

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure de Management
Koléa



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة الوطنية العليا للمناجمنت
القلبية

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention d'un Master professionnel en

« Management par la qualité »

**L'impact du Système d'Exécution de la Fabrication (MES) sur
la Performance Industrielle selon ISO 9001: 2015**

Cas : BOMARE COMPANY

Élaboré par:

MEKKAOUI Oussama

LEBNAGRIA Ahmed Abderrezak

Encadré par:

Dr. NACER Loubna

Année universitaire 2025/2026

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact du système MES (Manufacturing Execution System) sur la performance industrielle au sein de Bomare Company, entreprise algérienne du secteur électronique certifiée ISO 9001:2015, implantée à Birtouta. La méthodologie adoptée est qualitative, fondée sur une étude de cas et des entretiens semi-directifs menés auprès de quatre responsables clés (performance industrielle, production, IT et qualité), complétés par une analyse documentaire et une observation directe. Les résultats révèlent que le MES améliore la visibilité en temps réel, la traçabilité et la réactivité opérationnelle, tout en alimentant les cycles d'amélioration continue conformes à l'ISO 9001:2015. Toutefois, son efficacité demeure conditionnée par la formation des opérateurs et l'accompagnement au changement.

Mots clés: MES, performance industrielle, ISO 9001:2015, management de la qualité, digitalisation industrielle.

ABSTRACT

This study aims to assess the impact of the Manufacturing Execution System (MES) on industrial performance at Bomare Company, an Algerian electronics company certified ISO 9001:2015, located in Birtouta. A qualitative methodology was adopted, based on a single case study and semi-structured interviews with four key managers (industrial performance, production, IT and quality), supplemented by documentary analysis and direct observation. The findings show that the MES enhances real-time visibility, traceability and operational responsiveness, while supporting continuous improvement cycles aligned with ISO 9001:2015. However, its effectiveness remains contingent upon operator training and change management support.

Keywords: MES, industrial performance, ISO 9001:2015, quality management, industrial digitalisation.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر نظام تنفيذ التصنيع (MES) على الأداء الصناعي في مؤسسة (Bomare company)، وهي مؤسسة جزائرية في قطاع الإلكترونيات حاصلة على شهادة ISO 9001: 2015، تقع في بئر توتة. اعتمدت منهجية نوعية قائمة على دراسة حالة وحيدة ومقابلات شبه موجهة أجريت مع أربعة مسؤولين رئيسيين (الأداء الصناعي، الإنتاج، تكنولوجيا المعلومات والجودة)، مدعومة بتحليل وثائقي وملاحظة مباشرة. تُبرز النتائج أن نظام MES يُحسن بشكل ملموس الرؤية الآنية والتتبع والاستجابة التشغيلية، مع تغذية دورات التحسين المستمر المتوافقة مع المعيار ISO 9001: 2015. غير أن فعاليته تبقى مرهونة بتكوين المشغلين ومرافقة التغيير.

الكلمات المفتاحية: نظام تنفيذ التصنيع (MES)، الأداء الصناعي، ISO 9001، إدارة الجودة، الرقمنة الصناعية.

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant et le bienveillant

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrante, Dr. NACER Loubna, pour son accompagnement, sa disponibilité, ses précieux conseils et son soutien tout au long de l'élaboration de ce projet.

Nous exprimons également notre vive reconnaissance à notre encadrant au sein de l'entreprise Bomare, Mr. OUAZIB Zine eddine, ainsi qu'à Mlle. BOUSSAID Malak, pour leurs efforts, leur encadrement et pour nous avoir permis de découvrir et de partager la vie professionnelle au sein de l'entreprise. Leur aide et leurs orientations ont été d'une grande importance dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions également l'ensemble des enseignants de l'École Nationale Supérieure de Management de pour la qualité de la formation dispensée.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers nos familles pour leur soutien constant et leurs encouragements.

À tous, nous présentons nos sincères remerciements.

Table des matières

RÉSUMÉ	I
Remerciements	IV
Liste des tableau.....	XII
Liste des figures.....	XIII
Liste des abréviations et acronymes.....	XIV
INTRODUCTION GÉNÉRALE	15
1. Contexte de la recherche.....	2
2. L'accroche et l'intérêt du thème.....	3
3. Les objectifs de la recherche.....	4
4. Apports conceptuels, méthodologiques et managériaux.....	5
5. Structure du plan de recherche.....	6
CHAPITRE I.....	7
CADRE THÉORIQUE.....	7
SECTION I: REVUE DE LITTERATURE.....	9
1. Synthèse des études.....	10
1.1 Le Système MES Concept, fonctions et apports pour la performance industrielle	10
1.2 Transformation numérique et industrie 4.0 : enjeux organisationnels et humains .	12
1.3 Performance des employés Productivité, qualité et efficacité.....	13
1.4 Lien entre systèmes d'information et performance RHUn pont théorique vers le MES	15
2. Analyse et critique.....	17
3. Positionnement et valeur ajoutée de la présente étude	19
SECTION II: CADRE CONCEPTUEL	20
1. Management de la qualité.....	20
1.1 Notion de qualité	21
1.2 Système de management de la qualité (SMQ)	21
1.3 La norme ISO 9001	22

1.4 Outils du management de la qualité	23
1.5 Lien avec la performance industrielle	24
2. Digitalisation industrielle et système MES	25
2.1 Digitalisation industrielle et Industrie 4.0	25
2.2 Systèmes d'information industriels.....	26
2.3 Le système MES.....	27
2.4 Fonctions du MES	28
2.5 Apports du MES dans l'industrie	28
3. Performance industrielle.....	29
3.1 Définition de la performance industrielle.....	29
3.2 Dimensions de la performance industrielle	30
3.3 Indicateurs de performance	31
3.4 Facteurs influençant la performance industrielle	31
3.5 Rôle du système MES dans l'amélioration de la performance	32
CONCLUSION	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE II	33
CADRE MÉTHODOLOGIQUE ET ORGANISATIONNELLE	33
SECTION I: LA METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE.....	35
1.Positionnement épistémologique et paradigme de recherche.....	36
2. Approche méthodologique.....	36
2.1 L'approche quantitative	37
2.2 L'approche mixte.....	37
2.3 L'approche qualitative.....	37
3. Méthodes de collecte de données.....	38
3.1 Documentation	38
3.2 L'entretien.....	39
3.3 L'observation directe	41

4. les outils d'Analyse des données	42
4.1 La grille d'évaluation	42
4.2 Le diagramme radar	43
SECTION II: PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL.....	44
1.Présentation Générale de BOMARE COMPANY.....	44
1.1 Principes directeurs	44
1.2 Vision Stratégique	44
1.3 Culture d'Entreprise et Valeurs Fondamentales	45
2. Domaines d'Activité.....	45
3. Infrastructure de Production.....	45
3.1 Unité de Production de Cartes Électroniques (UPCE)	45
3.2 Unité d'Assemblage de Téléviseurs.....	46
3.3 Unité de Production de Barrettes LED	46
4. Gamme de Produits.....	46
5. Certifications et Conformité Normative	46
6. Structure Organisationnelle.....	47
6.1 Direction Générale.....	47
6.2 Direction Industrielle (Unité de Birtouta)	47
6.3 Réseau de Service Après-Vente (SAV).....	47
7. Stratégie d'Exportation et Rayonnement International	47
8. Système de Management de la Qualité.....	48
8.1 Structure Organisationnelle du Département QHSE.....	49
CHAPITRE III.....	52
RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	52
SECTION I: RESULTAT DE L'ANALYSE THEMATIQUE.....	52
1.analyse synthétique des entretiens.....	52
1.1 Le MES comme levier de transformation opérationnelle.....	54

1.2 Le MES et la conformité normative: apports réels et fragilités persistantes.....	55
1.3 La dimension humaine: entre résistances actives et défaillances d'alignement organisationnel	55
1.4 Performance globale et vision stratégique: une dynamique prometteuse sous contraintes	56
1.5 Synthèse interprétative	56
2. Grille d'évaluation	57
3. Diagramme radar	60
3.1 Présentation et interprétation des diagrammes radar.....	60
SECTION II: DISCUSSION DES RESULTATS	64
1.Triangulation des données empiriques.....	65
2. Confrontation aux modèles théoriques	66
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	69
BIBLIOGRAPHIE.....	733
ANNEXES	81

Liste des tableau

Tableau 1: Liste des documents consultés	39
Tableau 2: Profil des personnes interviewees	41
Tableau 3: Echelle de notation de la grille d'evaluation	43
Tableau 4: Synthese globale des entretiens par axe thematique	53
Tableau 5: Grille d'évaluation du déploiement MES	57

Liste des figures

Figure 1: Organigramme Département QHSE.....	49
Figure 2: Résultats Axe A.....	60
Figure 3: Résultats Axe B.....	61
Figure 4: Résultats Axe C.....	62
Figure 5: Résultats Axe D.....	63
Figure 6: Synthèse global des 4 axes.....	64

Liste des abréviations et acronymes

AQ Assurance Qualité

CPS Cyber-Physical Systems

EMS Electronic Manufacturing Services

ERP Enterprise Resource Planning

FPY First Pass Yield

HSE Hygiène, Sécurité et Environnement

IEC International Electrotechnical Commission

IoT Internet of Things (Internet des Objets)

ISO International Organization for Standardization

KPI Key Performance Indicator

MES Manufacturing Execution System

MESA Manufacturing Enterprise Solutions Association

MQHSE Management Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement

NTIC Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

OBM Own Brand Manufacturing

OEE Overall Equipment Effectiveness

OEM Original Equipment Manufacturer

SAV Service Après Vente

SI Système d'Information

SIRH Système d'Information des Ressources Humaines

SMQ Système de Management de la Qualité

SMT Surface-Mount Technology

TQM Total Quality Management

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Contexte de la recherche

La performance industrielle constitue un enjeu stratégique majeur pour les entreprises manufacturières, confrontées à une concurrence globale de plus en plus intense et à des exigences de qualité, de traçabilité et de réactivité sans cesse croissantes. Dans ce contexte de transformation accélérée, l'Industrie 4.0 est venue redéfinir les conditions de la compétitivité en plaçant la digitalisation au centre des stratégies opérationnelles. Les technologies numériques avancées, parmi lesquelles l'Internet des objets (IoT), l'intelligence artificielle, le Big Data et les systèmes d'information intégrés, s'imposent désormais comme des leviers incontournables de modernisation des processus de production.

Parmi ces outils, le Manufacturing Execution System (MES) occupe une position charnière dans l'architecture informationnelle des entreprises industrielles. Situé à l'interface entre le niveau de planification stratégique (ERP) et le niveau physique de la production (machines, capteurs, opérateurs), le MES assure le pilotage, la surveillance et l'optimisation des opérations de fabrication en temps réel. Il permet ainsi de transformer les données brutes de l'atelier en indicateurs exploitables, de renforcer la traçabilité des produits et des processus, et de soutenir les démarches d'amélioration continue.

Parallèlement, les référentiels normatifs internationaux, au premier rang desquels la norme ISO 9001:2015, continuent de structurer les systèmes de management de la qualité des organisations industrielles. Cette norme, fondée sur les principes de l'approche processus, du leadership, de l'amélioration continue et de la prise de décision fondée sur des preuves, postule que la performance durable d'une organisation repose sur la maîtrise systématique de ses processus et sur la satisfaction de ses parties intéressées. Or, le MES, par sa capacité à objectiver les données de production et à alimenter les cycles PDCA (Plan, Do, Check, Act), apparaît comme un outil potentiellement structurant pour opérationnaliser les exigences de cette norme.

C'est dans cette double perspective, à la croisée de la digitalisation industrielle et du management normatif de la qualité, que s'inscrit la présente recherche. Elle prend pour terrain d'étude Bomare Company, entreprise algérienne du secteur de l'électronique, implantée à Birtouta et certifiée ISO 9001:2015, au sein de laquelle un système MES a été déployé sur les lignes de production de l'unité Stream System. Ce contexte offre un cas d'étude particulièrement riche, combinant un tissu industriel en voie de modernisation, un

cadre normatif structurant et un système d'information récemment implanté dont les effets sur la performance restent à documenter.

2. L'accroche et l'intérêt du thème

Le système d'information est aujourd'hui au cœur de l'activité industrielle, jouant un rôle déterminant dans la transformation de volumes massifs de données en connaissances fiables et disponibles en temps réel, indispensables à la prise de décision opérationnelle et stratégique. Dans le secteur manufacturier, cette réalité est d'autant plus prégnante que la complexité des chaînes de production, la multiplication des références produits et les exigences des partenaires OEM imposent un niveau de maîtrise et de traçabilité que les systèmes traditionnels, fondés sur le papier ou sur des tableurs, ne parviennent plus à garantir.

L'intérêt de ce thème se situe à plusieurs niveaux. Sur le plan académique, la littérature existante documente abondamment les bénéfices techniques et économiques du MES sur la performance des processus industriels. (Costa, Almeida et Reis ,2024), (Kurmanov,2022), ainsi que (Neves, Akabane et Marins, 2015) démontrent que l'implémentation d'un MES permet d'améliorer significativement la prise de décision, d'automatiser la collecte d'informations et de renforcer la performance opérationnelle. Toutefois, cette même littérature demeure relativement silencieuse sur deux aspects fondamentaux: d'une part, la manière dont le MES s'articule concrètement avec les exigences d'un référentiel normatif tel que l'ISO 9001:2015 ; d'autre part, les conditions humaines et organisationnelles de son efficacité, en particulier dans des contextes industriels émergents comme celui de l'Algérie. Ce double angle mort constitue la brèche scientifique dans laquelle s'inscrit la présente recherche.

Sur le plan professionnel, cette étude revêt un intérêt direct pour les entreprises industrielles algériennes engagées dans des démarches de digitalisation de leurs processus de production tout en étant certifiées ou en cours de certification ISO 9001. Bomare Company, en tant qu'entreprise certifiée ISO 9001:2015 et ayant déployé un MES sur ses lignes de fabrication, offre un cas d'étude emblématique de cette articulation entre modernisation technologique et exigence normative. Les enseignements tirés de ce terrain pourront servir de base de réflexion pour d'autres entreprises du secteur industriel algérien.

Sur le plan sociétal, enfin, dans un contexte national marqué par la volonté de diversification économique et de renforcement du tissu industriel, comprendre les

mécanismes par lesquels les outils numériques contribuent effectivement à la performance industrielle, tout en respectant les standards internationaux de qualité, constitue un enjeu de premier ordre pour le développement du secteur manufacturier algérien.

Dans le cadre de notre recherche de fin d'études, nous avons eu l'opportunité d'intégrer Bomare Company, au sein de l'unité Stream System à Birtouta.

Bien que Bomare Company affiche une volonté affirmée de modernisation de ses processus de production et de conformité aux exigences de l'ISO 9001:2015, notre observation a révélé des questionnements spécifiques quant à la manière dont le MES contribue effectivement à la performance industrielle et à la conformité normative.

Dès lors, la problématique centrale de notre recherche s'énonce comme suit:

Dans quelle mesure le système MES contribue-t-il à l'amélioration de la performance industrielle au sein de Bomare Company, et cette contribution est-elle conforme aux exigences et aux principes de la norme ISO 9001:2015 ?

Pour élucider cette problématique, trois questions de recherche ont été formulées:

- Premièrement; comment le MES est-il effectivement utilisé dans le pilotage des opérations de production au sein de Bomare Company, et quels changements concrets a-t-il induits en matière de visibilité, de réactivité et de maîtrise des processus ?
- Deuxièmement, quels sont les indicateurs et les dimensions de la performance industrielle influencés par le déploiement du MES, tant sur le plan opérationnel qu'humain ?
- Troisièmement, dans quelle mesure le fonctionnement du MES s'articule-t-il avec les exigences de l'ISO 9001:2015, en particulier les chapitres relatives à la maîtrise opérationnelle (chapitre 8), à la surveillance et à la mesure des processus (chapitre 9) et à l'amélioration continue (chapitre 10) ?

3. Les objectifs de la recherche

La présente étude a pour objectif principal d'évaluer l'impact du système MES sur la performance industrielle de Bomare Company, à l'aune des exigences de la norme ISO 9001:2015. Plus spécifiquement, elle vise à:

Comprendre le fonctionnement et les usages effectifs du MES au sein des lignes de production de Bomare Company, en identifiant les pratiques réelles des opérateurs, des responsables et des managers dans leur interaction quotidienne avec le système.

Identifier les indicateurs et les dimensions de la performance industrielle influencés par le MES, en distinguant les dimensions opérationnelles (productivité, taux de rebut, temps d'arrêt), processuelles (traçabilité, conformité, pilotage en temps réel) et humaines (compétences, engagement, appropriation du système).

Évaluer la cohérence entre le déploiement du MES et les exigences de l'ISO 9001:2015, en examinant de manière ciblée les chapitres relatives à la maîtrise opérationnelle (chapitre 8), à la surveillance et à la mesure des processus (chapitre 9) et à l'amélioration continue (chapitre 10).

4. Apports méthodologiques et managériaux

Sur le plan méthodologique, l'étude adopte une posture épistémologique interprétativiste et une approche qualitative fondée sur l'étude de cas unique de Bomare Company. Elle repose sur des entretiens semi-directifs menés avec les acteurs clés du dispositif de production et de qualité (responsable performance industrielle, responsable production, responsable NTIC et responsable qualité), complétés par une analyse documentaire et une observation directe. Les données recueillies ont été analysées par le biais d'une analyse thématique structurée autour des axes définis par le cadre conceptuel. Cette méthodologie permet d'appréhender en profondeur les dynamiques d'appropriation du MES, les perceptions des acteurs et les mécanismes concrets par lesquels le système influence la performance, tout en respectant les exigences de rigueur scientifique propres à la recherche qualitative.

Sur le plan managérial, les résultats offrent des retombées concrètes pour les praticiens. Ils permettent d'éclairer les conditions d'un déploiement réussi du MES dans un environnement certifié ISO 9001:2015, en identifiant les facteurs facilitateurs et les obstacles récurrents. Ils contribuent à renforcer la justification budgétaire des investissements en digitalisation industrielle en documentant les gains tangibles et intangibles du système. Enfin, ils orientent les responsables qualité et les décideurs industriels vers une démarche structurée d'articulation entre outil numérique et référentiel normatif, applicable au-delà du seul cas de Bomare Company.

5. Structure du plan de recherche

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres complémentaires, chacun répondant à une fonction spécifique dans la progression de la démarche de recherche.

Le premier chapitre établit les fondements théoriques de l'étude. Il s'organise en deux sections. La première présente une revue critique de la littérature portant sur l'impact du MES sur la performance industrielle, en croisant les travaux relatifs aux systèmes d'information industriels, à la digitalisation et à la performance des employés dans le cadre de l'ISO 9001. Cette revue permet d'identifier les convergences, les divergences et les lacunes des travaux existants, justifiant ainsi le positionnement de notre étude. La seconde section construit le cadre conceptuel de la recherche, articulé autour de trois axes: le management de la qualité et l'ISO 9001:2015, la digitalisation industrielle et le MES, et la performance industrielle dans ses multiples dimensions. L'ensemble débouche sur la formulation du rôle intégrateur du MES entre les exigences normatives et les objectifs de performance.

Le deuxième chapitre est consacré au cadre méthodologique et contextuel. Il expose, dans une première section, le positionnement épistémologique interprétativiste retenu, la stratégie de l'étude de cas unique, les techniques de collecte des données (entretiens semi-directifs, analyse documentaire, observation directe) et les méthodes d'analyse mobilisées (analyse thématique). Il présente, dans une seconde section, l'organisme d'accueil, Bomare Company, en décrivant ses activités, ses structures, ses certifications et son système de management de la qualité, afin de contextualiser précisément l'environnement dans lequel s'est déployée l'étude.

Le troisième chapitre porte sur la présentation, l'analyse et la discussion des résultats empiriques. Il restitue les données issues des entretiens, structurées autour des axes thématiques définis par le cadre conceptuel, puis les confronte à la littérature mobilisée dans le premier chapitre. Ce chapitre permet d'apporter des réponses étayées aux questions de recherche, d'identifier les mécanismes concrets par lesquels le MES influence la performance industrielle au regard de l'ISO 9001:2015, et de formuler des recommandations opérationnelles à destination de l'entreprise et, plus largement, du tissu industriel algérien.

CHAPITRE I: CADRE THÉORIQUE

Introduction

Ce premier chapitre établit les fondements théoriques de l'étude sur l'impact du système MES sur la performance industrielle de Bomare Company selon la norme ISO 9001:2015. Il s'organise en deux sections complémentaires: la revue de littérature, qui dresse un état critique des travaux existants, et le cadre conceptuel, qui articule les trois axes théoriques de la recherche (management de la qualité, digitalisation industrielle et performance industrielle) en une architecture conceptuelle cohérente. Ensemble, ces deux sections établissent les bases épistémiques sur lesquelles repose la démarche empirique présentée dans le chapitre suivant.

SECTION I: REVUE DE LITTERATURE

La montée en puissance de l'Industrie 4.0 a profondément reconfiguré les logiques de production industrielle, en plaçant la digitalisation au cœur des stratégies de compétitivité des entreprises. Dans ce contexte de transformation accélérée, les systèmes d'information occupent une place centrale, et le Manufacturing Execution System (MES) s'impose comme l'un des outils les plus structurants du pilotage en temps réel des opérations de production. Parallèlement, la performance des employés entendue comme la résultante de leur productivité, de leur engagement et de leur capacité à s'adapter aux nouvelles exigences technologiques constitue un levier déterminant de la réussite opérationnelle des entreprises industrielles. Pourtant, si la littérature existante s'est largement concentrée sur les gains techniques et économiques générés par ces systèmes, la dimension humaine de leur déploiement reste insuffisamment explorée, en particulier dans des contextes institutionnels et industriels spécifiques comme celui de l'Algérie. C'est précisément dans cette brèche que s'inscrit la présente revue de littérature, dont l'objectif est d'analyser et de comparer les travaux existants sur l'impact du MES sur la performance des employés dans le processus de production selon la norme ISO 9001, d'en identifier les convergences, les divergences et les limites méthodologiques, afin de mieux situer la contribution de cette étude au sein du champ scientifique

1. Synthèse des études

1.1 Le Système MES Concept, fonctions et apports pour la performance industrielle

Avant d'examiner ses fonctions, il convient de situer le MES dans l'écosystème informationnel de l'entreprise industrielle. Sa position intermédiaire, entre les systèmes de planification ERP et les équipements de terrain SCADA/PLC, en fait un maillon stratégique de l'intégration verticale des données de production

1.1.1 positionnement du MES dans l'architecture de production

Le Manufacturing Execution System (MES) désigne un système d'information opérationnel conçu pour piloter, surveiller et optimiser les processus de production en temps réel, en assurant le lien entre le niveau de planification stratégique (ERP) et le niveau physique de la production (machines, opérateurs, lignes). Son positionnement dans l'architecture de production lui confère une fonction d'intermédiaire critique: il collecte les données issues de l'atelier, les traite et les restitue sous forme d'indicateurs exploitables par les managers et les opérateurs.

