

Le Lean Management comme levier stratégique de réduction des risques opérationnels dans les organisations industrielles.

Lean Management as a Strategic Lever for the Mitigation of Operational Risks in Industrial Organizations.

NEJJARI JIHANE

Docteure en Économie et Gestion, Laboratoire interdisciplinaire de recherche et applications en management, ENCGO, UMP.

j.nejjari@ump.ac.ma

RESUME

Cette étude examine comment le Lean Management constitue un levier stratégique de réduction des risques opérationnels dans les organisations industrielles. Face à l'instabilité croissante des processus, aux défauts qualité et aux pressions concurrentielles mondiales, la recherche vise à analyser et à modéliser les mécanismes par lesquels les pratiques Lean, articulées à la stabilité des processus, à la standardisation, à l'alignement socio-technique et aux référentiels ISO 31000, permettent aux entreprises industrielles de maîtriser leurs vulnérabilités opérationnelles et de renforcer leur résilience organisationnelle.

En mobilisant la Resource-Based View (RBV), la théorie des systèmes socio-techniques et le référentiel ISO 31000, un modèle conceptuel intégré est proposé, articulant cinq construits latents : pratiques Lean, stabilité des processus, standardisation, alignement socio-technique et gestion des risques. Une démarche hypothético-déductive est adoptée, s'appuyant sur une analyse quantitative par modélisation par équations structurelles en moindres carrés partiels (PLS-SEM), particulièrement adaptée aux modèles complexes à construits réflexifs. Les données sont issues d'un questionnaire structuré administré auprès de 250 entreprises industrielles marocaines, principalement du secteur textile exportateur, avec un taux de réponse exploitable de 64 %. Les construits sont opérationnalisés par des échelles de Likert à 5 points, ancrées dans des instruments scientifiquement validés.

Les résultats révèlent que les pratiques Lean exercent un effet direct et significatif sur la stabilité des processus ($\beta = 0,58$; $p < 0,001$), qui joue un rôle médiateur central dans la réduction des risques opérationnels ($\beta = -0,62$; $p < 0,001$). L'effet indirect Lean $\rightarrow$ Stabilité $\rightarrow$ Risques est substantiel (β indirect = $-0,36$; $p < 0,001$), tandis que l'effet direct Lean $\rightarrow$ Risques s'avère non significatif ($p = 0,090$), confirmant une médiation forte. La standardisation ($\beta = -0,25$; $p < 0,001$) et l'intégration des principes ISO 31000 ($\beta = -0,18$; $p = 0,004$) contribuent également significativement à la réduction des risques. L'alignement socio-technique favorise l'adoption des pratiques Lean ($\beta = 0,47$; $p < 0,001$). Le modèle explique 60 % de la variance des risques opérationnels ($R^2 = 0,60$).

Sur le plan théorique, cette recherche contribue à la littérature en proposant un modèle intégrateur inédit articulant Lean Management et Risk Management, deux champs historiquement séparés, en mobilisant conjointement la RBV, la théorie socio-technique et ISO 31000. Elle apporte des preuves empiriques solides concernant le rôle médiateur de la stabilité des processus. Sur le plan managérial, les résultats offrent aux



dirigeants et responsables opérationnels un cadre actionnable pour piloter la résilience organisationnelle via un déploiement Lean structuré et intégré.

Mots-clés : Lean Management ; Risques opérationnels ; Stabilité des processus ; Standardisation ; PLS-SEM ; Performance organisationnelle ; ISO 31000.

ABSTRACT

This article examines how Lean Management acts as a strategic lever for reducing operational risks in industrial organizations. In response to process instability, quality defects, and global competitive pressures, the study aims to analyze and model the mechanisms through which Lean practices, combined with process stability, standardization, socio-technical alignment, and ISO 31000 risk management principles, enable industrial firms to control operational vulnerabilities and strengthen organizational resilience.

Drawing on the Resource-Based View, socio-technical systems theory, and the ISO 31000 framework, an integrated conceptual model is proposed. A hypothetico-deductive approach was adopted, using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). Data were collected from 250 Moroccan industrial firms, primarily from the exporting textile sector, using a structured questionnaire with five-point Likert scales anchored in validated instruments.

Lean practices significantly reduce process variability and strengthen process stability ($\beta = 0.58$; $p < 0.001$), which plays a key mediating role in decreasing operational risks (indirect effect: $\beta = -0.36$; $p < 0.001$). Standardization ($\beta = -0.25$) and ISO 31000 integration ($\beta = -0.18$) also contribute significantly. The model explains 60% of the variance in operational risk ($R^2 = 0.60$).

