



# Proposition d'un outil d'aide à la décision pour favoriser le déploiement de l'industrie 4.0 dans le secteur textile

A. Bernar <sup>a,b\*</sup>, J. Legardeur <sup>c</sup>, H. Chanal <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Université de Bordeaux, Collège des écoles doctorales, 351 cours de la Libération, 33405 Talence cedex

<sup>b</sup> Petit Bateau, 15 Rue du Lieutenant Pierre Murard, 10000 Troyes

<sup>c</sup> ESTIA, Technopole Izarbel 90 Allée Fauste d'Elhuyar, 64210 Bidart

<sup>d</sup> Université Clermont Auvergne, Clermont Auvergne INP, CNRS, Institut Pascal, F-63000 Clermont-Ferrand, France

\* e-mail : amandabernar@rocketmail.com

## 1. INTRODUCTION

Les entreprises du textile opèrent aujourd'hui dans un environnement concurrentiel très dynamique, dominé par des changements soudains et une incertitude croissante. Comme les marchés et les comportements des consommateurs deviennent de plus en plus sophistiqués, les entreprises doivent être agiles, mais aussi robustes et efficaces, afin de gérer des cycles de développement plus courts pour proposer des solutions à leurs clients [11][13]. Adopter une posture dynamique devient alors essentiel pour assurer une pérennité à long terme, ce qui impose pour les entreprises de maintenir leurs technologies à jour [15].

De plus, les initiatives européennes pour limiter la fast fashion et encourager l'économie circulaire, créent aujourd'hui une pression supplémentaire. Il devient crucial pour les industriels du textile de réindustrialiser localement pour produire au plus proche des bassins de consommation, réduisant ainsi les pertes de matière et respectant les réglementations environnementales [3][11][13].

L'implémentation d'une usine intelligente apparaît alors comme une solution viable à long terme. La problématique repose sur le retard accumulé par le secteur textile en France, qui affecté par des vagues successives de délocalisations, a pris du retard dans l'adoption des nouvelles technologies [1][8]. Pour cette raison, intégrer les technologies et concepts de l'Industrie 4.0 dans les entreprises du textile nécessite une approche méthodique particulière, adaptée aux spécificités de chaque organisation [18].

Les méthodologies disponibles dans la littérature, généralement conçues pour un usage industriel global, ne tiennent pas compte des particularités et contraintes

du secteur. Cet article propose une méthodologie innovante qui vise précisément à répondre à ce besoin. Elle a été développée au sein de Petit Bateau, une entreprise historique où l'ensemble de la chaîne de production est réalisé en interne [2].

Cette méthodologie a été conçue pour accompagner les décideurs dans chaque phase du déploiement des technologies 4.0 : depuis la conception initiale du projet jusqu'à l'achèvement d'une usine pleinement autonome. La méthode, adaptée aux réalités et aux contraintes des industriels, permettra aux entreprises de faire un pas décisif vers une modernisation durable et efficace.

Dans un premier temps, un état de l'art permet de positionner nos travaux par rapport aux méthodes de déploiement de l'industrie 4.0 présentes dans la littérature avant d'introduire notre méthode.

## 2. ETAT DE L'ART

Même si l'Industrie 4.0 est déjà déployée au niveau industriel, nous avons constaté que les recherches actuelles publiées sur les concepts et technologies clés qui la définissent, sont diverses mais demeurent limitées en ce qui concerne leur implémentation concrète aux niveaux opérationnels. L'absence de feuilles de route, de guides d'analyse et de soutien pour accompagner sa mise en œuvre, ainsi que sa grande complexité en termes d'étendu des domaines techniques à maîtriser, rendent cette transformation difficile pour certains industriels, freinant une adoption précoce, ordonnée et efficace des concepts et outils [18].