(Costa, Almeida et Reis, 2024) proposent une méthodologie structurée d'implémentation du MES dans une entreprise de machines industrielles (ADIRA, Portugal). Leur étude met en évidence que seulement 13,46 % des processus ciblés étaient réellement pratiqués avant l'implémentation, et que 32 besoins fonctionnels distincts ont été identifiés pour le nouveau système. Cette donnée illustre le fossé fréquemment observé entre les pratiques déclarées et les pratiques réelles dans les environnements industriels, et souligne d'emblée la complexité de l'alignement entre les fonctions du MES et les besoins concrets des utilisateurs.

1.1.2 Fonctions du MES et impact sur la performance opérationnelle

(Kurmanov, 2022) offre une perspective complémentaire en étudiant l'intégration d'un MES dans des entreprises métallurgiques kazakhes. Ses résultats chiffrés augmentation de la production de ferromanganèse de 91 %, hausse de la production d'acier de 2,1 %, progression de la production d'or de 52 % constituent une démonstration quantitative de l'efficacité du système lorsque celui-ci est pleinement intégré aux processus de collecte et d'analyse des données. L'auteur souligne en particulier que le MES améliore la prise de décision en temps réel en automatisant la remontée d'informations, réduisant ainsi les délais de réaction des opérateurs face aux anomalies de production.

(Zwolińska, Tubis, Chamier-Gliszczyński et Kostrzewski, 2020) abordent quant à eux une limite inhérente aux indicateurs standards comme l'OEE (Overall Equipment Effectiveness), qu'ils jugent insuffisants pour des environnements à forte variabilité comme le secteur aéronautique. Leur contribution est méthodologiquement originale: ils proposent un indice de variabilité personnalisé, fondé sur l'inférence bayésienne, qui permet de réduire l'instabilité globale du système de production de 59 %. Cette étude illustre ainsi un phénomène souvent négligé dans la littérature: la personnalisation du MES est une condition sine qua non de son efficacité, et des outils génériques peuvent masquer des dysfonctionnements persistants.

L'étude de (Chaudhari, 2022) prolonge cette réflexion en examinant l'intégration MES-SAP, démontrant que l'articulation entre le MES et un ERP de référence permet un flux de données continu, soutient les principes du Lean Manufacturing et réduit les coûts opérationnels. Néanmoins, l'auteur identifie deux obstacles récurrents à l'efficacité de ce dispositif: le manque de formation des employés et l'absence de gestion du changement, signalant ainsi que les bénéfices techniques du MES ne se concrétisent pleinement que lorsque la dimension humaine est prise en charge.

1.1.3 Le MES comme vecteur de compétitivité: gains mesurables et limites analytiques

L'étude de (Neves, Akabane et Marins, 2015) apporte une illustration concrète de l'impact du MES sur les priorités compétitives, notamment la qualité et la réduction des coûts. Menée dans une entreprise multinationale de laminage d'aluminium, elle documente une réduction de la consommation de gaz naturel de 24,4 à 22,6 m³ par tonne et une élimination totale des rejets de configuration (de 1,7 % à 0 %). Ces résultats témoignent de la capacité du MES à générer des améliorations mesurables et durables. Cependant, comme (Costa et al., 2024), les auteurs soulèvent les mêmes facteurs d'échec potentiels: insuffisance de la formation, résistances culturelles et manque de soutien de la direction.

En synthèse de cet axe, il ressort que les cinq études convergent sur la capacité technique du MES à améliorer la performance opérationnelle et à soutenir la prise de décision en temps réel. Néanmoins, elles convergent tout autant parfois de manière implicite sur une limite commune: la performance du MES est conditionnée par des facteurs organisationnels et humains que les indicateurs purement techniques ne capturent pas. Cette tension entre l'efficacité technique du système et sa mise en œuvre humaine constitue le fil conducteur des axes suivants.

1.2 Transformation numérique et Industrie 4.0 : enjeux organisationnels et humains

1.2.1 L'Industrie 4.0 comme paradigme de transformation

L'Industrie 4.0 désigne la convergence de technologies numériques avancées : Internet des objets (IoT), intelligence artificielle, big data, automatisation appliquées aux systèmes de production industrielle. (Boutillier, 2024) adopte un regard historique et critique sur ce concept, rappelant que le terme « révolution industrielle » revêt une dimension fondamentalement idéologique, mobilisée pour orienter les politiques publiques et légitimer les transformations technologiques. En replaçant l'Industrie 4.0 dans une perspective de longue durée, l'auteur met en garde contre une lecture purement techniciste de cette transition: les dynamiques sociales, politiques et économiques conditionnent tout autant l'adoption des technologies que les impératifs techniques eux-mêmes.

(Boulitama, Rahli et Sabri, 2025), à travers une revue de littérature systématique suivant la méthode PRISMA portant sur 39 articles publiés entre 2010 et 2021, documentent la montée en puissance des technologies de l'Industrie 4.0 dans les processus logistiques. Ils observent que 92,31 % des publications sur la supply chain digitale sont concentrées entre 2016 et 2021, illustrant la relative nouveauté et la rapidité de l'intérêt académique pour ces transformations. Leurs résultats confirment que l'IoT, la blockchain et le big data améliorent significativement la visibilité et l'efficacité opérationnelle, mais soulignent également les défis d'intégration technologique et de coût que les entreprises – particulièrement celles des pays en développement – peinent à surmonter.

1.2.2 La place du facteur humain dans la transition numérique

C'est précisément sur cette dimension humaine que l'étude de (Mestanza, Coutarel, Rix-Lièvre et Echeverria, 2025) apporte l'éclairage le plus original de cet axe. Menée auprès de 116 participants sur trois sites industriels en France et en Italie, elle révèle que, parmi 53 besoins identifiés, seulement 32 ont été satisfaits par la version numérique d'un système de management quotidien de la performance, tandis que 21 restaient non satisfaits et que 8 écarts d'interprétation persistants nuisaient à la qualité des informations. Ces chiffres illustrent concrètement le décalage entre les intentions des concepteurs de systèmes numériques et les pratiques réelles des utilisateurs – un phénomène que la littérature sur le MES tend à sous-estimer. Les auteurs concluent que l'intégration des facteurs humains dès la phase de conception est indispensable pour garantir une transition numérique réussie.

(Kahmann, 2021) enrichit cette perspective en analysant le modèle allemand de digitalisation concertée, fondé sur un dialogue tripartite associant l'État, les organisations patronales et les syndicats. Son analyse institutionnelle démontre que l'efficacité de la transformation numérique dans l'industrie manufacturière allemande repose moins sur la sophistication des outils technologiques que sur la qualité du dialogue social et l'implication des employés dans le processus de changement. En creux, cette étude suggère que les modèles de déploiement technologique imposés par le haut, sans concertation préalable, risquent de générer des résistances organisationnelles qui compromettent les bénéfices escomptés.

1.2.3 La transformation digitale comme levier de performance organisationnelle

(El Mennani et El Mzabi, 2023) apportent une contribution conceptuelle structurée en proposant un modèle de sept construits articulant ressources digitales, transformation digitale, processus d'affaires et performance organisationnelle, destiné à être testé empiriquement sur 380 entreprises industrielles marocaines. Bien que leur modèle n'ait pas encore fait l'objet d'une validation empirique complète au moment de la publication, il constitue un cadre de référence utile pour penser l'articulation entre investissement numérique et performance, en insistant sur la nécessité d'intégrer les ressources humaines et technologiques de manière cohérente dans les processus de production.

À l'échelle de cet axe, une tension analytique majeure se dégage: d'un côté, une littérature dominante valorise les gains de performance liés à la digitalisation en termes d'efficacité, de vitesse et de réduction des coûts ; de l'autre, un courant émergent représenté notamment par (Mestanza et al., 2025) et (Kahmann, 2021) appelle à reconsidérer la place de l'employé comme acteur central de la transformation numérique, et non comme simple destinataire passif des outils. Cette dualité est au cœur des enjeux que l'introduction du MES dans les entreprises industrielles soulève, et justifie une attention particulière à la performance des employés comme variable dépendante de première importance.

1.3 Performance des employés Productivité, qualité et efficacité

1.3.1 Les déterminants de la performance individuelle au travail

La performance des employés est une notion polysémique qui renvoie à la fois à des dimensions quantitatives le niveau de production, le taux d'erreur, la vitesse d'exécution et à des dimensions qualitatives plus difficiles à mesurer, comme l'engagement, la motivation ou la capacité d'apprentissage. (Martina et Suresh Kumar, 2023), dans leur étude empirique

portant sur 396 employés du secteur TI à Chennai, identifient cinq facteurs principaux de productivité: la motivation, les ressources disponibles, la communication, le développement des compétences et l'équilibre travail-vie personnelle. Leurs résultats, avec des scores moyens compris entre 4,22 et 4,28 sur 5, indiquent une perception globalement positive de ces facteurs, mais soulignent l'influence significative de l'âge sur certaines dimensions, notamment la disponibilité des ressources ($p = 0,023$) et l'équilibre travail-vie personnelle ($p = 0,031$).

(Shaharom A'azmi, 2018) adopte une perspective différente en se concentrant sur l'impact des ressources humaines, des outils et de la formation sur la productivité des employés dans un contexte de management de la qualité totale (TQM). Ses résultats sont particulièrement instructifs: seule la formation et l'éducation présentent une relation statistiquement significative avec la productivité ($\beta = 0,326$; $p = 0,001$), tandis que les ressources humaines et les outils n'en montrent pas. Cependant, le modèle n'explique que 10,9 % de la variance totale de la productivité ($R^2 = 0,109$), ce que l'auteur lui-même reconnaît comme une limite importante, soulignant la complexité du phénomène et l'existence de facteurs explicatifs non capturés par son étude. Cette faiblesse explicative suggère que la performance des employés est un construit multidimensionnel qui résiste aux modélisations simplifiées.

1.3.2 Bien-être, conditions de travail et performance

(Belmoufeq, 2024) apporte une contribution empirique notable en examinant l'impact du bien-être au travail dans ses dimensions physique et psychologique sur la performance de 250 cadres d'une entreprise marocaine. Ses résultats révèlent un paradoxe intéressant: alors que 80,2 % des salariés se déclarent motivés et que 63,4 % jugent le climat social satisfaisant, la performance organisationnelle mesurée n'atteint que 48 %. Ce décalage entre satisfaction déclarée et performance mesurée soulève la question de la traduction effective de la motivation en performance opérationnelle, et illustre les limites des approches purement déclaratives dans la mesure de la performance. L'auteur conclut que le facteur physique les conditions matérielles de travail exerce une influence plus déterminante que le facteur psychologique, ce qui interpelle directement les politiques de déploiement de systèmes numériques souvent centrées sur l'aspect fonctionnel des outils au détriment de l'ergonomie des postes.

(Bernard, 2019), dans sa thèse de doctorat fondée sur une approche mixte combinant 55 entretiens semi-directifs, 5 300 observations et un questionnaire auprès de 270 entreprises, pose la question du rapport paradoxal entre bien-être et performance. Son principal apport

théorique est de montrer que bien-être et performance ne sont pas antagonistes mais constituent un paradoxe gérable, à condition d'adopter des pratiques de gestion des ressources humaines adaptées – notamment la réduction de l'intensité du travail, la participation des salariés aux décisions et les politiques de formation. Ce cadre conceptuel est d'une pertinence directe pour les environnements de production intégrant un MES, où la charge cognitive des opérateurs peut augmenter sensiblement avec la densification des données à traiter.

1.3.3 Qualité et performance: l'apport de l'ISO 9001

(El-Azzouzi et Akioud, 2022) s'inscrivent plus directement dans le champ de la qualité en évaluant l'impact du Système de Management de la Qualité (SMQ) sur la performance des entreprises industrielles marocaines. Leur enquête auprès de 22 entreprises certifiées révèle que 95 % des répondants confirment un impact positif sur le chiffre d'affaires, 75 % soulignent une réduction de l'absentéisme et 84,2 % notent une amélioration des relations de travail. Ces résultats montrent que les exigences de la norme ISO 9001 – en matière de compétences du personnel, de conscience qualité et d'amélioration continue – exercent un effet mesurable sur plusieurs indicateurs de performance humaine. Cependant, leur échantillon limité à 22 entreprises, toutes marocaines, invite à la prudence quant à la généralisabilité de ces résultats à d'autres contextes géographiques ou sectoriels.

En croisant les apports de ces études, il apparaît que la performance des employés est déterminée par un faisceau de facteurs interdépendants – formation, conditions de travail, qualité du management, outils mis à disposition – et que l'introduction d'un système d'information comme le MES peut agir, selon les conditions de déploiement, comme un amplificateur ou comme un facteur de perturbation de cette performance. C'est précisément cette ambivalence que la littérature sur le MES peine à intégrer dans ses analyses, préférant se concentrer sur les seuls gains processuels.

1.4 Lien entre systèmes d'information et performance RH Un pont théorique vers le MES

1.4.1 Le SIRH comme modèle analytique de la relation SI-performance humaine

Si la littérature sur le MES reste discrète quant à ses effets sur la performance individuelle des employés, celle relative aux Systèmes d'Information des Ressources Humaines (SIRH) offre un cadre théorique et empirique particulièrement riche pour penser cette relation. (Kaygusuz, Akgemci et Yilmaz, 2016) constituent l'une des références les plus solides de

cet axe: leur étude quantitative menée auprès de 160 managers et employés à Ankara et Istanbul démontre une relation positive modérée entre le taux d'utilisation du SIRH et l'efficacité organisationnelle ($r = 0,634$), et que la performance SIRH-orientée explique 50 % de la variance de l'efficacité organisationnelle ($R^2 = 0,499$). Ces chiffres sont significatifs et confortent l'idée que les systèmes d'information, lorsqu'ils sont utilisés de manière intégrée, exercent un effet structurant sur la performance des organisations.

(Chaali, Amel, El Aaroubi et Ouhsain, 2022) prolongent cette démonstration dans le contexte marocain. Leur modèle d'équations structurelles, testé sur 57 grandes entreprises, montre que le SIRH influence positivement la performance RH ($R^2 = 17,9\%$; $p \leq 0,001$), et que la performance RH explique à son tour 58,1 % des variations de la performance économique. Ce résultat est analytiquement fondamental: il établit que la performance RH joue un rôle médiateur entre le système d'information et la performance économique, ce qui suggère qu'une démarche similaire pourrait être théorisée pour le MES le système agissant sur la performance des opérateurs, qui elle-même conditionne la performance des processus de production.

1.4.2 Qualité du système, satisfaction des utilisateurs et performance

(Haya Alio et Adama Tahirou, 2025), en s'appuyant sur le modèle de (DeLone et McLean, 1992) révisé par (DeLone et McLean, 2003), examinent les déterminants de la satisfaction des utilisateurs du SIRH. Leurs résultats indiquent que la qualité du système et le niveau d'informatisation des processus RH exercent un impact positif et significatif sur la satisfaction des utilisateurs, tandis que la qualité des informations n'exerce qu'une influence partielle. Cette nuance est importante: elle rappelle que la performance d'un système d'information ne se réduit pas à la qualité technique de ses données, mais dépend également de l'ergonomie, de la facilité d'utilisation et de l'adéquation fonctionnelle du système aux besoins réels des utilisateurs une dimension que les concepteurs de MES tendent à négliger.

(Karim et Faik, 2025), dans leur étude empirique sur le secteur bancaire marocain, apportent des précisions supplémentaires en démontrant, via la méthode PLS-SEM, que le SIRH exerce un effet positif sur la satisfaction des employés ($\beta = 0,241$; $p = 0,002$), sur leur état d'esprit ($\beta = 0,198$; $p = 0,008$) et sur la réduction de l'absentéisme ($\beta = 0,286$; $p = 0,001$). Cependant, l'effet sur l'engagement organisationnel s'avère non significatif ($\beta = 0,050$; $p = 0,239$), ce qui suggère que le système d'information seul ne suffit pas à créer un engagement durable: il doit être complété par des pratiques RH relationnelles telles que la reconnaissance, la gestion des carrières et le développement des compétences.

1.4.3 Efficacité administrative et enjeux de formation

(Delos Santos-Suñga et Moreno, 2024), dans leur étude de cas sur le gouvernement local de Zamboanga City aux Philippines, documentent des gains d'efficacité administrative considérables attribuables au SIRH: réduction du temps d'intégration des nouveaux employés de 64,3 %, diminution du temps de traitement de la paie de 71,4 % et réduction des erreurs de 85,7 %. Ces résultats illustrent le potentiel des systèmes d'information à transformer radicalement l'efficacité des processus administratifs. Néanmoins, les auteurs identifient deux obstacles persistants: les problèmes d'ergonomie du système et l'insuffisance de la formation des utilisateurs des obstacles qui font écho, de manière frappante, à ceux identifiés dans les études sur le MES (Chaudhari, 2022) et (Costa et al., 2024).

Cette convergence entre les obstacles rencontrés dans le déploiement des SIRH et ceux observés dans l'implémentation du MES n'est pas fortuite. Elle révèle un schéma récurrent dans la littérature sur les systèmes d'information industriels et organisationnels: quelles que soient les performances techniques d'un système, sa valeur ajoutée pour l'organisation dépend in fine de la capacité des utilisateurs à se l'approprier, ce qui renvoie directement à des enjeux de formation, d'accompagnement au changement et de conception centrée sur l'utilisateur. C'est précisément ce nexus système d'information, facteur humain, performance que la présente étude cherche à explorer dans le contexte spécifique du MES et de l'ISO 9001.

2. Analyse et critique

La lecture transversale des travaux recensés fait apparaître un premier socle de convergence: la grande majorité des études s'accordent à reconnaître que les systèmes d'information qu'il s'agisse du MES ou des SIRH contribuent positivement à la performance des organisations. (Costa, Almeida et Reis, 2024), (Kurmanov, 2022), ainsi que (Neves, Akabane et Marins, 2015.) démontrent ainsi, chacun à leur manière, que l'implémentation d'un MES permet d'améliorer la prise de décision, d'automatiser la collecte d'informations et de renforcer la performance opérationnelle globale. Cette convergence se retrouve également dans les travaux sur les SIRH: (Chaali et al., 2022), (Kaygusuz, Akgemci et Yilmaz, 2016), ainsi que (Karim et Faik, 2025) montrent que l'utilisation de systèmes d'information dédiés aux ressources humaines exerce un effet positif significatif sur l'efficacité organisationnelle et la performance des employés, confirmant ainsi la pertinence du lien entre outils numériques et performance.

Cependant, cette apparente unanimité mérite d'être nuancée, car les études divergent considérablement quant aux dimensions de la performance qu'elles mesurent et aux mécanismes qu'elles privilégient. Alors que (Kurmanov, 2022) et (Zwolińska et al., 2020) focalisent leurs analyses sur des indicateurs strictement quantitatifs – taux de production, OEE, réduction de la variabilité –, des travaux comme ceux de (Mestanza et al., 2025) ou de (Kahmann, 2021) adoptent une perspective radicalement différente, en insistant sur les usages réels des outils numériques par les employés et sur la nécessité d'intégrer les facteurs humains dès la phase de conception. (Belmoufeq, 2024) et (Bernard, 2019), quant à eux, s'intéressent davantage au bien-être et aux conditions de travail comme déterminants de la performance individuelle, introduisant ainsi une dimension psychologique et organisationnelle que les études purement techniques tendent à ignorer. Cette divergence de perspective révèle un clivage structurel dans la littérature entre une approche techno-centrée, dominante dans les travaux sur le MES, et une approche anthropo-centrée, plus présente dans les études sur la performance des employés.

Sur le plan méthodologique, les limites sont tout aussi significatives. Les études de cas uniques, comme celles de (Costa et al., 2024) portant sur l'entreprise ADIRA, ou de (Neves et al., 2015) dans une entreprise de laminage d'aluminium, offrent une richesse descriptive indéniable, mais souffrent d'un problème évident de généralisation. De même, plusieurs travaux s'appuient sur des revues de littérature ou des approches théoriques sans validation empirique propre, à l'instar de (Chaudhari, 2022) ou de (Haya Alio et Adama Tahirou, 2025), ce qui fragilise la portée de leurs conclusions. Les études quantitatives, bien que plus robustes sur le plan statistique – comme celles de (Chaali et al., 2022) ou de (Karim et Faik, 2025) –, se concentrent souvent sur un seul secteur d'activité ou un seul pays, limitant ainsi la transférabilité des résultats. Par ailleurs, (Shaharom A'azmi, 2018) souligne lui-même que son modèle n'explique que 10,9 % de la variance de la productivité, ce qui traduit la complexité du phénomène et l'insuffisance des variables retenues.

Une limite transversale, peut-être la plus fondamentale, traverse l'ensemble de ce corpus: la quasi-totalité des études sur le MES s'arrêtent à ses effets sur la performance des processus de production, sans examiner spécifiquement comment ce système affecte les comportements, les compétences et la performance individuelle des opérateurs. (Mestanza et al., 2025) sont l'une des rares équipes à interroger l'écart entre les attentes des concepteurs de systèmes numériques et les pratiques réelles des utilisateurs, révélant que 21 des 53 besoins identifiés restaient non satisfaits après la mise en œuvre numérique. Néanmoins, leur

étude porte sur un système de management quotidien de la performance, et non sur un MES à proprement parler. De surcroît, l'ancrage géographique des travaux existants se concentre essentiellement sur des contextes européens, marocains, turcs ou philippins, laissant les pays d'Afrique du Nord et l'Algérie en particulier quasiment absents de la réflexion scientifique sur ces problématiques.

