préparer efficacement à l'avenir.
- L'adoption d'outils d'analyse de réseaux et de parties prenantes : ces outils aideront à mieux comprendre et naviguer dans le paysage complexe de l'industrie numérique.
- La mise en place de systèmes d'aide à la décision basés sur l'intelligence artificielle : ces systèmes, impliquant de multiples partenaires, seront indispensables pour gérer la complexité inhérente à l'industrie numérique et pour prendre des décisions plus éclairées.

4.6. Nouveaux besoins en termes d'infrastructures

Avec l'émergence de l'industrie du futur, le Maroc aura de nouveaux besoins en termes d'infrastructures, en particulier en ce qui concerne les réseaux de communication. Une infrastructure de réseau solide et sécurisée est essentielle pour permettre une connectivité efficace, laquelle est au cœur de l'industrie X.0. Les entreprises marocaines ont besoin de ce réseau pour partager des données en toute sécurité et se connecter au reste du monde.

L'absence d'un tel réseau robuste pourrait entraver la capacité du Maroc à être concurrentiel dans l'économie mondiale. En effet, si le Maroc n'investit pas dans une infrastructure de réseau adéquate, il risque d'être désavantagé sur le plan de la concurrence, notamment par rapport aux pays qui ont déjà mis en place de telles infrastructures. Il est donc essentiel pour le Maroc de prioriser les investissements dans les infrastructures de réseau pour tirer pleinement parti des opportunités offertes par l'industrie du futur et éviter de prendre du retard.

4.7. Emergences de nouvelles industries basées sur les technologies X.0

L'émergence de l'industrie X.0 conduira à la naissance de nouvelles industries basées sur les technologies liées à ce concept au Maroc. Les entreprises marocaines ont un parcours important à effectuer pour atteindre la maturité de l'industrie X.0, surtout lorsqu'elles sont confrontées à la compétition d'entreprises internationales qui sont déjà bien avancées dans le domaine numérique.

Le défi pour ces entreprises marocaines est donc double. Elles doivent d'abord digitaliser leur chaîne industrielle pour augmenter l'efficacité et la flexibilité des opérations, ce qui est une tâche complexe. Ensuite, une fois cette digitalisation réalisée, elles doivent utiliser la valeur qui en découle pour investir dans de nouveaux produits et services davantage personnalisés.

4.8. Importance de la recherche et de l'innovation

L'industrie 5.0 a souligné l'importance de la recherche et de l'innovation pour soutenir l'industrie dans son service à long terme pour l'humanité. L'Europe la définit comme une approche de recherche & développement industrielle durable, centrée sur l'humain et résiliente.

Cela exige des investissements importants en recherche & développement et en innovation multidisciplinaires, ainsi qu'une stratégie d'engagement public à long terme et d'investissements en infrastructures importants.

Les entreprises marocaines ont du chemin à faire pour se transformer et atteindre la maturité de l'industrie X.0. Dans la concurrence mondiale, elles se retrouvent face à des entreprises (à l'international) très performantes dont beaucoup d'entre elles sont nées avec le digital (digital native).

Les entreprises marocaines devront piloter une double transformation :

- D'une part digitaliser l'ensemble de la chaîne industrielle pour la rendre plus efficace et flexible, ce qui n'est pas simple ;
- D'autre part, avec la valeur ainsi créée, investir dans des nouveaux produits et services davantage personnalisés.

Des voix se lèvent en Europe et appellent à faire de la démocratisation de l'IA une priorité industrielle. Le Maroc pourrait s'inspirer du modèle de la Chine qui s'appuie entre autres sur des entreprises technologiques : les "transformateurs qui facilitent l'adoption de l'IA par les entreprises traditionnelles en faisant le lien avec les géants du numérique.

Ces entreprises technologiques peuvent fournir des solutions sur mesure, en leur donnant accès à des spécialistes de l'IA, et en faisant monter les collaborateurs en compétences. Exemple : En Chine, 76% des entreprises chinoises ont adopté l'IA et 29% en retirent des bénéfices significatifs (vs. 14% en Europe).

4.9. Industrialisation plus performante et respectueuse de l'environnement

Pour accompagner cette révolution, le Maroc devra aussi développer une industrie numérique qui s'avère inévitable à l'ère des modèles opérationnels numériques.

Il faut élaborer une feuille de route nationale pour cette industrie numérique capable de connecter plusieurs secteurs : l'industrie et le numérique, la recherche et l'innovation, la formation et les études d'impacts sociétaux. Par exemple, pour les systèmes embarqués, il faut étudier l'impact de l'Internet des objets sur l'organisation de la production en entreprise grâce à une nouvelle interaction entre les humains et les machines.

4.10. La concurrence croissante pour les ressources matérielles et la pénurie de ces ressources modifieront les stratégies des pays et des entreprises

Dans le contexte marocain, l'intensification de la concurrence pour les ressources matérielles et la potentialité d'une pénurie de ces ressources peuvent avoir des implications significatives. En effet, le Maroc, comme de nombreux autres pays en voie de développement, dépend de l'importation de diverses ressources matérielles pour soutenir son secteur industriel.

Des matières premières comme les métaux, le bois et les composants électroniques sont largement importés. De plus, le pays est également dépendant des importations d'énergie, notamment le pétrole et le gaz. Une concurrence accrue et une pénurie de ces ressources pourraient aiguïser les défis liés à la sécurité de l'approvisionnement. Cela pourrait augmenter les coûts d'importation, créant une pression supplémentaire sur les industries marocaines qui doivent déjà faire face à des défis en termes de compétitivité.

Cela constitue une incitation à la recherche de nouvelles stratégies pour l'optimisation des ressources. Le Maroc pourrait, par exemple, explorer des alternatives aux énergies traditionnelles, comme il l'a fait en se tournant vers les énergies renouvelables. De même, la promotion de l'efficacité énergétique et l'économie circulaire, où les déchets sont recyclés pour être réutilisés dans le processus de production, pourrait également être explorée.

4.11. La nécessité de stratégies énergétiques propres, abordables et efficaces, qui serviront de différenciateurs majeurs sur le marché international

Dans le contexte de l'industrie 4.0, les stratégies énergétiques propres, efficaces et abordables sont devenues un facteur clé de différenciation sur le marché international. Au Maroc, la question énergétique est d'une importance capitale. Le pays est fortement dépendant des importations d'énergie, en particulier les combustibles fossiles, ce qui représente une part significative de son déficit commercial.

De plus, l'accès non universel à l'énergie durable et abordable est l'un des défis que le pays doit surmonter pour son développement. Dans ce contexte, le Maroc a réalisé des progrès significatifs dans la mise en place d'une stratégie énergétique propre, notamment à travers son virage vers les énergies renouvelables.

C'est ainsi que le pays a investi massivement dans l'énergie solaire, éolienne et hydroélectrique, réduisant ainsi sa dépendance aux combustibles fossiles importés. Cela ne sert pas uniquement à réduire les coûts et les émissions de gaz à effet de serre, mais cela positionne également le Maroc comme un leader régional dans le domaine des énergies renouvelables, renforçant ainsi sa compétitivité sur le marché international.

Cependant, pour que cette transition vers une énergie propre soit vraiment efficace, il est crucial de veiller à ce que ces sources d'énergie soient non seulement durables, mais aussi abordables et accessibles à tous. Ainsi, des initiatives comme l'électrification rurale à partir d'énergies renouvelables et le développement de solutions d'énergie hors réseau pour les zones isolées sont tout aussi importantes.

4.12. Ethique ou l'industrie éco-responsable

Dans le contexte de l'industrie du futur et de la transformation du comportement des consommateurs, l'intégration des considérations éthiques dans le processus de production est devenue un impératif pour les entreprises. Cela signifie aller au-delà de la réalisation de profits pour inclure le respect des normes éthiques, telles que le travail décent, le respect des droits de l'homme et la protection de la vie privée et de l'environnement.

Au Maroc, comme dans de nombreux autres pays, cette tendance se fait de plus en plus sentir. Les consommateurs marocains, en particulier les nouvelles générations, sont de plus en plus soucieux de l'origine des produits qu'ils achètent et de l'impact de leur production sur la société et l'environnement. Ils sont plus enclins à soutenir les entreprises qui partagent leurs valeurs et respectent l'éthique dans leurs opérations.

Pour les entreprises marocaines, cela crée à la fois des défis et des opportunités. D'un côté, ils doivent s'adapter à ces nouvelles attentes et s'assurer que leurs processus de production sont éthiques et respectueux de l'environnement. Cela pourrait nécessiter des investissements significatifs, par exemple dans la mise à niveau de leurs installations ou dans la formation de leurs employés.

Cependant, si elles réussissent à le faire, elles peuvent gagner un avantage concurrentiel non seulement sur le marché national, mais aussi à l'international. En effet, les entreprises qui réussissent à intégrer les considérations éthiques dans leur processus de production sont souvent mieux perçues par les consommateurs et peuvent avoir un accès plus facile aux marchés internationaux, où les normes éthiques et environnementales sont souvent très observées.

4.13. L'agilité, la capacité d'innover et la résilience

L'agilité et la capacité d'innover rapidement tout en assurant la sécurité des opérations deviendraient des critères clés de différenciation pour le succès de l'industrie marocaine à l'ère de l'industrie du futur.

L'agilité se réfère à la capacité d'une entreprise à réagir rapidement et efficacement aux changements dans son environnement. Dans un monde de plus en plus connecté, caractérisé par une intense concurrence et des changements technologiques rapides, l'agilité est un atout majeur.

Elle peut permettre aux entreprises marocaines de se distinguer en étant capables d'adapter leurs produits, services et processus aux nouvelles tendances et exigences du marché plus rapidement que leurs concurrents.

En ce qui concerne l'innovation, elle est essentielle pour survivre et prospérer dans l'industrie du futur. Les entreprises marocaines qui sont capables d'innover rapidement - que ce soit en développant de nouveaux produits, en adoptant de nouvelles technologies, ou en améliorant leurs processus - seront à même de conserver un avantage compétitif et de se différencier sur le marché.

Cependant, il est également crucial d'assurer la sécurité des opérations. Comme l'industrie du futur sera de plus en plus digitalisée et interconnectée, elle sera également exposée à de nouveaux risques, notamment en matière de cybersécurité. Les entreprises qui peuvent démontrer qu'elles prennent la sécurité au sérieux - en protégeant les données de leurs clients, en assurant la sécurité de leurs opérations, et en se préparant aux incidents de sécurité - gagneront la confiance de leurs clients et renforceront leur réputation. De plus, l'industrie du futur devra être résiliente face à des chocs imprévus comme c'était le cas pendant la période du COVID-19.

En résumé, une approche agile, innovante, résiliente et sûre pourrait constituer une stratégie gagnante pour l'industrie marocaine à l'ère de l'industrie du futur.

5. Etude de maturité de l'industrie marocaine

Le Maroc s'est stratégiquement positionné dans la chaîne de valeur mondiale en tirant parti de sa situation géographique, en mettant en œuvre des réformes économiques et des investissements ciblés. Le pays a déployé des efforts considérables pour créer un environnement favorable aux entreprises en rationalisant les procédures administratives, en réduisant les barrières commerciales et en offrant des incitations à l'investissement direct étranger.

Au cours des 15 dernières années, le Maroc a poursuivi une approche sectorielle de la croissance économique par le biais d'une série de plans stratégiques consécutifs. Ces plans visaient à accélérer l'industrialisation et à renforcer l'intégration dans les chaînes de valeur mondiale.

Malgré des avancées notables, l'exécution réussie de ces plans a été entravée par des défis découlant d'une coordination limitée avec d'autres politiques publiques, ce qui a finalement empêché la réalisation des objectifs fixés. Aussi, aucune stratégie n'est directement dédiée à l'industrie du futur au Maroc. Cependant dans la conjoncture mondiale actuelle caractérisée par une large adoption des technologies du numériques dans l'industrie, l'industrie marocaine devra impérativement évoluer d'une industrie majoritairement basée sur l'offshore et l'avantage du coût de production vers une industrie innovante à la pointe de la technologie, capable d'assurer la compétitivité du secteur à long terme.

Pour réaliser cette ambition, le pays doit encore relever plusieurs défis dans plusieurs domaines. Ceci requiert une fédération des efforts des acteurs directement ou indirectement liés au secteur dans le cadre d'une stratégie industrielle concrète et cohérente en synergie avec les contraintes locales.

Cette section présente les résultats de l'évaluation de la maturité du Maroc pour l'industrie du futur. Le but est d'estimer les efforts à déployer par l'industrie marocaine pour aller vers l'industrie du futur au niveau global et sectoriel. L'évaluation a été réalisée à travers :

- Des consultations avec près de 400 parties prenantes à travers un questionnaire et un atelier de travail avec les fédérations professionnelles.
- Des consultations avec des experts internationaux autour du sujet.

5.1. Examen des politiques industrielles nationales

Les politiques industrielles ont joué un rôle crucial dans le développement du secteur manufacturier marocain. Ces politiques, souvent formulées dans un paysage sociopolitique complexe, reflètent les objectifs économiques stratégiques de la nation et sa réponse au marché mondial particulièrement dynamique.

Depuis 2005, le Maroc a initié un processus d'accélération de son industrialisation avec pour objectif d'améliorer son intégration dans les chaînes de valeur mondiale. Ce processus a été motivé par deux constats principaux : le non-progrès de l'industrie malgré les politiques précédemment mises en place et les effets induits de création d'emplois qui se sont avérés inférieurs aux objectifs fixés.

La nécessité d'agir a conduit à une politique plus ambitieuse en matière d'infrastructures, visant à positionner le Maroc en tant qu'acteur clé de l'industrie régionale. Cependant, cette dynamique a été ralentie par plusieurs facteurs, notamment la crise financière mondiale de 2008 qui a affaibli le marché européen, un marché traditionnel pour l'industrie marocaine et la crise sanitaire du COVID-19.

Cependant et malgré la croissance et le succès d'industries telles que l'automobile, le textile/cuir, l'aéronautique et la délocalisation au Maroc, il est important d'examiner les politiques nationales mises en œuvre pour soutenir le développement de ces industries, en particulier avec la révolution industrielle en cours. En effet, la croissance de ces industries s'est accompagnée de défis et de la concurrence d'autres pays qui sont entrés sur le marché mondial avec des coûts de main-d'œuvre plus compétitifs en raison de l'utilisation massive de l'automatisation et des avancées technologiques.

5.2. Appréciation de la maturité du tissu productif national pour ce qui est de l'industrie X.0

5.2.1.Synthèse des résultats de l'enquête

Avant de présenter les résultats de ces consultations, il convient de préciser la terminologie utilisée. Nous rappelons les trois secteurs d'activité intégrés à notre étude :

- Le secteur primaire : regroupe l'ensemble des activités dont la finalité consiste en une exploitation des ressources naturelles, notamment, l'agriculture et la pêche.
- Le secteur secondaire : inclut toutes les activités de transformation des matières premières (industries manufacturières, construction, ...).
- Le secteur tertiaire : couvre un large éventail allant du commerce à l'administration, en passant par les transports, les activités financières et immobilières, les services aux entreprises et services aux particuliers, l'éducation, la santé et l'action sociale.

Par ailleurs, les entreprises analysées sont classées par taille comme suit :

- Les très petites entreprises (TPE) emploient moins de 10 salariés.
- Les petites et moyennes entreprises (PME) emploient de 10 à 249 salariés.
- Les grandes entreprises (GE) emploient plus de 250 salariés.

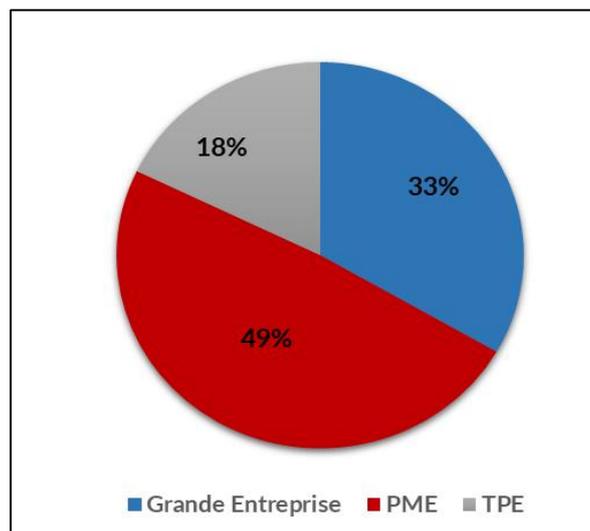
La collecte des données par questionnaire a été effectuée sur le terrain lors de divers forums industriels et à travers des entretiens individuels avec des représentants de diverses entreprises.

Les résultats de l'enquête, après traitement des données, sont présentés dans les graphiques 12 à 37.