This study provides an original integrative model bridging Lean Management and Risk Management, offering both theoretical advances and actionable managerial insights for industrial organizations.

Keywords: Lean Management; Operational Risks; Process Stability; Standardization; PLS-SEM; Organizational Performance; ISO 31000.

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de la recherche

Les organisations industrielles contemporaines évoluent dans un environnement marqué par une complexité croissante et une intensification des risques opérationnels. La mondialisation des chaînes d'approvisionnement, l'accélération des cycles de production ainsi que le renforcement des exigences de qualité imposées par les marchés internationaux exposent les entreprises à une multiplicité de vulnérabilités. Ces dernières se traduisent notamment par la variabilité des processus, les défaillances techniques, les défauts qualité, les erreurs humaines et les interruptions de flux, autant de facteurs susceptibles de compromettre la performance opérationnelle et, in fine, la compétitivité organisationnelle.

Dans ce contexte d'incertitude structurelle, la capacité à stabiliser les opérations et à anticiper les défaillances apparaît désormais comme un levier stratégique déterminant. À cet égard, le Lean Management s'impose comme une approche managériale centrale, reconnue pour sa capacité à réduire les gaspillages, à standardiser les processus et à améliorer la performance globale (Shah & Ward, 2007 ; Womack & Jones, 2003). Parallèlement, les référentiels de gestion des risques, notamment la norme ISO 31000:2018, proposent des cadres structurés permettant l'identification, l'analyse et le traitement systématique des risques opérationnels (Ratter et al., 2024 ; Atan et al., 2017).

Cependant, malgré leur complémentarité apparente, ces deux approches demeurent largement développées de manière cloisonnée, tant dans la littérature académique que dans les pratiques managériales (Habibi et al., 2021). Ce déficit d'intégration constitue un manque théorique significatif, d'autant plus que les travaux existants restent encore limités en termes de modélisation des mécanismes explicatifs reliant les pratiques Lean à la réduction des risques opérationnels. Par ailleurs, les contextes des économies émergentes, notamment celui du Maroc, demeurent insuffisamment explorés, malgré des spécificités structurelles et concurrentielles qui justifient un examen approfondi.

1.2. Sujet de la recherche

Dans cette perspective, la présente recherche vise à analyser le rôle du Lean Management en tant que levier stratégique de réduction des risques opérationnels au sein des organisations industrielles. Plus précisément, elle cherche à comprendre les mécanismes par lesquels les pratiques Lean contribuent à la stabilisation des processus et, par conséquent, à la maîtrise des risques.

À cet effet, l'étude s'articule autour des questions de recherche suivantes :

- (i) dans quelle mesure les pratiques Lean favorisent-elles la stabilité des processus industriels ?
- (ii) comment cette stabilité influence-t-elle la réduction des risques opérationnels ?
- (iii) quel rôle jouent la standardisation des processus et l'alignement socio-technique dans cette relation ?
- (iv) dans quelle mesure l'intégration des référentiels ISO 31000 renforce-t-elle l'efficacité du Lean Management dans la gestion des risques ?

Afin d'y répondre, cette recherche propose un modèle conceptuel intégré articulant Lean Management, stabilité des processus, standardisation, alignement socio-technique et gestion des risques selon ISO 31000. Elle s'inscrit dans une approche théorique pluraliste mobilisant la Resource-Based View (RBV), la théorie des systèmes socio-techniques ainsi que les cadres normatifs du Risk Management. Sur le plan empirique,



l'analyse repose sur un échantillon de 250 entreprises industrielles marocaines, testé à l'aide d'un modèle d'équations structurelles de type PLS-SEM.

1.3. Structure de l'article

L'article est structuré comme suit. La section 2 présente les fondements théoriques, en exposant le cadre conceptuel, les ancrages théoriques et la revue de la littérature ayant conduit au développement des hypothèses et du modèle conceptuel. La section 3 détaille le cadre empirique de la recherche, incluant la méthodologie adoptée, la collecte des données, l'opérationnalisation des construits ainsi que les techniques d'analyse mobilisées. Cette section présente également les résultats empiriques et leur discussion. Enfin, la section 4 conclut l'article en proposant une synthèse des principaux apports, en soulignant les implications théoriques et managériales, ainsi que les limites de la recherche et les perspectives futures.