3. Positionnement et valeur ajoutée de la présente étude

L'analyse critique qui précède permet d'identifier un gap de recherche clair et structuré. Si la littérature documente abondamment les bénéfices techniques et économiques du MES sur la performance des processus industriels, elle n'aborde que très rarement la question de son impact sur la performance des employés en tant qu'individus acteurs de la production c'est-à-dire leur productivité perçue, leur capacité d'adaptation, leur motivation et la qualité de leur travail quotidien. Cette lacune est d'autant plus prononcée lorsqu'on y ajoute la dimension normative de l'ISO 9001: aucune des études recensées n'articule explicitement le déploiement d'un MES avec les exigences de cette norme en matière de compétences des ressources humaines, de conscience qualité et d'implication du personnel dans l'amélioration continue. Or, l'ISO 9001 fait précisément de la performance des personnes un pilier central du système de management de la qualité, ce qui rend d'autant plus étonnante l'absence de travaux croisant ces deux objets.

La présente étude se propose précisément de combler cette lacune en examinant l'impact du système MES sur la performance des employés dans le processus de production, dans le cadre normatif de l'ISO 9001. Sa contribution scientifique est double. D'une part, elle cherche à établir empiriquement un lien encore peu exploré entre un outil de pilotage de la production et les dimensions humaines de la performance au travail, en mobilisant un cadre conceptuel qui intègre à la fois la technologie, les pratiques de management et la norme qualité. D'autre part, elle s'inscrit dans une logique de contextualisation géographique en ancrant l'analyse dans le tissu industriel algérien, caractérisé par une dynamique de modernisation en cours, des contraintes institutionnelles spécifiques et un déficit marqué en matière de littérature académique locale sur ces sujets. En ce sens, elle répond à l'appel implicite lancé par (El Mennani et El Mzabi, 2023), qui soulignent la nécessité d'adapter les modèles de transformation digitale aux réalités des pays en développement, tout en allant plus loin en introduisant le facteur humain comme variable centrale d'analyse.

Sur le plan pratique, cette étude offre aux managers et responsables qualité des entreprises industrielles algériennes un éclairage opérationnel sur les conditions d'un déploiement réussi du MES, en tenant compte non seulement des gains processus, mais aussi de l'adhésion, des compétences et de la performance des équipes opérationnelles. Elle se distingue ainsi des travaux existants par son positionnement à l'intersection de trois champs rarement réunis dans une même démarche: la technologie MES, le facteur humain en production, et le cadre normatif ISO 9001 une articulation qui constitue, en soi, sa principale originalité scientifique.

SECTION II: CADRE CONCEPTUEL

Dans un contexte industriel marqué par l'intensification concurrentielle et la généralisation des référentiels normatifs, les entreprises sont contraintes de repenser simultanément leurs systèmes de management, leurs architectures informationnelles et leurs modes d'évaluation de la performance. C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent chapitre, dont l'objet est de construire le cadre conceptuel de notre recherche sur l'impact du système MES sur la performance industrielle selon la norme ISO 9001, conduite au sein de Bomare Company.

Ce cadre s'articule autour de trois axes complémentaires: le management de la qualité et la norme ISO 9001, la digitalisation industrielle et le système MES, et enfin la performance industrielle dans ses dimensions et ses indicateurs. Ces trois axes forment une progression logique qui conduira, en conclusion, à expliciter le rôle intégrateur du MES entre les exigences normatives et les objectifs de performance.

1. Management de la qualité

Avant d'examiner le rôle des technologies numériques et leur effet sur la performance, il convient d'ancrer la réflexion dans le champ du management de la qualité, qui en constitue la matrice normative et managériale. Cette première section présente successivement la notion de qualité, la définition du système de management de la qualité, la norme ISO 9001 comme référentiel international, les outils associés et le lien qu'elle entretient avec la performance industrielle. Nous montrerons que la qualité, loin d'être une préoccupation technique étroite, constitue une logique managériale globale dont les principes rejoignent, à bien des égards, les finalités poursuivies par les systèmes d'information industriels.

1.1 Notion de qualité

La notion de qualité, malgré son ancienneté dans le vocabulaire managérial, demeure polysémique et fait l'objet d'interprétations plurielles selon les époques et les écoles de pensée. La littérature récente tend néanmoins à converger autour d'une acception centrée sur la satisfaction des parties intéressées et sur la conformité aux exigences.

Selon (Oakland, Oakland et Turner, 2020), la qualité doit être comprise comme « *répondre aux exigences du client* », c'est-à-dire comme l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les exigences explicites et implicites des clients. Les auteurs insistent sur le caractère dynamique de cette définition: les exigences évoluent, ce qui impose à l'organisation une démarche d'amélioration continue.

Dans la continuité de cette perspective, (Hoyle, 2017) rappelle que la qualité renvoie, dans la terminologie normative internationale, au « *le degré auquel un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un objet satisfait des exigences* », reprenant ainsi la formulation retenue par l'ISO 9000:2015. Cette définition souligne que la qualité n'existe pas dans l'absolu mais toujours par rapport à un référentiel d'exigences.

Dans une lecture plus récente, (Bravi, Murmura et Santos, 2019) observent que la qualité est devenue « une ressource stratégique pour le succès de l'entreprise » et non plus une simple caractéristique du produit. Elle s'étend désormais aux processus, aux systèmes de management, à la relation avec les fournisseurs et aux interactions avec l'ensemble des parties prenantes. D'après (Fonseca et Domingues, 2018), cette évolution traduit le passage d'une qualité conçue comme contrôle final à une qualité envisagée comme culture organisationnelle partagée, fondée sur la prévention, l'engagement de la direction et la responsabilisation des opérateurs.

On retiendra ainsi que la notion contemporaine de qualité articule trois dimensions complémentaires: une dimension technique (conformité aux spécifications), une dimension relationnelle (satisfaction du client et des parties intéressées) et une dimension stratégique (levier de compétitivité et d'amélioration continue). Cette triple acception fournit le fondement sur lequel repose la construction d'un système de management de la qualité.

1.2 Système de management de la qualité (SMQ)

Le système de management de la qualité constitue la traduction organisationnelle des principes précédents. Il désigne l'ensemble des éléments politique, objectifs, processus,

ressources et responsabilités qu'une organisation met en place pour atteindre de manière systématique ses objectifs en matière de qualité.

Selon (Hoyle, 2017), un SMQ peut être défini comme « un ensemble d'éléments interdépendants ou en interaction que les organisations utilisent pour formuler des politiques et des objectifs qualité et pour établir les processus nécessaires pour s'assurer que les politiques sont respectées et les objectifs atteints ». Cette définition met en lumière la nature systémique du dispositif: il ne s'agit pas d'une juxtaposition d'outils, mais d'une architecture cohérente où chaque élément contribue à la finalité commune.

(Oakland, Oakland et Turner, 2020) précisent que le SMQ repose sur une logique processus (process-based approach), selon laquelle l'organisation est appréhendée comme un réseau d'activités interdépendantes transformant des entrées en sorties à valeur ajoutée pour le client. Dans une perspective empirique, (Sfreddo, Vieira, Vidor et Santos, 2021) rappellent que la mise en œuvre d'un SMQ vise à améliorer les processus organisationnels, à réduire la variabilité et à renforcer la satisfaction client. Les auteurs montrent, à travers une revue systématique de la littérature, que les effets d'un SMQ bien conçu dépassent la seule conformité et touchent la performance opérationnelle, financière et innovante de l'entreprise.

(Fonseca, Domingues, Baylina Machado et Harder, 2019) insistent quant à eux sur la nécessité d'un engagement fort de la direction et sur l'intégration du SMQ dans la stratégie globale, condition sine qua non de son efficacité. Le SMQ apparaît ainsi comme un dispositif à la fois normatif, organisationnel et culturel, dont la norme ISO 9001 constitue le référentiel international de référence.

1.3 La norme ISO 9001

La norme ISO 9001, publiée pour la première fois en 1987 et révisée à plusieurs reprises en 2000, 2008 et 2015, est devenue le référentiel mondial pour la certification des systèmes de management de la qualité. Selon (Sampaio, Saraiva et Guimarães Rodrigues, 2009), elle représente le référentiel international le plus diffusé pour la certification des SMQ, comptant plusieurs centaines de milliers d'entreprises certifiées à travers plus de 180 pays.

La version 2015 de la norme marque une inflexion majeure dans son architecture. D'après (Fonseca et Domingues, 2018), cette révision introduit une nouvelle structure de haut niveau (High-Level Structure), la pensée fondée sur le risque, un accent plus fort sur le leadership et la prise en compte du contexte organisationnel. (Bravi, Murmura et Santos, 2019) confirment cette analyse: la nouvelle structure à dix chapitres facilite l'intégration avec

d'autres systèmes de management environnement (ISO 14001), santé et sécurité au travail (ISO 45001) et recentre l'attention sur le leadership, l'approche processus et la maîtrise des risques.

(Hoyle, 2017) synthétise les sept principes du management de la qualité qui sous-tendent la norme: orientation client, leadership, implication du personnel, approche processus, amélioration, prise de décision fondée sur des preuves et management des relations avec les parties intéressées. Ce dernier principe, portant sur la décision fondée sur des preuves, est particulièrement pertinent pour notre problématique. Il postule que les décisions les plus efficaces reposent sur l'analyse et l'évaluation de données fiables dispositifs auxquels le MES apporte précisément une contribution décisive.

Dans une contribution particulièrement pertinente pour notre recherche, (Chiarini et Cherrafi, 2023) proposent un guide opérationnel d'intégration entre les exigences d'ISO 9001 et les technologies de l'Industrie 4.0. Les auteurs montrent comment les chapitres de la norme peuvent être soutenues par des capteurs intelligents, l'IoT, des modules ERP et des systèmes MES, ce qui articule explicitement la norme et la digitalisation industrielle.

1.4 Outils du management de la qualité

Le déploiement d'un SMQ conforme à l'ISO 9001 s'appuie sur un ensemble d'outils et de méthodologies qui permettent d'opérationnaliser les principes de la norme. Ces outils couvrent l'identification des problèmes, l'analyse des causes, le pilotage des processus et la conduite de projets d'amélioration.

(Pillet, 2013) distingue, parmi les démarches structurantes, la méthode Six Sigma, qu'il définit comme « une démarche de progrès permanent fondée sur la rigueur statistique et l'implication de l'ensemble des acteurs, visant à réduire la variabilité des processus ». Cette méthode, structurée par le cycle DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), illustre la logique de décision fondée sur les preuves promue par l'ISO 9001.

(Oakland, Oakland et Turner, 2020) dressent un panorama des outils de management de la qualité, incluant les sept outils classiques (feuilles de relevés, diagrammes de Pareto, diagrammes d'Ishikawa, histogrammes, cartes de contrôle, diagrammes de corrélation et stratification) et les sept outils de management (diagrammes d'affinité, de relations, en arbre, matriciel, de décision, en flèches et analyse de données matricielles). Ils insistent sur le fait que l'excellence opérationnelle est atteinte lorsque ces outils sont intégrés dans les routines de management quotidien.

(Sony, Antony et Douglas, 2020) observent par ailleurs que l'ensemble de ces outils connaît aujourd'hui une mutation profonde sous l'effet de la digitalisation, donnant naissance à ce qu'ils qualifient de Quality 4.0. Selon ces auteurs, la Quality 4.0 vise à gérer la qualité à l'ère de l'Industrie 4.0, en exploitant les outils numériques pour améliorer la capacité d'une organisation à livrer des produits de haute qualité. Les outils qualité traditionnels sont ainsi enrichis par l'analyse prédictive et la remontée automatisée de données évolution qui place le MES au cœur de la démarche.

1.5 Lien avec la performance industrielle

La question du lien entre management de la qualité et performance industrielle fait l'objet d'un abondant débat empirique. Les travaux récents tendent à confirmer un effet positif, tout en soulignant qu'il dépend fortement des modalités de mise en œuvre.

(Psomas, Pantouvakis et Kafetzopoulos, 2013) observent, à partir d'un échantillon d'entreprises certifiées, que l'efficacité de l'ISO 9001 exerce un impact positif et significatif sur la performance opérationnelle et financière. (Kafetzopoulos, Psomas et Gotzamani, 2015) généralisent ce résultat au secteur manufacturier en montrant que l'efficacité du SMQ influence positivement la performance opérationnelle, laquelle médiatise à son tour l'effet sur la performance produit et financière. (Psomas et Kafetzopoulos, 2014) apportent une nuance importante en comparant entreprises certifiées et non-certifiées: les premières surpassent significativement les secondes sur l'ensemble des dimensions de la performance, mais l'ampleur de cet écart dépend du degré d'internalisation des principes de la norme.

(Sfreddo et al., 2021) confirment, au terme d'une revue systématique de 65 études, que les effets bénéfiques du SMQ sur la performance sont documentés dans la majorité des travaux, mais varient selon le contexte sectoriel et la maturité du système. Les auteurs identifient notamment un rôle modérateur des systèmes d'information: plus l'organisation dispose d'outils numériques intégrés pour piloter ses processus, plus les effets du SMQ sur la performance sont tangibles. Cette convergence conduit à considérer le management de la qualité non comme une simple contrainte normative mais comme une véritable logique d'amélioration, dont l'efficacité reste néanmoins conditionnée par la capacité de l'entreprise à produire et exploiter des données opérationnelles fiables condition que le MES est précisément en mesure de remplir.

Le management de la qualité repose sur un ensemble de principes normalisés par l'ISO 9001 qui se déclinent en outils, processus et pratiques visant l'amélioration continue. La

littérature empirique confirme le lien entre l'efficacité du SMQ et la performance industrielle multidimensionnelle, tout en soulignant le rôle amplificateur des systèmes d'information. C'est précisément l'objet du deuxième axe que d'examiner comment la digitalisation industrielle, et plus particulièrement le MES, constitue cet amplificateur.

2. Digitalisation industrielle et système MES

Le deuxième axe de notre cadre conceptuel porte sur la digitalisation industrielle et plus spécifiquement sur le système MES. Nous commencerons par caractériser le paradigme de l'Industrie 4.0, qui constitue l'arrière-plan conceptuel de la transformation numérique contemporaine. Nous examinerons ensuite la structure des systèmes d'information industriels, avant de centrer notre analyse sur le MES, ses fonctions et ses apports. Cet axe permettra d'établir les bases techniques et managériales nécessaires à la compréhension du rôle que joue le MES dans le pilotage de la qualité et de la performance.

2.1 Digitalisation industrielle et Industrie 4.0

La notion de digitalisation industrielle, souvent assimilée au concept plus large d'Industrie 4.0, désigne l'intégration massive des technologies numériques dans les systèmes de production. Elle marque, selon la littérature, la quatrième révolution industrielle, succédant à la mécanisation, à l'électrification et à l'automatisation.

Dans le rapport fondateur commandé par le gouvernement allemand, (Kagermann, Wahlster et Helbig, 2013) définissent l'Industrie 4.0 comme « *l'intégration technique des systèmes cyber-physiques (CPS) dans la fabrication et la logistique, et l'utilisation de l'Internet des objets et des services dans les processus industriels* ». (Lasi, Fettke, Kemper, Feld et Hoffmann, 2014) précisent la portée de cette transformation: l'Industrie 4.0 décrit la digitalisation croissante de l'ensemble de la chaîne de valeur, permettant la mise en réseau des hommes, des objets et des systèmes, et créant des chaînes de valeur dynamiques, optimisées en temps réel et auto-organisées.

(Hermann, Pentek et Otto, 2016) identifient six principes de conception structurants: l'interopérabilité, la virtualisation, la décentralisation, la capacité de fonctionnement en temps réel, l'orientation service et la modularité. (Xu, Xu et Li, 2018) soulignent que l'Industrie 4.0 n'est pas qu'une collection de technologies IoT, cloud computing, big data, intelligence artificielle, jumeaux numériques mais bien un paradigme organisationnel fondé sur l'intégration verticale, horizontale et end-to-end des systèmes.

(Zhong, Xu, Klotz et Newman, 2017) mettent l'accent sur la dimension intelligente de cette évolution et parlent de fabrication intelligente (intelligent manufacturing), définie comme un nouveau paradigme de production intégrant technologies avancées et TIC pour améliorer la productivité, la flexibilité et la durabilité. (Lee, Bagheri et Kao, 2015) proposent quant à eux une architecture de référence en cinq niveaux dite « 5C »: Connection, Conversion, Cyber, Cognition, Configuration décrivant comment les systèmes cyber-physiques transforment les données brutes en décisions autonomes.

En contexte algérien, (Benghouala et Benamirouche, 2024) montrent, à partir d'une analyse ISM-MICMAC menée sur des entreprises manufacturières algériennes, que la sensibilisation au concept d'Industrie 4.0, la R&D, le soutien et la vision de la direction générale, ainsi que l'acceptation sociétale des technologies sont les déterminants les plus importants de l'implémentation de l'Industrie 4.0 dans les entreprises manufacturières en Algérie. Ce résultat est particulièrement pertinent pour notre terrain de stage, dans la mesure où il souligne le rôle décisif de la sensibilisation managériale, en amont même du déploiement des technologies.

2.2 Systèmes d'information industriels

La digitalisation des entreprises industrielles repose sur une architecture informationnelle structurée en plusieurs niveaux, formalisée notamment par la norme ANSI/ISA-95, transposée internationalement sous la référence IEC 62264-3:2016. Cette norme distingue classiquement cinq niveaux, du niveau 0 (procédé physique) au niveau 4 (planification et logistique de l'entreprise). Entre le niveau 1-2 (contrôle-commande, SCADA) et le niveau 4 (ERP) s'intercale le niveau 3, correspondant au pilotage des opérations de fabrication: c'est précisément ce niveau que le MES est conçu pour gérer.

(Saenz de Ugarte, Artiba et Pellerin, 2009) rappellent que la fragmentation historique des systèmes d'information industriels ERP orientés gestion d'un côté et automates orientés contrôle de l'autre a longtemps constitué un obstacle à la cohérence informationnelle. L'émergence du MES répond précisément au besoin d'une couche intermédiaire capable de traduire les décisions de gestion en instructions opérationnelles, et inversement de remonter en temps réel les données d'exécution vers les niveaux de pilotage stratégique.

(Meyer, Fuchs et Thiel, 2009) insistent sur la nécessité d'une vision intégrée: le déploiement efficace d'un MES exige une approche systémique dans laquelle planification, exécution et contrôle ne sont pas séparés mais continuellement alignés. La littérature la plus

récente met en évidence une transformation majeure de cette architecture sous l'effet du cloud computing et des architectures orientées services. (Helo, Suorsa, Hao et Anussornnitisarn, 2014) ont été parmi les premiers à théoriser un MES en cloud, présenté comme une solution scalable et orientée services permettant un accès en temps réel aux données de fabrication à travers des usines géographiquement distribuées.

2.3 Le système MES

Le Manufacturing Execution System occupe, dans l'architecture que nous venons de décrire, une position charnière. Il assure la liaison entre la planification stratégique portée par l'ERP et l'exécution technique assurée par les automates. La définition la plus largement reprise dans la littérature est celle formulée par la Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA International), selon laquelle le MES est un système d'information dynamique qui pilote l'exécution efficace des opérations de fabrication, en utilisant des données actuelles et précises pour guider, déclencher et rendre compte des activités de l'usine au fur et à mesure que les événements se produisent (MESA International, cité par Saenz de Ugarte et al., 2009).

(Meyer, Fuchs et Thiel, 2009) décrivent le MES comme la colonne vertébrale informationnelle de l'atelier, reliant la planification de l'entreprise et les systèmes d'automatisation opérationnels, et fournissant une représentation en temps réel de la réalité de la production. (Kletti, 2015) insiste quant à lui sur le fait que le MES n'est pas simplement un logiciel ; c'est une approche globale du management de la production intégrant processus, hommes et technologies. Avec l'avènement de l'Industrie 4.0, le MES connaît une mutation profonde. (Almada-Lobo, 2016) prédit que le MES traditionnel évoluera vers un système plus décentralisé et orienté services, étroitement intégré aux systèmes cyber-physiques et aux infrastructures cloud.

(Mantravadi et Møller, 2019) confirment cette évolution et considèrent le MES comme « *le cerveau de l'Industrie 4.0* », orchestrant les flux de données entre machines intelligentes, opérateurs et systèmes d'entreprise. (Jaskó, Skrop, Holczinger, Chován et Abonyi, 2020) précisent les exigences auxquelles doit répondre un MES conforme aux principes de l'Industrie 4.0: interopérabilité, modularité, capacité temps réel, intégration des données hétérogènes et ouverture aux architectures cognitives.

2.4 Fonctions du MES

Les fonctions couvertes par un MES ont été formalisées par la MESA International dans son modèle « MESA-11 », reformulé ensuite à travers les référentiels harmonisés avec la norme ISA-95. Parmi ces fonctions, (Saenz de Ugarte, Artiba et Pellerin, 2009) retiennent comme noyau dur: l'ordonnancement détaillé, la gestion des ressources, la gestion des documents, la collecte et l'acquisition de données, la gestion de la qualité, la gestion de la maintenance, la traçabilité et les généalogies, l'analyse de la performance, la gestion du personnel, la gestion des processus et l'expédition des ordres de production.

(Meyer, Fuchs et Thiel, 2009) insistent sur le fait que ces fonctions ne sont pas juxtaposées mais forment un système cohérent: la collecte de données nourrit l'analyse de la performance, qui informe l'ordonnancement, qui conditionne la gestion de la qualité et de la maintenance. (Kletti, 2015) note par ailleurs que, dans les déploiements concrets, les entreprises rarement activent l'ensemble des fonctions dès le départ ; il s'agit d'un processus progressif, guidé par les priorités stratégiques et la maturité organisationnelle.

La fonction de gestion de la qualité mérite une attention particulière eu égard à notre problématique. Elle couvre la saisie des résultats de contrôle, le pilotage statistique des procédés (SPC), la gestion des non-conformités, la traçabilité des lots et la documentation des actions correctives. (Bianchini, Savini, Andreoni, Morolli et Solfrini, 2024) observent que ces fonctions recourent directement les exigences de l'ISO 9001 et permettent de passer des big data aux smart data, ouvrant des perspectives inédites en matière d'efficacité opérationnelle, de gestion des coûts et d'engagement des opérateurs. (Iarovyi, Mohammed, Lobov, Ferrer et Lastra, 2016) théorisent cette transformation à travers le concept de Cyber-Physical Production System, dans lequel le MES devient le lieu où se concentre l'intelligence distribuée de l'atelier.

2.5 Apports du MES dans l'industrie

Les apports du MES dans les environnements industriels sont abondamment documentés par la littérature et peuvent être structurés autour de plusieurs bénéfiques majeurs: visibilité temps réel, amélioration de la traçabilité, réduction des gaspillages, fiabilisation de la qualité, optimisation des ressources et aide à la décision.