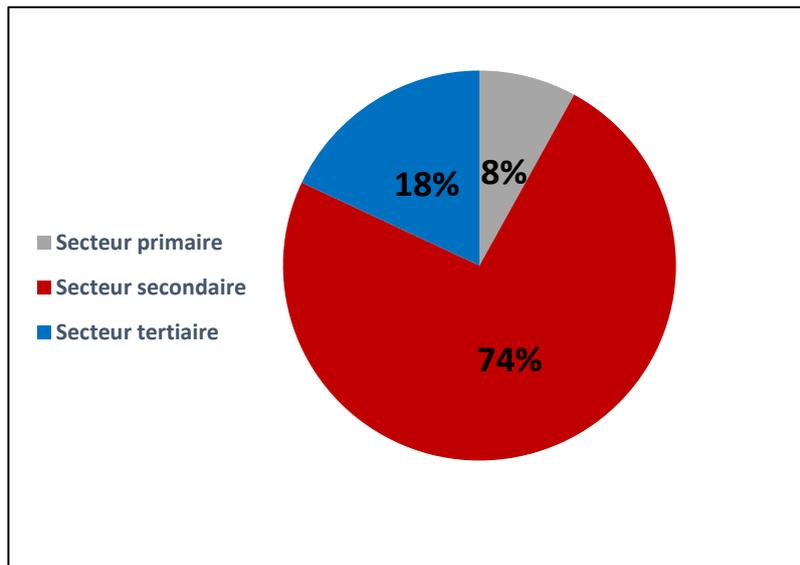
5.2.2. Répartition des entreprises enquêtées par taille

L'enquête s'est intéressée à un échantillon représentatif d'entreprises opérant au Maroc (768 entreprises ciblées ; taux de réponse avoisinant 50%), afin de capter une diversité de perspectives en fonction de la taille et du secteur d'activités. La répartition par taille des entreprises est illustrée dans le Graphique 13. Les entreprises interrogées dans le cadre de cette étude représentent divers secteurs de l'économie marocaine, dont 8% du secteur primaire, 74% du secteur secondaire et 18% du secteur tertiaire (cf. Graphique 14).

Graphique 12 Répartition des entreprises enquêtées par taille

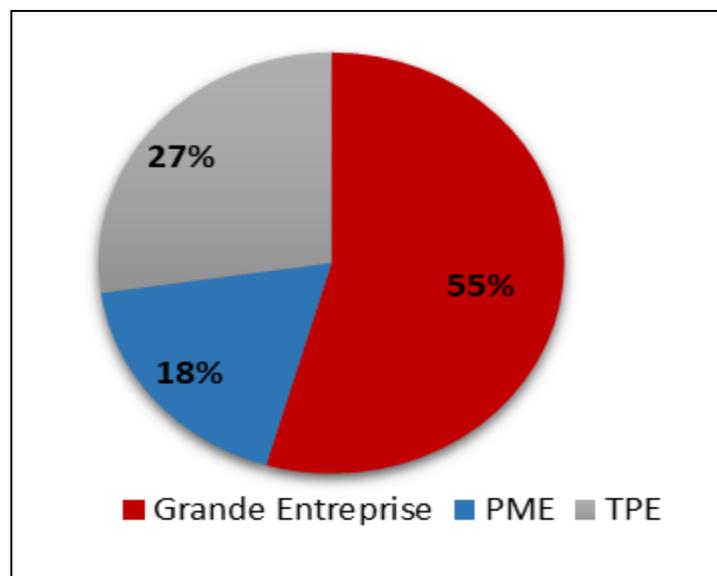


Graphique 13 Répartition des entreprises enquêtées par secteur



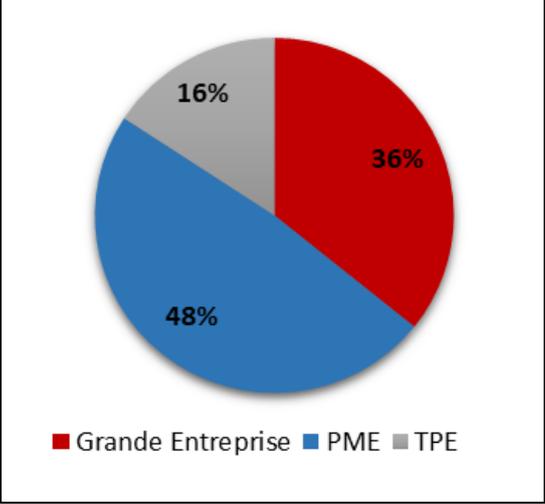
Dans le secteur primaire, 55 % des entreprises interrogées sont des grandes entreprises, 18 % sont des PME et 27 % sont des TPEs (cf. Graphique 15).

Graphique 14 Répartition des entreprises par taille dans le secteur primaire



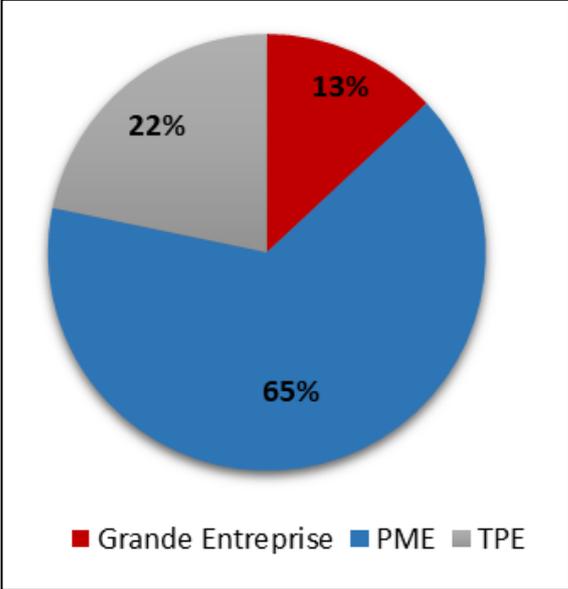
Dans le secteur secondaire, 36 % des entreprises interrogées sont des grands groupes, 48 % des PME et 16 % des TPE (cf. Graphique 16).

Graphique 15 Répartition des entreprises par taille dans le secteur



Dans le secteur tertiaire, 13% des entreprises interrogées sont des grands groupes, 65% sont des PME et 22% sont des TPE (cf. Graphique 17).

Graphique 17 : Répartition des entreprises par taille dans le secteur tertiaire



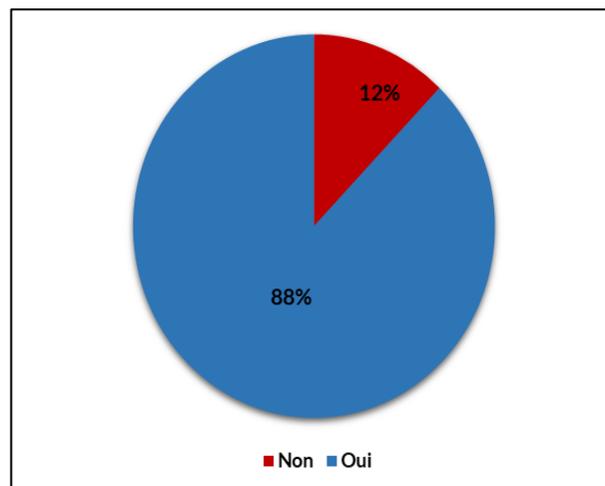
5.2.3. Connaissances en lien avec le concept de l'industrie du futur

Les résultats de l'enquête révèlent que 88% des entreprises ont des connaissances en lien avec le concept de l'industrie du futur, dépeignant ainsi une image optimiste de la prise de conscience par l'industrie marocaine des évolutions mondiales vers la numérisation et l'automatisation dans le secteur manufacturier.

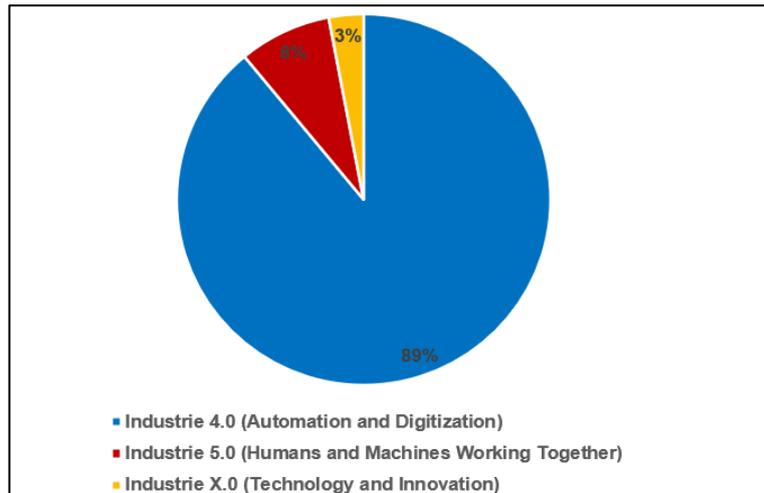
Cependant, si les résultats sont prometteurs, il est important de prendre en compte les 12 % des entreprises qui restent inconscientes ou mal informées sur l'industrie du futur et les initiatives développées par d'autres nations dans ce domaine. Aussi, la connaissance de l'Industrie du futur et sa mise en œuvre effective peuvent être très différentes, et ces différences nécessitent plus d'efforts pour comprendre l'état de maturité réel de ces entreprises.

Pour la majorité des entreprises sondées (88%), l'industrie du futur renvoie à la « Révolution Industrielle 4.0 » (voir graphique 19).

Graphique 18 : Part des entreprises enquêtées ayant des connaissances en lien avec l'industrie du futur



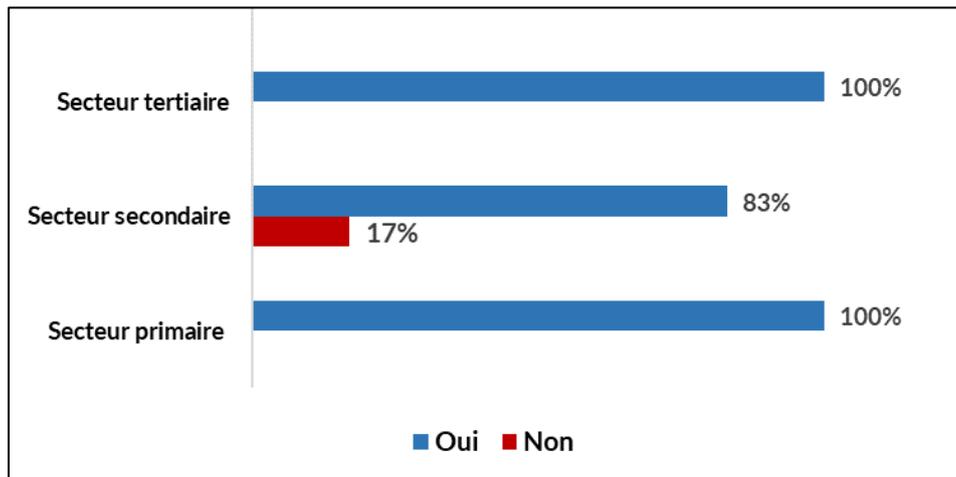
Graphique 19 : Que signifie l'industrie du futur pour les entreprises enquêtées ?



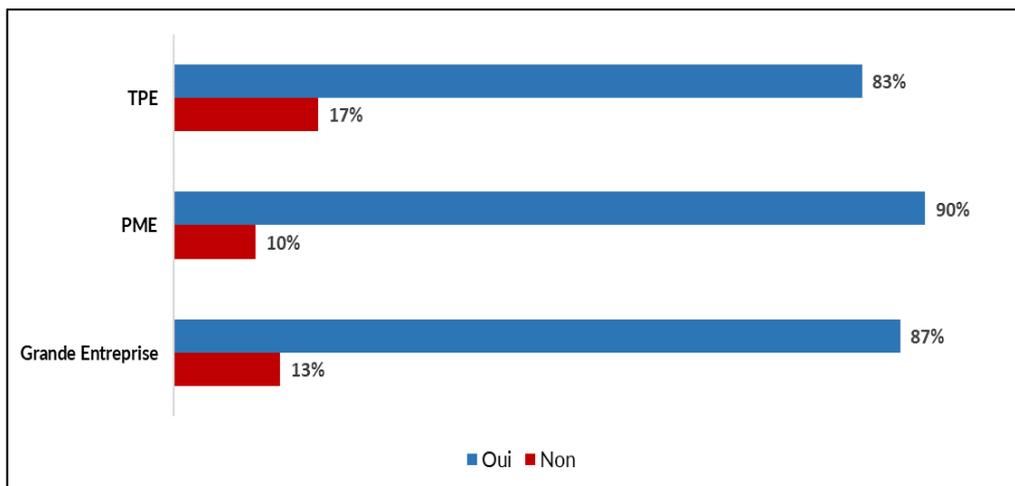
Pour mieux comprendre et interpréter les résultats, nous examinons, de près, le degré de familiarité avec le concept de l'industrie du futur, selon les secteurs et la taille des entreprises enquêtées.

Toutes les entreprises des secteurs primaire et tertiaire affirment être familières avec l'industrie du futur. Cela souligne que ces secteurs, qui couvrent des activités telles que l'agriculture, l'extraction de matières premières et des services comme la finance, le commerce de détail ou l'éducation, voient la pertinence de ces transformations numériques et sont conscients des futurs défis et opportunités qu'elles pourraient apporter. D'autre part, bien qu'il s'agisse encore d'un pourcentage élevé, les entreprises du secteur secondaire - englobant les industries qui transforment, fabriquent ou construisent des biens - affichent un niveau de connaissance un peu plus bas, à 83 %.

Graphique 20 : Part des entreprises ayant des connaissances en lien avec l'industrie du futur par secteur



Graphique 21 : Part des entreprises ayant des connaissances en lien avec l'industrie du futur par taille



Près de 17% parmi les très petites entreprises semblent avoir plus de difficultés à comprendre le concept de l'industrie du futur. Cela pourrait être dû à des ressources limitées ou un niveau de formation moins élevé ou simplement à un manque d'exposition aux dernières avancées dans l'industrie. À l'inverse, seules 10 % des PME manquent de connaissances sur l'industrie 4.0. Les PME disposent généralement de plus de ressources que les TPE et sont souvent plus interconnectées avec le marché, ce qui accroît leur exposition aux tendances de l'industrie.

Cependant, le manque de sensibilisation de 10 % de ces entreprises suggère qu'il y a une marge d'amélioration.

Enfin, 13 % des grandes entreprises, qui disposent généralement de ressources importantes et devraient être à la pointe des innovations industrielles, ne connaissent pas non plus l'industrie du futur.

5.2.4. Implémentation de l'industrie du futur par les entreprises

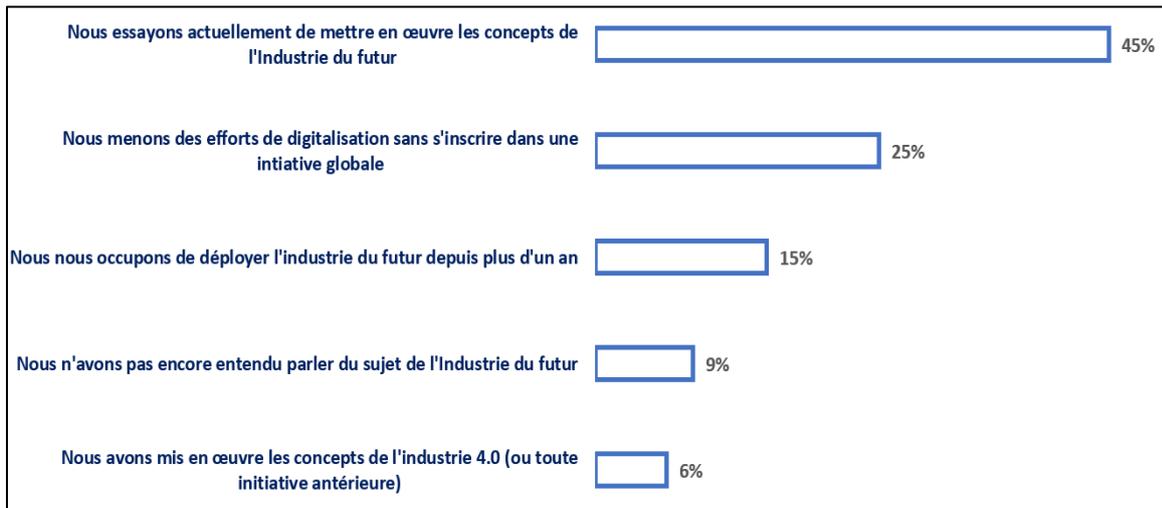
L'enquête révèle une tendance positive au sein du secteur industriel marocain avec 45% des entreprises qui tentent actuellement de mettre en œuvre des initiatives de l'industrie du futur, ce qui indique une approche proactive de l'orientation future et de la modernisation de l'industrie.