2. FONDEMENTS THEORIQUES

2.1. Cadre conceptuel de la recherche

Les risques opérationnels constituent une dimension centrale de la performance et de la résilience des organisations industrielles. Conformément à la norme ISO 9001:2015, le risque est défini comme « l'effet de l'incertitude » susceptible d'engendrer des conséquences positives ou négatives (Atan et al., 2017). Dans les environnements industriels, ces risques se manifestent à travers différentes typologies, notamment les risques qualité (défauts, non-conformités), les risques temporels (retards de production), les risques techniques (pannes, défaillances des équipements) ainsi que les risques humains (erreurs, insuffisance de compétences).

Dans cette perspective, la littérature souligne que la maîtrise des risques opérationnels repose sur la capacité des organisations à réduire la variabilité des processus et à renforcer leur stabilité. La stabilité des processus peut être définie comme la capacité d'un système de production à fonctionner de manière prévisible, maîtrisée et reproductible, en limitant les écarts par rapport aux standards établis. Elle constitue ainsi un mécanisme clé reliant les pratiques opérationnelles aux performances organisationnelles.

Le Lean Management s'inscrit précisément dans cette logique de réduction des variabilités et d'amélioration continue. Fondé sur les principes du Toyota Production System, il vise l'élimination des gaspillages, la fluidification des flux, la standardisation des processus et la qualité à la source (Womack & Jones, 2003 ; Liker, 2020). Les principaux outils Lean — tels que le 5S, le Kaizen, la Total Productive Maintenance (TPM), le Value Stream Mapping (VSM) ou encore le SMED — contribuent à structurer les processus et à réduire les sources d'instabilité.

Par ailleurs, les référentiels de gestion des risques, notamment ISO 31000:2018, proposent une approche systématique d'identification, d'évaluation et de traitement des risques. Toutefois, malgré une convergence conceptuelle évidente entre Lean Management et Risk Management, ces deux approches restent souvent mobilisées de manière indépendante dans les organisations.

Dans ce contexte, la présente recherche propose un cadre conceptuel intégré articulant cinq variables clés : les pratiques Lean, la stabilité des processus, la standardisation, l'alignement socio-technique et la gestion des risques selon ISO 31000. Ce cadre vise à analyser les mécanismes par lesquels le Lean Management contribue à la réduction des risques opérationnels.



2.2. Ancrage théorique de la recherche

Le modèle conceptuel développé dans cette étude repose sur l'articulation de trois cadres théoriques complémentaires.

Premièrement, la **Resource-Based View (RBV)** (Barney, 1991 ; Peteraf, 1993) permet de conceptualiser le Lean Management comme une capacité organisationnelle stratégique. En effet, les pratiques Lean reposent sur l'orchestration de ressources tangibles et intangibles — routines organisationnelles, compétences, savoir-faire — qui, lorsqu'elles sont rares, difficiles à imiter et non substituables, constituent une source d'avantage concurrentiel durable. Dans cette perspective, le Lean contribue à la réduction des vulnérabilités organisationnelles en optimisant l'allocation des ressources (Dubouloz et al., 2013).

Deuxièmement, la **théorie des systèmes socio-techniques** (Trist & Bamforth, 1951 ; Emery & Trist, 1960) met en évidence l'interdépendance entre les dimensions techniques (processus, technologies, outils) et les dimensions sociales (compétences, comportements, culture organisationnelle). L'efficacité des pratiques Lean dépend ainsi de la cohérence entre ces deux dimensions. Un alignement socio-technique élevé favorise l'appropriation des outils Lean, améliore la fiabilité des प्रक्रियास et renforce la capacité des organisations à maîtriser les risques (Hadid & Mansouri, 2014 ; Tortorella et al., 2021).

Troisièmement, le cadre normatif de l'**ISO 31000:2018** fournit une approche structurée de la gestion des risques, fondée sur des processus d'identification, d'analyse, d'évaluation et de traitement des risques. L'intégration de ce référentiel dans les démarches Lean permet de renforcer la dimension proactive de la gestion des risques et d'améliorer la qualité des décisions managériales (Ratter et al., 2024 ; Emil et al., 2024).

L'articulation de ces trois perspectives théoriques permet ainsi de proposer une vision holistique du Lean Management comme levier de maîtrise des risques opérationnels, dépassant les approches fragmentées dominantes dans la littérature.

2.3. Revue de littérature empirique et développement des hypothèses

Lean Management et réduction de la variabilité des processus

La littérature empirique converge vers l'idée que les pratiques Lean contribuent significativement à la réduction de la variabilité des processus. Shah et Ward (2007) démontrent que l'adoption du Lean améliore la stabilité des flux de production et réduit la dispersion opérationnelle. Liker (2020) souligne que des pratiques telles que le Just-in-Time, le Jidoka et la standardisation permettent de limiter les fluctuations et d'améliorer la prévisibilité des opérations. Des études plus récentes confirment ces résultats dans divers contextes industriels (Tortorella et al., 2021 ; Sunder & Antony, 2018 ; Chiarini & Vagnoni, 2015).