(Saenz de Ugarte et al., 2009) résument ces apports en observant que l'implémentation d'un MES se traduit généralement par une réduction des délais, une amélioration de la qualité

des produits, une diminution des stocks et une meilleure visibilité de la production. (Almada-Lobo, 2016) ajoute que, dans un contexte 4.0, le MES permet d'accroître la flexibilité et la capacité de personnalisation, deux leviers essentiels de la compétitivité contemporaine. (Mantravadi et Møller, 2019) insistent sur le rôle du MES comme catalyseur de l'intégration verticale, en ce qu'il rend possible une circulation continue de l'information entre l'atelier et les fonctions supports.

Dans une perspective empirique récente, (Bianchini et al., 2024) montrent, à travers une étude de cas menée dans une PME manufacturière italienne, que l'implémentation d'un MES permet de construire un système d'évaluation de la performance fondé sur des indicateurs pertinents, couvrant l'efficacité opérationnelle, la gestion de la charge, l'utilisation des ressources, le coût et l'engagement des opérateurs. (Shojaeinasab, Charter, Jalayer et al., 2022) vont plus loin en proposant le concept de MES intelligent (iMES), enrichi par des capacités d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique, ouvrant des perspectives inédites pour l'amélioration continue au niveau de l'atelier.

Le MES s'affirme comme l'instrument pivot de la digitalisation industrielle, positionné au croisement des niveaux de planification et d'exécution, et porteur de fonctions qui recoupent directement les exigences de l'ISO 9001. Ses apports dépassent la seule efficacité technique pour toucher toutes les dimensions de la performance industrielle que nous examinons dans la section suivante.

3. Performance industrielle

La performance industrielle constitue la finalité ultime à laquelle concourent à la fois le management de la qualité et la digitalisation. Dans ce troisième axe, nous reviendrons sur sa définition contemporaine, sur ses dimensions multiples, sur les principaux indicateurs mobilisés pour la mesurer, sur les facteurs qui l'influencent et, enfin, sur le rôle spécifique que joue le MES dans son amélioration. Nous montrerons que la performance industrielle est aujourd'hui pensée comme un construit multidimensionnel, articulant des logiques économiques, opérationnelles, sociales et éthiques.

3.1 Définition de la performance industrielle

La notion de performance industrielle, longtemps confondue avec celle de productivité ou de rentabilité, a connu un élargissement considérable au cours des deux dernières décennies. (Lorino, 2003) en propose une définition fondatrice dans l'école francophone du

pilotage, en la caractérisant comme « tout ce qui contribue à atteindre les objectifs stratégiques de l'organisation ». Cette définition, volontairement large, rompt avec les approches purement comptables et inscrit la performance dans une logique de cohérence entre moyens, actions et finalités.

(Muchiri et Pintelon, 2008), dans une perspective plus opérationnelle, observent que la performance industrielle désigne la capacité d'un système de production à livrer des produits de la qualité requise, dans la quantité requise, au moment requis et au coût requis. Cette formulation, proche des quatre dimensions classiques (qualité, quantité, délai, coût), demeure partielle au regard des évolutions récentes. (Berrah, Clivillé, Trentesaux et Chapel, 2021) proposent ainsi un tétraèdre de la performance industrielle qui enrichit le triangle classique efficacité-efficacité-effectivité d'une quatrième dimension éthique, et illustrent leur proposition par une étude de cas portant précisément sur les conséquences de la mise en place d'un MES chez un équipementier aéronautique.

3.2 Dimensions de la performance industrielle

La performance industrielle est aujourd'hui largement reconnue comme multidimensionnelle. (Kafetzopoulos, Psomas et Gotzamani, 2015) distinguent quatre grandes dimensions: la performance produit, la performance opérationnelle, la performance financière et la performance marché. (Psomas et Kafetzopoulos, 2014) y ajoutent une dimension relative à la satisfaction des parties intéressées, incluant clients, employés et fournisseurs. Cette extension traduit l'influence croissante des approches parties prenantes dans le pilotage des organisations.

D'un point de vue plus structurel, la performance opérationnelle se décline classiquement selon le triptyque qualité-coût-délai (QCD), auquel s'ajoutent aujourd'hui la flexibilité, la capacité d'innovation et la durabilité. (Bianchini et al., 2024) montrent, à partir de leur étude de cas, que l'implémentation d'un MES permet de mesurer simultanément plusieurs de ces dimensions en démontrant leur interdépendance. La dimension environnementale s'affirme par ailleurs comme une composante essentielle: (Chiarini et Cherrafi, 2023) soulignent que l'intégration entre ISO 9001 et Industrie 4.0 ouvre la voie à une performance plus soutenable, notamment par la réduction des rebuts et l'optimisation énergétique.

3.3 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance ou Key Performance Indicators (KPI) constituent la traduction opérationnelle des dimensions précédentes. Ils permettent à la fois de mesurer les résultats, de piloter les processus et d'alimenter les démarches d'amélioration continue. (Muchiri et Pintelon, 2008) rappellent que l'indicateur le plus emblématique de la performance opérationnelle est le TRS (Taux de Rendement Synthétique, ou Overall Equipment Effectiveness, OEE), défini comme le produit de trois composantes: la disponibilité, la performance (cadence) et la qualité. Cet indicateur composite offre une vue complète et équilibrée de l'efficacité des équipements et constitue un levier central pour identifier les sources de pertes.

Outre le TRS, la littérature identifie un large éventail d'indicateurs: délais de production, taux de rebuts, taux de retouches, respect des délais de livraison, coût unitaire, taux de non-conformité, satisfaction client et consommation énergétique par unité produite. (Bianchini et al., 2024) développent une typologie similaire dans leur étude de cas PME et insistent sur l'importance de construire des tableaux de bord équilibrés, évitant les biais unidimensionnels.

Du point de vue méthodologique, il convient de distinguer les indicateurs retardés (lagging indicators), qui mesurent les résultats obtenus a posteriori, des indicateurs avancés (leading indicators), qui anticipent la performance future en s'appuyant sur des signaux précoces. Les MES de nouvelle génération, tels que décrits par (Shojaeinasab et al., 2022), permettent une exploitation simultanée des deux types d'indicateurs grâce à l'intégration de capacités prédictives, transformant l'indicateur de simple outil de constat en instrument de pilotage prospectif.

3.4 Facteurs influençant la performance industrielle

La performance industrielle est le produit d'une multitude de facteurs, internes et externes, qui interagissent de manière complexe. (Sfreddo et al., 2021), dans leur revue systématique, identifient plusieurs catégories de déterminants: les facteurs stratégiques (engagement de la direction, alignement stratégique), les facteurs organisationnels (structure, culture, compétences), les facteurs processus (maturité, standardisation, contrôle), les facteurs technologiques (niveau d'automatisation, intégration des systèmes d'information) et les facteurs environnementaux (contexte concurrentiel, pression réglementaire).

Parmi les facteurs stratégiques, l'engagement du top management apparaît systématiquement comme déterminant. (Fonseca et al., 2019) montrent que l'efficacité de l'ISO 9001 est directement corrélée au niveau d'implication de la direction. (Sony, Antony, Douglas et McDermott, 2021) étendent ce résultat à la Quality 4.0 en identifiant la vision et le soutien de la direction comme principal facteur de réussite. (Chiarini et Kumar, 2022) confirment cette centralité dans leur étude mixte menée en Italie.

Les facteurs technologiques jouent eux aussi un rôle croissant. (Xu, Xu et Li, 2018) soulignent que la maturité numérique conditionne de manière déterminante la capacité d'une entreprise à exploiter les données de production pour améliorer sa performance. Dans le contexte algérien, (Benghouala et Benamirouche, 2024) identifient spécifiquement la sensibilisation, la R&D et l'acceptation sociétale de la technologie comme déterminants clés, traduisant des contraintes propres aux économies émergentes. Ce facteur contextuel revêt une importance particulière pour notre étude menée chez Bomare Company. (Sfreddo et al., 2021) insistent enfin sur le fait que les bénéfices d'un SMQ se matérialisent uniquement lorsque l'organisation développe une culture favorable et investit dans la formation continue observation qui s'applique directement au déploiement d'un MES.

3.5 Rôle du système MES dans l'amélioration de la performance

Nous en arrivons au point d'articulation central de notre cadre conceptuel: le rôle du MES dans l'amélioration de la performance industrielle. La littérature consultée converge pour reconnaître à ce système un rôle de catalyseur, à la fois sur les différentes dimensions de la performance et sur les facteurs qui la conditionnent.

Sur la dimension opérationnelle, (Saenz de Ugarte et al., 2009) documentent des effets tangibles: réduction des délais, diminution des encours, amélioration des taux de service. (Mantravadi et Møller, 2019) soulignent que, dans les configurations 4.0, le MES permet une coordination en temps réel entre machines, opérateurs et systèmes de gestion, réduisant ainsi les temps d'arrêt et les ruptures de flux. (Shojaeinasab et al., 2022) vont plus loin en montrant que l'intégration de capacités d'intelligence artificielle au sein du MES ouvre la voie à une performance prédictive, anticipant les défaillances plutôt que de les subir.

Sur la dimension qualité, le MES joue un rôle structurant. Il automatise la collecte des données de contrôle, facilite le pilotage statistique des procédés, assure la traçabilité des lots et documente les non-conformités. (Chiarini et Cherrafi, 2023) montrent précisément comment ces fonctionnalités soutiennent l'ensemble du cycle PDCA au cœur de l'ISO 9001,

à travers la collecte de données en temps réel, la traçabilité et la documentation automatisée. Cette articulation explicite entre MES et ISO 9001 constitue l'une des contributions majeures de la littérature récente et nourrit directement notre problématique.

Sur la dimension décisionnelle, le MES alimente une prise de décision fondée sur les preuves, conforme au septième principe du management de la qualité. (Bianchini et al., 2024) montrent que le passage du big data au smart data, rendu possible par le MES, permet aux responsables de production de disposer d'indicateurs pertinents, fiables et actualisés, mobilisables dans les démarches d'amélioration continue. Sur la dimension sociale et éthique, (Berrah et al., 2021) démontrent que le MES peut contribuer à accroître l'autonomie des opérateurs en leur fournissant les informations nécessaires à la prise de décision locale, tout en renforçant la traçabilité des produits.

Nous pouvons synthétiser le rôle du MES dans l'amélioration de la performance selon trois mécanismes complémentaires. Un mécanisme d'objectivation, par lequel le MES transforme des observations dispersées en données structurées, traçables et exploitables, fondement du pilotage par les preuves. Un mécanisme d'intégration, par lequel il articule les niveaux opérationnel, tactique et stratégique de l'organisation, alignant les décisions quotidiennes sur les objectifs globaux. Enfin, un mécanisme d'amélioration continue, par lequel il nourrit, par ses remontées d'informations, les cycles PDCA et les démarches d'excellence opérationnelle portées par l'ISO 9001. Ces trois mécanismes fournissent la clé de lecture à partir de laquelle nous analyserons le cas concret de Bomare Company.

Conclusion

Ce chapitre a permis d'établir les fondements théoriques de notre recherche en articulant trois champs conceptuels complémentaires. Le management de la qualité, structuré par l'ISO 9001, fournit un cadre normatif fondé sur l'amélioration continue et la décision guidée par les preuves. La digitalisation industrielle, incarnée par le MES, constitue le levier technologique qui opérationnalise ces principes au niveau de l'atelier. La performance industrielle, enfin, en tant que construit multidimensionnel, représente la finalité à laquelle ces deux dimensions concourent conjointement.

**CHAPITRE II: CADRE
MÉTHODOLOGIQUE ET
ORGANISATIONNEL**

Introduction

La rigueur d'une démarche scientifique ne s'apprécie pas uniquement à la lumière de ses résultats, mais également à celle de la cohérence interne entre ses fondements épistémologiques, ses choix méthodologiques et ses techniques de collecte et d'analyse des données. Ce chapitre a précisément pour objet de rendre intelligible et de justifier l'ensemble des choix opérés dans la conduite de la présente étude, consacrée à l'impact du système MES sur la performance industrielle de Bomare Company selon les exigences de la norme ISO 9001:2015.

Il s'articule autour de deux sections complémentaires. La première expose le cadre méthodologique de la recherche, depuis le positionnement épistémologique jusqu'aux techniques de collecte et d'analyse des données, en passant par les critères de validité retenus. La seconde présente l'organisme d'accueil, Bomare Company, Stream System, Birtouta, en décrivant ses activités, ses structures, ses certifications et son système de management de la qualité, afin de contextualiser précisément l'environnement dans lequel s'est déployée l'étude.

SECTION I: LA METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

La présente étude s'inscrit à l'intersection de trois champs disciplinaires rarement réunis dans une même démarche: le management de la qualité, la digitalisation industrielle et la performance des organisations. Elle porte sur l'impact du Manufacturing Execution System (MES) déployé au sein de Bomare Company, entreprise algérienne du secteur électronique certifiée ISO 9001:2015, sur la performance industrielle, appréhendée dans ses dimensions opérationnelles, processuelles et humaines, et évaluée à l'aune des exigences normatives de cette certification.

Si la littérature existante documente abondamment les apports techniques et économiques du MES pour les entreprises industrielles (Costa, Almeida et Reis, 2024) et (Kurmanov, 2022), elle demeure relativement silencieuse quant à la manière dont ce système s'articule avec un référentiel de management de la qualité tel que l'ISO 9001:2015 dans le contexte industriel algérien. Cette lacune fonde la pertinence de la présente recherche et délimite précisément son apport au champ scientifique.

1. Positionnement épistémologique et paradigme de recherche

Toute démarche de recherche scientifique implique, en amont du choix des méthodes, une clarification du positionnement épistémologique du chercheur, c'est-à-dire de la conception qu'il se fait de la nature et des modalités de production de la connaissance. Ce positionnement conditionne en effet l'ensemble des choix méthodologiques ultérieurs: la stratégie de recherche, les modes de collecte, les techniques d'analyse et les critères de validité retenus.

Dans le cadre de la présente étude, nous adoptons une posture épistémologique interprétativiste. (Lim, 2025), la recherche qualitative repose sur une ontologie constructiviste et une épistémologie interprétativiste: le chercheur ne cherche pas à découvrir des lois universelles ou des relations causales objectivables, mais à comprendre les significations que les acteurs organisationnels attribuent à leurs pratiques, à leurs outils et à leur environnement de travail. Cette posture est particulièrement adaptée à notre étude, dans la mesure où nous cherchons à saisir la manière dont les opérateurs, les responsables qualité et les managers de Bomare Company perçoivent, utilisent et interprètent l'impact du MES sur leurs activités quotidiennes et sur la performance de leur organisation.

Le paradigme interprétativiste postule que la réalité sociale est construite par les acteurs qui y participent, et que la connaissance produite est nécessairement le fruit d'une interaction entre le chercheur et son terrain (Lim, 2025). Ce positionnement ne signifie pas un renoncement à la rigueur scientifique, mais implique une rigueur de nature différente, fondée sur la cohérence interne de la démarche, la transparence dans les choix opérés et la triangulation des données collectées, plutôt que sur la reproductibilité statistique ou la représentativité de l'échantillon. C'est précisément dans cet esprit que les trois méthodes de collecte retenues, entretien semi-directif, analyse documentaire et observation directe, ont été combinées et articulées.

2. Approche méthodologique

Le choix d'une approche méthodologique adaptée est déterminant pour garantir la cohérence et la validité scientifique de toute démarche empirique. Trois grandes approches sont ici examinées afin de justifier, par comparaison et par élimination raisonnée, celle qui a été retenue dans le cadre de la présente étude

2.1 L'approche quantitative

L'approche quantitative repose sur une épistémologie positiviste: elle vise à mesurer des phénomènes observables, à établir des relations causales entre variables et à produire des résultats généralisables à une population par le biais de procédures statistiques rigoureuses (Lim, 2025). Le chercheur adopte une posture de neutralité vis-à-vis de son objet d'étude, et la fiabilité de la démarche est évaluée à travers des critères tels que la validité interne, la validité externe et la fidélité des instruments de mesure. Cette approche est particulièrement adaptée aux études portant sur de larges échantillons et à l'évaluation chiffrée de la performance industrielle lorsque des données numériques fiables et comparables sont disponibles (Costa, Almeida et Reis, 2024).

2.2 L'approche mixte

L'approche mixte occupe une position intermédiaire entre l'approche quantitative et l'approche qualitative. Elle repose sur un paradigme pragmatique qui valorise la complémentarité des méthodes plutôt que leur opposition épistémologique, en combinant des instruments de collecte de données numériques et des techniques d'exploration en profondeur au sein d'une même recherche (Lim, 2025). Cette combinaison permet de trianguler les résultats et d'enrichir la compréhension des phénomènes étudiés depuis des angles d'analyse complémentaires: l'approche quantitative y fournit des mesures objectivables et généralisables, tandis que la dimension qualitative en éclaire les significations, les processus et les dynamiques contextuelles que les seuls indicateurs chiffrés ne peuvent restituer (Lim, 2025).

2.3 L'approche qualitative

L'approche qualitative est fondamentalement orientée vers la description en profondeur, la compréhension et l'interprétation des phénomènes dans leur contexte naturel, et non vers leur mesure ou leur généralisation statistique à une population (Lim, 2025). Elle mobilise des méthodes telles que l'entretien, l'observation et l'analyse documentaire afin d'accéder aux significations que les acteurs attribuent à leurs pratiques.

C'est cette approche qui a été retenue dans le cadre de la présente étude, pour deux raisons principales. D'une part, l'absence de données comparatives avant le déploiement du MES au sein de Bomare Company rend impossible toute évaluation statistique rigoureuse de son impact. D'autre part, les dimensions centrales de la problématique, telles que les perceptions

des acteurs, les dynamiques de résistance et la conformité normative effective, ne peuvent être pleinement saisies par des indicateurs numériques seuls. (Bouchetara, Amrani et Bedaida, 2022) confirment d'ailleurs que l'approche qualitative est indispensable pour rendre compte des écarts entre les pratiques déclarées et les pratiques effectives dans l'étude des systèmes de management de la qualité en contexte industriel algérien.

3. Méthodes de collecte de données

La collecte des données a reposé sur trois méthodes complémentaires: l'analyse documentaire, l'entretien semi-directif et l'observation directe. Cette combinaison répond au principe de triangulation méthodologique préconisée par (Mtisi, 2022) pour les études de cas qualitatives. La triangulation vise à renforcer la crédibilité et la solidité des données collectées en les croisant depuis des sources et des angles d'observation distincts, réduisant ainsi les biais propres à toute source unique et permettant de confronter les discours aux pratiques effectives et aux traces documentées.

3.1 Documentation

L'analyse documentaire a constitué le premier niveau de collecte, antérieur aux entretiens et aux séances d'observation. Elle a porté sur l'ensemble des documents internes disponibles et accessibles en lien avec le MES et le système de management de la qualité de Bomare Company. Parmi les principales catégories de documents consultés figurent: les procédures de production, les fiches d'instructions opératoires, les rapports de non-conformités, les tableaux de bord de production, les comptes rendus de revue de direction, les rapports d'audit interne, ainsi que les enregistrements relatifs aux exigences de l'ISO 9001:2015. À ces sources internes se sont ajoutés des référentiels externes, notamment le texte de la norme ISO 9001:2015 et les spécifications techniques du système MES déployé au sein de l'entreprise.

L'analyse documentaire a poursuivi un double objectif. D'une part, elle a permis de constituer un état des lieux initial des pratiques et des dispositifs en place avant la conduite des entretiens, orientant ainsi la formulation des questions posées aux acteurs. D'autre part, elle a servi à recouper et à valider les informations recueillies oralement, en confrontant les déclarations des interviewees aux traces objectives que constituent les documents officiels de l'entreprise. Comme le soulignent (Bouchetara et al. 2022), dans le cadre de l'étude d'un SMQ conforme à l'ISO 9001, l'analyse documentaire fournit une base factuelle irremplaçable

pour évaluer le degré d'alignement entre les pratiques déclarées et les pratiques effectivement documentées. Le tableau ci-dessous récapitule les principaux documents consultés.

Tableau 1: Liste des documents consultés

Nature du document	Intitule / Description
Documentation SMQ	politique qualité
Documentation SMQ	Fiche processus production
Procédure SMQ	Procédure maitrise des non-conformités et les actions correctives
Documentation SMQ	Cartographie des processus
Document organisationelle	Organigramme générale
Documentation MES	Guide d'utilisation

Source: élaboré par nous-même

3.2 L'entretien

L'entretien constitue le deuxième instrument de collecte des données mobilise dans cette étude. Il s'agit d'une méthode de collecte qualitative fondée sur l'interaction verbale directe entre le chercheur et un ou plusieurs répondants, dans le but de recueillir des informations, des perceptions ou des expériences relatives au phénomène étudié. Contrairement au questionnaire, qui impose une réponse à des items preformules, l'entretien permet d'accéder à la profondeur et a la complexité des représentations des acteurs, en leur laissant la possibilité d'exprimer leur vécu et leurs interprétations dans leur propre langage (Lim, 2025).

La littérature distingue classiquement trois formes principales d'entretien, dont les caractéristiques et les usages diffèrent sensiblement selon les objectifs de la recherche et la nature des informations recherchées.

3.2.1 L'entretien non directif

L'entretien non directif se caractérise par l'absence de questions préétablies. Le chercheur propose un thème général et laisse le répondant développer librement sa pensée, sans l'orienter ni le structurer. L'interviewer intervient le moins possible, se limitant à des relances neutres destinées à encourager l'interlocuteur à approfondir ses propos (Lim, 2025). Cette forme d'entretien est particulièrement adaptée aux phases exploratoires d'une recherche,

lorsque le chercheur souhaite découvrir des dimensions encore inconnues du phénomène étudié ou laisser émerger des catégories conceptuelles non anticipées. Elle présente toutefois l'inconvénient de produire des données difficiles à comparer entre répondants et nécessitant une analyse de contenu approfondie.

3.2.2 L'entretien directif

L'entretien directif repose sur un guide de questions entièrement préétabli, dont l'ordre et la formulation sont rigoureusement respectés lors de chaque passation (Kontzler, 2023). Ce format assure une couverture systématique et homogène des thèmes de recherche à travers l'ensemble des interviewés, ce qui facilite par la suite la comparaison et l'analyse des réponses. Il se rapproche en cela d'un questionnaire administré oralement. Bien qu'il garantisse une grande standardisation des données collectées, l'entretien directif ne laisse que peu de place à l'expression spontanée du répondant et peut passer à côté de dimensions non anticipées par le chercheur (Lim, 2025).