Dans ce cadre, une revue de la littérature a été effectuée pour identifier les méthodologies et les outils d'aide à la décision les plus pertinents pour l'implémentation de l'Industrie 4.0 dans le contexte de

l'industrie textile. Cette revue s'est appuyée sur plusieurs moteurs de recherche académiques et a été menée en anglais, avec les termes suivants : 1) *Decision tools development*, 2) *Roadmap for Industry 4.0 Implementation*, et 3) *Industry 4.0 and decision tools development*. Cette recherche initiale a produit 6 959 000 résultats sur *Google Scholar*.

À travers cette analyse bibliographique, trois types de méthodes pour la mise en œuvre des solutions 4.0 ont été identifiés. Le premier type regroupe les méthodes de gestion de projet et de résolution de problèmes générales, telles que TOGAF, IDEF, *As Is and To Be*, TRIZ, et DMAIC. Le deuxième type inclut les méthodes d'évaluation de la maturité organisationnelle et technologique, et le troisième type consiste en des outils d'implémentation spécialement conçus par des chercheurs ou des entreprises spécialisées pour faciliter la prise de décision et la transformation numérique dans le cadre de l'Industrie 4.0.

Une analyse plus ciblée a été menée sur les articles les plus cités parmi les dix premières pages de résultats. Une liste de 11 articles académiques a été sélectionnée par pertinence avec le sujet : [7], [22], [9], [16], [20], [19], [17], [14], [4], [21] et [10].

De l'analyse de ces principaux travaux scientifiques, de l'analyse des méthodologies générales d'implémentation de projets industriels et de l'analyse des outils d'évaluation de niveau de maturité, quelques constats peuvent être réalisés.

Bien que les modèles de maturité (MMs) offrent une évaluation de la maturité selon diverses dimensions et permettent une appréciation globale de la capacité d'une entreprise à adopter l'Industrie 4.0, fournissant des éléments utiles pour accompagner les entreprises dans cette transition ; ils ne considèrent pas tous les aspects importants de la révolution numérique. En outre, les publications académiques proposent souvent des MMs dans des formats inapplicables directement, principalement en raison de l'absence de directives précises pour leur mise en œuvre. En réponse, les cabinets de conseil offrent des MMs payants, intellectuellement protégés, ce qui restreint l'accès à leurs méthodes d'analyse et limite leur transparence [12].

De la même façon, les méthodologies généralistes d'implémentation de projets (TOGAF, IDEF, *As Is and To*

*Be*, TRIZ, DMAIC, etc...) possèdent chacune ses propres avantages et inconvénients. Mais, aucune d'entre elles utilisée de manière isolée ne possède la flexibilité et la capacité de structuration pour faire face à un changement industriel profond nécessaire pour l'implémentation de l'industrie 4.0. Ainsi, ces méthodes doivent être combinées avec des outils d'idéalisation, d'analyse d'état ou de résolution de problèmes.

Enfin, les méthodologies scientifiques développées par la communauté académique reposent principalement sur des méthodes de gestion de projet ou sur des modèles mathématiques complexes, qui peuvent être intimidants et constituer un frein à l'implémentation des nouvelles technologies.

Il est donc crucial de développer un outil multicritère structuré qui propose une analyse rapide, et guide les décideurs vers la meilleure décision de manière intuitive sans paraître complexe. L'enjeu est de proposer une méthodologie d'implémentation de l'Industrie 4.0 définissant des directives claires et précises pour guider la prise de décision en adéquation avec les objectifs stratégiques de chaque organisation et secteur industriel.

La méthodologie développée est présentée ensuite.

### 3. PRESENTATION DE LA METHODE EN 5 PHASES

L'analyse de terrain montre qu'une partie importante des difficultés rencontrées lors de la mise en œuvre de projets d'innovation proviennent des premières décisions prises. C'est en effet pendant les phases initiales d'un projet que des erreurs stratégiques peuvent être commises (par exemple : choix d'une technologie non adaptée aux besoins ou trop difficile à mettre en œuvre). A noter, que ces erreurs peuvent avoir des impacts non négligeables sur le coût global du projet et le temps d'implémentation. C'est pourquoi la méthode proposée se concentre sur les étapes initiales menant à la prise de décision.