Simultanément, 25% des entreprises mènent des efforts de numérisation de manière indépendante. L'adoption d'une initiative plus holistique, serait plus intéressante, compte tenu que les initiatives indépendantes limitent les avantages observés de l'industrie du futur.

D'autre part, 15 % des entreprises se sont engagées dans l'industrie du futur depuis plus d'un an, offrant des études de cas potentiellement bénéfiques en tant qu'exemples d'adoption précoce.

Toutefois, les 9 % d'entreprises qui n'ont pas encore entendu parler du concept de l'Industrie du futur suscitent des inquiétudes, ce qui suggère la nécessité d'une sensibilisation accrue et des campagnes d'éducation et de formation. L'enquête montre que 6 % des entreprises seulement ont pleinement intégré les concepts de l'industrie du futur, ce qui indique une progression lente mais régulière vers une adoption complète et à large échelle.

Graphique 22 : Etat de l'implémentation de l'industrie du futur par les entreprises



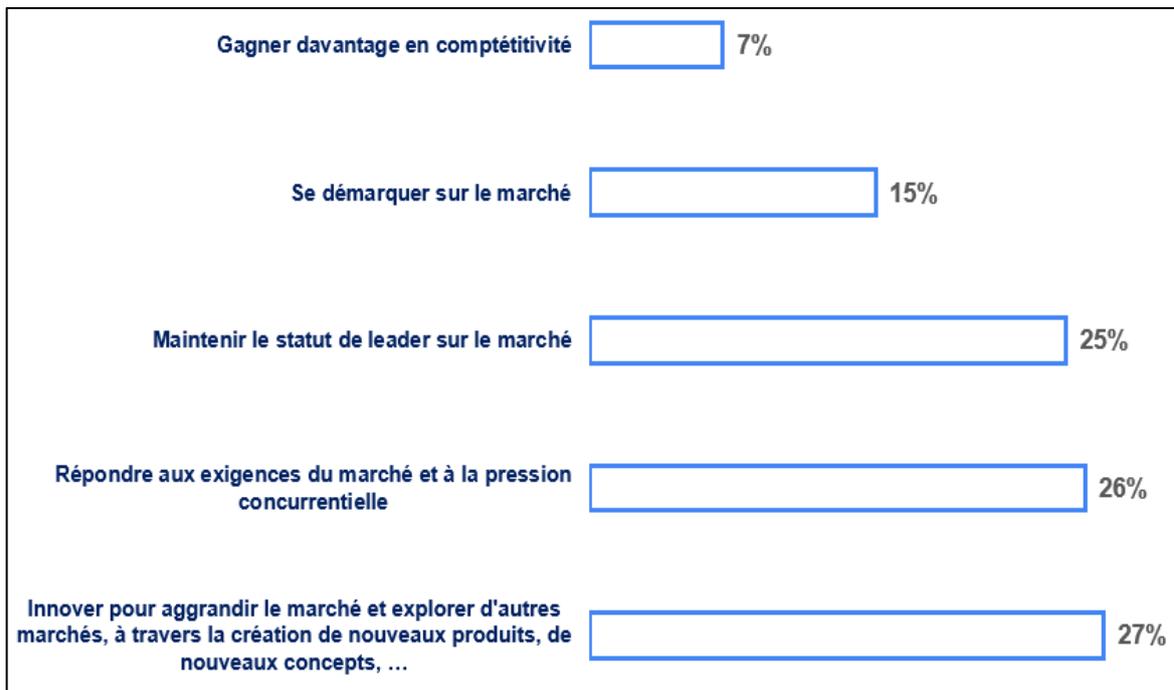
5.2.5. Motivations déclarées par les entreprises pour l'implémentation de l'industrie du futur

Les motivations déclarées des entreprises étudiées pour adopter les technologies de l'Industrie du futur s'alignent bien sur les objectifs économiques nationaux plus larges, en particulier compte tenu de la forte représentation des entreprises du secteur secondaire.

Les 7% d'entreprises visant à accroître la compétitivité et les 15% cherchant à se démarquer sur le marché peuvent percevoir l'Industrie du futur comme un outil stratégique pour améliorer l'efficacité opérationnelle ou différencier leurs offres. Celles qui subissent les pressions du marché et de la concurrence, ainsi que celles qui conservent une position de leader (26 % et 25 % respectivement), peuvent y voir une mesure d'adaptation nécessaire pour rester pertinentes et compétitives. En outre, en quête de croissance et de diversification, les 27 % qui recherchent l'innovation et l'expansion du marché reflètent peut-être la vision la plus stratégique de l'industrie du futur.

Compte tenu de la force du secteur secondaire dans l'économie marocaine, les diverses motivations pour l'adoption de l'Industrie du futur illustrent la valeur stratégique perçue et les divers avantages potentiels qu'elle présente - des améliorations tactiques immédiates aux ambitions tournées vers l'avenir. Cela révèle le rôle significatif que pourrait jouer l'Industrie du futur dans le façonnement du futur paysage industriel du Maroc.

Graphique 23 : Motivations déclarées par les entreprises pour l'implémentation de l'industrie du futur



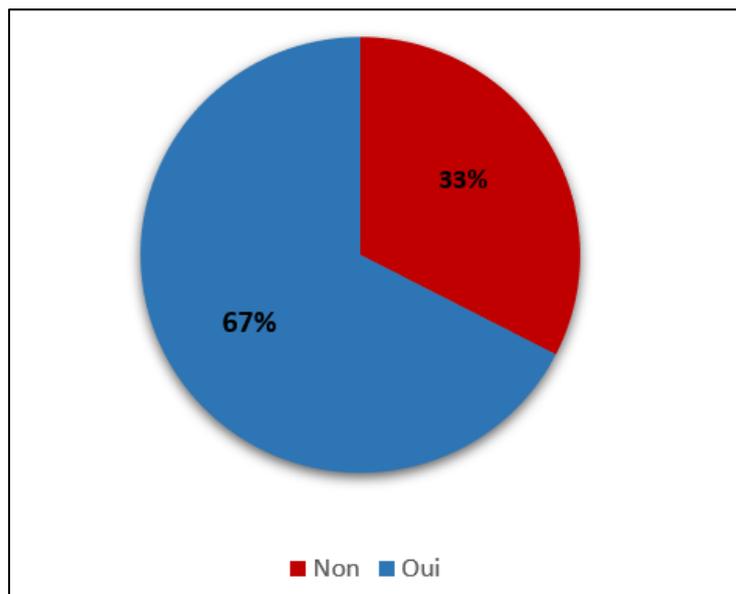
5.2.6. Part des entreprises disposant de processus et/ou d'équipements qui réagissent de manière autonome/automatique en temps réel aux changements des conditions de production

Les résultats de l'enquête indiquent que 67% des entreprises disposent de processus ou d'équipements capables de réagir de manière autonome ou automatique en temps réel aux changements des conditions de production. Ceci suggère un niveau assez élevé d'intégration technologique et démontre une préparation et une flexibilité substantielles pour répondre aux conditions de production dynamiques, ce qui est un aspect clé de l'industrie du futur.

Cela indique que les entreprises marocaines sont non seulement ouvertes à l'industrie du futur, mais que certaines en exploitent déjà des éléments, ce qui suggère une base prometteuse à partir de laquelle elles pourront poursuivre leur adoption de ces technologies. Fournir l'infrastructure nécessaire et favoriser une meilleure compréhension des avantages que l'Industrie du futur accélérera très probablement cette adoption.

Cependant, 33% des entreprises ont déclaré ne pas avoir d'équipements automatique. Cette statistique révèle une disparité importante dans la transition de l'industrie vers l'industrie du futur. Le manque d'automatisation limite ces entreprises dans l'amélioration de l'efficacité, la réduction des coûts et l'amélioration de la qualité des produits qu'offre l'automatisation. En outre, cela met également en évidence un manque potentiel de compréhension ou une hésitation à investir dans les technologies d'automatisation.

Graphique 24 : Part des entreprises disposant de processus et/ou d'équipements qui réagissent de manière autonome/automatique en temps réel aux changements des conditions de production



5.2.7. Intensité du processus de numérisation de la chaîne de valeur verticale

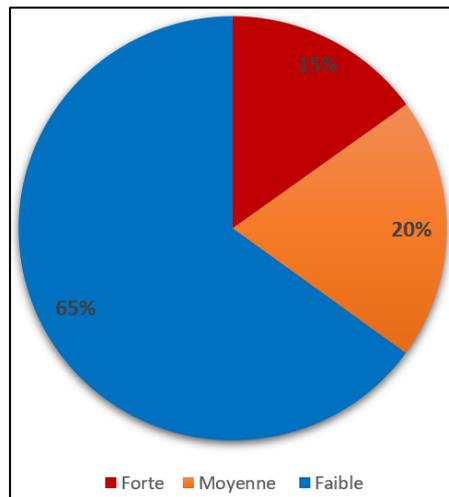
Les résultats démontrent des perceptions variées parmi les entreprises marocaines sur le degré de numérisation dans leurs chaînes de valeur verticale respectives.

Avec 65% percevant de faibles niveaux d'intensité numérique, cela suggère qu'une proportion significative d'entreprises ne s'est pas encore pleinement engagée dans le processus de numérisation au sein de leur chaîne de valeur, ou peut-être un manque de conscience du degré de numérisation qui existe déjà dans leurs opérations.

Une minorité d'entreprises, soit 15 %, estime avoir un niveau élevé d'intensité numérique, ce qui signifie qu'elles ont adopté une transformation numérique substantielle. Les 20 % qui considèrent que leur intensité numérique est moyenne font preuve d'un certain engagement vis-à-vis des outils et des technologies numériques, mais n'exploitent peut-être pas tout leur potentiel.

Dans le contexte d'une base numérique solide indiquée par les données précédentes sur l'adaptabilité de la production en temps réel, il pourrait y avoir une disparité entre les perceptions des entreprises et l'intensité numérique réelle au sein de leur chaîne de valeur.

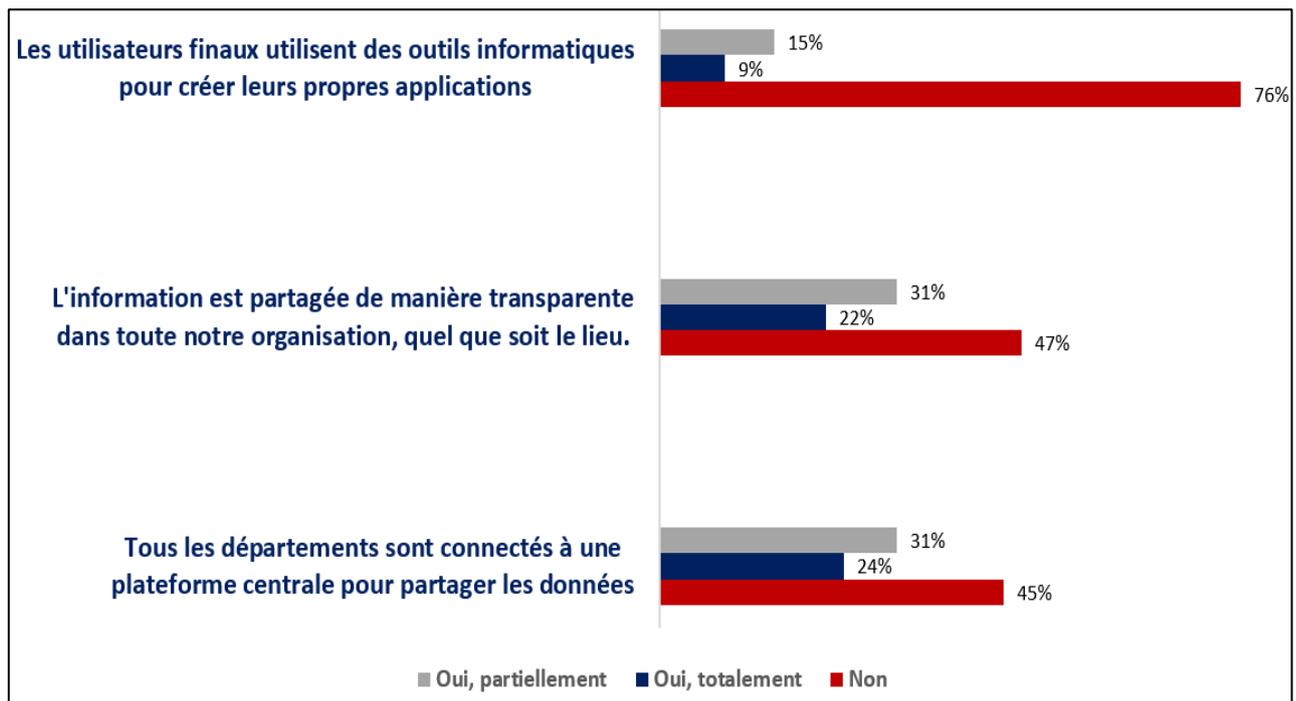
Graphique 25 : Intensité du processus de numérisation de la chaîne de valeur verticale



5.2.8. Degré d'évaluation de l'infrastructure des équipements en termes de fonctionnalités

Les résultats de l'enquête présentent une image mitigée de l'état actuel de l'adaptation à l'Industrie du futur au Maroc, qui, lorsqu'elle est placée dans le contexte de l'évaluation de l'infrastructure des équipements, indique que plusieurs domaines méritent d'être développés.

Graphique 26 : Degré d'évaluation de l'infrastructure des équipements en termes de fonctionnalités



Lorsque l'on considère l'utilisation par l'utilisateur final des outils informatiques pour créer leurs propres applications, seul un sous-ensemble d'entreprises (24%) adopte cette approche partiellement ou complètement. La majorité d'entre elles (76%) ne le font pas, ce qui implique l'absence d'une culture numérique solide qui encourage l'innovation numérique ou les solutions en libre-service parmi les contributeurs individuels.

De même, le partage de manière transparente des données au sein d'une organisation - un aspect faisant partie intégrante de l'Industrie du futur- n'est pas pleinement réalisé dans une partie substantielle (78 %) des entreprises, et seulement 22 % y parviennent entièrement. Cet écart implique un fossé existant entre la préparation numérique des entreprises et la mise en œuvre effective des principes de l'industrie du futur. Cet écart peut être dû à des questions telles que les préoccupations en matière de cybersécurité, le manque d'infrastructure technique ou l'absence d'une culture favorisant le partage des données.

En ce qui concerne la connectivité des départements à une plateforme centrale de partage des données, bien qu'un nombre modéré d'entreprises (55 %) fassent état d'une mise en œuvre partielle ou complète, un grand nombre d'entre elles (45 %) ne le font pas. Cette insuffisance est le signe d'une fragmentation potentielle des données, susceptible d'entraîner des inefficacités dans l'implémentation des technologies permettant d'améliorer la prise de décision.

Par ailleurs, les résultats de l'enquête révèlent des inefficacités critiques dans la mise en œuvre des attributs fondamentaux du paradigme de l'Industrie du futur dans le paysage industriel du Maroc.