3.2.3 L'entretien semi-directif

L'entretien semi-directif constitue une forme intermédiaire entre les deux types précédents. Il s'appuie sur un guide d'entretien structuré autour de thèmes et de questions préétablies, tout en laissant au répondant une latitude suffisante pour développer ses réponses, apporter des précisions spontanées et introduire des dimensions non anticipées par le chercheur (Lim, 2025). L'interviewer peut relancer, reformuler ou approfondir certains points en fonction des informations recueillies, sans s'écarter des axes thématiques prédéfinis.

C'est cette forme d'entretien qui a été retenue dans le cadre de la présente étude, pour trois raisons principales. Premièrement, la nature de la problématique appelle à la fois une couverture systématique des thèmes de recherche et une ouverture aux significations propres des répondants. Deuxièmement, les acteurs cibles détiennent des savoirs pratiques et contextuels qui ne peuvent être pleinement restitués par un format strictement fermé. Troisièmement, l'entretien semi-directif permet de détecter les biais de désirabilité sociale, caractéristiques des discours institutionnels, en observant les hésitations et les contradictions entre les réponses, ce qui renforce la crédibilité des données collectées par triangulation avec l'observation directe.

Les entretiens ont été conduits auprès d'un échantillon raisonné de répondants, choisis en fonction de leur rôle dans le fonctionnement du MES et du système de management de la qualité de Bomare Company. Ils se sont déroulés en face à face au sein des locaux de

l'entreprise, avec prise de notes systématique, sur une durée moyenne de 20 à 40 minutes. Le guide d'entretien, présente en (annexe A), a été structure autour des trois objectifs spécifiques de l'étude. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des personnes interviewées.

Tableau 2: Profil des personnes interviewees

Interviewee	Poste / Fonction	Direction / Service	Duree entretien
S.B	Responsable QHSE	MQHSE	24 min
H.I	Responsable IT et Développement MES	NTIC	32 min
A.I	Responsable Performance Industriel	Dept performance industriel	26 min
O.Z	Chargé AQ	MQHSE	30 min

Source: élaboré par nous-même

3.3 L'observation directe

L'observation directe a constitué le troisième mode de collecte des données mobilise dans cette étude. Conduite sur les lignes de production de Bomare Company, Stream System, Birtouta, cette méthode a permis d'appréhender directement les pratiques de travail réelles des opérateurs et des techniciens en interaction avec le système MES, indépendamment de la réinterprétation ou de la rationalisation a posteriori que peuvent induire les entretiens. Elle constitue ainsi un contrepois essentiel aux données discursives: la ou les entretiens capturent ce que les acteurs disent faire, l'observation documente ce qu'ils font effectivement.

La littérature distingue deux postures fondamentales d'observation, dont les implications méthodologiques et éthiques diffèrent sensiblement.

L'observation participante consiste pour le chercheur à s'intégrer au groupe ou à l'environnement étudié, en prenant part aux activités observées. Cette immersion permet d'accéder à des significations et à des pratiques difficilement perceptibles depuis une position extérieure, mais elle expose le chercheur à un risque de biais par identification ou par influence sur le groupe observe (Mtisi, 2022).

L'observation non participante, a l'inverse, maintient le chercheur en retrait des activités étudiées. L'observateur consigne les comportements, les interactions et les événements sans

intervenir dans leur déroulement. Cette posture de retrait permet, (Mtisi, 2022), de maintenir une distance analytique suffisante pour observer sans influencer le phénomène étudié.

C'est cette seconde posture, l'observation non participante, qui a été retenue dans le cadre de la présente étude. L'observateur s'est maintenu en retrait des activités de production, consignait dans une grille d'observation structurée les comportements observés, les interactions homme-machine, les modalités de saisie et d'exploitation des données du MES, les pratiques de management de la qualité visibles, ainsi que les éventuels incidents de production et la manière dont ils étaient traités. Ce choix se justifie par la nécessité de préserver la validité des observations dans un environnement industriel sensible, ou la présence active du chercheur aurait pu modifier les comportements des opérateurs et biaiser les données relatives à la conformité de scan.

4. les outils d'Analyse des données

Le traitement des données collectées a suivi une démarche d'analyse thématique de contenu, articulée en trois étapes: codage thématique des données, regroupement en catégories organisées autour des trois axes de la recherche, puis interprétation par triangulation avec les sources documentaires. Cette démarche a été complétée par deux instruments de synthèse présente ci-après.

4.1 La grille d'évaluation

La grille d'évaluation est un instrument d'analyse structure permettant de mesurer, de manière systématique et reproductible, le degré de conformité ou d'atteinte d'un ensemble de critères prédéfinis. Comme le souligne (Sedillot-Daniel, 2023), les grilles d'évaluation constituent d'excellents moyens pour évaluer la performance en fournissant une rétroaction détaillée fondée sur des critères précis, améliorant ainsi l'objectivité de l'évaluation et réduisant les biais inhérents à toute appréciation subjective.

Dans le cadre de la présente étude, la grille d'évaluation a été construite à partir des données issues de l'observation directe et des entretiens semi-directifs. Elle couvre 24 critères repartis en quatre axes thématiques: pilotage opérationnel (Axe A), qualité et conformité ISO 9001 (Axe B), facteur humain et conduite du changement (Axe C), et performance globale (Axe D), en cohérence avec les chapitres 8, 9 et 10 de l'ISO 9001:2015. A chaque critère est attribué l'un des trois niveaux de conformité suivants:

Tableau 3: Echelle de notation de la grille d'évaluation

Niveau	Score	Interpretation
Oui	3	La pratique est pleinement effective, systématique et conforme aux exigences de l'ISO 9001:2015.
Partiellement	2	La pratique est partiellement mise en oeuvre ou biaisée par des facteurs organisationnels ou comportementaux.
Non	1	La pratique est absente, non formalisée ou délibérément contournée. Des actions correctives sont requises.

Source: élaboré par nous-même

Afin de permettre la représentation graphique sous forme de diagramme radar, un score numérique est associé à chaque niveau: 3 pour Oui, 2 pour Partiellement et 1 pour Non. Le score moyen par axe constitue la valeur représentée sur chaque radar. Cette grille est présentée intégralement en (Annexe B) du présent mémoire.

4.2 Le diagramme radar

Le diagramme radar est un outil de représentation graphique multidimensionnelle permettant de visualiser simultanément les valeurs relatives d'un ensemble de variables réparties sur des axes rayonnant depuis un point central commun. Chaque axe représente une dimension d'évaluation, et la surface délimitée par la ligne reliant les valeurs de chaque axe offre une représentation synthétique et immédiatement lisible du profil de conformité d'un objet d'étude (Few, 2006).

Cet outil est particulièrement adapté aux études portant sur la conformité à un référentiel normatif multidimensionnel tel que l'ISO 9001:2015, dans la mesure où il rend immédiatement perceptibles les zones de force et les zones de fragilité du système évalué. Il facilite la comparaison entre les différents axes évalués et permet d'identifier rapidement les domaines nécessitant des améliorations prioritaires.

Dans le cadre de la présente étude, cinq diagrammes radar ont été construits à partir des scores issus de la grille d'évaluation: un radar par axe thématique (Axes A, B, C et D) et un radar de synthèse globale représentant le score moyen de chacun des quatre axes. Ces diagrammes constituent l'instrument central de présentation et de discussion des résultats dans le chapitre suivant.

SECTION II: PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

1. Présentation Générale de BOMARE COMPANY

Fondée en 2001 par Monsieur Ali Boumediene, BOMARE COMPANY s'est progressivement affirmée comme un opérateur de référence dans le secteur électronique en Algérie, avec un capital social s'élevant à 1 023 000 000 DZD. En cumulant plus de deux décennies d'expérience industrielle, l'entreprise articule la maturité organisationnelle d'une structure établie avec la réactivité caractéristique des entités à forte dynamique entrepreneuriale.

1.1 Principes directeurs

L'activité de BOMARE COMPANY repose sur un socle axiologique clairement énoncé, structurant l'ensemble de ses pratiques managériales et opérationnelles:

- La primauté accordée au client, dont la satisfaction constitue l'objectif fondamental de l'organisation ;
- La valorisation des ressources humaines, considérées comme le vecteur central de la performance organisationnelle ;
- L'exigence qualitative, érigée en devise institutionnelle et traduite dans les certifications obtenues ;
- L'innovation technologique, positionnée comme levier stratégique de compétitivité ;
- L'ambition collective face aux défis industriels et concurrentiels.

1.2 Vision Stratégique

La vision stratégique de BOMARE COMPANY s'inscrit dans une logique de qualité, de développement durable et de pérennisation de l'activité industrielle. Cette orientation se décline en quatre axes opérationnels:

- Le renforcement de la notoriété de la marque Stream System sur les marchés domestique et international ;
- Le développement des compétences techniques et managériales des ressources humaines à travers des partenariats avec les universités, les écoles d'ingénieurs et les centres de formation professionnelle ;
- L'élargissement des parts de marché conjugué à l'intensification de l'activité de sous-traitance industrielle ;

- L'augmentation du taux d'intégration locale, en cohérence avec les politiques nationales de développement industriel.

1.3 Culture d'Entreprise et Valeurs Fondamentales

La culture organisationnelle de BOMARE COMPANY se cristallise autour du concept « TRUST », acronyme structurant les valeurs cardinales de l'entreprise: la Transparence, le Respect, l'Union, la Solidarité et le Triomphe. Ce référentiel axiologique traduit l'engagement de l'organisation en faveur d'un management éthique, cohérent avec les exigences normatives contemporaines.

2. Domaines d'Activité

Le portefeuille d'activités de BOMARE COMPANY couvre un spectre étendu de l'industrie électronique, articulant des segments à forte valeur ajoutée:

- Produits électroniques grand public, développés selon les modalités EMS (Electronic Manufacturing Services), OEM (Original Equipment Manufacturer) et OBM (Own Brand Manufacturing) ;
- Solutions d'affichage et de vidéosurveillance à destination des clients professionnels (B2B), intégrant des composantes matérielles et logicielles ;
- Activités de sous-traitance industrielle en modes OEM et EMS ;
- Conception et fabrication de cartes électroniques, de la phase d'ingénierie à la production en série ;
- Prestation de service après-vente ;
- Développement de plateformes applicatives et numériques.

3. Infrastructure de Production

L'unité de production de BOMARE COMPANY est implantée à Birtouta, dans la wilaya d'Alger, sur une superficie totale de 15 000 m². Cette infrastructure se subdivise en trois unités industrielles spécialisées, dont la complémentarité garantit une intégration verticale du processus de fabrication.

3.1 Unité de Production de Cartes Électroniques (UPCE)

Dotée des technologies de pointe, l'UPCE assure la fabrication d'une gamme diversifiée de cartes électroniques destinées à des secteurs stratégiques tels que la radiodiffusion, les

télécommunications, les équipements médicaux, la téléphonie mobile et l'informatique. L'équipement est issu de fournisseurs de renommée internationale, notamment UNIVERSAL INSTRUMENTS (États-Unis), DEK (Europe) et SAKI (Japon), ce dernier étant spécialisé dans les systèmes d'inspection tridimensionnelle (3D). L'unité dispose de deux lignes SMT haute performance offrant une capacité maximale de 398 000 composants par heure, de deux lignes de test fonctionnel, d'une ligne d'insertion manuelle (DIP) avec soudure à la vague, ainsi que d'une machine à rayons X dédiée au contrôle qualité interne.

3.2 Unité d'Assemblage de Téléviseurs

Cette unité opère deux lignes d'assemblage couvrant l'intégralité des formats d'écrans commercialisés, de 24 à 75 pouces, en intégrant les technologies LED, DLED et OLED. Le dispositif de contrôle qualité comprend une chambre noire dédiée à l'évaluation de la qualité d'image, un espace de test thermique, et un espace de stockage spécifique pour les produits finis assemblés.

3.3 Unité de Production de Barrettes LED

BOMARE COMPANY détient, à ce jour, la position de seul fabricant national de barrettes LED, ce qui lui confère un avantage concurrentiel structurel sur le marché algérien. La production de cette unité répond à la fois aux besoins internes du groupe et à une demande externe croissante émanant d'autres acteurs du secteur électronique, conférant à cette activité une dimension stratégique et sensible.

4. Gamme de Produits

Le portefeuille commercial de BOMARE COMPANY couvre un éventail de produits technologiques destinés aussi bien aux particuliers qu'aux professionnels: téléviseurs (Smart, UHD), murs d'images (DID), bornes interactives, systèmes de vidéosurveillance, tableaux interactifs, barrettes LED, et cartes mères. La diversité de cette offre traduit une stratégie de montée en gamme progressive et d'adaptation aux exigences d'un marché en constante évolution.

5. Certifications et Conformité Normative

BOMARE COMPANY est titulaire de plusieurs certifications témoignant de son engagement vis-à-vis des référentiels normatifs internationaux:

- la certification CE (Conformité Européenne),
- la conformité RoHS (Restriction of Hazardous Substances),
- la certification ISO 9001:2015 relative au management de la qualité,
- la certification ISO 17025:2017 relative à la compétence des laboratoires d'essais et d'étalonnage.

Ces accréditations constituent des gages de crédibilité sur les marchés d'exportation et renforcent la position concurrentielle de l'entreprise.

6. Structure Organisationnelle

BOMARE COMPANY adopte un modèle d'organisation fonctionnelle, articulé autour de deux entités directrices dont la coordination assure la cohérence stratégique et opérationnelle de l'ensemble des processus de l'entreprise. L'organigramme général de l'entreprise présente en (annexe-E)

6.1 Direction Générale

La Direction Générale assume la supervision des fonctions stratégiques et transversales de l'organisation, à travers les départements fonctionnels suivants: Supply Chain, Qualité Système, Finance et Comptabilité, Trésorerie, Export, ainsi que Communication et Publicité.

6.2 Direction Industrielle (Unité de Birtouta)

La Direction Industrielle, dont le siège opérationnel est l'unité de Birtouta, pilote l'ensemble des activités techniques et de production. Elle est structurée en huit départements spécialisés: Ressources Humaines, Assurance Qualité Produit, Achats Locaux, Technique, Logistique, Production, Maintenance Industrielle, et Service Après-Vente.

6.3 Réseau de Service Après-Vente (SAV)

L'entreprise dispose d'un maillage territorial étendu de points de service après-vente. À l'échelle nationale, ce réseau couvre plusieurs wilayas (Alger Hamiz, Belfort, Mohammadia, Blida, Oran, Tizi Ouzou, Médéa, Sétif/El Eulma, Aïn Defla/Khemis Miliana, et Mostaganem). Sur le plan international, des implantations ont été établies au Portugal, en Espagne et en Italie, en cohérence avec la stratégie d'exportation de l'entreprise.

7. Stratégie d'Exportation et Rayonnement International

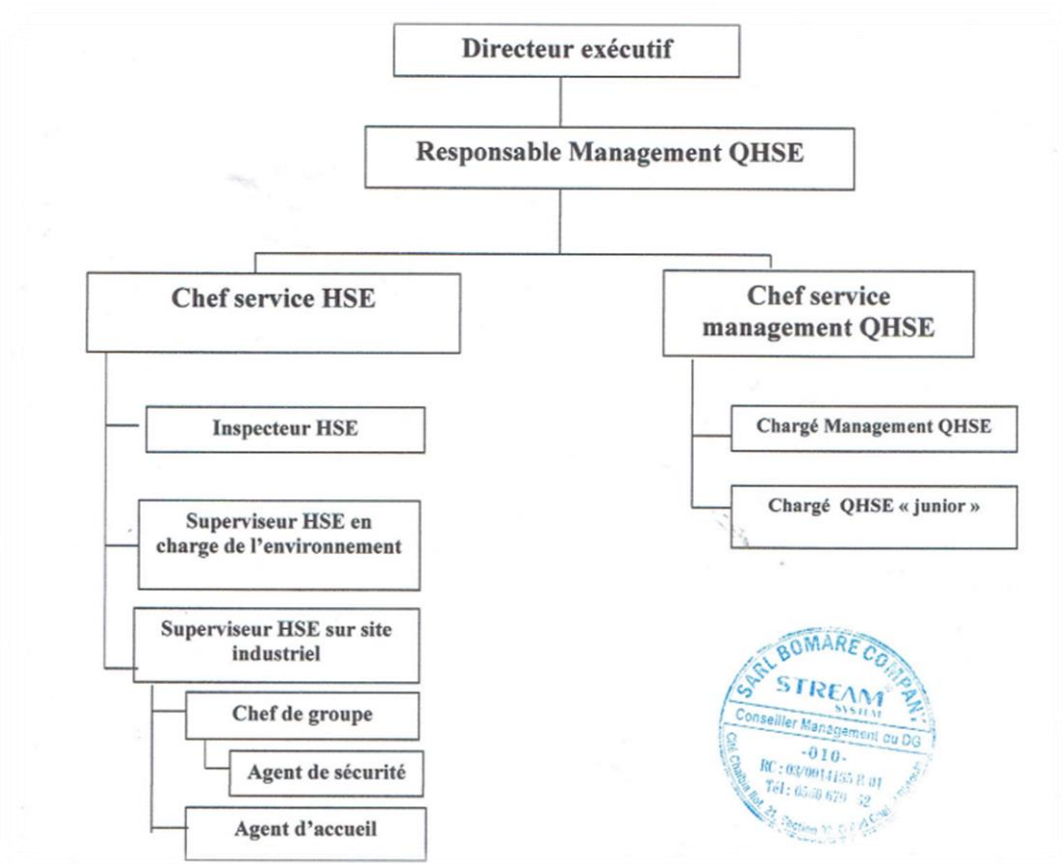
Depuis 2007, BOMARE COMPANY s'est positionnée comme pionnière dans l'exportation de produits électroniques de fabrication algérienne vers les marchés européens. Cette trajectoire a été jalonnée par des contrats structurants, notamment un accord de 50 millions USD sur cinq ans conclu en 2016 avec l'Espagne et le Portugal, suivi en 2019 d'un contrat annuel de 23 millions USD avec l'Italie. En 2020, l'entreprise a franchi une étape symbolique supplémentaire en exportant vers l'Europe les premiers téléviseurs LG assemblés localement. Aujourd'hui, près de 80 % de la production annuelle est orientée vers l'export. L'entreprise poursuit son développement international avec l'ouverture d'un service après-vente en Allemagne et la mise en place d'une garantie de cinq ans sur ses téléviseurs de marque STREAM, traduisant une ambition affirmée de s'imposer comme leader de l'électronique made in Algeria à l'échelle mondiale.

8. Système de Management de la Qualité

BOMARE COMPANY est certifiée ISO 9001 depuis 2011, date à laquelle elle s'est résolument engagée dans une démarche de management par la qualité. Le système de management de la qualité (SMQ) mis en place repose sur une structuration rigoureuse des processus, clairement définis et représentés dans la cartographie des processus de l'entreprise. Orienté vers la satisfaction des parties prenantes, ce SMQ constitue le fondement sur lequel s'appuie toute démarche d'amélioration continue et de conformité normative. Il représente, dans le cadre de la présente étude, le référentiel organisationnel au sein duquel l'impact du système de mesure et d'évaluation de la performance industrielle sera analysé.

8.1 Structure Organisationnelle du Département QHSE

Figure 1 : Organigramme Département QHSE



Source: Document interne

Le département en charge du management de la qualité, de l'hygiène, de la sécurité et de l'environnement (QHSE) constitue la colonne vertébrale opérationnelle du SMQ. Il est rattaché directement au Directeur Exécutif, ce qui garantit son autorité transversale sur l'ensemble des processus de l'organisation. Le Responsable Management QHSE supervise deux branches fonctionnelles distinctes et complémentaires.

- Le Service HSE, placé sous la responsabilité d'un Chef de service dédié, regroupe un Inspecteur HSE, un Superviseur HSE en charge de l'environnement, ainsi qu'un Superviseur HSE sur site industriel. Ce dernier encadre directement les équipes opérationnelles: un Chef de groupe, des Agents de sécurité et un Agent d'accueil. Cette arborescence garantit une surveillance professionnelle des risques environnementaux et sécuritaires sur le terrain.

- Le Service Management QHSE, également piloté par un Chef de service, est composé d'un Chargé Management QHSE et d'un Chargé QHSE « junior ». Ce service assure le déploiement, le suivi documentaire et l'amélioration continue du système normatif. L'articulation entre les deux services l'un centré sur la prévention des risques terrain, l'autre sur la conformité système illustre une approche intégrée et cohérente du management QHSE, conforme aux exigences de la norme ISO 9001:2015.

Cette section a présente BOMARE COMPANY, Stream System, Birtouta, dans la richesse de ses dimensions organisationnelles, industrielles et normatives. Pionnière de l'exportation électronique algérienne et certifiée ISO 9001:2015 depuis 2011, l'entreprise offre un terrain d'étude particulièrement propice pour analyser les interactions entre le système MES et la performance industrielle. La maturité de son SMQ, la sophistication de ses infrastructures de production et son engagement dans la digitalisation industrielle en font un cas révélateur et critique au sens méthodologique du terme.

Conclusion

Ce deuxième chapitre a posé les bases empiriques et contextuelles de la recherche. La section méthodologique a établi la cohérence entre le positionnement épistémologique interprétativiste, l'approche qualitative, la stratégie de l'étude de cas et les trois méthodes de collecte de données retenues. La section de présentation de l'organisme d'accueil a fourni une description analytique et structurée de BOMARE COMPANY, Stream System, soulignant la pertinence de ce terrain pour l'analyse de l'impact du MES sur la performance industrielle selon l'ISO 9001:2015. Ensemble, ces deux sections établissent le socle contextuel et méthodologique sur lequel reposeront les résultats et la discussion présentes dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III: RÉSULTATS ET DISCUSSION

Introduction

Ce chapitre présente et interprète les données collectées au sein de l'unité de production Stream System Birtouta de Bomare Company. Il est structuré en deux sections complémentaires. La première section expose les résultats de la collecte empirique, en articulant l'analyse documentaire, les apports des entretiens et l'évaluation par diagrammes radar. La seconde section propose une discussion analytique visant à répondre à la problématique centrale de cette recherche, à mettre les résultats en dialogue avec la littérature et à formuler des recommandations opérationnelles.