Comme le montre la Figure 1, la méthode se divise en deux phases permettant de décider des projets stratégiques à déployer et trois phases de mise en œuvre. Dans cet article, nous allons explorer en détails les phases de prise de décision et comparer notre méthode avec celles existantes, en mettant en lumière le facteur innovant de notre proposition.



Figure 1. Les 5 phases de la méthode

La Phase A – Vision Systémique a été développée comme une base pour l'ensemble des projets stratégiques d'innovation. C'est à cette étape que l'équipe projet est constituée, que le périmètre et l'horizon des projets sont définis et que l'historique de l'entreprise est étudié. Pour la Phase B – Décisions Stratégiques, un outil d'aide à la décision multicritère a été développé et proposé pour la priorisation des projets 4.0. La Phase C, Implémentation, consiste à acquérir et mettre en place les technologies précédemment identifiés dans les projets stratégiques. La Phase D implique l'analyse des projets mis en œuvre pour évaluer si les résultats attendus ont été atteints. Enfin, la Phase E – Mise en Production est activée lorsque le projet est considéré comme autonome.

Les phases A et B seront détaillées dans la suite.

### 3.1. Phase A – Vision Systémique

Lors de cette étape, il est important d'étudier le positionnement de l'entreprise et son environnement. En réalisant cette étude, les objectifs du projet (futur) sont définis, ainsi que les besoins actuels de l'entreprise (présent) tout en intégrant la culture du changement. Cette étape permet aussi de prendre connaissance des projets précédents (passé) ainsi que de leurs résultats en termes de réussites ou d'erreurs. Cela permet de créer un cadre et un contexte formalisé du projet.

Pour définir le cadre du projet, nous avons choisi d'adapter les 9 écrans de la méthode TRIZ [23]. Cependant, il convient de noter que les « 9 écrans » restent peu documentés dans la littérature. Cette lacune se traduit par une absence de directives claires sur plusieurs aspects essentiels : la définition précise de la notion de système, les critères à utiliser pour décrire chaque état (caractéristiques fonctionnelles ou structurelles), les étapes pour définir les échéances temporelles, l'ordre de remplissage des cases, ainsi que les processus pour identifier les tendances d'évolution [6]. Ainsi, les 9 écrans s'apparentent davantage à un cadre de représentation qu'à un outil doté de règles d'utilisation formalisées. Ainsi, nous avons fait une adaptation de cet outil avec la proposition d'une manière de remplissage structurée. Nous allons dans la suite détailler et illustrer l'utilisation de cet outil dans le contexte de Petit Bateau.

#### 3.1.1. Application des outils – Phase A

Avant de remplir les 9 écrans, une équipe de projet doit être formée. Cette équipe aura la charge du projet jusqu'à ce qu'il soit autonome. Pour nous, l'équipe doit être formée par des collaborateurs provenant de tous les périmètres de l'usine, avec une implication active de la direction industrielle.

Le chef de projet joue aussi un rôle clé en tant qu'intermédiaire stratégique entre la direction industrielle et les différentes parties prenantes, garantissant une communication des informations de manière fluide, claire et efficace. Dans une équipe projet, un responsable pour chaque périmètre doit être

identifié, chargé de représenter les besoins spécifiques de son secteur et de fournir les informations nécessaires pour la réussite globale du projet.

Une fois l'équipe projet définie, la méthode des 9 écrans peut être appliquée. La suggestion est de suivre les étapes suivantes : 1) analyse de l'état présent, 2) projection des objectifs futurs, et 3) examen des données passées.

#### *Le présent*

La première étape dans l'étude de la Vision Systémique consiste à réaliser une description exhaustive de l'état actuel de l'entreprise. Cette phase, particulièrement délicate, doit être menée avec attention car elle constitue la base sur laquelle seront définis les objectifs d'innovation.