H1 : Les pratiques de Lean Management réduisent significativement la variabilité des processus industriels.

Stabilité des processus et réduction des risques opérationnels

La stabilité des processus constitue un déterminant clé de la fiabilité organisationnelle et de la réduction des risques. Des processus stables permettent d'anticiper les défaillances, de réduire les erreurs et de limiter les interruptions de production. Birkie et al. (2017) ainsi que Tortorella et al. (2021) montrent que la réduction de la variabilité constitue un mécanisme central de résilience organisationnelle. Richter et al. (2023)

soulignent que la transformation des systèmes instables en systèmes stables favorise l'amélioration continue et la maîtrise des risques.

H2 : La stabilité des processus réduit significativement les risques opérationnels.

Rôle de la standardisation dans la maîtrise des risques

La standardisation des processus constitue un levier essentiel de réduction des incertitudes opérationnelles. Selon la RBV, elle permet de structurer les routines organisationnelles et de renforcer la fiabilité des processus. Womack et Jones (2003) montrent que la formalisation des standards de travail facilite l'identification et la correction des écarts. Chiarini et Vagnoni (2015) confirment que la standardisation constitue un prérequis à une gestion proactive des risques.

H3 : La standardisation des processus contribue significativement à la réduction des risques opérationnels.

Intégration du Risk Management et performance du Lean

Plusieurs travaux récents mettent en évidence les effets positifs de l'intégration du Risk Management dans les démarches Lean. Ratter et al. (2024) montrent que l'intégration des principes de l'ISO 31000 renforce la robustesse des initiatives Lean en améliorant la priorisation des actions et la prise de décision. Emil et al. (2024) soulignent que cette intégration favorise une gestion plus structurée et proactive des risques.

H4 : L'intégration des principes de l'ISO 31000 améliore l'efficacité des pratiques de Lean Management dans la réduction des risques.

Alignement socio-technique et efficacité du Lean

L'alignement socio-technique apparaît comme une condition déterminante du succès des démarches Lean. Hadid et Mansouri (2014) montrent que la cohérence entre les dimensions humaines et techniques favorise l'adoption et l'efficacité des pratiques Lean. Tortorella et al. (2021) confirment que l'engagement des employés et l'adéquation entre compétences et technologies sont essentiels à la performance Lean.

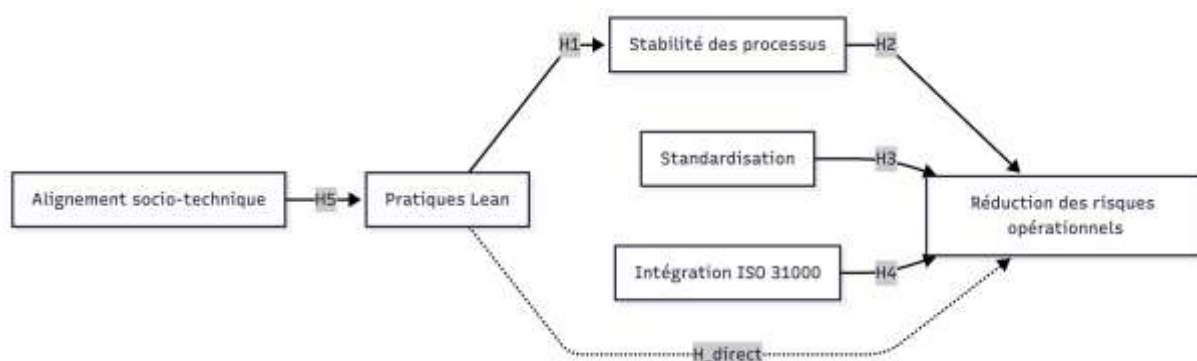
H5 : L'alignement socio-technique influence positivement l'adoption et l'efficacité des pratiques de Lean Management.

Synthèse

En définitive, la littérature met en évidence des relations partielles entre Lean Management, stabilité des processus et gestion des risques, sans pour autant proposer un modèle intégrateur robuste. La présente recherche contribue à combler ce gap en proposant et en testant empiriquement un modèle conceptuel articulant ces différentes dimensions dans le contexte des entreprises industrielles marocaines.

2.4 Modèle conceptuel

Figure 1 : Modèle conceptuel de la recherche



Source : Par nos soins.