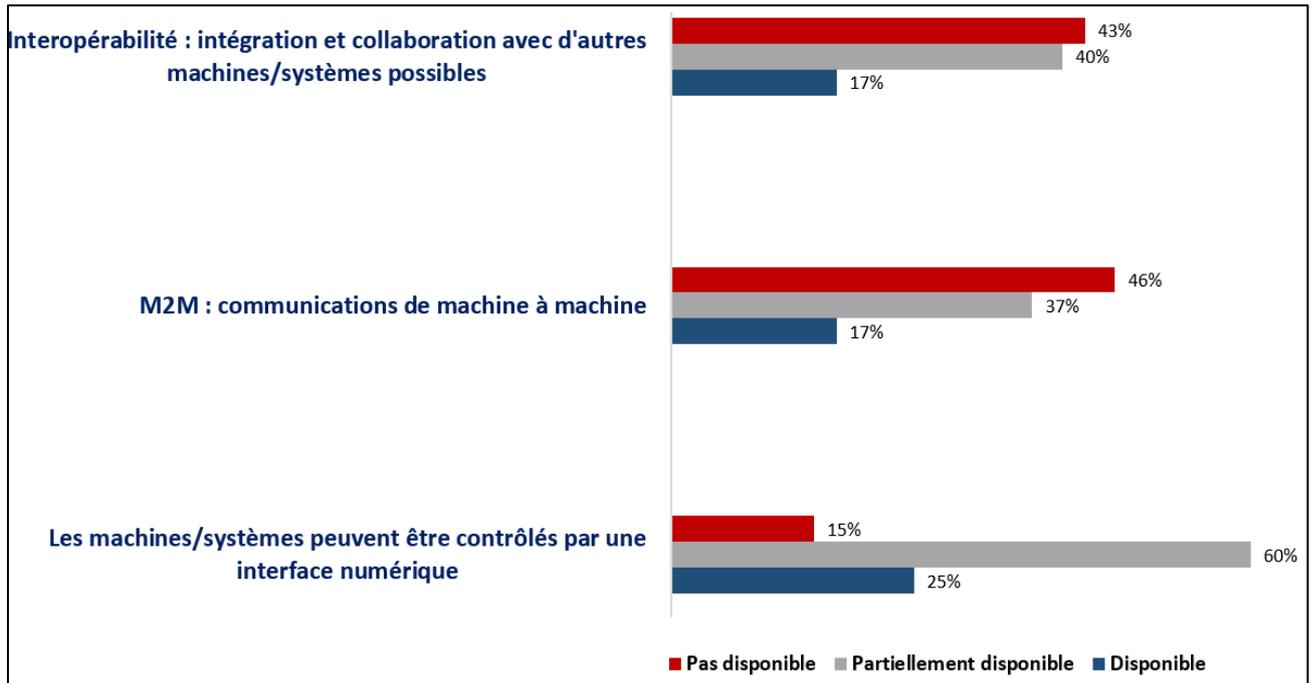
L'interopérabilité - la capacité des machines/systèmes à s'intégrer et à collaborer - n'est pas disponible pour une proportion significative (43%) des entreprises interrogées, tandis qu'une majorité (40%) n'y parvient que partiellement. L'interopérabilité complète, au cœur de l'industrie du futur, n'est réalisée que dans 17 % des entreprises, ce qui suggère des défis en matière de compatibilité technologique ou de normes de données entravant une interaction fluide entre divers systèmes.

En ce qui concerne la communication Machine-to-Machine (M2M), une part importante (46 %) a déclaré que cette fonctionnalité n'était pas disponible, et une part importante n'avait qu'une disponibilité partielle (37 %). Ces chiffres suggèrent un écart substantiel dans la réalisation de l'interopérabilité des systèmes autonomes, qui constitue le fondement de la création de processus de fabrication intelligents et agiles caractéristiques de l'industrie du futur.

En ce qui concerne le contrôle numérique des machines/systèmes, il y a une nette amélioration avec seulement 15 % déclarant une indisponibilité, tandis que la majorité (69 %) a une disponibilité partielle. Cela suggère un changement d'orientation vers des stratégies de contrôle numérisées, mais l'adoption complète, qui est cruciale pour le suivi et l'optimisation en temps réel, est encore limitée à 26% des entreprises.

Dans l'ensemble, ces indicateurs impliquent que si les entreprises adoptent progressivement les attributs de l'Industrie du futur, des mesures définitives sont encore nécessaires pour adopter pleinement la transformation numérique pour une véritable excellence opérationnelle dans les industries marocaines.

Graphique 27 : Degré d'évaluation de l'infrastructure des équipements en termes de fonctionnalités

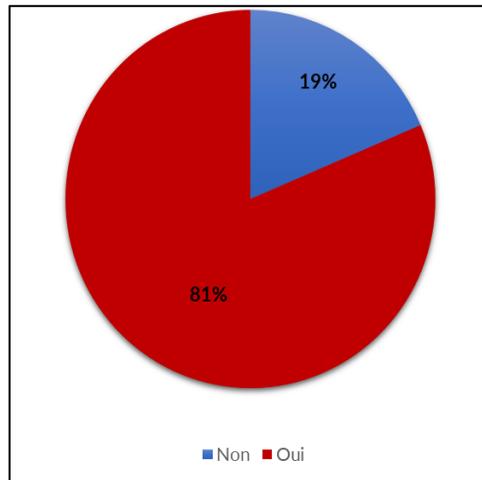


5.2.9. Difficultés de recrutement de profils ayant des compétences numériques

Les résultats soulignent que, parallèlement aux difficultés d'adaptations technologiques, le recrutement de talents humains constitue un défi important pour l'intégration de l'Industrie du futur au Maroc.

Comme le montre l'enquête, une majorité substantielle (81%) des entreprises rencontre des difficultés à recruter des profils dotés de compétences numériques, une exigence de talent critique à l'ère de l'Industrie du futur. Cela suggère une lacune potentielle dans la disponibilité des talents numériques sur le marché du travail marocain.

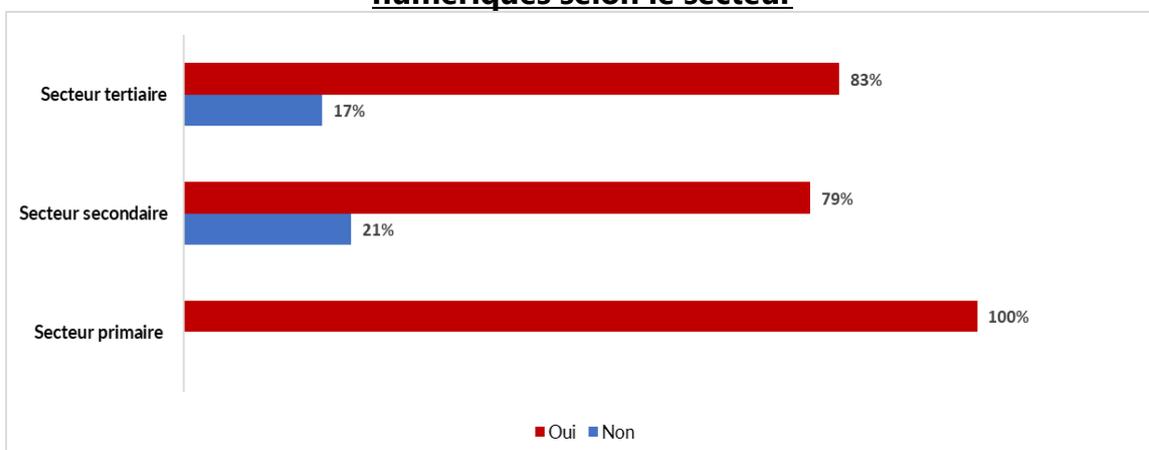
Graphique 28 : Difficultés de recrutement de profils ayant des compétences numériques



Au sein du secteur tertiaire ou des services, 83% des entreprises déclarent avoir des difficultés à recruter des professionnels dotés de compétences numériques. Cela accentue le besoin aigu de compétences numériques dans les industries de services d'aujourd'hui, qui dépendent de plus en plus des technologies avancées et de l'analyse des données.

Des problèmes de recrutement similaires se posent dans le secteur secondaire ou manufacturier, avec 79 % des entreprises soulignant des difficultés à recruter des profils numériquement qualifiés. Cela souligne l'évolution du paysage des talents dans le secteur manufacturier, qui intègre de plus en plus de flux de travail numériques et automatisés. Il est intéressant de noter que le secteur primaire subit la pénurie de compétences la plus prononcée, avec 100 % des entreprises rencontrant des difficultés dans l'acquisition de talents numériques. Cela montre les implications considérables de la révolution numérique, même dans les secteurs qui ne sont pas traditionnellement associés aux technologies de pointe.

Graphique 29 : Difficultés de recrutement de profils ayant des compétences numériques selon le secteur



5.2.10. Existence de plan de formation dans le domaine du numérique

Les résultats de l'enquête mettent en évidence deux lacunes substantielles dans les progrès du Maroc vers l'Industrie du futur : la coopération limitée avec le monde universitaire et la nature largement interne des initiatives de formation numérique.

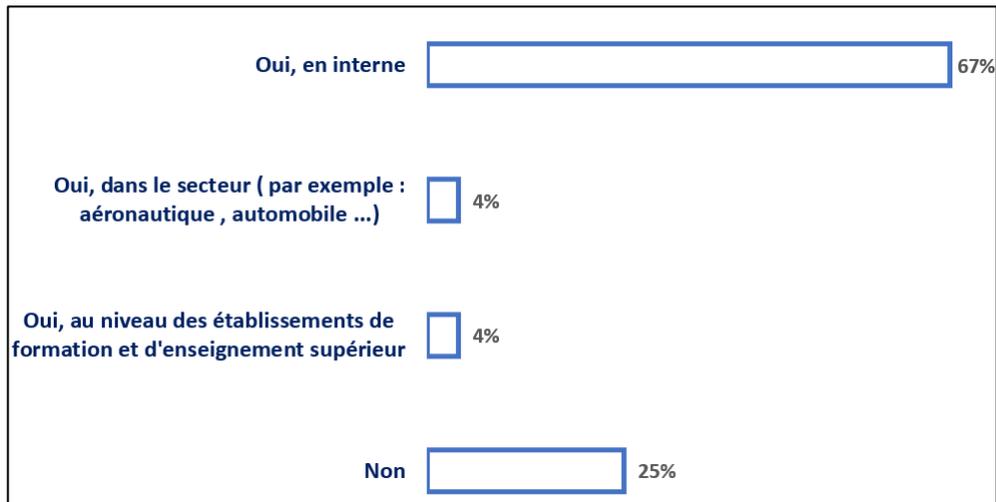
Le faible pourcentage (4%) d'entreprises s'appuyant sur les établissements d'enseignement supérieur pour la formation aux compétences numériques met en évidence une opportunité de collaboration manquée. Les universités et autres établissements d'enseignement supérieur peuvent être des sources prolifiques de recherche et d'innovation en matière de technologie numérique, et peuvent préparer les futurs professionnels aux exigences de l'industrie du futur.

Le faible niveau de coopération signale une déconnexion entre le monde universitaire et l'industrie, ce qui peut entraver la pleine réalisation des objectifs de l'Industrie du futur.

Deuxièmement, il est significatif qu'une majorité d'entreprises (67 %) mène des initiatives de formation numérique en interne. Bien que cela puisse présenter des avantages tels que la rentabilité et la personnalisation aux besoins spécifiques de l'entreprise, cela limite aussi potentiellement l'étendue et la profondeur de l'apprentissage. En outre, la formation en interne peut favoriser une perspective monoculturelle et ne pas permettre de découvrir les innovations et les progrès intersectoriels. La diversification des sources de formation peut contribuer à exposer les employés à un éventail plus large de techniques, de technologies et de perspectives, améliorant ainsi leurs compétences de manière plus complète.

L'absence de plans de formation dans 25 % des entreprises est préoccupante. La mise à niveau des employés est essentielle pour s'adapter à la révolution numérique et en tirer le meilleur parti. Cette absence peut être révélatrice de contraintes en matière de ressources, d'un manque de sensibilisation à l'importance des compétences numériques ou de la perception des défis liés à de telles initiatives.

Graphique 30 : Existence de plans de formation dans le domaine



5.2.11. Niveau de préparation du capital humain pour le déploiement de l'industrie du futur

Les résultats de l'enquête suggèrent un déficit substantiel de compétences parmi les industries marocaines dans les aspects cruciaux de la mise en œuvre de l'Industrie du futur.

En ce qui concerne l'automatisation et la technologie des jumeaux numériques, les chiffres démentent la réalité selon laquelle une majorité significative d'entreprises marocaines pourraient être mal équipées pour ce changement technologique. Cela met en évidence un obstacle potentiellement majeur à l'exploitation du potentiel de l'industrie du futur.

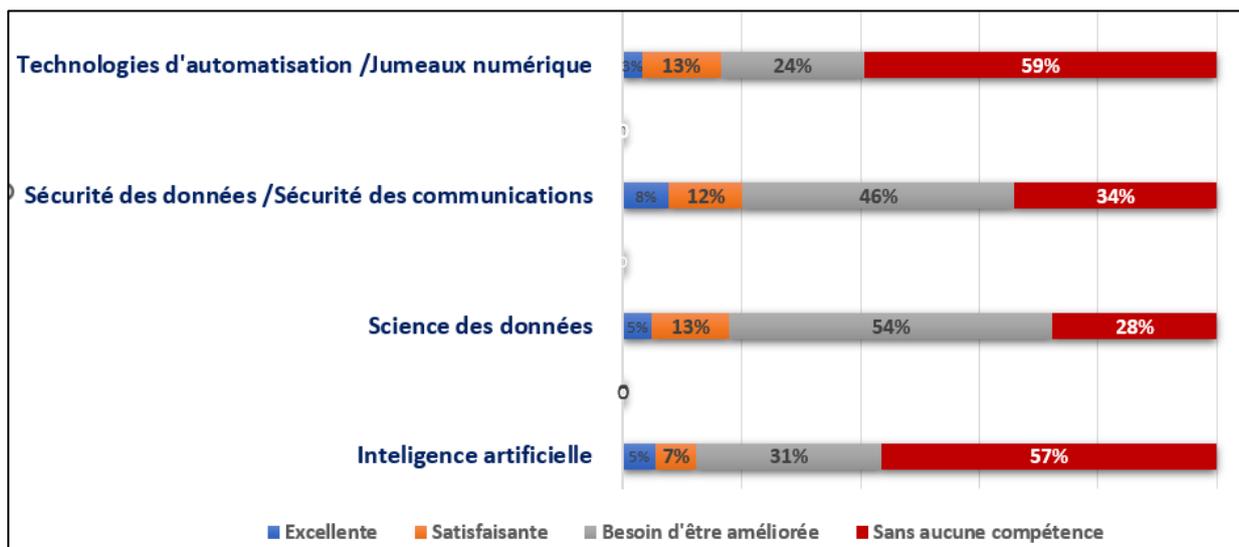
Dans le domaine de la sécurité des données et des communications, les réactions sont comparativement plus positives, 20% des entreprises se déclarant satisfaites de leurs compétences. Cependant, le fait que 46% des industries estiment qu'elles ont besoin d'être améliorées, et qu'un nombre substantiel de 34% d'entre elles estime qu'elles manquent de compétences, souligne la vulnérabilité à laquelle les industries marocaines peuvent être confrontées face à la montée des cybermenaces dans le scénario de l'Industrie du futur.

L'importance de la sécurité des données à l'ère du numérique ne peut être ignorée ni sous-estimée. Pourtant, seulement 5% des personnes interrogées qualifient leurs capacités d'excellentes, ce qui suggère une crise potentielle. Le fait qu'un pourcentage stupéfiant de 82% des entreprises interrogées admettent avoir besoin d'améliorations, ou déclarent ne pas avoir de compétences du tout, pourrait sérieusement entraver l'évolution des industries marocaines vers l'industrie du futur.

En ce qui concerne l'intelligence artificielle, considérée par beaucoup comme la technologie de base de l'industrie du futur, la réponse a été moins favorable. Avec une écrasante proportion de 88% des entreprises interrogées avouant la nécessité d'améliorations substantielles ou l'absence de toute compétence, cela signifie un déficit de compétences frappant.

De telles disparités dans la perception des compétences à travers les différents piliers de l'Industrie du futur indiquent un besoin imminent pour les industries marocaines de se concentrer sur l'équipement pour l'avenir. Il est essentiel de combler ces lacunes en matière de compétences pour rester en phase avec les industries mondiales qui évoluent vers une industrialisation numérique à grande échelle. Il ne s'agit pas seulement de rester compétitif. Au contraire, ne pas investir dans ces compétences pourrait conduire à prendre du retard ou à manquer les principaux gains d'efficacité, de productivité et de durabilité associés à l'Industrie du futur.

Graphique 31 : Niveau de préparation du capital humain pour le déploiement de l'industrie du futur



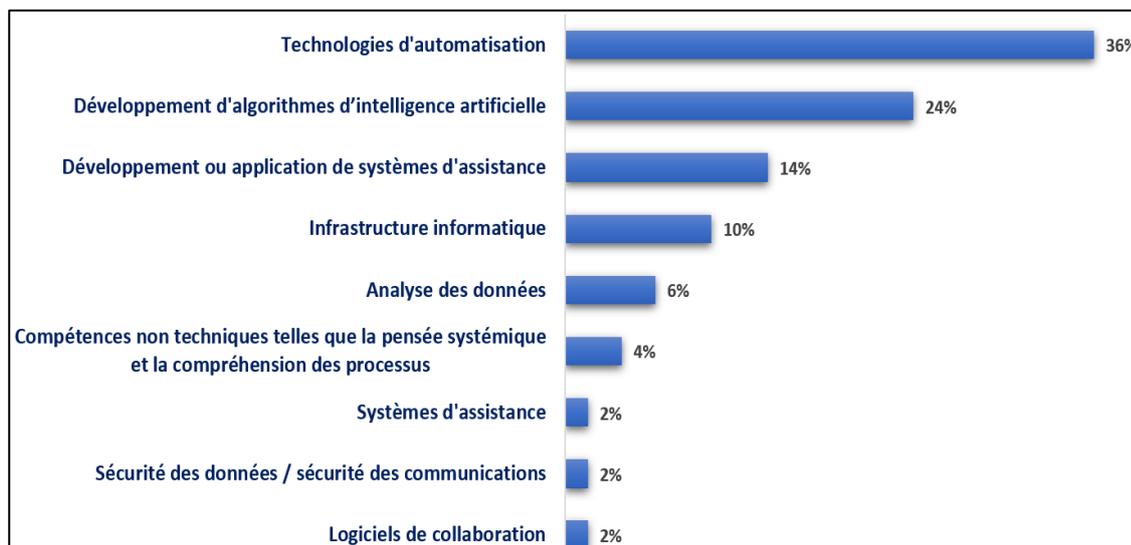
Pour ce qui est des compétences requises pour le déploiement de l'industrie du futur au sein des entreprises, il n'est pas surprenant que les technologies d'automatisation soient considérées comme les plus importantes, puisque 36% des répondants les identifient comme une priorité. Cela est probablement dû au fait que la plupart des professionnels assimilent l'Industrie du futur à l'automatisation en raison de son rôle intégral dans l'optimisation des processus et de l'efficacité.