Pour atteindre cet objectif, il est proposé de documenter en détail le super-système actuel de l'entreprise. Cela inclut une analyse du marché dans lequel l'entreprise opère, de ses clients, de ses concurrents, et de ses partenaires, ainsi qu'un recensement des projets ou initiatives 4.0 en cours dans tous les secteurs de l'organisation. Par la suite, une description du système actuel de l'entreprise est nécessaire. Cette description prend la forme d'une modélisation au niveau macro, qui inclut des éléments tels que la mission, les valeurs, le modèle d'affaires, et l'organisation structurelle des départements. Ces informations permettent de vérifier la cohérence des projets d'innovation avec la vision globale de l'entreprise.

Enfin, l'analyse de l'état actuel doit être complétée par une modélisation des sous-systèmes de l'entreprise. Cela implique une cartographie détaillée de l'ensemble du processus de production, depuis la réception des matières premières jusqu'à l'expédition des produits finis. Cette cartographie doit inclure tous les produits et processus impliqués, les machines et technologies utilisées à chaque étape (par exemple, l'année de fabrication des machines, le fournisseur, la présence ou l'absence de systèmes de contrôle pour l'automatisation, etc.), ainsi que les compétences humaines nécessaires pour effectuer chaque tâche. Lorsque l'entreprise dispose de la technologie, cette modélisation peut être réalisée sous forme de jumeaux numériques. Sinon, une représentation des flux de production en format de logigramme peut convenir.

Une fois l'état actuel de l'entreprise documenté de manière exhaustive, il devient possible de définir la vision future que l'entreprise souhaite atteindre.

#### *Le futur*

Définir les objectifs d'une entreprise pour l'avenir constitue une démarche fondamentale pour établir les orientations stratégiques, notamment en matière de choix technologiques. Ainsi, il est important de structurer les changements temporellement : court terme (1 an), moyen terme (3 à 5 ans) et long terme (10 à 15 ans). Cette approche garantit que les décisions stratégiques s'appuient sur des objectifs pérennes.

Cette étape consiste à compléter une matrice dédiée avec les objectifs futurs du sous-système. Il s'agit de spécifier, pour chaque périmètre (industrie, maintenance, qualité, finances, ressources humaines, etc.), les objectifs prévus ainsi que les besoins en technologies et en concepts 4.0 pour les années à venir. Il est crucial que cette matrice soit adaptée pour englober l'ensemble des domaines de l'entreprise. Une anticipation claire des technologies adaptées à l'évolution globale de l'entreprise permettra de concevoir un plan de mise en œuvre détaillé et cohérent. Le remplissage de cette matrice doit être réalisé par les responsables de chaque département.

Cette matrice sera un élément déterminant dans les décisions stratégiques lors de la Phase B et son contenu sera analysé par intelligence artificielle (IA). C'est pourquoi, nous proposons de règles de remplissage afin d'éviter une analyse erronée lors de l'application de l'outil multicritères.

La prochaine étape après la définition des objectifs futurs est l'étude du passé.

### *Le passé*

Intentionnellement, étudier le passé est la dernière étape. Après avoir défini les objectifs généraux et spécifiques de l'entreprise pour l'avenir, il est nécessaire de vérifier si ces projets ont été tentés dans le passé et quelles leçons peuvent être tirées de ces expériences. Nous devons également prendre en compte le rythme de changement auquel l'entreprise est habituée, car les changements nécessaires pour des projets d'innovation majeurs sont souvent significatifs. Cependant, si les personnes qui utiliseront les nouvelles technologies n'ont jamais été confrontées à un rythme de changement rapide, la résistance au changement risque d'être plus élevée. Pour cette raison, nous devons être vigilants au rythme de mise en œuvre des projets. De plus, il est essentiel d'étudier en profondeur les succès et les échecs des projets passés, qu'ils aient été mis en œuvre ou non.

Une fois les étapes de la vision systémique complétées, il est temps de commencer à prendre les décisions stratégiques afin d'implémenter les technologies les plus alignées avec les objectifs futurs de l'entreprise. La Phase B est expliquée en détails dans la section suivante.