3. CADRE EMPIRIQUE DE LA RECHERCHE

3.1. Méthodologie déployée :

3.1.1. Posture épistémologique et approche de recherche

Cette étude s'inscrit dans un paradigme positiviste, cherchant à tester empiriquement des relations causales théoriquement fondées entre des construits latents. Une démarche hypothético-déductive est adoptée, cohérente avec l'objectif de vérification d'un modèle conceptuel complexe. L'approche quantitative est privilégiée pour sa capacité à produire des résultats généralisables et statistiquement robustes (Creswell & Creswell, 2017).

3.1.2. Méthode d'analyse : PLS-SEM

La modélisation par équations structurelles en moindres carrés partiels (PLS-SEM) a été retenue pour plusieurs raisons convergentes. Premièrement, cette méthode est particulièrement adaptée aux modèles complexes impliquant de nombreuses relations entre construits latents (Hair et al., 2021). Deuxièmement, elle convient aux échantillons de taille moyenne (100-300 observations) et ne requiert pas la normalité multivariée des données (Henseler, Ringle & Sarstedt, 2015). Troisièmement, elle permet une évaluation simultanée du modèle de mesure (outer model) et du modèle structurel (inner model), ce qui est essentiel pour notre démarche intégratrice. L'analyse a été conduite via le logiciel SmartPLS 4 (version 4.0).

3.1.3. Terrain de recherche et justification du choix

L'étude a été réalisée auprès d'entreprises industrielles marocaines, principalement du secteur textile-habillement exportateur. Ce choix se justifie par plusieurs considérations. Sur le plan sectoriel, le textile représente l'un des secteurs industriels les plus importants de l'économie marocaine, contribuant à environ 24 % des exportations industrielles nationales et employant plus de 188 000 personnes (HCP, 2023). Ce secteur est caractérisé par une forte pression concurrentielle internationale, des exigences qualité strictes des donneurs d'ordres et une exposition importante aux risques opérationnels (variabilité des commandes, délais serrés, normes de conformité). Sur le plan contextuel, le Maroc représente un terrain d'étude pertinent pour les économies émergentes, combinant une adoption croissante des pratiques Lean et des défis managériaux spécifiques liés à la maturité organisationnelle et aux facteurs culturels. Les travaux de J.Nejjari et al. (2023,

2024) sur l'implémentation Lean dans les PME marocaines ont constitué une base contextuelle précieuse pour cette recherche.

3.1.4. Échantillon et procédure de collecte

L'échantillon final comprend 250 entreprises industrielles marocaines. La taille de l'échantillon a été déterminée selon les recommandations de Hair et al. (2021), qui préconisent un minimum de 200 observations pour les modèles PLS-SEM complexes (5 construits ou plus). Notre échantillon de 250 assure une puissance statistique suffisante ($> 0,80$ pour un effet moyen $f^2 = 0,15$ à $\alpha = 0,05$) et une robustesse des estimations. La collecte s'est déroulée sur trois mois par questionnaire structuré auto-administré (email professionnel et Google Forms), auprès de responsables opérationnels, cadres Lean, superviseurs et dirigeants. Un prétest a été mené auprès de 10 experts (académiques et praticiens) pour valider la clarté et la pertinence des items. Le taux de réponse exploitable est de 64 %.

3.1.5. Opérationnalisation des construits et échelles de mesure

Tableau 1. Synthèse des construits, sources et items de mesure

Construit	Sources	Dimensions mesurées	Items
Pratiques Lean (LEAN)	Shah & Ward (2007); Spear & Bowen (1999)	Standardisation, JIT, qualité à la source, gestion visuelle, réduction des gaspillages	6
Stabilité des processus (STAB)	Spear & Bowen (1999); Bortolotti et al. (2015)	Répétabilité, maîtrise de la variabilité, régularité des flux opérationnels	4
Réduction des risques (RISK)	Kleindorfer & Saad (2005); Sawhney et al. (2010)	Pannes, défauts qualité, retards, erreurs humaines, interruptions production	5
Standardisation (STD)	Shah & Ward (2007)	Formalisation procédures, uniformité, application des standards de travail	3
ISO 31000 (ISO)	ISO 31000:2018; Ratter et al. (2024)	Identification, analyse, mitigation et gouvernance du risque	4
Alignement socio-tech (S-T)	Trist & Bamforth (1951); Hadid & Mansouri (2014)	Cohérence technologies/compétences, communication interne, engagement des équipes	4

Note : Tous les items sont mesurés sur une échelle de Likert à 5 points (1 = Totalement en désaccord ; 5 = Totalement d'accord).