Cependant, des compétences tout aussi fondamentales, telles que le développement d'algorithmes d'intelligence artificielle (24 %) et le développement ou l'application de systèmes d'assistance (14 %), ne bénéficient pas d'autant de reconnaissance.

Bien qu'elles ne soient pas aussi tangibles ou immédiates que l'automatisation, ces composantes jouent un rôle essentiel pour stimuler la productivité et l'innovation dans l'industrie du futur. En outre, l'accent mis sur une infrastructure informatique robuste (10 %) et sur l'analyse des données (6 %) est nettement inférieur à ce qu'il devrait être. Étant donné que l'Industrie du futur s'appuie fortement sur des connaissances fondées sur les données et sur une base informatique solide, la sous-estimation de ces compétences peut indiquer un manque de compréhension globale de ce qu'implique l'industrie du futur.

L'interprétation des compétences non techniques, telles que la pensée critique, est remarquablement faible (4 %). Il s'agit d'une tendance préoccupante, car ces compétences sont indispensables pour s'adapter aux nouvelles technologies et à la résolution de problèmes complexes à l'ère de la transformation numérique. De même, les compétences en matière de sécurité des données (2 %) et de logiciels de collaboration (2 %) semblent être négligées malgré leur rôle essentiel pour assurer la sécurité numérique et favoriser le travail collaboratif dans un environnement numérique.

Graphique 32 : Compétences requises pour le déploiement de l'industrie du futur au sein des entreprises



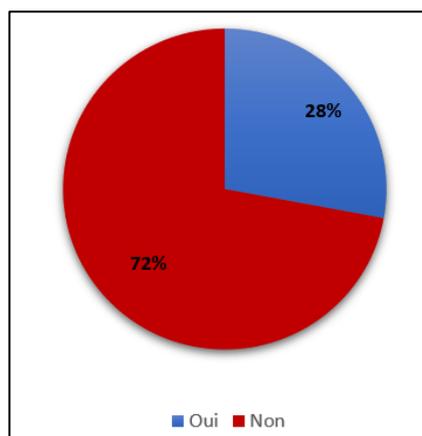
5.2.12. Participation ou financement d'un projet d'innovation

Les données révèlent deux tendances significatives : 72 % des entreprises n'ont jamais financé un projet de R&D et, parmi celles qui l'ont fait, 68 % n'ont pas été satisfaites du résultat.

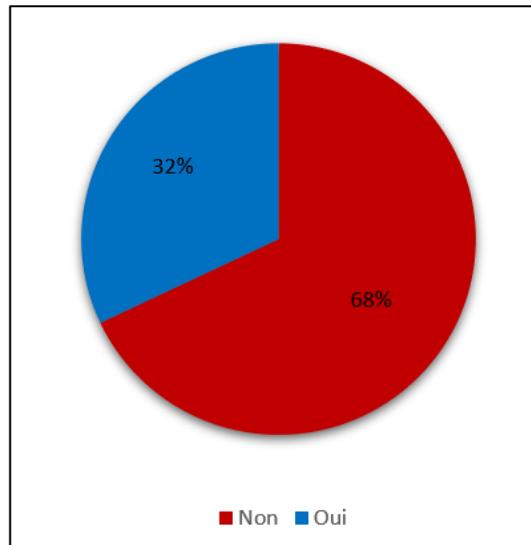
En premier lieu, l'absence de financement de la R&D peut être attribuée à la structure de l'échantillon de l'enquête. Avec 64 % des entreprises du secteur secondaire dont 48 % sont des PME et 16 % des TPE, il est plus probable que les ressources et les connaissances en matière d'exploitation de la R&D à des fins de croissance et de compétitivité soient limitées. Cette prédominance des petites et moyennes entreprises dans l'échantillon pourrait expliquer la réticence à orienter les investissements vers des projets de R&D, car ils peuvent les considérer comme risqués ou non essentiels.

En outre, l'insatisfaction exprimée par 68 % des entreprises ayant financé un projet de R&D pourrait être corrélée à ce manque de compréhension du rôle de la R&D dans l'industrie du futur. Les entreprises qui identifient principalement l'Industrie du futur à l'automatisation pourraient négliger le rôle essentiel joué par la R&D dans l'innovation et l'adoption de technologies avancées, ce qui entraînerait des attentes mal alignées et une insatisfaction conséquente. En outre, les PME et les TPE peuvent être confrontées à des difficultés pour gérer et intégrer efficacement les résultats de la R&D dans leurs opérations en raison de contraintes de ressources, d'un manque d'expertise ou d'un manque d'approches systématiques pour gérer ces projets, ce qui entraîne une déception quant aux résultats de leurs investissements.

Graphique 33 : Participation ou financement d'un projet d'innovation



Graphique 34 : Degré de satisfaction lors de la participation à un projet d'innovation



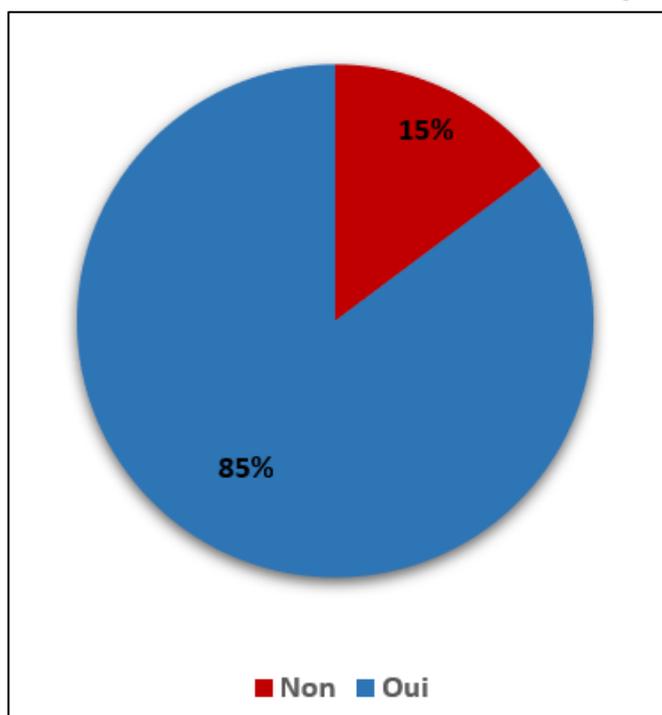
5.2.13. Promotion des initiatives de numérisation par le Top Management

Le constat selon lequel 85 % des entreprises font promouvoir les initiatives de numérisation par le top management est significatif. Ce chiffre indique que les dirigeants reconnaissent largement l'importance de la technologie dans l'industrie moderne.

Dans l'industrie du futur, la numérisation est une préoccupation stratégique centrale qui peut transformer les processus d'entreprise, permettre des offres innovantes et modifier les paysages concurrentiels. Par conséquent, le fait que les cadres supérieurs soient la force motrice de la promotion des initiatives de numérisation est souvent en corrélation avec des taux de réussite plus élevés.

Cependant, l'impact réel de ces efforts peut varier en fonction de facteurs tels que les mesures spécifiques prises, l'étendue de leur compréhension de l'industrie du futur, leur vision stratégique, l'adhésion des employés et les ressources allouées. Si la promotion des initiatives de numérisation par le Top Management est superficielle et ne repose pas sur une bonne compréhension des principes de l'industrie 4.0, elle risque de ne pas se traduire par des changements significatifs dans les opérations de l'entreprise.

Graphique 35: Promotion des initiatives de numérisation par le Top Management



5.2.14. Cadence adoptée pour les investissements dans le numérique

Les données relatives à la cadence des investissements numériques fournissent un contexte intéressant pour les résultats précédents.

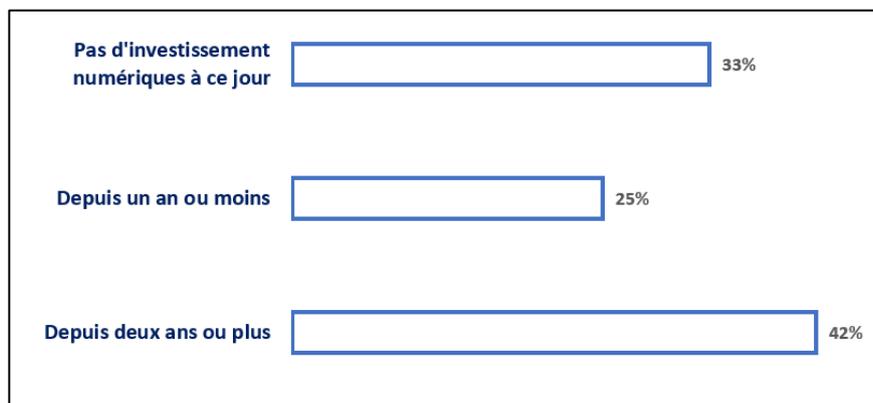
Dans 85% des entreprises étudiées, le top management soutient les initiatives de numérisation. Toutefois, il semble y avoir un décalage entre la promotion de l'initiative et l'investissement réel. En effet, 33 % des entreprises interrogées n'ont réalisé aucun investissement numérique à ce jour, ce qui met en évidence un fossé entre la volonté de numérisation de la direction et le suivi en termes d'investissements tangibles.

Aussi, il y a un vif intérêt au sein de 25% des entreprises qui ont commencé à faire ces investissements au cours de l'année dernière, ce qui pourrait être un indicateur de la sensibilisation croissante et de la reconnaissance des avantages et des nécessités de s'initier aux technologies de l'industrie du futur.

Cependant, il est essentiel de prêter attention aux 42 % entreprises qui ont réalisé des investissements numériques il y a deux ans ou plus. Cela signifie que ces entreprises pourraient potentiellement être à un stade plus avancé dans leur parcours vers l'industrie du futur, ce qui s'aligne avec nos conclusions précédentes d'un niveau élevé d'intérêt et de préparation, en particulier parmi les grands groupes et les PME à travers les différents secteurs.

En conclusion, si la promotion de la numérisation par la haute direction (le top management) est largement répandue, il semble nécessaire d'aligner cette ambition sur l'investissement réel dans les technologies numériques. Cela peut aider les entreprises marocaines à augmenter leur préparation à l'industrie du futur.

Graphique 37 : Cadence adoptée pour les investissements numériques



5.2.15. Produits équipés de fonctionnalités basées sur les TIC

Lorsque l'on examine les entreprises qui fabriquent des produits dotés de fonctionnalités basées sur les TIC, on constate une répartition inégale des capacités avancées et fondamentales.

L'identification automatique arrive en tête avec 40 %, ce qui montre qu'une part considérable des entreprises a intégré cette fonctionnalité de base de l'Industrie du futur dans ses productions.

Les produits avec des capteurs, à 20 %, dénotent une reconnaissance appréciable de l'importance de la collecte et du suivi des données dans la fabrication, un aspect crucial de l'industrie du futur. Cependant, les entreprises fabriquant des produits dotés de fonctionnalités avancées, comme les systèmes d'assistance et la localisation, tous deux à 11 %, affichent une représentation plus faible.

Les systèmes d'intégration, utilisés pour une communication et une interaction transparente entre les machines, les systèmes et les processus, ne représentent que 6 %, ce qui constitue un domaine à développer. Les fonctions de surveillance sont incluses par 5 % des entreprises, ce qui montre une application minimale de ces aspects de sécurité et de contrôle dans la fabrication. Les caractéristiques plus sophistiquées telles que les systèmes d'autodiagnostic et la mémoire détiennent des pourcentages encore plus faibles, respectivement 4 % et 2 %, signalant des lacunes potentielles dans les efforts de fabrication high-tech.

5.3. Synthèse des consultations avec les experts internationaux

5.3.1. L'expérience Japonaise : la société 5.0

Le concept de la « Société 5.0 » au Japon reflète une initiative japonaise novatrice pour utiliser l'innovation technologique pour résoudre des problèmes sociaux. Celui-ci ne se limite pas à une transition technologique mais induit une grande implication des différents acteurs de la société pour résoudre de manière holistique les problèmes, alliant progrès économique, industriel et résolution de problèmes sociaux.

Parmi les enjeux relevés dans ce contexte, figure la fluctuation démographique, le vieillissement de la population, les catastrophes naturelles, le terrorisme, ainsi que les problématiques environnementales, autant de problématiques auxquelles le Japon est confronté. Par ailleurs, l'industrie manufacturière japonaise se distingue par une approche à long terme, préférant de larges visions plutôt que des résultats à court terme.

Le secteur de la mobilité ainsi que le secteur agricole sont particulièrement impactés par la « Société 5.0 ». En effet, l'intégration de technologies avancées peut aider à résoudre des problèmes tels que la congestion routière, la pollution atmosphérique, les accidents de la route, et peut aussi favoriser l'optimisation des rendements agricoles.

Bien que le concept de la « Société 5.0 » soit enraciné dans le contexte japonais, il offre néanmoins des pistes d'inspiration pour d'autres pays, y compris le Maroc, confronté à son propre ensemble de défis durant sa transition vers une industrie plus numérisée et technologiquement avancée.

Pour le Maroc, l'adoption d'une approche similaire pourrait signifier de poursuivre la transition vers une industrie digitale tout en assurant la participation active des différents acteurs de la société. Cela pourrait se traduire par des investissements continus dans des technologies nouvelles et pertinentes, le développement des compétences digitales des travailleurs, l'amélioration de l'infrastructure numérique, ...

5.3.2. Impact de la numérisation sur la productivité industrielle : Perspectives tirées d'une entreprise marocaine en technologie

L'expérience d'une entreprise locale, Abba technology, opérant dans le secteur de la technologie au Maroc révèle de précieuses leçons pour la digitalisation de l'industrie dans le pays. Malgré les défis initiaux de la digitalisation, l'entreprise a réussi à augmenter significativement sa capacité opérationnelle à la suite d'une intégration technologique bien gérée, soulignant le potentiel de la digitalisation pour améliorer l'efficacité industrielle.

Sur la base de cette expérience, pour permettre une transition efficace vers l'industrie 4.0, il est recommandé pour les industries marocaines d'investir dans la digitalisation tout en s'assurant que les technologies adoptées sont simples et facilement intégrables. De plus, le développement des talents locaux en technologie est crucial pour réduire la dépendance à l'expertise étrangère. Les industries doivent également être prêtes à gérer les changements organisationnels qui découlent de l'intégration de nouvelles technologies tout en maintenant leurs coûts compétitifs grâce à l'optimisation des processus.

5.3.3. Le rôle de l'innovation intégrée dans la modernisation industrielle : une perspective pour le Maroc

Le Directeur Général de l'Institut Européen d'Innovation et de Technologie Manufacturing a mis en avant le rôle central de l'industrie dans le développement économique de l'Europe, en termes d'innovation, de création d'emplois et de croissance. Il a indiqué que cette industrie représente plus de 80% des exportations européennes et emploie une part importante de la main-d'œuvre de l'Union Européenne. Il a également souligné le rôle crucial de l'EIT Manufacturing dans la modernisation de l'industrie. En réponse aux réseaux d'innovation fragmentés, l'institut a cherché à créer des liens et à favoriser l'intégration à travers l'éducation, l'innovation et l'entrepreneuriat.

Le succès de cette approche est démontré par les 85 membres et plus de 100 partenaires impliqués, avec un impact significatif sur l'industrie européenne, dont la création de plus de 500 startups. En prenant en compte cette expérience, il existe une leçon précieuse pour le Maroc. Le développement d'un réseau d'innovation intégré, en conjonction avec un écosystème solide englobant l'apprentissage, l'innovation et l'esprit d'entreprise, est crucial pour la modernisation et le développement des industries. S'inspirer du modèle de l'EIT Manufacturing pourrait permettre au Maroc de développer une approche similaire, en unissant les acteurs de l'industrie, de l'éducation et de l'innovation au sein d'un écosystème pour stimuler le développement industriel.