## **3.2. Phase B – Décisions Stratégiques**

Lors de la première phase, la construction de la matrice des besoins et des prévisions futures conduit à identifier une multitude de besoins et d'objectifs liés à l'industrie 4.0. Ces objectifs, bien que riches en potentiel, peuvent être disparates, non connectés entre eux, et aborder diverses problématiques industrielles dans tous les périmètres de l'entreprise. Cela produit une liste brute et désorganisée de besoins, variant en termes d'urgence, d'importance, et de complexité. Pour une entreprise, la mise en œuvre immédiate et simultanée de toutes ces technologies est irréaliste, tant du point de vue des ressources disponibles que des impacts

organisationnels. Par conséquent, il est impératif de structurer cette liste en hiérarchisant les besoins pour les transformer en projets ciblés et réalistes.

L'outil développé repose sur la classification des besoins selon deux critères principaux : le type de technologie 4.0 à intégrer et les critères de développement durable adoptés par l'entreprise. Ces deux dimensions ont été choisies comme base en raison de leur rôle crucial dans la priorisation des projets. D'une part, le type de technologie influence directement les possibilités de mise en œuvre. Si une technologie requiert une montée en maturité des systèmes, le temps de réalisation nécessaire augmente, affectant ainsi les délais de projet. À l'inverse, lorsque plusieurs besoins reposent sur une technologie accessible et déjà maîtrisée, leur traitement peut être anticipé. D'autre part, les critères de développement durable s'inscrivent au cœur des stratégies modernes des entreprises, où les dimensions économiques, sociales et environnementales constituent les piliers des décisions. Ces critères varient d'une entreprise à l'autre en fonction de leur stratégie et des poids relatifs accordés à ces dimensions.

Les trois concepts fondamentaux du développement durable (social, économique et environnemental) se déclinent en dimensions spécifiques. Ces concepts, tout en étant distincts, convergent souvent pour générer des sous-catégories interdisciplinaires [5]. Pour la durabilité, issue de l'intersection de toutes les autres dimensions, il est attribué un poids décisionnel de **3**, reflétant son importance globale dans l'analyse. Les sous-critères découlant de l'intersection de deux dimensions distinctes (socio-environnementaux, socio-économiques et éco-économiques) reçoivent un poids de **2**. Enfin, les critères individuels (social, économique et environnemental) sont attribués d'un poids de **1**.

La pondération des critères varie ainsi de **1 à 3**, où un poids plus élevé indique la priorité dans le calcul des besoins. Cette logique repose sur le fait qu'un besoin couvrant plusieurs dimensions, comme la durabilité, reflète une importance transversale qui justifie une mise en œuvre prioritaire.

Pour la définition des poids décisionnels liés aux technologies 4.0, nous avons analysé les technologies appartenant à chaque famille 4.0 (CPS, IoT/IoS, Smart Data et Smart Factory) en utilisant la bibliographie associée qui définit les technologies présentes dans chaque famille 4.0. Chaque famille 4.0 est lié à l'implémentation d'au moins une caractéristique de l'industrie 4.0 définies par Perales (2018) : virtualisation, interopérabilité, autonomisation, disponibilité en temps réel, flexibilité, orientation service et efficacité énergétique [18]. Chacune de ces caractéristiques est définie par de technologies capables, ensemble ou séparément, d'y répondre.

Le premier niveau de maturité correspond aux besoins liés à l'autonomisation et à la virtualisation qui se voient attribuer un poids décisionnel de **3**. Ceux qui concernent la disponibilité en temps réel et l'orientation service obtiennent un poids décisionnel de **2**. Enfin, les besoins relatifs à la flexibilité et à l'efficacité

énergétique, qui nécessitent un niveau de maturité très élevé, se voient attribuer un poids décisionnel de 1. Le choix des poids est guidé ici par la maturité nécessaire de l'entreprise sur l'industrie 4.0 et le postulat que la mise en œuvre de l'automatisation et la virtualisation est plus « rapide » que les autres caractéristiques de l'industrie 4.0.