3.1.6. Procédure d'analyse

L'analyse des données s'est déroulée en quatre étapes :

- Analyse descriptive des construits.
- Évaluation du modèle de mesure : fiabilité interne (α de Cronbach et $CR > 0,70$), validité convergente ($AVE > 0,50$), validité discriminante (critères de Fornell-Larcker et HTMT $< 0,85$).

- Évaluation du modèle structurel : vérification de la colinéarité ($VIF < 5$), estimation des coefficients path et de leur significativité via bootstrap (5 000 sous-échantillons), analyse de la variance expliquée (R^2), taille des effets (f^2) et validité prédictive (Q^2).
- Analyse de médiation selon l'approche de Zhao, Lynch & Chen (2010).

3.2. Présentation et discussion des résultats :

3.2.1. Résultats

3.2.1.1. Statistiques descriptives

Tableau 2. Statistiques descriptives des construits (n = 250)

Construit	Moyenne	Écart-type	Min	Max
Pratiques Lean (LEAN)	3,42	0,71	1,80	4,90
Stabilité des processus (STAB)	3,55	0,68	1,90	4,85
Réduction des risques (RISK)	2,76	0,74	1,30	4,60
Standardisation (STD)	3,33	0,73	1,40	4,80
ISO 31000 (ISO)	3,10	0,79	1,20	5,00
Alignement socio-tech (S-T)	3,28	0,72	1,50	4,85

Source : Données de l'enquête, traitement SmartPLS 4.

Les moyennes des construits s'échelonnent entre 2,76 (RISK) et 3,55 (STAB), indiquant une hétérogénéité dans les niveaux d'adoption et de performance. Les écarts-types modérés (0,68–0,79) témoignent d'une variance suffisante pour l'analyse SEM.

3.2.1.2. Validation du modèle de mesure (outer model)

a) Fiabilité interne et validité convergente

Tableau 3. Fiabilité interne et validité convergente

Construit	Cronbach's α	Composite Reliability (CR)	AVE
LEAN	0,89	0,92	0,64
STAB	0,86	0,90	0,61
RISK	0,88	0,91	0,66
STD	0,84	0,86	0,58

ISO	0,85	0,87	0,59
S-T	0,86	0,88	0,60

Note : CR = Composite Reliability ; AVE = Average Variance Extracted.

Tous les coefficients alpha de Cronbach ($\alpha \geq 0,84$) et de fiabilité composite ($CR \geq 0,86$) dépassent le seuil de 0,70 recommandé par Hair et al. (2021). Les valeurs d'AVE ($\geq 0,58$) excèdent le seuil de 0,50, confirmant la validité convergente de l'ensemble des construits.

b) Validité discriminante — Fornell-Larcker et HTMT

La matrice Fornell-Larcker (Tableau 3) montre que les valeurs $\sqrt{AVE}$ sur la diagonale sont systématiquement supérieures aux corrélations inter-construits, confirmant la validité discriminante. Les valeurs HTMT (Tableau 4) sont toutes inférieures au seuil critique de 0,85 (Henseler et al., 2015), corroborant ces conclusions.

c) Absence de problèmes de colinéarité

L'ensemble des valeurs VIF (Tableau 5) sont inférieures à 5 (VIF moyen $\leq 1,60$), confirmant l'absence de multicollinéarité problématique entre les variables exogènes.

3.2.1.3. Tests des hypothèses — Modèle structurel (inner model)

Tableau 4. Tests des hypothèses — Coefficients structurels (bootstrap 5 000 sous-échantillons)