5.3.4. Transformer l'industrie à travers l'IA et la robotique : Des enseignements pour le Maroc à partir de l'expérience aéronautique

Dans l'industrie aéronautique en particulier, la nécessité d'une approche systémique de la transformation numérique est mise en avant. L'intégration effective de nouvelles technologies, telles que l'intelligence artificielle et la robotique, peut conduire à une plus grande productivité et à une réduction des interventions humaines dans les tâches dangereuses ou répétitives. Ces observations fournissent des leçons précieuses pour le Maroc et son industrie.

D'abord, l'importance cruciale de l'investissement dans les technologies d'IA et de robotique et leur intégration à grande échelle dans les systèmes industriels. Deuxièmement, il est primordial d'avoir une approche holistique et systémique pour mener une transformation numérique efficace dans l'industrie.

Synthèse globale : Le futur de l'industrie marocaine : Leçons tirées de consultations avec des experts internationaux

Les consultations avec divers experts internationaux ont révélé l'importance de l'innovation technologique et de la transformation numérique dans l'évolution de l'industrie. Il y a plusieurs domaines clés où des leçons précieuses pour le Maroc ont pu être tirées.

- Transformation numérique holistique : La nécessité d'une approche stratégique et systémique pour la transformation numérique a été soulignée. Cela implique une vision holistique pour l'intégration des nouvelles technologies comme l'intelligence artificielle et la robotique pour améliorer la productivité. Pour le Maroc, mettre en place une stratégie inclusive pour l'adoption de ces technologies est crucial.
- Formation et développement des talents : Les experts ont souligné l'importance du développement des ressources humaines pour accompagner cette transformation. Cela comprend la formation des travailleurs aux nouvelles technologies et l'encouragement de l'innovation. Pour le Maroc, le renforcement des programmes de formation existants et la création de nouvelles initiatives de formation dans les technologies émergentes semblent être des étapes indispensables.
- Recherche et innovation : Le rôle de la recherche et de l'innovation dans le soutien du développement industriel a été mis en avant, avec un accent particulier sur l'industrie 5.0. Pour le Maroc, le développement d'infrastructures de recherche robustes et multidisciplinaires centrées sur l'humain peut contribuer aux progrès de l'industrie.

- Autonomie technologique : L'importance d'acquérir des capacités technologiques locales a été soulignée pour minimiser la dépendance aux technologies étrangères. Le Maroc peut donc chercher à renforcer son secteur technologique pour soutenir sa transition industrielle.

6. Propositions et feuille de route

Les propositions présentées dans cette section s'appuient sur une analyse minutieuse de données diversifiées obtenues grâce au benchmark international réalisé, des consultations d'experts dans le domaine de l'industrie X.0 et de l'étude de terrain détaillée menée sur un échantillon significatif de l'industrie marocaine.

Ces démarches rigoureuses ont permis d'identifier et de comprendre les défis spécifiques que le Maroc pourrait rencontrer dans sa transition vers l'industrie du futur mais également les opportunités disponibles.

L'analyse du benchmark international a apporté des idées précieuses sur les meilleures pratiques et les stratégies adoptées par les pays leader en matière d'industrie X.0. Les consultations avec les experts ont permis de recueillir des perspectives et des suggestions avisées des pionniers et des leaders d'opinion dans ce domaine.

Enfin, l'étude de terrain a servi à ancrer ces perspectives dans le contexte socio-économique spécifique du Maroc. Résultat du croisement des sources d'information et de savoir-faire, les recommandations ci-dessous visent à apporter une contribution à la mise en œuvre des initiatives de transition vers l'industrie du futur au Maroc.

6.1. Dimension compétitivité

Confronté à une concurrence mondiale de plus en plus intense, le Maroc se doit d'innover et de planifier stratégiquement son avenir industriel. Le faible coût de la main-d'œuvre n'est plus suffisant pour garantir une compétitivité à long terme, surtout avec l'avènement de l'industrie du futur.

En effet, l'industrialisation de plus en plus rapide du fait de la digitalisation, de l'automatisation et de l'intelligence artificielle, changent le visage du marché mondial. Ainsi, pour être compétitif, le Maroc doit adopter une approche multidimensionnelle pour améliorer sa compétitivité industrielle en impulsant l'innovation technologique grâce à la R&D, le développement du capital humain, l'entrepreneuriat industriel, l'utilisation durable des énergies renouvelables et une intégration plus active au sein des chaînes de valeur mondiales.

6.1.1. Développer le capital humain pour une industrie marocaine robuste et compétitive

Le capital humain est au cœur de la compétitivité industrielle d'une nation. Une main-d'œuvre qualifiée permet une adoption et une utilisation efficace des nouvelles technologies, favorisant une augmentation de la productivité. De plus, un capital humain bien formé stimule l'innovation - un élément clé de la compétitivité – conduisant au développement de nouveaux produits, services et processus qui distingueraient les entreprises marocaines sur le marché mondial.

Aussi, une main-d'œuvre dotée de compétences diversifiées offre-t-elle à l'industrie une plus grande résilience face aux changements tels que l'introduction de nouvelles technologies ou réglementations. Cela implique des initiatives concrètes telles que :

- **Investissement dans l'éducation de grande qualité** : Les programmes d'éducation technique et professionnelle devraient être améliorés et alignés sur les exigences spécifiques de l'industrie, formant ainsi des travailleurs hautement qualifiés et prêts à l'emploi.
- **Mise en place de programmes de formation continue** : Pour maintenir la qualité du capital humain, des programmes de formation continue devraient être mis en œuvre pour permettre aux travailleurs d'actualiser leurs compétences et de s'adapter aux évolutions technologiques et industrielles.
- **Développement de l'apprentissage et la formation sur le lieu de travail** : Les programmes d'apprentissage sur le lieu de travail et de mentorat permettent d'acquérir des compétences pratiques et d'améliorer la qualité du travail.
- **Promotion de la santé et du bien-être** : La qualité du travail est intrinsèquement liée à la santé et au bien-être du travailleur. Des programmes axés sur l'amélioration de la santé physique et mentale peuvent contribuer à augmenter la productivité et la qualité du travail.
- **Encouragement de la diversité et de l'inclusion** : Un environnement de travail inclusif et diversifié peut favoriser l'innovation et la qualité du travail en apportant différentes perspectives et compétences. En mettant l'accent sur la qualité et non seulement sur la quantité du capital humain, le Maroc peut renforcer la compétitivité de son industrie et garantir la durabilité et la croissance économique à long terme.

6.1.2. Viser les marchés domestiques et continentaux en expansion

Afin de tirer parti de la croissance potentielle de la demande domestique et africaine, l'industrie marocaine devrait développer une compréhension approfondie des besoins et des préférences des consommateurs sur ces marchés.

Une attention particulière doit être accordée à l'établissement de canaux de distribution efficaces, notamment en développant des infrastructures logistiques solides et en renforçant les partenariats avec les détaillants locaux. En parallèle, une production de haute qualité respectant les nouvelles exigences d'éco-responsabilité et la promotion de la marque "Made in Morocco" peut renforcer la confiance des consommateurs et l'image de l'industrie marocaine sur ces marchés en croissance.

L'orientation de l'industrie marocaine vers les marchés émergents domestiques et africains, combinée à l'intégration de technologies de l'industrie du futur, peut constituer un levier significatif pour sa compétitivité. En optimisant la production et la distribution pour répondre aux besoins spécifiques de ces marchés, l'industrie marocaine peut se positionner plus efficacement pour répondre à la demande et gagner un avantage concurrentiel.

Les outils d'analyse prédictive et les données de marché peuvent aider à anticiper les tendances de la demande et personnaliser les produits, tandis que l'adoption de pratiques de production respectueuses de l'environnement répond à la demande croissante de produits durables. Cet engagement en faveur de l'innovation et de la durabilité peut renforcer la réputation de l'industrie marocaine et accroître sa compétitivité globale dans l'ère de l'industrie du futur.

6.1.3. Optimiser la chaîne d'approvisionnement des secteurs industriels

Pour améliorer la compétitivité de l'industrie marocaine sur le marché international, il est essentiel de maximiser l'utilisation des infrastructures existantes et de les renforcer par d'autres. Le secteur peut tirer parti des installations stratégiques comme le port de Tanger Med et les plates-formes intermodales pour optimiser les chaînes d'approvisionnement et réduire significativement les coûts et les délais de fabrication.

En particulier, dans des segments dynamiques comme la fast fashion où la rapidité de réponse aux tendances du marché est cruciale, l'exploitation efficace de ces infrastructures peut renforcer la rentabilité et l'agilité de l'industrie marocaine, surtout si la gestion intègre les nouvelles technologies.

En outre, cette approche pourrait favoriser l'innovation rapide, la flexibilité et l'efficacité nécessaires à une compétitivité durable dans l'ère de l'industrie du futur. L'efficacité ainsi gagnée peut aider l'industrie marocaine à se positionner de manière plus compétitive sur le marché international, tout en répondant aux besoins changeants des consommateurs avec une plus grande rapidité, agilité et précision accrue.

6.1.4. Promouvoir l'émergence d'une nouvelle génération d'industriels

L'émergence d'une nouvelle génération d'industriels peut jouer un rôle clé dans l'augmentation de la compétitivité de l'industrie marocaine. Ces nouveaux industriels, dotés d'un état d'esprit innovant et d'une ouverture sur les technologies modernes, peuvent apporter de nouvelles idées, méthodes et dynamiques à l'industrie. Ils sont susceptibles d'être plus réceptifs à l'adoption de nouvelles technologies et des modèles d'affaires plus durables et efficaces.

Pour soutenir cette émergence, il peut être utile de promouvoir des initiatives éducatives, des programmes de formation ciblés et des opportunités de mentorat dédiées. Par ailleurs, l'instauration d'un environnement d'affaires favorable, par le biais de politiques publiques et de réglementations adéquates, peut faciliter l'entrepreneuriat industriel et l'innovation. En somme, cette nouvelle génération d'industriels pourrait être une force motrice pour le renouvellement du tissu industriel actuel et pour la compétitivité de l'industrie marocaine dans un paysage mondial en évolution.

6.2. Dimension réglementaire

L'adoption de l'industrie du futur impose des transformations majeures tant au niveau technologique que socio-économique, en passant par des évolutions des modèles d'affaires et des modes de travail. Cette transition nécessite une réglementation et des politiques publiques adéquates pour soutenir l'innovation tout en garantissant la sécurité, l'éthique et l'équité et la transparence pour toutes les parties prenantes.

En effet, l'importance de la réglementation dans cette transition est primordiale car elle définit les règles du jeu, facilite les interactions entre les différents acteurs, assure une concurrence loyale et protège les droits fondamentaux des travailleurs et des citoyens. Le développement d'une industrie du futur durable et inclusive dépend en grande partie de l'existence et de l'efficacité de cette réglementation.

6.2.1. Elaborer un cadre réglementaire adapté pour l'intégration des technologies avancées

La régulation de l'usage des technologies dans le secteur industriel marocain s'impose comme une nécessité pour assurer une utilisation éthique et sécuritaire de ces outils, tout en garantissant la compétitivité du pays sur la scène internationale. L'industrie marocaine, comme beaucoup d'autres, évolue dans un environnement de plus en plus marqué par la numérisation et l'automatisation.

Dans ce contexte, la mise en place de cadres réglementaires appropriés pour l'utilisation des technologies peut servir de mécanisme de protection contre des pratiques potentiellement abusives ou préjudiciables, tout en créant un environnement propice à l'innovation et à l'excellence. Prenons l'exemple de l'intelligence artificielle (IA). Une réglementation efficace de l'IA peut aider à instaurer les bases d'une utilisation responsable et éthique de cette technologie, en veillant à la protection des données personnelles, en respectant la vie privée et en garantissant la transparence des algorithmes.

Contrairement à ce qui est véhiculé, la régulation dépasse simplement le fait de limiter ou de contrôler les technologies émergentes. Il s'agit plutôt de guider leur intégration équilibrée dans le paysage industriel de manière à stimuler la compétitivité et l'innovation, tout en protégeant les intérêts du public.

6.2.2. Mettre en place des politiques de soutien à la transition énergétique

Ces politiques orientées pour promouvoir l'efficacité énergétique et l'utilisation des énergies renouvelables, afin de réduire la dépendance aux combustibles fossiles et d'aligner l'industrie marocaine sur les objectifs de neutralité carbone. Par exemple, le Maroc a besoin d'instaurer des standards environnementaux rigoureux pour encourager les industries à s'orienter vers un développement durable.

Non seulement ces mesures peuvent stimuler l'innovation – particulièrement dans la transition vers les énergies renouvelables – mais elles peuvent aussi permettre aux industries marocaines de se positionner en tant que leaders dans la transition écologique à l'échelle continentale et mondiale. Ces défis sont des paliers qu'il est nécessaire de franchir pour aller vers une industrie plus vertueuse et respectueuse de l'environnement.

6.2.3. Adopter une réglementation favorable à l'économie circulaire

Ces réglementations pourraient inclure des incitations visant à encourager le recyclage et la réutilisation des matériaux et déchets industriels pour promouvoir la durabilité. Par exemple, instaurer des avantages fiscaux pour les entreprises qui intègrent des pratiques de recyclage dans leur processus de production. Il serait également pertinent d'encourager l'innovation technologique dans ce domaine, en soutenant la recherche et le développement de technologies propres et en favorisant leur adoption dans le secteur industriel.

Cette approche pourrait être complétée par des programmes d'éducation et de formation visant à sensibiliser les industriels à l'importance et aux avantages de l'économie circulaire. Ainsi, la législation serait non seulement un outil de régulation, mais aussi un véhicule pour promouvoir le changement et le progrès vers une industrie plus durable et efficace.

6.2.4. Instaurer des normes strictes en matière d'émissions de carbone

Une réglementation plus stricte en matière d'émissions de gaz à effet de serre pourrait encourager les entreprises industrielles à investir dans des technologies plus propres et plus efficaces. Ces normes pourraient consister en des limites maximales d'émission pour différents secteurs industriels, l'instauration d'un système d'échange de quotas d'émission, ou la mise en place d'une taxe carbone.

De telles réglementations pourraient non seulement aider à lutter activement contre le changement climatique, mais également stimuler l'innovation et la modernisation au sein des industries, tout en alignant l'industrie marocaine aux standards internationaux.

6.2.5. Renforcer les lois de protection des travailleurs

Avec l'avènement de l'industrie du futur et toutes les transformations sociales qu'elle engendre, la protection des travailleurs est cruciale. Des lois à élaborer doivent garantir la sécurité et la santé des employés en réglementant l'utilisation sûre des nouvelles technologies telles que la robotique, la cobotique collaborative et les dispositifs de réalité augmentée.

En même temps, face à l'augmentation de la collecte de données, la vie privée des employés et leurs données personnelles doit être protégées par des réglementations sur la gestion des données personnelles sur un lieu du travail qui devient ubiquitaire.

Par ailleurs, les réglementations existantes sur les salaires, les heures de travail peuvent nécessiter des ajustements pour correspondre aux nouveaux modèles de travail qui apparaissent avec l'avènement de l'industrie X.0. Un point crucial concernera la protection des travailleurs face au risque de perte d'emploi en raison de l'automatisation. Le déclassement de certains emplois peut être pallié grâce à des programmes de formation continue ou de reconversion.

6.3. Dimension technologique

6.3.1. Promouvoir l'adoption des technologies de l'industrie X.0

Afin d'améliorer l'industrie marocaine, il faudra encourager l'adoption de technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle, l'automatisation, l'Internet des objets et la réalité augmentée/virtuelle. Ces technologies ont le pouvoir d'augmenter l'efficacité de la production et de soutenir les innovations.

6.3.2. Créer un environnement propice à la R&D

La recherche et le développement sont des atouts majeurs pour l'industrie du futur. Au Maroc, le gouvernement devrait mettre en place des incitations financières de type « crédits d'impôt » pour la R&D, des subventions ou des fonds de recherche collaboratifs avec des institutions académiques pour encourager les entreprises à investir dans la R&D.

La construction de liens solides entre le secteur industriel et les universités peut stimuler la R&D, ce qui pourrait inclure le financement de chaires universitaires, de laboratoires conjoints ou des programmes de doctorat industriels. En même temps, le gouvernement pourrait soutenir l'investissement dans les infrastructures de R&D, comme les parcs technologiques ou les incubateurs d'entreprises.

Un système solide de protection de la propriété intellectuelle est essentiel pour encourager la R&D, en garantissant que les entreprises peuvent protéger et bénéficier de leurs innovations. En outre, le gouvernement pourrait encourager le développement de fonds de capital-risque pour soutenir les entreprises innovantes.