Pour la deuxième étape, nous avons choisi d'utiliser une IA développée par l'entreprise française Mistral. L'objectif d'intégrer une IA dans cette méthode est de faciliter la classification des besoins identifiés dans la Matrice des Objectifs 4.0 en les triant selon des critères de priorisation basés sur le développement durable et les technologies 4.0. L'utilisation de l'IA à cette étape permet une classification rapide et précise des objectifs, grâce à un prompt spécialement conçu pour cette tâche. Ce processus offre plusieurs avantages : il permet de gagner du temps pour l'équipe projet, qui n'a pas à se soucier du choix du critère de priorisation, tout en assurant une analyse uniforme et cohérente des besoins, ce qui réduit les risques de biais d'interprétation. C'est pourquoi nous avons soigneusement défini les règles de remplissage de la Matrice des Objectifs 4.0 comme décrit au début de cette section.

La troisième étape de cette application est le calcul pour prioriser ces objectifs selon la stratégie de l'entreprise. À partir de la liste brute des besoins générée dans la Matrice des Objectifs 4.0, deux approches peuvent être envisagées :

1. Identification des projets critiques
2. Traitement des autres projets (non-critiques) par priorité

La première analyse consiste à identifier les projets qui ont un impact immédiat sur la production. En effet, ces projets sont cruciaux : leur non-mise en œuvre pourrait entraîner un arrêt de production. Ils suivent donc un flux distinct et passent directement aux dernières étapes de décision qui consiste à déterminer quelle technologie répond le mieux au besoin identifié.

Une fois la technologie choisie, deux options sont envisagées. Si la technologie est déjà disponible dans l'entreprise, elle est utilisée en priorité pour ce projet critique. Si la technologie n'est pas disponible, un calcul du retour sur investissement (ROI) est effectué.

Ensuite, tous les autres besoins non-critiques suivent le schéma de classification. Pour chaque besoin, présent dans le résultat de l'application de Mistral, des poids décisionnels sont définis et une somme des poids décisionnels lui est affecté (critères de développement durable + niveau de complexité des technologies 4.0) afin de déterminer son groupe de priorité.

- Le groupe de Priorité 1, a un total de 6 ou 7 points.
- Le groupe de Priorité 2, a un total de 5 points.
- Le groupe de Priorité 3, a un total de 4 points.
- Le groupe de Priorité 4, a un total de 3 points ou moins.

Cela signifie que le groupe de priorité 1 aura un impact majeur en fonction des objectifs stratégiques de l'entreprise. Une fois que tous les besoins ont été classés

dans les groupes de priorité, la dernière étape est l'implémentation des technologies choisies.

Pour bien implémenter les projets sélectionnés, une approche structurée est essentielle. Cela permet non seulement d'optimiser les ressources disponibles, mais aussi de renforcer l'adhésion des équipes en favorisant une compréhension claire et partagée des priorités. Une analyse continue doit être réalisée pour vérifier si les objectifs du projet sont atteints jusqu'à ce que le projet soit autonome.

### 3.3. Comparaison avec les méthodes existantes et facteur différenciant de la méthode proposée

Bien que notre méthodologie s'appuie sur des outils largement documentés dans la littérature, son originalité réside dans la manière de structurer et d'appliquer ces outils. De nombreuses méthodologies existantes proposent une structuration par phases pour l'implémentation de projets (par exemple les méthodologies *Waterfall* et PDCA), une approche que nous avons également adoptée en raison de sa pertinence pratique.

Un autre facteur important réside dans le fait que notre méthodologie se concentre sur les phases de prise de décision où les principaux facteurs d'échec des projets sont constatés. Ainsi, l'objectif de la méthode est de guider les décideurs de manière structurée afin de favoriser une prise de décision rapide et adéquate pour réussir le virage 4.0 dès l'expression des besoins du projet.