SECTION I: RÉSULTATS DE L'ANALYSE THÉMATIQUE

1. Analyse synthétique des entretiens

La présente section expose les résultats empiriques issus de la phase de collecte qualitative conduite au sein de Bomare Company, Stream System, Birtouta. Afin d'appréhender de manière approfondie l'impact du système MES sur la performance industrielle selon les exigences de la norme ISO 9001:2015, quatre entretiens semi-directifs ont été menés auprès de responsables occupant des fonctions complémentaires et stratégiques au sein de l'entreprise: un responsable de la performance industrielle, un responsable du développement du système MES et de l'informatique, un responsable multiservices couvrant les domaines de la qualité, de la technique, de la production et de la logistique, ainsi qu'un responsable ayant répondu via formulaire électronique dans le cadre de la démarche d'anonymisation.

Les données recueillies ont été organisées et analysées selon quatre axes thématiques directement articulés au cadre conceptuel de l'étude: l'axe A, relatif au rôle du MES dans le pilotage opérationnel de la production ; l'axe B, portant sur la contribution du MES à la conformité et au management de la qualité selon l'ISO 9001 ; l'axe C, consacré aux dimensions humaines et organisationnelles de la conduite du changement ; et l'axe D, qui traite de la performance industrielle globale et des perspectives d'évolution du système.

Le tableau ci-après présente, pour chacun de ces axes, la synthèse consolidée des perceptions et témoignages recueillis auprès de l'ensemble des répondants. Cette synthèse a été construite par agrégation thématique des verbatims, sans attribution nominale, de manière à faire émerger les convergences et divergences des points de vue indépendamment

de la source individuelle. Elle constitue ainsi le matériau empirique de base sur lequel s'appuie l'analyse interprétative développée dans la section suivante.

Tableau 4: Synthèse globale des entretiens par axe thématique

Axe	Synthèse globale
<p>Axe A MES et Pilotage opérationnel de la production</p>	<p>Le déploiement du MES a profondément transformé le pilotage opérationnel de la production. Avant sa mise en place, le suivi reposait sur des fiches papier et des déclarations manuelles d'opérateurs, engendrant des délais d'information préjudiciables à la réactivité. Le système a permis d'instaurer une visibilité en temps réel sur l'ensemble du flux de production, réduisant significativement les temps de réponse face aux arrêts et dysfonctionnements. Les indicateurs de performance, à savoir le TRS, le TRG, le TRE et l'OEE, ont été intégrés comme référentiels de mesure, offrant une lecture structurée de la disponibilité, de la performance et de la qualité. Le système assure également un enregistrement systématique des pertes de temps liées aux arrêts planifiés et non planifiés, ainsi qu'un filtrage automatique des composants autorisés en fonction du produit planifié. Toutefois, la fiabilité des données reste conditionnée à la rigueur de la saisie par les opérateurs, et l'exploitation des indicateurs exige une compétence métier préalable, le MES étant un outil d'aide à la décision et non un substitut à l'expertise humaine.</p>
<p>Axe B MES et Qualité / Conformité ISO 9001</p>	<p>Le MES est unanimement reconnu comme un support structurant pour les exigences de la norme ISO 9001:2015. Son apport le plus notable réside dans la remontée automatique et immédiate des non-conformités vers le département qualité, supprimant les intermédiaires et les pertes d'information qui caractérisaient l'ancien mode de fonctionnement. La traçabilité est assurée par scan à chaque étape du processus de montage, permettant un suivi granulaire de la conformité à chaque poste. Un circuit qualité formalisé est en place pour les pièces non conformes, depuis leur détection jusqu'à leur libération après réparation et re-verification. Le système intègre également un contrôle à réception de la matière première. Néanmoins, des fragilités persistent: la traçabilité inter-départements demeure insuffisante, les échanges restant largement informels, et la responsabilité des non-conformités sur la matière première n'est pas clairement définie entre les services production et qualité. L'absence de procédures formalisées et signées constitue un risque réel pour la pérennité de la conformité normative.</p>
<p>Axe C Facteur humain et Conduite du changement</p>	<p>La conduite du changement liée au déploiement du MES révèle un écart significatif entre la perception managériale et la réalité du terrain. Si le niveau d'adhésion est jugé satisfaisant par la hiérarchie, les témoignages opérationnels font état de résistances actives et documentées: plusieurs opérateurs refusent ou contournent l'utilisation du système, notamment en s'abstenant de scanner les pannes. Ce comportement est exacerbé par un système de prime à la quantité qui crée un conflit d'intérêts structurel entre les départements production et qualité. L'adoption efficace du MES apparaît conditionnée par des prérequis cognitifs solides: sans compréhension préalable des fondamentaux de la performance industrielle, l'outil demeure inexploitable. Les actions</p>

Axe	Synthèse globale
	de formation déployées ont partiellement adresse ce besoin, mais leur portée reste insuffisante face à l'ampleur des résistances. La situation appelle à la formalisation d'un cadre disciplinaire, a une définition claire des rôles et périmètres de responsabilité, ainsi qu'a un renforcement du portage managérial comme condition sine qua non de l'appropriation durable du système.
Axe D Performance globale et Vision prospective	Les répondants partagent une vision prospective globalement positive quant à l'impact du MES sur la performance industrielle de Bomare Company. La performance est conceptualisée selon trois dimensions complémentaires: l'efficacité, entendue comme l'atteinte des rendements cibles ; l'efficacité, relative à la qualité du fonctionnement par rapport aux spécifications techniques ; et la pertinence, qui désigne la convergence de l'ensemble des ressources vers l'optimum avec un minimum de gaspillage. Le MES est perçu comme un levier central pour l'amélioration continue, dans la mesure où les données collectées alimentent directement les plans d'action correctifs. A long terme, l'intégration du MES avec le système ERP/SAP est identifiée comme une priorité stratégique pour une vision globale et cohérente de la chaîne de valeur. Deux axes d'amélioration prioritaires se dégagent: le renforcement de la communication inter-départements et l'optimisation de l'utilisation effective du MES a travers la formation et le suivi discipline des usages. Une limite analytique demeure: l'absence de Baseline chiffrée antérieure au déploiement ne permet pas de quantifier rigoureusement les gains de performance attribuables au système.

Source: élaboré par nous-même auprès des entretiens avec les responsables du bomare company

L'analyse transversale des données recueillies lors des entretiens permet de dégager plusieurs enseignements structurants quant à l'impact réel du système MES sur la performance industrielle de Bomare Company, et à l'adéquation de ce déploiement avec les exigences de la norme ISO 9001:2015. L'examen successif des quatre axes thématiques révèle une articulation complexe entre les apports techniques du système et les conditions organisationnelles et humaines de son efficacité.

1.1 Le MES comme levier de transformation opérationnelle

Sur le plan opérationnel, les résultats confirment que le MES constitue un levier déterminant de la visibilité en temps réel et de la réactivité opérationnelle. La substitution des fiches papier par un système de scan et d'enregistrement automatique a supprimé les délais d'information qui pénalisaient la prise de décision. L'intégration des indicateurs TRS, TRG, TRE et OEE comme référentiels de mesure est conforme aux standards du pilotage industriel contemporain et témoigne d'une appropriation progressive des outils de mesure de la performance.

Toutefois, un constat critique mérite d'être souligné: la fiabilité des données produites par le système demeure conditionnée à la rigueur comportementale des opérateurs. Cette dépendance entre la qualité de la donnée et l'engagement des utilisateurs constitue une limite inhérente aux systèmes MES. Ce résultat préfigure et annonce la problématique centrale de l'axe C, en soulignant que la performance technique du système ne peut se dissocier de la dimension humaine de son utilisation.

1.2 Le MES et la conformité normative: apports réels et fragilités persistantes

Sur le plan de la qualité et de la conformité normative, le MES apparaît comme un support structurant pour les exigences de l'ISO 9001:2015, notamment en ce qui concerne la traçabilité (chapitre 8.5.2), la maîtrise des non-conformités (chapitre 8.7) et l'amélioration continue fondée sur des preuves (chapitres 9.1 et 10.3). La remontée automatique des non-conformités et la traçabilité granulaire par scan à chaque étape du processus de montage constituent des apports concrets au soutien du cycle PDCA.

Néanmoins, une tension structurelle persiste entre les fonctionnalités de traçabilité du système et les pratiques organisationnelles réelles. La traçabilité inter-départements demeure insuffisante, les échanges restant informels et non archivés, et la question de la responsabilité des non-conformités sur la matière première n'est pas formellement arbitrée entre les services production et qualité. Cette lacune représente un risque direct pour la pérennité de la certification ISO 9001 et révèle que la conformité normative ne peut reposer sur le seul outil technologique. Elle nécessite un dispositif procédural complémentaire, ancré dans les pratiques quotidiennes et formalise contractuellement entre les parties prenantes internes.

1.3 La dimension humaine: entre résistances actives et défaillances d'alignement organisationnel

Les résultats font apparaître un écart significatif entre la perception managériale de l'adhésion au système et la réalité documentée sur le terrain. Si le discours institutionnel affiche un niveau d'adhésion globalement satisfaisant, les témoignages opérationnels font état de résistances actives, documentées et persistantes, impliquant plusieurs opérateurs qui refusent ou contournent l'utilisation du système. Ce phénomène illustre la résistance au changement comme facteur d'échec des déploiements technologiques en milieu industriel.

La spécificité du cas étudié réside dans l'existence d'un conflit d'intérêts structurel entre les logiques de production quantitative, encouragées par un système de prime, et les

exigences de conformité qualitative portées par le MES. Ce conflit révèle une défaillance dans l'alignement des incitations organisationnelles avec les objectifs du système de management de la qualité, ce qui constitue une limite fonctionnelle majeure indépendante de la technologie elle-même. Par ailleurs, l'adoption efficace du système apparaît conditionnée par des prérequis cognitifs que la formation déployée n'a que partiellement adressés, soulignant l'importance de la sensibilisation et de la montée en compétences comme préalables à l'acceptation technologique.

1.4 Performance globale et vision stratégique: une dynamique prometteuse sous contraintes

Sur le plan de la performance globale, les résultats convergent vers une reconnaissance du MES comme levier d'amélioration continue, à condition que ses données soient exploitées dans le cadre d'une démarche analytique structurée. La conceptualisation de la performance en termes d'efficacité, d'efficience et de pertinence, proposée par les répondants, correspond à une définition multidimensionnelle qui articule les niveaux opérationnel, tactique et stratégique de l'organisation. La perspective d'intégration MES-ERP/SAP constitue un horizon stratégique cohérent avec les objectifs d'interopérabilité des systèmes d'information industriels.

Toutefois, une limite analytique importante doit être soulignée: l'absence de Baseline chiffrée antérieure au déploiement du MES ne permet pas de quantifier rigoureusement les gains de performance attribuables au système. Cette lacune affaiblit la portée des conclusions et plaide pour la mise en place d'un dispositif de mesure ex ante dans tout futur déploiement ou extension du système.

1.5 Synthèse interprétative

En synthèse, les résultats empiriques confirment que le déploiement du MES au sein de Bomare Company a généré des apports tangibles sur les dimensions opérationnelle et qualité de la performance industrielle, en cohérence avec les exigences de la norme ISO 9001:2015. Ils révèlent cependant que ces apports demeurent partiels et conditionnés par des facteurs organisationnels et humains non encore maîtrisés. La technologie en elle-même ne constitue pas une condition suffisante de la performance ; elle n'en est qu'un catalyseur, dont l'efficacité dépend de la qualité de son appropriation, de la cohérence des incitations

organisationnelles et de la rigueur des procédures qui l'encadrent. Ces résultats ouvrent la voie aux recommandations formulées dans la conclusion générale de ce travail.

2. Grille d'évaluation

En complément de l'analyse des entretiens, une grille d'évaluation a été construite afin d'apporter une lecture quantifiée du déploiement du système MES au sein de Bomare Company. Cet instrument s'inscrit dans une logique de triangulation méthodologique visant à croiser les perceptions qualitatives issues des entretiens avec une évaluation structurée et chiffrée des pratiques effectives observées sur le terrain.

Tableau 5: Grille d'évaluation du déploiement MES

Critère d'observation	Oui	Partiellement	Non	Remarques
Axe A — MES & Pilotage opérationnel de la production				
Suivi de la production en temps réel	✓			Suivi continu opérationnel confirmé à chaque étape de production. Visibilité immédiate sur l'état des lignes.
Utilisation des indicateurs de performance (TRS / TRG / TRE / OEE)		✓		Indicateurs maîtrisés conceptuellement. Calcul automatisé via le MES non confirmé ; restitution en indicateurs synthétiques à valider.
Réactivité face aux arrêts de production		✓		Réactivité déclarée immédiate. Des délais persistent du fait du non-scan de certaines pannes par les opérateurs.
Gestion différenciée des arrêts planifiés et non planifiés		✓		Distinction arrêts planifiés / non planifiés opérationnelle. Fiabilité des indicateurs de disponibilité affectée par les écarts de conformité au scan.
Gestion des composants et du stock en temps réel	✓			Fonctionnalité opérationnelle. Vérification automatique à la réception confirmée et conforme au cahier des charges.
Intégration MES-ERP (SAP)	✓			Intégration planification → MES confirmée. La remontée consolidée MES → ERP pour le reporting stratégique reste à confirmer.
Axe B — MES & Qualité / Conformité ISO 9001				

Critère d'observation	Oui	Partiellement	Non	Remarques
Traçabilité des produits et des opérations (§ 8.5.2)		✓		Traçabilité déployée et partiellement fonctionnelle. Les écarts de conformité au scan compromettent l'intégrité des données et exposent à un risque lors des audits ISO 9001.
Gestion des non-conformités (§ 10.2)		✓		Remontée des NC techniquement fonctionnelle. Un conflit entre la prime à la quantité et l'obligation de scan génère des contournements, conduisant à une sous-estimation du taux réel.
Maîtrise des informations documentées (§ 7.5)		✓		Documentation atelier améliorée depuis le déploiement. La documentation inter-départementale demeure informelle, sans procédures signées — écart avec l'ISO 9001 § 7.5.
Surveillance, mesure et analyse des processus (§ 9.1)	✓			Données collectées conformes aux indicateurs ISO § 9.1. La maîtrise des indicateurs par les utilisateurs demeure un prérequis à l'exploitation décisionnelle du système.
Amélioration continue et cycle PDCA (§ 10)		✓		Démarche PDCA reconnue et partiellement appliquée. Les conflits inter-départementaux et l'absence de procédures formalisées freinent la cadence des cycles d'amélioration.
Préparation et suivi des audits qualité		✓		Traçabilité MES favorable aux audits pour les lots correctement scannés. Les opérations non scannées constituent un risque pour le maintien de la certification ISO 9001.
Axe C — Facteur humain & Conduite du changement				
Adhésion du personnel au système MES			✓	Adhésion insuffisante. Plusieurs opérateurs n'utilisent pas le système et des contournements actifs sont constatés, en contradiction avec le discours déclaré.
Identification et gestion des résistances au changement		✓		Trois formes de résistance identifiées: passive (non-scan des pannes), active (contournement du scan NC) et organisationnelle (conflit structurel Production / Qualité).
Dispositif de formation au MES		✓		Formations dispensées par l'équipe IT. Taux de conformité post-

Critère d'observation	Oui	Partiellement	Non	Remarques
				formation insuffisant ; aucune évaluation des acquis n'a été menée.
Définition formelle des rôles et responsabilités inter-départements			✓	Aucune matrice de responsabilités formalisée. Le conflit persistant entre Production et Qualité sur le scan des NC n'est pas arbitré de manière formelle.
Existence de procédures formalisées IT ↔ Production ↔ Qualité			✓	Aucune procédure signée encadrant les interventions ou mises à jour MES. Développement empirique du système ; écart direct avec l'ISO 9001 § 7.5 et § 8.1.
Engagement et soutien de la direction		✓		Engagement de la direction confirmé, essentiellement réactif. Absence de feuille de route formalisée pour le déploiement.
Axe D — Performance globale & Vision prospective				
Performance opérationnelle mesurée (TRS/OEE, rendement, délais)		✓		Amélioration de la visibilité opérationnelle rapportée. L'absence de données de référence avant déploiement ne permet pas de quantifier objectivement l'impact du MES sur le TRS.
Performance qualité mesurée (taux de rebuts, non-conformités, FPY)		✓		Détection formelle des NC améliorée. Le non-scan volontaire par certains opérateurs entraîne une sous-estimation structurelle du taux réel de non-conformités.
Performance décisionnelle (qualité et rapidité des arbitrages managériaux)		✓		Décisions de planification améliorées grâce au MES. Les conflits inter-départementaux introduisent des délais correctifs indépendants du système.
Impact du MES sur la performance humaine (engagement, compétences, autonomie)			✓	Impact humain négatif à court terme. Tensions, résistances et contournements actifs contredisent la vision théorique d'un système favorisant la performance humaine.
Existence d'une vision long terme et d'une feuille de route MES		✓		Vision long terme positive dans le discours. En pratique, déploiement empirique sans feuille de route co-signée ni plan stratégique formalisé.
Identification et mise en œuvre des facteurs clés de succès		✓		Facteurs clés de succès correctement identifiés. Mise en œuvre incomplète sur la majorité des dimensions ; écart

Critère d'observation	Oui	Partiellement	Non	Remarques
				persistant entre identification et application opérationnelle.

Source: élaboré par nous-même

Les résultats de cette évaluation sont présents sous forme de diagramme radar, qui permet de visualiser simultanément le profil de conformité de l'entreprise sur l'ensemble des dimensions retenues et d'identifier avec précision les zones de force et les axes de progression prioritaires.

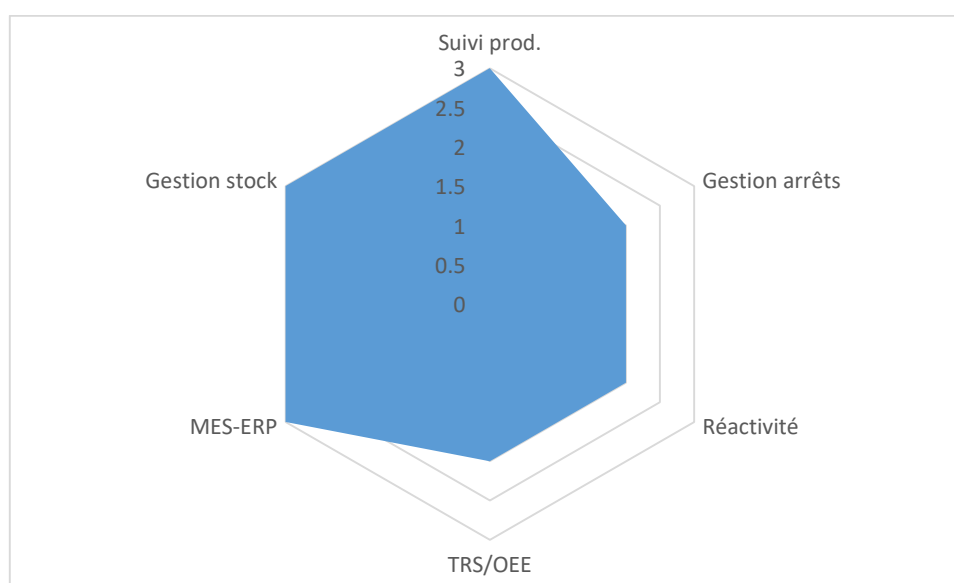
3. Diagramme radar

3.1 Présentation et interprétation des diagrammes radar

La grille d'évaluation construite à partir de l'analyse manuelle des entretiens et de l'analyse documentaire a été restituée sous forme de diagrammes radar. Conformément à la posture inductive-abductive retenue, les critères de la grille ont été définis depuis les données du terrain, enrichis par les exigences de la norme ISO 9001:2015. L'échelle retenue distingue trois niveaux: OUI (cotation 3) pour les critères pleinement satisfaits, PARTIELLEMENT (cotation 2) pour les critères en cours ou incomplets, et NON (cotation 1) pour les critères absents ou non respectés. Cinq diagrammes ont été produits: un radar global de synthèse et un radar par axe thématique.

3.1.1 Axe A Pilotage opérationnel:

Figure 2 : Résultats Axe A

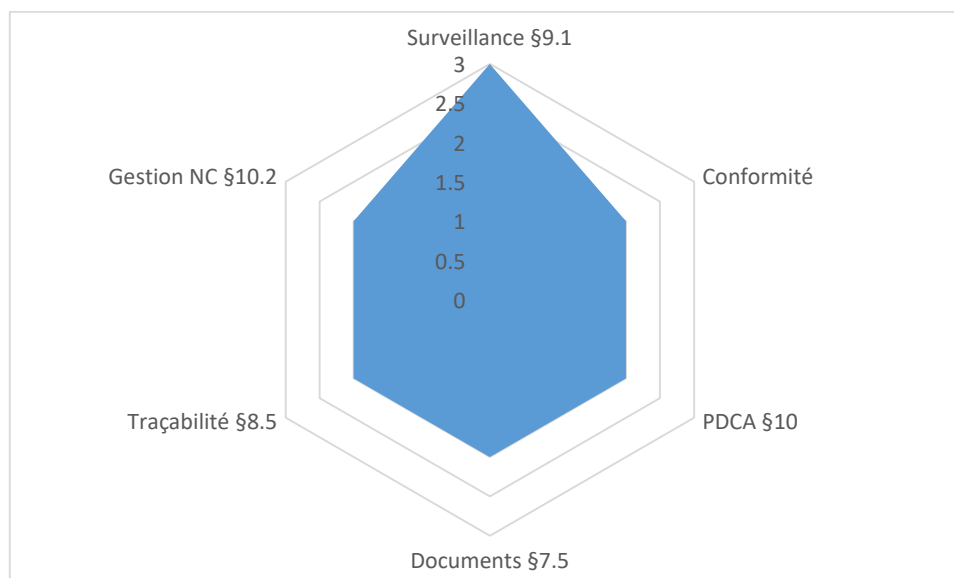


Source: élaboré par nous-même

L'axe A obtient le score global le plus élevé de l'évaluation (2,50/3). Le suivi en temps réel (A1), la gestion des composants et du stock (A2) et l'intégration MES-ERP/SAP (A3) sont évalués comme pleinement satisfaits, reflétant les apports fonctionnels les plus immédiatement visibles du déploiement. En revanche, le calcul des indicateurs TRS/OEE (A4), la réactivité face aux arrêts (A5) et la gestion différenciée des typologies d'arrêts (A6) demeurent partiels. Ces trois critères partagent une cause commune: la dépendance à la complétude du scan opérateur. Dès lors que certains agents omettent de scanner les temps d'arrêt non planifiés, les indicateurs produits reflètent une performance apparente supérieure à la performance réelle, biaisant l'ensemble du dispositif de pilotage.