Enfin, pour maintenir la capacité de R&D, des programmes de formation continue devraient être mis en place pour garder les travailleurs à jour sur les dernières technologies et méthodes de recherche. En combinant toutes ces mesures, le Maroc peut créer un environnement propice à la R&D.

6.3.3. Mettre en place des instituts de recherche et de développement

Pour le renforcement de la dimension technologique, il serait recommandé d'asseoir la création d'instituts de recherche technologiques. Ces structures auraient pour vocation principale de conduire des recherches appliquées en adéquation avec les tendances technologiques émergentes ainsi qu'avec les besoins spécifiques du secteur industriel marocain.

Ces instituts pourraient fonctionner en synergie avec les universités, les centres de recherche existants et autres acteurs industriels, pour assurer le transfert de connaissances et la mise en œuvre effective des innovations technologiques. Ces établissements favoriseraient également la formation de compétences hautement qualifiées dans le domaine technologique, renforçant ainsi le potentiel humain du pays et contribuant en parallèle à la compétitivité de l'économie nationale à l'échelle mondiale.

Il serait également pertinent d'encourager la collaboration internationale avec ces instituts, afin de tirer parti des expériences et expertises mondiales, tout en renforçant les capacités locales.

6.3.4. Encourager le transfert de technologie

Pour favoriser le transfert de technologie, le Maroc pourrait envisager plusieurs mesures opérationnelles.

En premier lieu, la promotion de partenariats solides entre les universités, les instituts de recherche et le secteur industriel pourrait faciliter le partage des connaissances et l'innovation technologique. Cela pourrait être réalisé grâce à des initiatives de collaboration, comme la création d'instituts de type Carnot en France ou Fraunhofer en Allemagne, de laboratoires communs ou de chaires industrielles, qui permettent une interaction directe entre les chercheurs académiques et les industriels.

En outre, la mise en place d'incitatifs, tels des allègements fiscaux ou des subventions, pourrait encourager les entreprises à investir davantage dans la recherche-développement et à exploiter les technologies développées par les instituts de recherche.

L'expérience des Digital Innovation Hubs en Europe constitue un modèle très intéressant de collaboration et de transfert technologique. Ces hubs facilitent la numérisation des industries en proposant des technologies, des mécanismes de financement et des compétences dans un environnement propice à la collaboration. Ce cadre associe différents acteurs tels que des entreprises industrielles, des universités et des centres de recherche.

En s'inspirant de cette expérience, le Maroc peut mettre en œuvre des digital Hubs régionaux par pôle d'expertise pour une transition plus fluide vers l'industrie. Cette forme de coopération et de transfert technologique aidera les industries marocaines à rester à la pointe des avancées technologiques, à augmenter leur productivité et à innover pour répondre aux défis présents et futurs.

De plus, l'instauration d'un cadre réglementaire solide pour la protection de la propriété intellectuelle serait un atout pour garantir aux inventeurs le retour sur leur investissement et encourager ainsi le transfert de technologie. Enfin, favoriser l'entrée et l'implantation d'entreprises technologiques étrangères peut également contribuer à ce transfert en amenant sur le territoire marocain des technologies avancées et en stimulant la compétitivité du tissu économique local. Des zones économiques spéciales avec des avantages fiscaux et réglementaires pourraient être créées pour attirer ces entreprises.

Parallèlement, des programmes de formation et de renforcement des compétences sont nécessaires pour assurer que la main-d'œuvre locale peut efficacement utiliser et développer ces nouvelles technologies.

6.3.5. Favoriser les innovations technologiques et le *leapfrog*

Il est important de ne pas se cantonner à des améliorations séquentielles, incrémentielles et traditionnelles qui ne permettront pas de prendre en compte des changements radicaux rendus possibles grâce à une combinaison de technologies numériques disruptives telles que l'IoT, l'IA, le Big Data, l'informatique en nuage, la robotique, les nanotechnologies et bientôt le quantique.

L'adoption et l'investissement dans ces nouvelles technologies doit nous permettre de sortir de la bulle de la digitalisation qui ralentit la progression de l'industrie marocaine faute d'avancées significatives et de vision avant-gardiste. Le *leapfrog* s'impose pour aller plus vite et pour essayer de rattraper le temps perdu.

6.4. Dimension capital humain

L'un des facteurs clés de la réussite dans la transition vers l'industrie du futur réside dans la valorisation du capital humain. Cette transition va au-delà de l'adoption de nouvelles technologies ; elle nécessite également une évolution des compétences, des connaissances et des aptitudes des individus.

Par conséquent, les recommandations suivantes visent à soutenir le développement du capital humain au sein de l'industrie du futur au Maroc, en mettant l'accent sur des exigences clés tels que l'éducation, la formation, l'éthique et l'équité ainsi que la sécurité sur le lieu de travail.

6.4.1. Investir dans l'éducation et la formation

Il est essentiel d'augmenter l'investissement en éducation et en formation pour préparer efficacement la main-d'œuvre marocaine à embrasser l'ère de l'industrie X.0. Cette préparation doit comprendre le renforcement de l'écosystème éducatif, en particulier dans les domaines liés aux STEM (sciences, technologies, ingénierie et mathématiques), qui sont au cœur de l'économie numérique.

Une éducation de qualité dans ces domaines est indispensable pour former des professionnels dotés de compétences techniques et numériques avancées. Les programmes de formation continue doivent également être mis en place pour permettre aux travailleurs existants d'actualiser leurs compétences et de s'adapter à l'évolution rapide du paysage technologique.

Le but est de construire une main-d'œuvre résiliente et adaptable qui peut évoluer avec les transformations de l'industrie.

En outre, il convient de veiller à ce que ces investissements en éducation et en formation soient inclusifs et accessibles à tous, quel que soit leur âge, sexe, ou situation socio-économique. Il s'agit de garantir une équité dans l'accès à ces opportunités, pour assurer une transition juste vers l'industrie du futur.

6.4.2. Encourager la formation de haut niveau

Confrontée à une transition vers la nouvelle industrie, la main-d'œuvre aura besoin d'un niveau de compétences plus élevé que jamais. Dans des domaines clés tels que l'intelligence artificielle, la cybersécurité et les énergies renouvelables, des compétences avancées et spécialisées seront de premier ordre.

Par conséquent, promouvoir des programmes d'éducation avancée, tels que les masters et les doctorats, est plus qu'essentiel ; c'est une nécessité stratégique pour l'avenir de l'industrie. Cela permettra de former une base solide de chercheurs et de professionnels hautement qualifiés qui seront prêts à relever les défis d'une industrie en constante évolution.

Les travaux routiniers antérieurs ou les tâches exigeant peu de compétences pourront être automatisées ou externalisées. Ce sont les rôles nécessitant un degré élevé de jugement professionnel, d'expertise technique et de compétences analytiques qui prédomineront.

Il est important de noter que concevoir ces programmes de manière à aligner la formation sur les exigences spécifiques de l'industrie pourrait maximiser leur pertinence et le retour sur investissement pour les étudiants. Les relations de coopération avec l'industrie pourraient permettre une mise à jour constante du contenu du cours en fonction des besoins de l'industrie et fournir des opportunités précieuses pour des stages ou des projets de recherche appliquée.

Par ailleurs, ces programmes d'études avancées peuvent également servir à attirer des talents internationaux, diversifiant ainsi la base de compétences et enrichissant l'écosystème technologique avec des perspectives variées. En somme, dans la nouvelle ère industrielle, l'excellence dépendra de la qualité des compétences avancées disponibles, et un investissement conséquent dans la formation de haut niveau peut assurer un avenir prospère pour l'industrie.

6.4.3. Prévoir des mesures pour retenir les talents

Pour conserver les talents hautement qualifiés essentiels à la réussite industrielle, il est impératif de mettre en œuvre des mesures adéquates. Ces mesures devraient comprendre une rémunération compétitive qui reflète le niveau de compétence des employés.

Par ailleurs, il est important de proposer des opportunités claires de progression de carrière qui encouragent le développement personnel et professionnel. De plus, un environnement de travail attrayant qui favorise une culture positive, un équilibre entre vie professionnelle et vie privée, ainsi que le bien-être des employés, constituent une condition sine qua non pour maintenir des talents.

6.4.4. Mettre à contribution les Marocains du monde pour ramener des connaissances, des compétences et les réseaux internationaux

Engager une collaboration active avec les diasporas marocaines à travers le monde peut être une stratégie particulièrement enrichissante pour ramener des connaissances, des compétences et étendre les réseaux internationaux.

Les membres de la diaspora, ayant souvent bénéficié d'expériences et formations internationales, peuvent servir de pont entre le Maroc et les pays hôtes pour le partage d'expertise, l'innovation et les opportunités d'affaires. Des politiques actives d'engagement de la diaspora pourraient inclure l'encouragement du retour de talents, la facilitation d'échange d'expertise, le soutien à la création d'entreprises, et la promotion d'opportunités d'investissement. Cela pourrait également inclure la mise en place de plateformes de réseautage et de communication pour faciliter l'échange d'idées et de connaissances.

6.5. Dimension financière

6.5.1. Etendre et adapter le cadre des Organismes de Placement Collectif Immobiliers au secteur industriel

L'extension et l'adaptation du cadre des Organismes de Placement Collectif Immobiliers (OPCI) à l'industrie peuvent sans aucun doute soutenir l'industrie du futur et l'emploi des nouvelles technologies. Un des principaux avantages de cette approche est qu'elle offre la possibilité de financer des infrastructures spécifiques nécessaires au secteur industriel.

Ces infrastructures peuvent inclure, mais ne se limitent pas à, des espaces industriels de pointe, des centres de recherche et développement, et des hubs technologiques. Les OPCIs peuvent être les catalyseurs de ce financement essentiel. Par ailleurs, l'encouragement à orienter l'investissement vers l'immobilier industriel, qui pourrait être favorisé par des bénéfices fiscaux, peut conduire les entreprises à investir plus dans leur transformation numérique.

Cette transformation joue un rôle indéniable dans l'émergence de l'industrie du futur. Le soutien financier que les OPCIs peuvent apporter peut agir comme un stimulant pour l'innovation. Le Maroc pourrait inciter les entreprises à investir dans la recherche de nouvelles technologies et ainsi soutenir la création d'emplois dans des domaines d'activité de pointe.

6.5.2. Introduire un abattement fiscal qui compenserait le non-amortissement des terrains industriels

Pour stimuler l'industrie du futur et l'adoption des nouvelles technologies, l'introduction d'un abattement fiscal pour compenser le non-amortissement des terrains industriels est recommandée.

Cet avantage fiscal pourrait faciliter le financement de l'industrie en favorisant l'investissement dans l'immobilier industriel. Des fonds supplémentaires pourraient ainsi être alloués à l'innovation technologique et au développement de l'industrie du futur.

En effet, l'assouplissement de la charge fiscale liée aux terrains industriels pourrait libérer des ressources financières importantes pour les entreprises, ce qui leur permettrait d'investir plus dans la recherche et développement, l'acquisition de nouvelles technologies, ou la formation de leur personnel aux nouvelles compétences requises par l'industrie du futur.

Ceci dit, cette mesure devrait être complétée par des politiques et des initiatives spécifiques visant à encourager et à soutenir l'innovation technologique et l'adoption de nouvelles technologies au sein du secteur industriel.

6.5.3. Renforcer l'accès aux financements des entreprises et consolider leur assise financière

Chacune de ces recommandations a le potentiel de créer un environnement favorable pour que les entreprises puissent embrasser l'industrie du futur et adopter de nouvelles technologies.

- **Renforcement de l'accès aux financements** : Pour adopter de nouvelles technologies, les entreprises doivent souvent investir en capital pour l'acquisition de nouvelles machines, équipements ou logiciels, ou pour la recherche et le développement de nouvelles solutions ou produits. Un accès plus facile à des financements adéquats peut faciliter ces investissements. Dans le même temps, cela peut aider à stimuler l'innovation au sein des entreprises en leur offrant les ressources nécessaires pour expérimenter et développer de nouvelles idées.
- **Promotion du développement du capital** : Une base de capital plus forte peut donner aux entreprises la confiance nécessaire pour investir dans de nouvelles technologies et initiatives stratégiques. Cela peut aussi les rendre plus attrayantes pour les investisseurs externes qui pourraient apporter des capitaux supplémentaires et d'éventuelles collaborations stratégiques.

- **Amélioration de la trésorerie** : Une trésorerie solide peut donner aux entreprises la flexibilité d'investir dans de nouvelles technologies sans mettre en danger leur stabilité financière. C'est particulièrement important dans le contexte de l'industrie du futur où les entreprises doivent souvent investir dans des technologies de pointe qui peuvent nécessiter du temps pour générer un retour sur investissement.
- **Rétablissement des marges d'exploitation** : Des marges d'exploitation saines sont un signe de bonne santé financière et peuvent indiquer que l'entreprise a la capacité d'investir dans de nouvelles technologies ou de supporter les coûts associés à leur mise en œuvre. Il est crucial, cependant, que ces mesures soient mises en œuvre dans le cadre d'une stratégie plus large qui comprend un environnement réglementaire favorable et un soutien institutionnel pour l'innovation et le développement technologique.

6.5.4. Développer la transparence des entreprises industrielles et mettre en place un système de notation en relation avec les marchés financiers

Promouvoir la transparence des entreprises industrielles et la mise en place d'un système de notation lié aux marchés financiers sont également d'actualité pour le Maroc dans sa quête vers l'industrie du futur.

La transparence des entreprises est cruciale pour la confiance des investisseurs, des partenaires commerciaux et des clients en général. Cela peut également contribuer à une meilleure compréhension de la performance opérationnelle et à la capacité à faire des prévisions précises, deux éléments qui peuvent favoriser l'investissement dans les nouvelles technologies.

Un système de notation reconnu peut aider les investisseurs à évaluer le risque associé à une entreprise industrielle. Cela pourrait à son tour faciliter l'accès de ces entreprises aux financements externes nécessaires pour investir dans l'innovation et l'adoption de nouvelles technologies.

Il est toutefois à noter que la mise en œuvre d'un tel système doit être réalisée avec prudence, en veillant à ce qu'il soit objectif, fiable et adapté aux particularités du secteur industriel. Il doit également être complété par des politiques qui encouragent les entreprises à devenir plus transparentes et à adopter des pratiques de gouvernance solides.

6.5.5. Permettre à des fonds d'épargne collective ou institutionnelle d'investir dans des entreprises ayant un profil de risque positif

Le sens de cette recommandation est double. D'une part, il est proposé d'ouvrir de nouvelles voies de financement pour les entreprises, en particulier pour celles qui sont jugées suffisamment solides et présentent des perspectives positives pour l'avenir. Cela pourrait se traduire par une capacité accrue pour ces entreprises d'investir dans l'innovation et les technologies de pointe, contribuant ainsi à leur croissance et à leur modernisation.

D'autre part, il est suggéré qu'il y ait un changement de perspective en matière d'investissement institutionnel ou collectif. Les fonds provenant de l'épargne collective ou institutionnelle, qui sont traditionnellement investis dans des instruments financiers plus conservateurs, pourraient être orientés vers des entreprises présentant un profil de risque positif, ouvrant ainsi un nouveau champ d'investissement. La mise en œuvre de cette recommandation nécessiterait plusieurs étapes.

D'abord, il faudrait définir clairement ce qu'on entend par "profil de risque positif", en termes de critères quantitatifs et qualitatifs.

Ensuite, des règles devraient être établies pour encadrer de tels investissements, y compris des limites quantitatives pour éviter une prise de risque excessive, et des exigences de transparence pour les entreprises bénéficiaires.

Enfin, il pourrait être nécessaire de développer des instruments financiers appropriés, comme des fonds d'investissement ou des obligations d'entreprises, pour canaliser ces investissements de manière efficace.

6.6. Dimension sociale

La prise en compte de la dimension sociale est cruciale dans la transition du Maroc vers l'industrie du futur. Une telle transition implique des changements radicaux non seulement dans la technologie utilisée, mais aussi dans la culture de travail, les compétences requises, et l'organisation du travail.

6.6.1. Promouvoir et garantir l'inclusion sociale

La transition vers l'industrie du futur au Maroc doit être guidée par le principe d'inclusion sociale. Les avantages de la technologie et de l'innovation doivent être répartis de manière équitable, indépendamment du statut socio-économique, du genre, de l'âge ou de la localisation géographique des individus. Il s'agit ici de mettre en place des politiques d'inclusion pour garantir l'accès et la participation de tous aux bénéfices de cette transition.