Il est possible de combiner ou hybrider notre méthode avec des outils d'idéation, d'analyse d'état ou de résolution de problèmes. Pour les trois phases d'implémentation, la méthode est compatible avec des outils comme la matrice RICE, qui permet d'évaluer les besoins en ressources pour la mise en œuvre, les diagrammes de Pareto, utilisés pour analyser les résultats obtenus, ou encore les analyses de niveau de maturité technologique, qui aident à établir une infrastructure d'information plus complète sur l'état de maturité actuel et l'état souhaité de l'usine.

En complément des travaux récents trouvés dans la littérature, notre méthodologie a été développée dans un contexte industriel en tenant compte des contraintes spécifiques du secteur d'étude. Elle est donc entièrement adaptée aux besoins réels et conçue pour ne pas être perçue comme complexe. Notre méthodologie propose une analyse rapide, des calculs simples, et guide les décideurs de manière intuitive.

Les autres méthodologies n'intègrent pas suffisamment la nécessité de changement en fonction du niveau d'automatisation envisageable, des objectifs stratégiques ou des coûts associés au degré de maturité technologique de l'entreprise. Notre méthodologie propose d'exprimer les besoins industriels de manière structurée afin de les classer selon des critères de durabilité, alignés sur les objectifs stratégiques de chaque entreprise, mais aussi selon des critères de difficulté d'implémentation technologique. Cette

démarche permet d'obtenir une vision hiérarchisée des besoins exprimés.

De plus, aucune méthodologie ne suggère directement des technologies pour répondre aux besoins industriels. En plus de structurer l'expression des besoins, notre méthodologie propose une classification des priorités selon des critères d'urgence de la méthode MoSCoW (*must have, should have, could have, et won't have but would like*) et selon des critères stratégiques de durabilité et de difficulté d'implémentation. Elle permet également d'analyser l'impact de ces projets sur le plan de développement stratégique, tout en proposant les solutions technologiques les plus adaptées aux besoins exprimés.

#### 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cet article présente les deux premières phases de prise de décision d'une méthode qui a été développée pour répondre au besoin de structuration lors du choix technologique pour l'implémentation de l'Industrie 4.0 dans le secteur textile. L'analyse des méthodologies actuelles nous a montré que l'existant n'est pas capable de combler la lacune de l'aide à la décision dans ce secteur. De cette façon, le développement d'un outil multicritère a été proposé.

La méthodologie en 5 phases répond à ces besoins car dans le cadre de la priorisation, les entreprises peuvent identifier des projets qui équilibrent innovation technologique et développement durable. Cette méthode leur permet non seulement d'optimiser leurs ressources, mais aussi de répondre aux attentes des parties prenantes, tout en alignant leur stratégie industrielle sur les impératifs de responsabilité sociétale et environnementale. Elle définit clairement la technologie à implémenter pour répondre aux besoins préalablement hiérarchisés.