3.1.2 Axe B Qualité et conformité ISO 9001

Figure 3 : Résultats Axe B



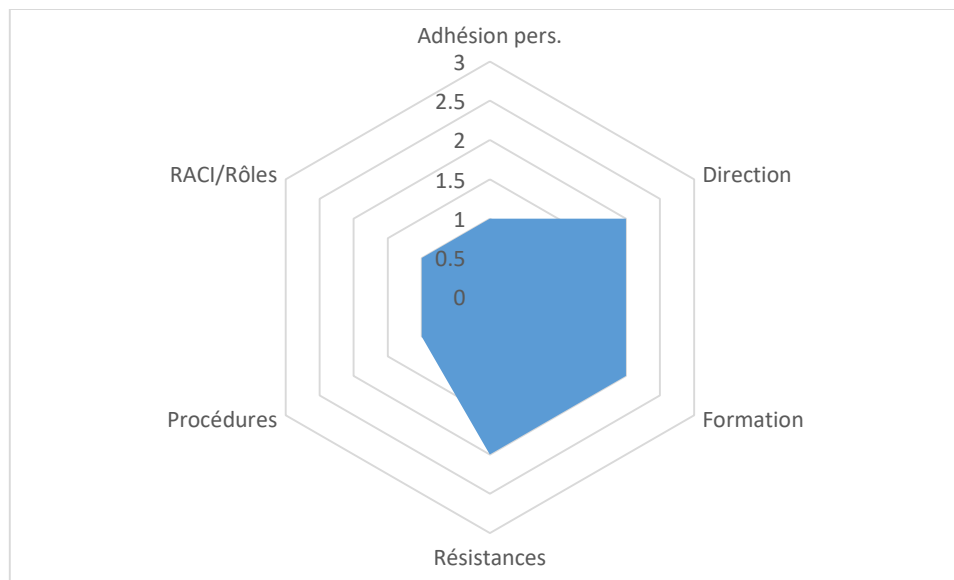
Source: élaboré par nous-même

L'axe B obtient un score de 2,17/3. Le seul critère pleinement satisfait est la surveillance, la mesure et l'analyse des données de production (B1, §9.1), qui reflète la capacité du MES à générer en continu des données de suivi. Les cinq critères restants gestion des non-conformités (B2, §10.2), traçabilité des produits (B3, §8.5.2), informations documentées interdépartementales (B4, §7.5), amélioration continue (B5, §10) et gestion des risques (B6, §6.1) sont évalués comme partiels. La cause transversale qui sous-tend ces résultats est l'absence de procédures formalisées régissant les interactions entre les départements dans le cadre du MES. La conformité ISO 9001 exige en effet une structuration documentaire des

responsabilités et des processus qui ne peut se réduire à la disponibilité d'outils de mesure (Sfreddo et al. 2021).

3.1.3 Axe C Facteur humain

Figure 4 : Résultats Axe C

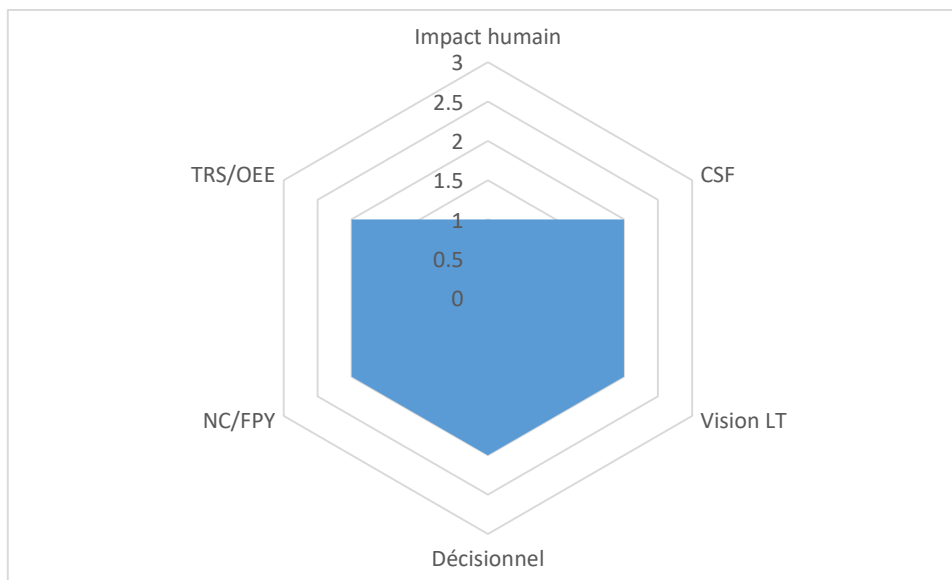


Source: élaboré par nous-même

L'axe C constitue la zone de fragilité la plus critique, avec un score de 1,50/3 et trois critères évalués comme non satisfaits: l'adhésion du personnel (C1), la définition formelle des rôles et responsabilités (C4) et l'existence de procédures interdépartementales formalisées (C5). Ces trois carences sont interdépendantes: l'absence de procédures claires génère des zones d'ambiguïté fonctionnelle qui alimentent les conflits entre production et qualité, lesquels renforcent en retour les résistances au système. Les formations réalisées (C2) n'ont pas fait l'objet d'une évaluation de leur impact réel sur les compétences des opérateurs, en écart avec les exigences §7.2. L'engagement de la direction (C6) est qualifié de réactif plutôt que proactif, et aucun plan formel de conduite du changement n'a pu être identifié.

3.1.4 Axe D Performance globale: une mesurabilité insuffisante

Figure 5 : Résultats Axe D

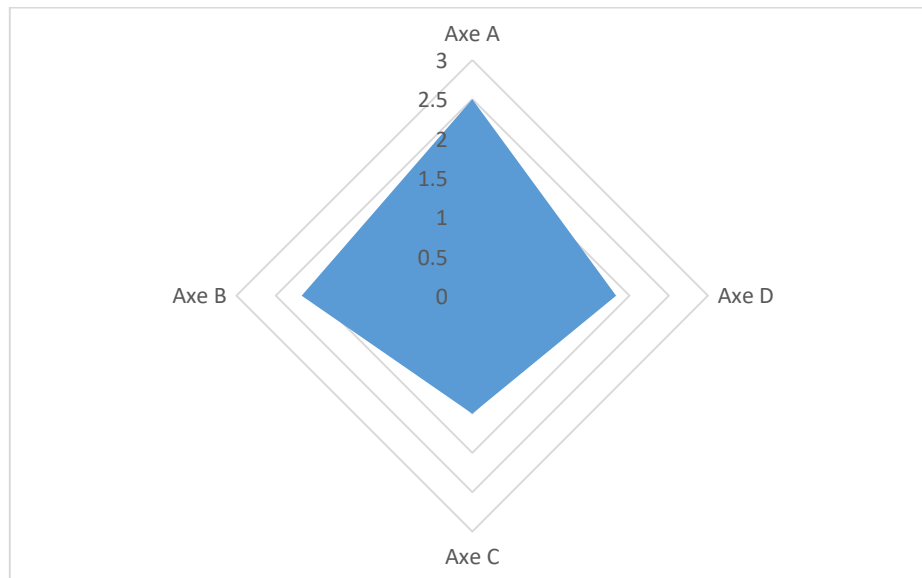


Source: élaboré par l'auteur

L'axe D obtient un score de 1,83/3. Le critère le plus préoccupant est l'impact humain du MES (D4), évalué comme non satisfait en raison de l'écart entre la vision théoriquement positive exprimée par les répondants et la réalité des comportements de contournement observés. Les cinq critères restants sont partiels. L'absence de Baseline documentée (D1 et D2) constitue la limite analytique centrale de cet axe: sans données de référence préalables au déploiement, il est impossible de mesurer objectivement l'impact du MES sur les indicateurs de performance industrielle, qu'il s'agisse du TRS, du taux de non-conformités ou du premier passage sans défaut. Par ailleurs, l'abandon de 90% des spécifications initiales du cahier des charges (D5) compromet la capacité de l'organisation à piloter l'évolution du système de manière cohérente.

3.1.5 Vue globale asymétrie structurelle entre dimensions techniques et organisationnelles

Figure 6: Synthèse global des 4 axes



Source: élaboré par nous-même

La lecture d'ensemble des quatre axes fait apparaître une asymétrie structurelle nette entre les dimensions à dominante technique et les dimensions à dominante organisationnelle. Les axes A (Pilotage opérationnel, 2,50/3) et B (Qualité et conformité ISO 9001, 2,17/3) reflètent un niveau d'implémentation fonctionnel, bien qu'assorti de réserves. En revanche, les axes C (Facteur humain et conduite du changement, 1,50/3) et D (Performance globale et mesurabilité, 1,83/3) se situent en deçà du seuil de fonctionnalité, révélant des zones de fragilité significatives. Cette asymétrie indique que le MES produit des bénéfices opérationnels tangibles sur les dimensions techniques du pilotage, mais que son impact effectif sur la performance globale demeure bridé par des défaillances organisationnelles non résolues.

SECTION II: DISCUSSION DES RESULTATS

Cette section interprète les résultats présentés précédemment en triangulant les trois sources empiriques mobilisées (entretiens semi-directifs, observation directe, grille d'évaluation) et en les confrontant à la littérature mobilisée dans le cadre conceptuel.

1.Triangulation des données empiriques

La triangulation méthodologique éprouve la validité interne des constats par croisement des sources et atténue le biais de désirabilité sociale susceptible d'affecter les discours institutionnels (Lim, 2025) et (Mtisi, 2022). Le croisement systématique des trois sources mobilisées fait émerger quatre patterns convergents et un pattern divergent particulièrement instructif.

Premièrement, les trois sources convergent sur la fonctionnalité technique du système. Les entretiens, l'observation directe sur les lignes de production et la grille d'évaluation (critères A1, A5, A6 cotés 3/3) attestent du suivi en temps réel, de la traçabilité granulaire par scan et de l'intégration MES-ERP. Cette convergence valide empiriquement la définition fonctionnelle du MES comme colonne vertébrale informationnelle de l'atelier (Meyer, Fuchs et Thiel, 2009) et son rôle d'orchestrateur des flux de données dans l'usine 4.0 (Mantravadi et Møller, 2019).

Deuxièmement, une convergence triangulée révèle un déficit documentaire interdépartemental. Le Responsable IT reconnaît l'abandon de quatre-vingt-dix pour cent du cahier des charges initial au profit d'un développement empirique. L'observation confirme la prédominance d'échanges informels entre les services Production, Qualité et IT. La grille cote Non (1/3) les critères C4 (définition formelle des rôles) et C5 (procédures formalisées). Ce constat recoupe les avertissements de (Chaudhari ,2022) sur la nécessité d'une gestion du changement structurée et constitue un risque direct au regard du chapitre 7.5 de la norme ISO 9001:2015 relatif à la maîtrise des informations documentées.

Troisièmement, les sources convergent sur l'existence d'une résistance opératoire active. Plusieurs opérateurs (huit à neuf cas documentés) contournent le système en s'abstenant de scanner pannes et non-conformités, biaisant mécaniquement les indicateurs produits. Ce phénomène rejoint les observations de (Chaudhari ,2022) sur le rôle décisif des facteurs humains et corrobore les analyses de (Benghouala et Benamirouche ,2024) qui identifient la sensibilisation et l'acceptation sociétale comme déterminants critiques de l'implémentation de l'Industrie 4.0 dans les entreprises manufacturières algériennes.

Quatrièmement, un conflit structurel oppose le système de prime à la quantité aux exigences de scan qualité, générant des comportements de contournement mécaniques. Ce résultat, peu explicité dans la littérature internationale dominante (Costa, Almeida et Reis, 2024) et (Kurmanov, 2022), constitue l'apport contextuel le plus original du présent travail.

Il révèle un mécanisme essentiel: un système de mesure ne peut produire ses effets attendus si les incitations organisationnelles valorisent une dimension de la performance au détriment d'une autre.

Enfin, une divergence systématique apparaît entre le discours managérial qualifiant l'adhésion de satisfaisante et la réalité observée des contournements actifs. Cette divergence ne traduit pas un défaut de sincérité mais le biais de désirabilité sociale inhérent aux dispositifs d'entretien (Lim, 2025), et valide précisément la pertinence du dispositif méthodologique triangulé.

2.Confrontation aux modèles théoriques

Les résultats valident conditionnellement les modèles fonctionnels du MES. La capacité du système à assurer le suivi en temps réel, la traçabilité granulaire et l'intégration verticale avec l'ERP correspond aux fonctions cœur identifiées dans le référentiel MESA-11 (Saenz de Ugarte et al. 2009) et confirme la position d'orchestrateur défendue par Mantravadi et (Møller ,2019). Toutefois, là où (Kurmanov ,2022) documente des gains de production de quatre-vingt-onze pour cent en contexte métallurgique kazakh, le cas Bomare montre que l'amplitude effective des gains dépend du degré d'appropriation organisationnelle. Cette validation conditionnelle rejoint les observations de (Zwolińska et al. ,2020) sur la nécessité de personnaliser les outils de mesure aux contextes industriels spécifiques.

Au regard de l'ISO 9001:2015, le MES soutient effectivement les exigences des chapitres 8.5.2 (traçabilité), 8.7 (non-conformités), 9.1 (surveillance et mesure) et 10 (amélioration continue), validant empiriquement la thèse défendue par (Chiarini et Cherrafi ,2023) sur l'intégration entre ISO 9001 et Industrie 4.0. Toutefois, l'opérationnalisation reste incomplète: le chapitre 7.5 (informations documentées) n'est pas pleinement satisfait en raison de l'absence de procédures formalisées, le chapitre 7.2 (compétences) souffre de l'absence d'évaluation post-formation, et le chapitre 5.1 (leadership) se manifeste de manière réactive plutôt que proactive. Comme le soulignent (Sfreddo et al. ,2021) à partir de leur revue systématique, la disponibilité d'outils techniques ne suffit pas à garantir la conformité normative: celle-ci exige un dispositif procédural complémentaire et un engagement managérial proactif. L'engagement de la direction apparaît ainsi comme un déterminant central, en cohérence avec les analyses de (Fonseca et al. ,2019) et de (Hoyle ,2017).

L'apport théorique le plus original concerne la centralité de la dimension humaine. Là où la littérature dominante (Costa, Almeida et Reis, 2024) et (Bianchini et al. 2024) traite cette

dimension comme une variable secondaire, focalisée prioritairement sur les gains économiques mesurables, le cas étudié démontre qu'elle constitue la variable explicative principale de l'effectivité réelle du système. Trois mécanismes empiriquement documentés étayaient ce constat: la qualité des données dépend directement de la rigueur de saisie des opérateurs, l'alignement des incitations conditionne l'engagement opérationnel, et le portage managérial proactif constitue une condition sine qua non de l'appropriation durable. Cette centralité corrobore les analyses contextualisées de (Benghouala et Benamirouche, 2024) sur les déterminants de l'Industrie 4.0 en Algérie.

Conclusion

Ce troisième chapitre a présenté et discuté les résultats empiriques de l'enquête de terrain conduite à Bomare Company. La première section a restitué les données issues des entretiens semi-directifs, de la grille d'évaluation et des diagrammes radar, faisant apparaître une asymétrie structurelle entre des dimensions techniques globalement satisfaisantes et des dimensions organisationnelles et humaines significativement plus fragiles. La seconde section a engagé la discussion interprétative en triangulant ces résultats, en les confrontant à la littérature et en explicitant leurs implications théoriques, managériales et méthodologiques.

Le constat principal qui se dégage est le suivant: le MES déployé constitue un outil techniquement efficace dont les apports opérationnels sont avérés, mais dont l'impact effectif sur la performance industrielle globale reste bridé par des facteurs organisationnels et humains non maîtrisés. La technologie n'est pas en cause ; ce sont les conditions de son appropriation, l'alignement des incitations et la formalisation procédurale qui requièrent un investissement substantiel. Ces résultats fondent les recommandations stratégiques formulées dans la conclusion générale du présent mémoire.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Opérant dans un secteur industriel en pleine mutation, marqué par les exigences croissantes de l'Industrie 4.0 et la nécessité impérative de conformité aux référentiels normatifs internationaux, Bomare Company se positionne comme un acteur emblématique de la modernisation du tissu manufacturier algérien. Certifiée ISO 9001:2015 et engagée dans une démarche volontariste de digitalisation de ses processus de production, l'entreprise a déployé un Manufacturing Execution System (MES) sur les lignes de fabrication de son unité Stream System à Birtouta, avec l'ambition d'assurer un pilotage en temps réel des opérations, de renforcer la traçabilité et d'améliorer la qualité et la fiabilité de la production.

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'impact de ce système MES sur la performance industrielle de Bomare Company, en confrontant les pratiques observées aux exigences de la norme ISO 9001:2015. Elle visait, plus spécifiquement, à comprendre les usages effectifs du MES, à identifier les dimensions de la performance industrielle influencées par ce système, et à évaluer la cohérence entre son déploiement et les principes normatifs du management de la qualité. Cette démarche nous a permis de répondre de manière ciblée aux trois questions de recherche initialement posées.

S'agissant de la première question, relative aux changements concrets induits par le MES dans le pilotage de la production, les résultats révèlent que le système a profondément transformé les modalités de gestion des opérations. Avant son déploiement, l'information de production dépendait largement des déclarations manuelles des opérateurs, engendrant des délais, des imprécisions et une visibilité restreinte sur l'état réel des lignes. Avec le MES, le flux d'information est devenu immédiat et structuré: les responsables peuvent intervenir en temps réel face aux arrêts et aux dysfonctionnements, sans attendre la remontée tardive de l'information. Comme l'a exprimé le responsable performance industrielle, le MES fait fondamentalement gagner du temps, ce qui, dans une chaîne de production, se traduit directement en gains de productivité et en réduction des pertes.

Concernant la deuxième question, portant sur les indicateurs et les dimensions de la performance influencés par le MES, l'analyse met en évidence un impact multidimensionnel. Sur le plan opérationnel, le système enregistre les pertes de temps liées aux arrêts planifiés et non planifiés, le taux de détection des non-conformités en ligne, l'efficacité du personnel et les écarts logistiques. Sur le plan processuel, il assure une traçabilité intégrale des lots et des composants, détectant automatiquement toute non-conformité entre la matière scannée

et le produit planifié. Sur le plan décisionnel, il alimente des tableaux de bord et des statistiques exploitables pour conduire des actions d'amélioration continue. Ces résultats confirment la capacité du MES à opérer comme un vecteur d'objectivation, d'intégration et d'amélioration continue de la performance, conformément aux trois mécanismes identifiés dans notre cadre conceptuel.

Quant à la troisième question, relative à l'articulation entre le MES et les exigences de l'ISO 9001:2015, l'étude démontre une convergence significative entre les fonctionnalités du système et les principes fondateurs de la norme. Le MES soutient la maîtrise opérationnelle exigée par la chapitre 8, en automatisant la collecte de données de production et en structurant le contrôle des processus. Il répond aux exigences de surveillance et de mesure des processus portées par la chapitre 9, en fournissant des indicateurs fiables et actualisés. Il nourrit enfin l'amélioration continue prévue par la chapitre 10, en alimentant les cycles PDCA par des données traçables et exploitables. Le septième principe du management de la qualité, la prise de décision fondée sur des preuves, trouve dans le MES un instrument opérationnel particulièrement adapté, comme l'ont souligné (Chiarini et Cherrafi ,2023) et (Bianchini et al. ,2024) dans la littérature.

Toutefois, il convient de souligner que l'efficacité du MES ne saurait être réduite à ses seules capacités techniques. Les résultats de l'étude mettent en lumière le rôle déterminant des facteurs organisationnels et humains dans la réussite du déploiement. L'écart constaté entre le cahier des charges initial et les réalités du terrain, la nécessité d'adapter le système aux pratiques effectives plutôt que de les imposer par le haut, et l'importance de la formation et de l'accompagnement au changement constituent autant de conditions sine qua non de l'efficacité du dispositif. Ces constats corroborent les observations convergentes de la littérature, notamment celles de (Costa, Almeida et Reis ,2024), de (Chaudhari ,2022) et de (Mestanza et al, 2025), qui identifient la dimension humaine comme le facteur le plus souvent sous-estimé dans les projets de digitalisation industrielle.

Sur la base de ces résultats, plusieurs recommandations peuvent être formulées à l'intention de Bomare Company et, plus largement, des entreprises industrielles algériennes engagées dans des démarches similaires. Il est recommandé de renforcer la formation continue des opérateurs et des responsables à l'utilisation avancée du MES, afin de maximiser l'exploitation des données disponibles. Il apparaît également nécessaire de formaliser davantage l'intégration du MES dans le système de management de la qualité, en établissant des procédures documentées liant les données du MES aux revues de direction,

aux audits internes et aux actions correctives. Enfin, une démarche de benchmarking interne, comparant les performances des lignes équipées du MES avant et après déploiement, permettrait de consolider les acquis et d'identifier les axes d'amélioration prioritaires.

Il convient néanmoins de souligner certaines limites méthodologiques qui ont encadré cette étude. La nature qualitative de la recherche, fondée sur l'étude de cas unique, bien que riche d'enseignements, ne permet pas de généraliser statistiquement les résultats à l'ensemble du secteur industriel. La période d'observation, limitée à la durée du stage, n'a pas permis d'appréhender l'évolution des pratiques sur le long terme. Par ailleurs, la dimension déclarative des entretiens comporte un risque inhérent de biais de réponse, que nous avons cherché à atténuer par la triangulation des sources.

Malgré ces limites, cette étude dresse un diagnostic structuré de l'impact du MES sur la performance industrielle de Bomare Company, fondé sur un cadre conceptuel rigoureux et sur des données empiriques de première main. Elle apporte une contribution pertinente au champ académique en comblant une lacune identifiée à l'intersection de trois domaines rarement réunis dans une même démarche de recherche: la technologie MES, le management de la qualité et la performance industrielle dans le contexte algérien. Les résultats obtenus ouvrent des perspectives de recherche prometteuses, notamment l'extension de l'étude à d'autres sites de production, l'adoption d'une approche longitudinale pour mesurer l'évolution de l'impact du MES dans le temps, et la comparaison avec d'autres entreprises du secteur électronique ou manufacturier algérien, afin de construire progressivement un corpus de connaissances empiriques sur la digitalisation industrielle dans les pays en développement.