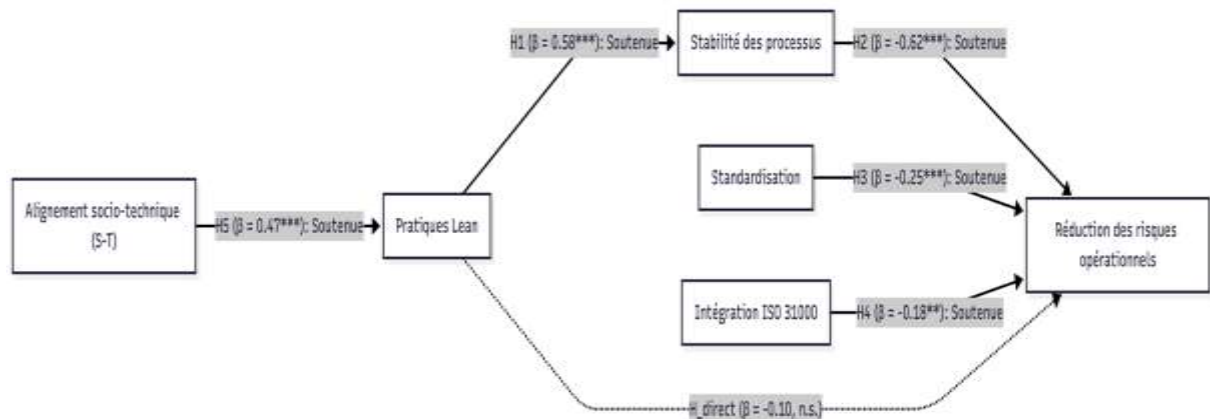
Relation hypothétique	β	t-value	p-value	Conclusion
H5 : S-T $\rightarrow$ LEAN	0,47	8,12	<0,001	Soutenue
H1 : LEAN $\rightarrow$ STAB	0,58	11,40	<0,001	Soutenue
H2 : STAB $\rightarrow$ RISK	-0,62	13,10	<0,001	Soutenue
H3 : STD $\rightarrow$ RISK	-0,25	3,90	<0,001	Soutenue
H4 : ISO $\rightarrow$ RISK	-0,18	2,85	0,004	Soutenue
Direct: LEAN $\rightarrow$ RISK	-0,10	1,70	0,090	Non significatif

Note : NS = Non significatif ; *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$.

Les résultats du modèle structurel permettent de tester formellement les cinq hypothèses. H1 est soutenue : les pratiques Lean exercent un effet positif et significatif sur la stabilité des processus ($\beta = 0,58$; $t = 11,40$; $p < 0,001$), confirmant leur capacité à réduire la variabilité opérationnelle. H2 est soutenue : la stabilité des processus réduit significativement les risques opérationnels ($\beta = -0,62$; $t = 13,10$; $p < 0,001$), confirmant son rôle médiateur central. H3 est soutenue : la standardisation contribue significativement à la réduction des risques ($\beta = -0,25$; $t = 3,90$; $p < 0,001$), bien que l'effet soit d'intensité plus modérée. H4 est soutenue : l'intégration des principes ISO 31000 renforce l'efficacité du Lean ($\beta = -0,18$; $t = 2,85$; $p = 0,004$). H5 est

soutenue : l'alignement socio-technique favorise significativement l'adoption des pratiques Lean ($\beta = 0,47$; $t = 8,12$; $p < 0,001$). L'effet direct Lean $\rightarrow$ Risques est faible et non significatif ($\beta = -0,10$; $p = 0,090$), suggérant que l'impact du Lean sur les risques s'exerce principalement via la stabilité des processus.

Figure 2 : Modèle structurel validé – Effets des pratiques Lean sur la réduction des risques opérationnels



Source : Par nos soins.

3.2.1.4. Variance expliquée, taille des effets et validité prédictive

Tableau 5. R^2 des construits endogènes

Construit dépendant	R^2
LEAN	0.40
STAB	0.48
RISK	0.60

Le modèle explique 40 % de la variance de LEAN ($R^2 = 0,40$), 48 % de la variance de STAB ($R^2 = 0,48$) et 60 % de la variance de RISK ($R^2 = 0,60$), ce qui représente une puissance explicative modérée à élevée selon les critères de Cohen (1988). Les tailles d'effet (f^2) les plus importantes concernent les relations LEAN $\rightarrow$ STAB ($f^2 = 0,60$; fort) et STAB $\rightarrow$ RISK ($f^2 = 0,52$; fort). Les valeurs Q^2 (Stone-Geisser) sont toutes positives (LEAN = 0,32 ; STAB = 0,28 ; RISK = 0,35), confirmant la validité prédictive du modèle.

3.2.1.5. Analyse de médiation

Tableau 6. Effets directs, indirects et totaux — Analyse de médiation



Chemin / Effet	β indirect	t-value	p-value	Interprétation
Effet indirect LEAN $\rightarrow$ STAB $\rightarrow$ RISK	-0,36	8,92	<0,001	Significatif (médiation forte)
Effet direct LEAN $\rightarrow$ RISK	-0,10	1,70	0,090	NS (non significatif)
Effet total LEAN $\rightarrow$ RISK	-0,46	9,70	<0,001	Significatif

Source : SmartPLS 4 — Bootstrap 5 000 sous-échantillons.