#### REFERENCES

- [1] Ammar, G., & Roux, N. (2009). Délocalisation et nouveau modèle économique : Le cas du secteur textile-habillement: La Revue de l'Ires, n° 62(3), 99- 134. <https://doi.org/10.3917/rldi.062.0099>
- [2] Bernar, A., Prevot, C., Legardeur, J., & Chanal, H. (2023). Comment favoriser la transition vers l'industrie 4.0 dans le secteur textile-habillement : Étude de cas du déploiement d'un cobot au sein de l'entreprise Petit Bateau.
- [3] Bonilla, S., Silva, H., Terra Da Silva, M., Franco Gonçalves, R., & Sacomano, J. (2018). Industry 4.0 and Sustainability Implications : A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges. *Sustainability*, 10(10), 3740. <https://doi.org/10.3390/su10103740>
- [4] Butt, J. (2020). A Strategic Roadmap for the Manufacturing Industry to Implement Industry 4.0. *Designs*, 4(2), 11. <https://doi.org/10.3390/designs4020011>
- [5] Cardin, O., Derigent, W., & Trentesaux, D. (2023). Digitalisation et contrôle des systèmes industriels cyber-physiques. Iste Editions. <https://www.vlebooks-com.docelec.u-bordeaux.fr/Product/Index/3253696?page=0&startBookmarkId=-1>
- [6] Chambon, T., Choulier, D., Fougères, A.-J., & Weite, P.-A. (2009). Instrumentation de l'utilisation d'un outil méthodologique : Application aux « 9 écrans » de la méthode TRIZ. *AIP Primeca* 2010, 1- 12.
- [7] Cotrino, A., Sebastián, M. A., & González-Gaya, C. (2020). Industry 4.0 Roadmap : Implementation for Small and Medium-Sized Enterprises. *Applied Sciences*, 10(23), 8566. <https://doi.org/10.3390/app10238566>
- [8] Crouzel, C. (2021). Textile : Le difficile retour du «made in France». *Le Figaro*. <https://www.lefigaro.fr/societes/textile-le-difficile-retour-du-made-in-france-20210802>
- [9] Deniaud, I., Marmier, F., & Michalak, J.-L. (2021). 4.0 Transition Methodology for Sustainable Supply Chain Management. In A. Dolgui, A. Bernard, D. Lemoine, G. Von Cieminski, & D. Romero (Éds.), *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems* (Vol. 634, p. 626- 633). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85914-5\\_66](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85914-5_66)
- [10] Erol, S., Schumacher, A., & Sihn, W. (2016). Strategic guidance towards Industry 4.0 – a three-stage process model.
- [11] Ezvan, C. (2020). Promesses et défis de l'économie circulaire. *Études*, Avril(4), 41. <https://doi.org/10.3917/etu.4270.0041>
- [12] Felch, V., Asdecker, B., & Sucky, E. (2019). Maturity Models in the Age of Industry 4.0 – Do the Available Models Correspond to the Needs of Business Practice?
- [13] Gazzola, P., Pavione, E., Pezzetti, R., & Grechi, D. (2020). Trends in the Fashion Industry. The Perception of Sustainability and Circular Economy : A Gender/Generation Quantitative Approach. *Sustainability*, 12(7), 2809. <https://doi.org/10.3390/su12072809>
- [14] Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry : A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910- 936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- [15] Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Grybauskas, A., Vilkas, M., & Petraitė, M. (2021). Industry 4.0, innovation, and sustainable development : A systematic review and a roadmap to sustainable innovation. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4237- 4257. <https://doi.org/10.1002/bse.2867>
- [16] Kaya, İ., Erdoğan, M., Karasın, A., & Özkan, B. (2020). Creating a road map for industry 4.0 by using an integrated fuzzy multicriteria decision-making methodology. *Soft Computing*, 24(23), 17931- 17956. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05041-0>
- [17] Liebrecht, C., Kandler, M., Lang, M., Schaumann, S., Stricker, N., Wuest, T., & Lanza, G. (2021). Decision support for the implementation of Industry 4.0 methods : Toolbox, Assessment and Implementation Sequences for Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 412- 430. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.12.008>
- [18] Perales, D. P., Valero, F. A., & García, A. B. (2018). Industry 4.0 : A Classification Scheme. In E. Viles, M. Ormazábal, & A. Lleó (Éds.), *Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering* (p. 343- 350). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58409-6\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58409-6_38)
- [19] Pessl, E. (2017). Roadmap Industry 4.0 – Implementation Guideline for Enterprises. *International Journal of Science, Technology and Society*, 5(6), 193. <https://doi.org/10.11648/j.ijsts.20170506.14>
- [20] Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihn, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 79, 409- 414. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.110>
- [21] Siret, L., Danjou, C., & Agard, B. (2019). Élaboration d'un outil d'aide à la décision basé sur les règles d'association pour une PME.
- [22] Sufian, A. T., Abdullah, B. M., Ateeq, M., Wah, R., & Clements, D. (2021). Six-Gear Roadmap towards the Smart Factory. *Applied Sciences*, 11(8), 3568. <https://doi.org/10.3390/app11083568>
- [23] TRIZ 40. (2024). La méthode TRIZ [Logiciel]. [https://www.triz40.com/TRIZ\\_Fr.php](https://www.triz40.com/TRIZ_Fr.php)