Cette approche s'aligne avec le concept de la "Société 5.0", qui place l'humain au centre du développement et promeut une société où toutes les personnes peuvent participer et bénéficier des avancées technologiques.

6.6.2. Instaurer une politique de protection sociale ciblée

La transition vers l'industrie du futur au Maroc nécessite une approche socialement responsable et inclusive. Face à l'automatisation potentielle de certains emplois, un renforcement des protections sociales est crucial.

Cela signifie l'expansion de l'assurance chômage pour offrir une sécurité financière aux travailleurs qui pourraient perdre leur emploi. En même temps, un soutien accru à la transition est nécessaire, notamment en renforçant les services de conseil en orientation professionnelle pour aider les travailleurs à identifier de nouvelles opportunités dans l'industrie en évolution.

En outre, pour lever les obstacles financiers à la formation continue, la création d'un fonds est recommandée pour aider les travailleurs à acquérir de nouvelles compétences nécessaires pour l'industrie du futur.

6.6.3. Ouvrir un dialogue social autour de l'industrie du futur

L'instauration d'un dialogue social autour de l'industrie du futur est d'une nécessité indéniable pour accompagner les mutations en cours. Ce dialogue, centré sur une communication constructive et inclusive, englobe diverses parties prenantes, comme les travailleurs, les chefs d'entreprise, et les représentants gouvernementaux.

L'objectif principal est d'examiner les diverses retombées liées aux changements de l'industrie, tels que l'automatisation et l'intelligence artificielle, et de concevoir conjointement des stratégies d'adaptation.

Ce type de discussion ouverte offre une plateforme pour la mise en place de solutions d'adaptation partagées. Par exemple, cela permet aux syndicats des travailleurs d'énoncer leurs inquiétudes et leurs exigences, aux entrepreneurs d'élaborer leurs visions de l'avenir de l'industrie, et au gouvernement de proposer des régulations de soutien, tels que des programmes de formation ou des mesures fiscales incitatives.

Un tel dialogue social garantit une transition équitable et inclusive vers l'industrie du futur, favorisant une répartition équilibrée des avantages et des difficultés entre toutes les parties prenantes impliquées.

6.6.4. Améliorer la santé et la sécurité au travail

Assurer la santé et la sécurité au travail est critique dans la transition vers l'industrie du futur. L'introduction de nouvelles technologies peut engendrer de nouveaux risques. Les préoccupations peuvent inclure le stress et autres problèmes de santé mentale liés à l'adaptation à de nouvelles technologies et procédures, les troubles musculosquelettiques résultant de l'utilisation de nouvelles machines, et les questions de sécurité des données.

Ces potentiels problèmes exigent une attention particulière dans la planification et l'application des initiatives de sécurité et santé au travail. Des formations adéquates, des évaluations régulières des risques, ainsi que la mise en œuvre de politiques et protocoles de sécurité robustes sont essentielles pour garantir un environnement de travail sûr et sain.

Conclusion

De nombreux facteurs peuvent impacter l'industrie d'un pays. Ces facteurs peuvent être endogènes liés aux capacités et aux ressources humaines et matérielles, mais aussi exogènes liés à la globalisation accrue du monde et parfois au voisinage d'un pays qui peut s'avérer un facteur impactant sur le développement et la prospérité industrielle (par exemple, le ralentissement du développement industriel en Chine a longuement gêné le Japon).

Le lancement de l'initiative « industrie 4.0 » allemande a donné lieu à des initiatives similaires dans les quatre coins du monde. Dans ces pays, les secteurs privés et publics ont réagi très rapidement pour ne pas subir des effets dévastateurs sur leur compétitivité.

Le Maroc, à l'instar de ces pays industrialisés, a tout intérêt à s'y atteler.

La présente étude a fourni un Benchmark international significatif qui permet d'apprécier et de comprendre plusieurs exemples réussis d'industrialisation en examinant les mécanismes et les leviers qui ont permis ces réussites.

L'étude a également examiné l'impact potentiel de l'émergence de l'industrie X.0 sur l'industrie marocaine et relevé les principaux risques qu'il faudra prendre en compte pour rester compétitif à l'avenir selon les secteurs industriels.

Ensuite, l'étude s'est penchée sur le décryptage de la maturité de l'industrie marocaine dans la perspective de migrer judicieusement vers l'industrie du futur (ou X.0) en toute harmonie avec l'état actuel des technologies et des ressources humaines au Maroc. Cette partie a été épineuse et a montré des lacunes dans l'industrie marocaine : rareté des données, manque d'approches formelles pour les collecter et difficulté à obtenir des informations qui pourraient être sensibles.

Malgré toutes ces difficultés, nous avons pu collecter, sur le terrain, les informations nécessaires. Les consultations des experts internationaux et des fédérations marocaines ont été d'un grand intérêt pour l'étude.

Nous avons pu, enfin, faire quelques propositions, déclinées en mesures opérationnelles, à la lumière des résultats de recherche et d'études de terrain.

BIBLIOGRAPHIE

Ressources IRES

- [1] Institut Royal des Etudes Stratégiques, Rapport de synthèse sur l'avenir du numérique : entre promesses et incertitudes, 2023 ;
- [1] Institut Royal des Etudes Stratégiques, L'avenir des métiers mondiaux du Maroc, 2021 ;
- [1] Institut Royal des Etudes Stratégiques, Rapport de synthèse sur le développement des technologies disruptives, 2021

Autres ressources

- [2] D. S. Landes, *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, 2nd edition. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2003.
- [3] E. G. West, "Literacy and the Industrial Revolution," *The Economic History Review*, vol. 31, no. 3, pp. 369–383, 1978, doi: 10.2307/2598759.
- [4] J. J. Donovan, *The Second Industrial Revolution: Business Strategy and Internet Technology*, Facsimile, Subsequent edition. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall Ptr, 1997.
- [5] "City Life in the Late 19th Century | Rise of Industrial America, 1876-1900 | U.S. History Primary Source Timeline | Classroom Materials at the Library of Congress | Library of Congress," Library of Congress, Washington, D.C. 20540 USA. Accessed: Dec. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.loc.gov/classroom-materials/united-states-history-primary-source-timeline/rise-of-industrial-america-1876-1900/city-life-in-late-19th-century/>
- [6] "The Economics of Industrial Innovation," MIT Press. Accessed: Dec. 19, 2022. [Online]. Available: <https://mitpress.mit.edu/9780262561136/the-economics-of-industrial-innovation/>
- [7] B. Ślusarczyk, "INDUSTRY 4.0-ARE WE READY?," *Polish Journal of Management Studies*, vol. 17, Jun. 2018, doi: 10.17512/pjms.2018.17.1.19.
- [8] A. C. Pereira and F. Romero, "A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept," *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1206–1214, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.032.
- [9] "Horizontal and Vertical Integration in Industry 4.0," *Manufacturing Business Technology*. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.mbtmag.com/business-intelligence/article/13251083/horizontal-and-vertical-integration-in-industry-40>

- [10] S. McLaughlin, "Horizontal and Vertical Integration in Industry 4.0 for Pharmaceutical and Medical Device Manufacturers," SL Controls. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://slcontrols.com/horizontal-and-vertical-integration-in-industry-4-0-for-pharmaceutical-and-medical-device-manufacturers/>
- [11] E. Schaeffer, *Industry X.0: Realizing Digital Value in Industrial Sectors*. Kogan Page, Limited, 2017.
- [12] S. Mohapatra, R. K. Kar, P. K. Biswal, and S. Bindhani, "Approaches of 3D printing in current drug delivery," *Sensors International*, vol. 3, p. 100146, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.sintl.2021.100146.
- [13] "Industry X Solutions | Avanade." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.avanade.com/en/solutions/industry-x>
- [14] "Industrie X.0," Global design, innovation & strategy consulting firm | Corellis. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.corellis.eu/industrie-x-0/>
- [15] IChemE, "Industry X.0 – The Next Stage." Accessed: Jan. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.thechemicalengineer.com/features/industry-x0-the-next-stage/>
- [16] M. Davis, "Looking ahead to Industry X.0," IoT Tech Expo. Accessed: Jan. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.iottechexpo.com/2020/03/iot/looking-ahead-to-industry-x-0/>
- [17] E. J. F. L. Enke, M. L. Martens, A. dos R. Coutinho, W. C. Satyro, D. B. S. Enke, and J. C. Contador, "Business models in the context of Industry 4.0 as support in generating value and strategic alignment," *Research, Society and Development*, vol. 11, no. 13, Art. no. 13, Oct. 2022, doi: 10.33448/rsd-v11i13.35675.
- [17] T. L. Network, "How Manufacturing Can Leverage Digital Ecosystems for Business Growth." Accessed: Jan. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.logicbay.com/digital-ecosystems-for-manufacturing>
- [18] "Digital Maturity & Transformation Studie 2016," Sabine Berghaus. Accessed: Nov. 21, 2022. [Online]. Available: <https://sabineberghaus.com/2016/03/23/digital-maturity-transformation-studie-2016/>
- [19] "Improve returns with your digital investment strategy." Accessed: Jan. 02, 2023. [Online]. Available: https://www.ey.com/en_fi/strategy/digital-investment-report
- [20] "Industrial IoT Connections to Reach 37 Billion Globally by 2025, as 'Smart Factory' Concept Realised." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/industrial-iiot-connections-smart-factories>
- [21] "The future of industrial networks," Deloitte Portugal. Accessed: Dec. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/pt/en/pages/technology/articles/the-future-of-industrial-networks.html>

- [22] <https://www.facebook.com/Lavieeco>, "Internet dans les entreprises: une entreprise sur cinq n'est pas connectée! - La Vie éco," <https://www.lavieeco.com/>. Accessed: May 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.lavieeco.com/au-royaume/internet-dans-les-entreprises-une-entreprise-sur-cinq-nest-pas-connectee/>
- [23] "Big Data Market Share, Size, Trends – [2021-2026]," MarketsandMarkets. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/big-data-market-1068.html>
- [24] "Findings | Future U.S. Workforce Calls for More Technology Skills," Council on Foreign Relations. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.cfr.org/report/the-work-ahead/report/findings.php>
- [25] "Reskilling workers for industry 4.0 | McKinsey." Accessed: Jan. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/building-the-vital-skills-for-the-future-of-work-in-operations>
- [26] Md. A. Islam, "Industry 4.0: Skill set for employability," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 6, no. 1, p. 100280, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.ssaho.2022.100280.
- [27] "The Future of Jobs Report 2023," World Economic Forum. Accessed: May 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/digest/>
- [28] "Realizing 2030." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.dell.com/en-us/dt/perspectives/realizing-2030.htm>
- [29] "Future of work: comment travaillera-t-on en 2035?," onepoint. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.groupeonepoint.com/fr/nos-publications/future-of-work-comment-travaillera-t-on-en-2035/>
- [30] "University of Tokyo to open Metaverse School of Engineering - Asia News NetworkAsia News Network." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://asianews.network/university-of-tokyo-to-open-metaverse-school-of-engineering/>
- [31] "Supporting Economic Transformation (SET)," SET. Accessed: May 26, 2023. [Online]. Available: <https://set.odi.org/>
- [32] "The State of U.S. Science and Engineering 2022 | NSF - National Science Foundation." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20221/u-s-and-global-research-and-development>
- [33] "[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/MEMO_10_473.](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/MEMO_10_473)"
- [34] "Research and development expenditure (% of GDP) | Data." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?most_recent_value_desc=true
- [35] "World Economic Situation and Prospects 2022," *WORLD ECONOMIC SITUATION AND PROSPECTS, 2022.*

- [36] "PIB par habitant, (\$ PPA internationaux courants) - Finland | Data." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.PP.CD?locations=FI>
- [37] "Pourquoi le PIB par habitant décroche en France." Accessed: Jan. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/pourquoi-le-pib-par-habitant-decroche-en-france-472759.html>
- [38] "France - Exploration par lieu - Data Commons." Accessed: Jan. 16, 2023. [Online]. Available: https://datacommons.org/place/country/FRA?utm_medium=explore&mprop=amount&popt=EconomicActivity&cpv=activitySource%2CGrossDomesticProduction&hl=fr
- [39] "2,3 milliards d'euros pour l'ascension industrielle des «start-up»,
Gouvernement.fr. Accessed: Jan. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.gouvernement.fr/actualite/23-milliards-d-euros-pour-l-ascension-industrielle-des-start-up>
- [40] "Manufacturing, value added (% of GDP) - Hungary | Data." Accessed: Dec. 28, 2022. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/indicateur/NV.IND.MANF.ZS?locations=HU>
- [41] OECD, *Financing SMEs and Entrepreneurs 2022: An OECD Scoreboard*. in Financing SMEs and Entrepreneurs. OECD, 2022. doi: 10.1787/e9073a0f-en.
- [42] A. Kharpal, "China spending on research and development to rise 7% per year in push for major tech breakthroughs," CNBC. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.cnbc.com/2021/03/05/china-to-boost-research-and-development-spend-in-push-for-tech-breakthroughs.html>
- [43] "Research and development expenditure (% of GDP) - China | Data." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/indicateur/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=CN>
- [44] "Trésor Info | Direction générale du Trésor." Accessed: Jan. 17, 2023. [Online]. Available: <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles>
- [45] admin, "China: Taking the Economic Center Stage," FocusEconomics | Economic Forecasts from the World's Leading Economists. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.focus-economics.com/blog/china-taking-the-economic-center-stage-belt-and-road-made-in-china-2025>
- [46] "PIB par habitant, (\$ PPA internationaux courants) - Japan | Data." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.PP.CD?locations=JP>
- [47] "Japan races to hire 270,000 artificial intelligence engineers," Nikkei Asia. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Datawatch/Japan-races-to-hire-270-000-artificial-intelligence-engineers>
- [48] "PIB par habitant, (\$ PPA internationaux courants) - Korea, Rep. | Data." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available:

<https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.PP.CD?locations=KR>

- [49] A. et A. Canada, "Aperçu du marché – Corée du Sud." Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://agriculture.canada.ca/fr/commerce-international/renseignements-marches/rapports/aperçu-du-marche-coree-du-sud-0>
- [50] "Note sur l'économie et le commerce du Mexique," Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie. Accessed: Jan. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/economie-et-commerce/notes-sur-leconomie-et-le-commerce/amerique/note-sur-leconomie-et-le-commerce-du-mexique>
- [51] "Manufacturing, value added (% of GDP) - Turkiye | Data." Accessed: Jan. 04, 2023. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS?locations=TR>
- [52] 1, "Turkey - Advanced Manufacturing." Accessed: Jan. 04, 2023. [Online]. Available: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/turkey-advanced-manufacturing>
- [53] "Industry 4.0 in Turkey as an Imperative for Global Competitiveness - An Emerging Market Perspective." Accessed: Jan. 04, 2023. [Online]. Available: <https://tusiad.org/en/reports/item/9011-industry-40-in-turkey-as-an-imperative-for-global-competitiveness>

Annexe 1 : Détail des activités des entreprises enquêtées

Secteur primaire	<ul style="list-style-type: none">- Agriculture et pêches
Secteur secondaire	<ul style="list-style-type: none">- Agroalimentaire- Industrie aéronautique- Industrie automobile- Construction métallique- Electronique- Construction et BTP- Textile- Energie- Industrie chimique- Industrie métallique- Industrie pharmaceutique
Secteur tertiaire	<ul style="list-style-type: none">- Logistique- Services- Télécommunications- Conseil en transformation digitale- Solutions digitales- IT Services & Solutions- Gestion des ressources humaines- Conseil- Marketing

Annexe 2 : Programme du workshop dédié à l'appréciation de la maturité du tissu productif national pour ce qui est de l'industrie du futur

Vendredi 23 juin 2023

Au siège de l'Institut Royal des Etudes Stratégiques (IRES) à Rabat

9.00	Accueil des participants
9.15	Mot d'introduction Monsieur Mohammed Tawfik MOULINE , <i>Directeur Général de l'IRES</i>
9.30	Administration, par les Représentants des différentes Fédérations professionnelles, du questionnaire d'appréciation de la maturité du tissu productif national pour ce qui est de l'industrie du futur <ul style="list-style-type: none">• Présentation du concept de l'industrie du futur Madame Amal EL FALLAH SEGHROUCHNI, <i>Présidente exécutive du Centre "Ai Movement" - UM6P</i>• Présentation du questionnaire sur l'industrie du futur et animation des travaux du workshop Monsieur Issam LOTFI, <i>Chief Strategy Officer, Pôle "Intelligence Prospective et Stratégique", IRES</i>
11.30	Pause-café
11.45	Session d'intelligence collective : identification des leviers du changement à actionner à même de favoriser l'ancrage du Maroc à l'industrie du futur <i>Animée par Monsieur Issam LOTFI</i>
12.45	Conclusion des travaux du workshop