Implications et limites de la recherche

Sur le plan théorique, la recherche propose un cadre intégratif articulant explicitement le système MES, la norme ISO 9001:2015 et la performance industrielle multidimensionnelle. Elle met en évidence le rôle modérateur des facteurs organisationnels et humains, souvent évoqué à titre conjectural dans la littérature mais ici documenté empiriquement. Elle contribue enfin à la diversification géographique de la base empirique disponible sur la digitalisation industrielle, encore largement dominée par des cas occidentaux ou asiatiques (Benghouala et Benamirouche, 2024) et (Xu, Xu et Li, 2018).

Sur le plan managérial, quatre orientations se dégagent pour les praticiens.

- La première consiste à formaliser une matrice de responsabilités explicite entre les départements Production, Qualité et IT, accompagnée de procédures écrites validées par la direction, en cohérence avec les exigences du chapitre 7.5 de la norme ISO 9001:2015.

- La deuxième consiste à réviser le système d'incitation pour intégrer les dimensions de qualité, de conformité et de fiabilité documentaire, afin de résoudre le conflit structurel observé entre logiques productive et qualitative.

- La troisième consiste à renforcer le portage managérial proactif et à instaurer une évaluation post-formation des compétences, conformément au chapitre 7.2 de la norme.

La quatrième consiste à conditionner la perspective stratégique d'intégration MES-ERP/SAP à la résolution préalable des fragilités organisationnelles, sous peine de reproduire à plus grande échelle les défaillances actuellement observées.

Quatre limites doivent être honnêtement reconnues:

- L'absence de Baseline chiffrée antérieure au déploiement du MES empêche toute quantification rigoureuse des gains de performance et restreint l'analyse à une lecture qualitative des transformations observées.

- La taille restreinte de l'échantillon (quatre répondants), bien que justifiée par la saturation thématique observée, limite la généralisation statistique des résultats.

- Le caractère monocentrique de l'étude, focalisée sur le site de Stream System Birtouta, appelle des extensions comparatives futures.

- Enfin, la position de chercheur-stagiaire au sein de l'organisation étudiée, si elle confère un accès privilégié au terrain, expose à un risque de complaisance partiellement compensé par le recours à l'observation non participante (Mtisi, 2022).

BIBLIOGRAPHIE

- Almada-Lobo, F. (2016). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3(4), 16–21. https://doi.org/10.24840/2183-0606_003.004_0003
- ANSI/ISA-95 / IEC 62264-3. (2016). Enterprise-Control System Integration — Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management. International Electrotechnical Commission.
- Belmoufeq, B. (2024). Bien-être et qualité de vie au travail comme leviers de performance. *Revue de l'Entrepreneuriat et de l'Innovation*, VI(23).
- Benghouala, M. A., & Benamirouche, H. (2024). Industry 4.0 implementation drivers in manufacturing companies in Algeria: A structural analysis via ISM method. *Management and Economics Review*, 9(1), 184–203.
- Bernard, N. (2019). *Bien-être au travail et performance de l'entreprise: une analyse par les paradoxes* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-02461337v1>
- Berrah, L., Clivillé, V., Trentesaux, D., & Chapel, C. (2021, mai). Performance industrielle: une évolution intégrant l'éthique dans le contexte de l'Industrie 4.0. *14ème Congrès International de Génie Industriel — CIGI QUALITA 2021*, Grenoble, France.
- Bianchini, A., Savini, I., Andreoni, A., Morolli, M., & Solfrini, V. (2024). Manufacturing Execution System application within manufacturing small–medium enterprises towards key performance indicators development and their implementation in the production line. *Sustainability*, 16(7), Article 2974. <https://doi.org/10.3390/su16072974>
- Bouchetara, M., Amrani, A. F. Z., & Bedaida, I. E. (2022). The implementation of a quality management system in accordance with ISO 9001:2015 standard: A case study. *International Journal of Economics and Business Administration*, 10(1), 261–286.
- Boulitama, O., Rahli, D., & Sabri, K. (2025). Supply Chain Digital: développement d'une revue de littérature systématique et implications pour les futures recherches. *Revue Française d'Économie et de Gestion*, 6(2), 93–136.
- Boutillier, S. (2024). Révolution industrielle, industrie 4.0 et idéologie. *Marché et organisations*, 51(3), 13–42. <https://doi.org/10.3917/maorg.051.0013>

- Bravi, L., Murmura, F., & Santos, G. (2019). The ISO 9001:2015 quality management system standard: Companies' drivers, benefits and barriers to its implementation. *Quality Innovation Prosperity*, 23(2), 64–82.
- Chaali, K., Amel, M., El Aaroubi, S., & Ouhssain, A. (2022). L'impact des Systèmes d'Information Ressources Humaines sur la performance économique des grandes entreprises marocaines. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(1-2), 522–548. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5910137>
- Chaudhari, S. D. (2022). Manufacturing Execution System implementation with SAP. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 6(9). <https://doi.org/10.55041/IJSREM16442>
- Chiarini, A., & Cherrafi, A. (2023). Integrating ISO 9001 and Industry 4.0: An implementation guideline and PDCA model for manufacturing sector. *Total Quality Management & Business Excellence*, 34(13-14), 1629–1654.
- Chiarini, A., & Kumar, M. (2022). What is Quality 4.0? An exploratory sequential mixed methods study of Italian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 60(16), 4890–4910.
- Costa, L., Almeida, A., & Reis, L. (2024). Methodology for implementing a Manufacturing Execution System in the machinery and equipment industry. *Procedia Computer Science*, 232, 2028–2037. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.025>
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 3(1), 60–95.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30.
- Delos Santos-Suñga, C. S., & Moreno, F. (2024). Evaluating the effectiveness of human resource information systems in enhancing administrative efficiency: A case study of the Zamboanga City Local Government [Working paper]. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5056990>
- El Mennani, M., & El Mzabi, A. (2023). La contribution de la transformation digitale à la performance organisationnelle des entreprises industrielles à l'ère de l'industrie 4.0:

Proposition d'un modèle conceptuel. *African Scientific Journal*.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7705070>

- El-Azzouzi, S.-E., & Akioud, M. (2022). L'impact du management de la qualité sur la performance des entreprises industrielles au Maroc. *International Journal of Economic Studies and Management*, 2(2), 255–267. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784406>
- Few, S. (2006). Information dashboard design: The effective visual communication of data. O'Reilly Media.
- Fonseca, L. M., & Domingues, J. P. (2018). Empirical research of the ISO 9001:2015 transition process in Portugal: Motivations, benefits, and success factors. *Quality Innovation Prosperity*, 22(2), 16–46.
- Fonseca, L. M., Domingues, J. P., Baylina Machado, P., & Harder, D. (2019). ISO 9001:2015 adoption: A multi-country empirical research. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(1), 27–50.
- Haya Alio, A. K., & Adama Tahirou, Y. M. (2025). Système d'informations des ressources humaines et satisfaction des utilisateurs dans les entreprises: une analyse théorique. *Revue Française d'Économie et de Gestion*, 6(1), 88–99.
- Helo, P., Suorsa, M., Hao, Y., & Anussornnitisarn, P. (2014). Toward a cloud-based Manufacturing Execution System for distributed manufacturing. *Computers in Industry*, 65(4), 646–656.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industry 4.0 scenarios. *Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3928–3937.
- Hoyle, D. (2017). ISO 9000 quality systems handbook – Updated for ISO 9001:2015 (7e éd.). Routledge.
- Iarovyi, S., Mohammed, W. M., Lobov, A., Ferrer, B. R., & Lastra, J. L. M. (2016). Cyber-physical systems for open-knowledge-driven manufacturing execution systems. *Proceedings of the IEEE*, 104(5), 1142–1154.
- Jaskó, S., Skrop, A., Holczinger, T., Chován, T., & Abonyi, J. (2020). Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard- and ontology-based methodologies and tools. *Computers in Industry*, 123, Article 103300.

- Kafetzopoulos, D. P., Psomas, E. L., & Gotzamani, K. D. (2015). The impact of quality management systems on the performance of manufacturing firms. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(4), 381–399.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (Éds.). (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. acatech.
- Kahmann, M. (2021). Allemagne. L'Industrie 4.0: vers la digitalisation concertée de l'industrie manufacturière ? *Chronique Internationale de l'IRES*, 173(1), 33–48. <https://doi.org/10.3917/chii.173.0033>
- Karim, M., & Faik, R. (2025). L'impact du Système d'Information des Ressources Humaines (SIRH) sur la performance sociale: une étude empirique dans le secteur bancaire marocain. *Journal of Integrated Studies in Economics, Law, Technical Sciences & Communication*, 1(1).
- Kaygusuz, İ., Akgemci, T., & Yilmaz, A. (2016). The impact of HRIS usage on organizational efficiency and employee performance: A research in industrial and banking sector in Ankara and Istanbul cities. *International Journal of Business and Management*, 4(4), 14–52. <https://doi.org/10.20472/BM.2016.4.4.002>
- Kletti, J. (Éd.). (2015). *Manufacturing Execution System — MES*. Springer Vieweg.
- Kontzler, M. (2023). Méthodologie de la recherche qualitative: entretiens directifs, semi-directifs et non directifs. *Revue des sciences de gestion*.
- Kurmanov, S. (2022). Importance of the integrated manufacturing execution system for a metallurgical enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(13(120)), 52–58. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265378>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- Lim, W. M. (2025). What is qualitative research? An overview and guidelines. *Australasian Marketing Journal*, 33(2), 199–229. <https://doi.org/10.1177/14413582241264619>
- Lorino, P. (2003). Méthodes et pratiques de la performance: le pilotage par les processus et les compétences (3e éd.). Éditions d'Organisation.

- Mantravadi, S., & Møller, C. (2019). An overview of next-generation Manufacturing Execution Systems: How important is MES for Industry 4.0? *Procedia Manufacturing*, 30, 588–595.
- Martina, E., & Suresh Kumar, B. N. (2023). An empirical study on employee productivity and efficiency with a special reference to IT sector in Chennai. *The Seybold Report*, 18(6), 432–442.
- MESA International. (1997). *MES functionalities & MRP to MES data flow possibilities* (White Paper No. 6). Manufacturing Enterprise Solutions Association.
- Mestanza, M., Coutarel, F., Rix-Lièvre, G., & Echeverria, C. (2025, juillet 2-4). Interroger la digitalisation au sein de l'industrie 4.0 par l'analyse des usages [Communication]. *58e Congrès de la SELF — Ergonomie, communauté(s) et société: entre héritage et perspectives*, Nanterre, France.
- Meyer, H., Fuchs, F., & Thiel, K. (2009). *Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal design, planning, and deployment*. McGraw-Hill.
- Mtisi, S. (2022). The qualitative case study research strategy as applied on a rural enterprise development doctoral research project. *International Journal of Qualitative Methods*, 21, 1–14. <https://doi.org/10.1177/16094069221145849>
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535.
- Neves, J. M. S., Akabane, G. K., & Marins, F. A. S. (2015). *Contributions of MES (Manufacturing Execution System) to improve manufacturing competitive priorities* [Master's program research paper]. Centro Paula Souza – São Paulo State University.
- Oakland, J. S., Oakland, R. J., & Turner, M. A. (2020). *Total quality management and operational excellence: Text with cases* (5e éd.). Routledge.
- Pillet, M. (2013). *Six Sigma: comment l'appliquer* (2e éd.). Eyrolles.
- Psomas, E. L., & Kafetzopoulos, D. P. (2014). Performance measures of ISO 9001 certified and non-certified manufacturing companies. *Benchmarking: An International Journal*, 21(5), 756–774.

- Psomas, E. L., Pantouvakis, A., & Kafetzopoulos, D. P. (2013). The impact of ISO 9001 effectiveness on the performance of service companies. *Managing Service Quality*, 23(2), 149–164.
- Saenz de Ugarte, B., Artiba, A., & Pellerin, R. (2009). Manufacturing Execution System — A literature review. *Production Planning & Control*, 20(6), 525–539.
- Sampaio, P., Saraiva, P., & Guimarães Rodrigues, A. (2009). ISO 9001 certification research: Questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(1), 38–58.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8e éd.). Pearson Education.
- Sedillot-Daniel, E. (2023). Développement de la grille d'évaluation LASER: un nouvel outil pédagogique en oto-rhino-laryngologie. *Revue de Laryngologie, d'Otologie et de Rhinologie*.
- Sfreddo, L. S., Vieira, G. B. B., Vidor, G., & Santos, C. H. S. (2021). ISO 9001 based quality management systems and organisational performance: A systematic literature review. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(3-4), 389–409.
- Shaharom A'azmi, N. I. Z. (2018). *The factors of employee's productivity towards total quality management in industry* [Working paper]. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=3090354>
- Shojaeinasab, A., Charter, T., Jalayer, M., Khadivi, M., Ogunfowora, O., Raiyani, N., Yaghoubi, M., & Najjaran, H. (2022). Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 503–522. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.01.004>
- Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review. *The TQM Journal*, 32(4), 779–793.
- Sony, M., Antony, J., Douglas, J. A., & McDermott, O. (2021). Motivations, barriers and readiness factors for Quality 4.0 implementation. *The TQM Journal*, 33(6), 1502–1515.
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review. *Engineering*, 3(5), 616–630.

Zwolińska, B., Tubis, A. A., Chamier-Gliszczyński, N., & Kostrzewski, M. (2020). Personalization of the MES system to the needs of highly variable production. *Sensors*, 20(22), Article 6484. <https://doi.org/10.3390/s20226484>

ANNEXES

ANNEXE-A Guide d'entretien

N°	Question	Responsables ciblés
Axe A — MES & Pilotage opérationnel de la production		
Q1	Avant/après le déploiement du MES, quels changements concrets avez-vous observés dans le pilotage de la production (visibilité, délais, encours, réactivité) ?	Resp. Production / Resp. Performance Industrielle Resp. IT
Q2	Évaluez l'apport du MES sur les dimensions opérationnelles suivantes: visibilité en temps réel, réduction des délais et encours, réactivité aux aléas, fiabilité des données de pilotage.	Resp. Production / Resp. Performance Industrielle
Q3	Le MES a-t-il modifié vos tableaux de bord ou vos indicateurs de performance (KPIs) ? Si oui, lesquels ont été créés ou supprimés ?	Resp. Performance Industrielle / Resp. Production
Axe B — MES & Qualité / Conformité ISO 9001		
Q4	Dans quelle mesure le MES a-t-il facilité le respect des exigences de la norme ISO 9001 au sein de votre département ?	Resp. Qualité / RMQ Resp. IT Production Resp. IT
Q5	Le MES a-t-il facilité la préparation ou le suivi de vos audits qualité (internes / de certification) ? Pouvez-vous donner un exemple concret ?	Resp. Qualité / RMQ Resp. IT Performance Industrielle
Axe C — Facteur humain & Conduite du changement		
Q6	Comment décririez-vous le niveau d'adhésion de vos équipes au MES ? Quelles résistances avez-vous observées et comment les avez-vous gérées en tant que responsable ?	Tous les responsables
Q7	Quel dispositif de formation et d'accompagnement avez-vous mis en place pour vos équipes ?	Resp. Production / Resp. Qualité / RMQ Resp. IT
Q8	Quels sont les principaux freins humains à l'adoption efficace du MES dans votre contexte ?	Tous les responsables
Axe D — Performance globale & Vision prospective		
Q9	Sur les quatre dimensions de la performance industrielle (opérationnelle, qualité, décisionnelle, humaine), quel bilan dressez-vous de l'apport du MES à ce jour ?	Tous les responsables
Q10	Quels sont les facteurs clés qui conditionnent le succès — ou l'échec — du déploiement du MES dans un contexte industriel algérien comme celui de Bomare Company ?	Tous les responsables
Q11	Pensez-vous que le MES sera bénéfique pour Bomare Company sur le long terme ? Quelles évolutions recommandez-vous en priorité ?	Tous les responsables

ANNEX-B Grille d'évaluation (score moyen global)

Critère	Axe	Notation	Score	Interprétation
Suivi production temps réel	A	OUI	3	Fort
Gestion composants & stock		OUI	3	Fort
Intégration MES-ERP/SAP		OUI	3	Fort
Indicateurs TRS/OEE		PARTIEL	2	Moyen
Réactivité arrêts		PARTIEL	2	Moyen
Gestion différenciée arrêts		PARTIEL	2	Moyen
Surveillance & mesure §9.1	B	OUI	3	Fort
Gestion NC §10.2		PARTIEL	2	Moyen
Traçabilité §8.5.2		PARTIEL	2	Moyen
Maîtrise documents §7.5		PARTIEL	2	Moyen
Amélioration continue §10		PARTIEL	2	Moyen
Conformité globale ISO 9001		PARTIEL	2	Moyen
Adhésion personnel	C	NON	1	Critique
Rôles & responsabilités (RACI)		NON	1	Critique
Procédures IT/Prod/Qualité		NON	1	Critique
Gestion résistances		PARTIEL	2	Moyen
Formation MES		PARTIEL	2	Moyen
Engagement direction		PARTIEL	2	Moyen
Impact humain MES	D	NON	1	Critique
Performance TRS/OEE		PARTIEL	2	Moyen
Performance qualité NC/FPY		PARTIEL	2	Moyen
Performance décisionnelle		PARTIEL	2	Moyen
Vision long terme		PARTIEL	2	Moyen
Facteurs clés de succès		PARTIEL	2	Moyen
Score moyen global			2.00	

Page 1

Page 2

ANNEXE-C Politique QSE

Depuis sa création, **BOMARE COMPANY** a toujours été très active dans la recherche des opportunités qui lui permettent de préserver sa position de leader dans la filière électronique à l'échelle Nationale et de conserver toutes ses performances à l'export.

Le maintien de toutes ses positions acquises est assuré grâce à l'effort d'investissement aboutissant à l'amélioration constante de ses produits pour répondre aux exigences du marché et cela par une stratégie commerciale adaptée.

Le développement de ses activités d'exportation ainsi que le déploiement de son réseau de service Après-vente à l'international constituent pour **BOMARE COMPANY** une préoccupation majeure pour l'amélioration de ses acquis dans un contexte hautement concurrentiel.

Dans le contexte économique actuel, **BOMARE COMPANY** adopte une vision stratégique fondée sur la qualité de ses produits et services, une gestion opérationnelle efficace ainsi qu'une parfaite maîtrise des processus et l'acquisition de nouveaux équipements de haute technologie.

Cette vision permet à **BOMARE COMPANY** le maintien de sa force en tant que précurseur dans l'exportation des produits électroniques algériens vers l'Europe, et de constituer un modèle de proposition dans la définition de la nouvelle démarche économique du pays.

En adéquation avec cette stratégie, les objectifs de **BOMARE COMPANY** s'articulent autour des 04 axes principaux suivants :



Conformément au système de management de la qualité de **BOMARE COMPANY** et à la norme ISO 2015: 9001, chaque processus est mis à contribution pour l'atteinte des objectifs fixés.

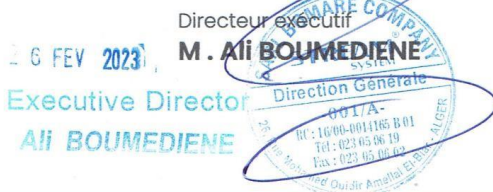
BOMARE COMPANY déploie une approche qui repose sur l'évaluation des forces et des faiblesses ainsi que l'analyse des risques et des opportunités en plaçant l'amélioration continue et la satisfaction des clients ainsi que toutes les parties intéressées au cœur de sa stratégie.

BOMARE COMPANY réitère son engagement à développer et à améliorer en permanence son système de management de la qualité (SMQ), en fournissant les ressources (humaines, matérielles et techniques) nécessaires, afin que ce dernier soit pertinent et porteur de valeurs ajoutées.

BOMARE COMPANY compte sur la collaboration habituelle du responsable management qualité, des pilotes de processus ainsi que l'ensemble du personnel afin de poursuivre la mise en exergue de cette politique qualité.

BOMARE COMPANY vise également à s'engager pour accréditer son laboratoire d'étalonnage suivant la norme ISO IEC 17025 v 2017, cet engagement compte à garantir que le laboratoire exerce ses activités en toute impartialité et confidentialité, ces éléments sont des principes fondamentaux de notre laboratoire d'étalonnage, c'est pourquoi nous prenons toutes les dispositions nécessaires pour s'assurer :

- De la compétence de notre personnel;
- De la fiabilité des résultats du laboratoire par rapport aux exigences de la norme ISO/ CEI 17025 v 2017 et que les résultats fournis par le laboratoire ne peuvent être influencés.

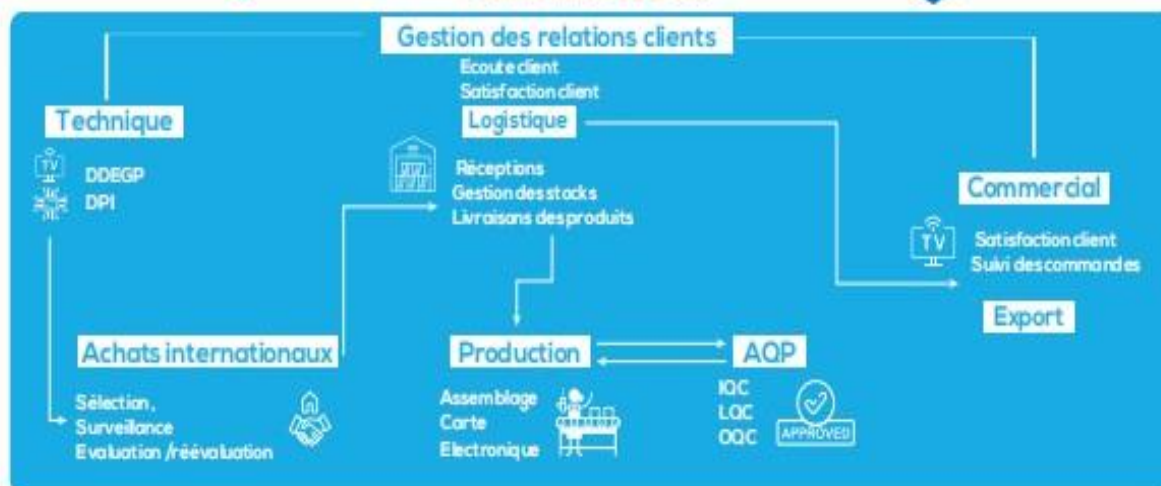
NOS CERTIFICATIONS

ANNEXE-D Cartographie des processus

MANAGEMENT



RÉALISATION



SUPPORT



Contexte & besoins et attentes des parties Intéressées pertinentes (PIP)

Satisfaction clients et exigences des PIP

ANNEXE-E Organigramme générale

Directeur Exécutif
المدير التنفيذي



Directeur d'unité Birtouta
مدير وحدة بيرتوتة