L'analyse de médiation révèle que l'effet indirect LEAN $\rightarrow$ STAB $\rightarrow$ RISK est substantiel et hautement significatif (β indirect = -0,36 ; $t = 8,92$; $p < 0,001$), tandis que l'effet direct LEAN $\rightarrow$ RISK demeure non significatif ($\beta = -0,10$; $p = 0,090$). Suivant les critères de Zhao, Lynch & Chen (2010), ce pattern caractérise une médiation complémentaire forte (full mediation tendancielle). L'effet en chaîne S-T $\rightarrow$ LEAN $\rightarrow$ STAB $\rightarrow$ RISK est également significatif ($\beta = -0,17$; $p < 0,001$), démontrant que l'alignement socio-technique influence indirectement les risques opérationnels via les pratiques Lean et la stabilité des processus.

3.2.2. Discussion des résultats

3.2.2.1. Interprétation théorique des résultats

Les résultats empiriques confirment la robustesse du modèle conceptuel proposé et apportent plusieurs contributions théoriques significatives.

H1 confirmée — Lean et variabilité : Les pratiques Lean réduisent significativement la variabilité des processus, confirmant les conclusions de Shah & Ward (2007), Liker (2020) et Bortolotti et al. (2015). La force du coefficient ($\beta = 0,58$) souligne l'importance des outils de standardisation, de JIT et de gestion visuelle dans la régulation des flux opérationnels. Ce résultat est cohérent avec les travaux récents de Tortorella et al. (2021) et Sunder & Antony (2018) qui confirment cette relation dans des contextes industriels diversifiés. Dans le contexte marocain, ce résultat indique que les entreprises du secteur textile ont internalisé les pratiques de base du Lean pour contrôler les fluctuations opérationnelles, même si des marges de progression existent dans les niveaux d'implémentation avancée.

H2 confirmée — Stabilité comme médiateur central : La relation STAB $\rightarrow$ RISK est la plus forte du modèle ($\beta = -0,62$; $f^2 = 0,52$), confirmant le rôle médiateur déterminant de la stabilité des processus dans la chaîne causale Lean $\rightarrow$ Risques. Ce résultat valide l'intuition théorique de Hadid & Mansouri (2014) et de Richter et al. (2023) selon laquelle la maîtrise de la variabilité constitue le principal vecteur de réduction des risques opérationnels. Il enrichit la littérature en démontrant empiriquement ce mécanisme dans un contexte industriel émergent.

H3 et H4 confirmées — Standardisation et ISO 31000 : La confirmation de H3 (STD $\rightarrow$ RISK) s'inscrit dans la logique RBV (Barney, 1991 ; Dubouloz et al., 2013), selon laquelle les routines organisationnelles standardisées constituent des ressources stratégiques limitant les sources de défaillance. La confirmation de H4 (ISO $\rightarrow$ RISK) prolonge les travaux de Ratter et al. (2024) et Emil et al. (2024), attestant que l'intégration du cadre ISO 31000 dans les démarches Lean apporte une rigueur systématique de prévention et d'anticipation des risques.



H5 confirmée — Alignement socio-technique : La confirmation de H5 ($S-T \rightarrow LEAN$; $\beta = 0,47$) révèle que l'alignement entre dimensions techniques et humaines constitue un antécédent significatif des pratiques Lean. Toutefois, l'absence d'effet direct socio-technique sur les risques — avec l'effet passant intégralement par les pratiques Lean — suggère que dans le contexte marocain, les entreprises intègrent encore partiellement les dimensions culturelles et participatives du Lean. Ce résultat nuancé invite à interpréter le Lean marocain comme davantage orienté vers la dimension instrumentale (outils et processus) que vers la dimension socio-culturelle (empowerment, apprentissage collectif), en cohérence avec les observations de Nejari et al. (2023, 2024).

3.2.2.2. Médiation et mécanismes causaux

L'analyse de médiation constitue la contribution empirique la plus originale de cette étude. Le patron observé — effet indirect fort ($\beta = -0,36$; $p < 0,001$) et effet direct non significatif — caractérise une médiation de type complémentaire forte (Zhao et al., 2010), signifiant que les pratiques Lean réduisent les risques opérationnels principalement — et quasi exclusivement — via l'amélioration de la stabilité des processus. Cette découverte réfute l'hypothèse d'un effet direct du Lean sur les risques et met en lumière la stabilité comme variable pivot du modèle. Ce résultat a des implications théoriques importantes : il suggère que des pratiques Lean mal implémentées (sans amélioration effective de la stabilité des processus) ne produiront pas de réduction significative des risques opérationnels.

3.2.2.3. Implications Managériales

Les résultats offrent plusieurs implications pratiques directement actionnables pour les dirigeants et responsables opérationnels des entreprises industrielles.

Priorité à la stabilisation des processus : Compte tenu du rôle médiateur central de la stabilité ($\beta = -0,62$ sur RISK), les entreprises devraient prioriser les outils Lean qui ciblent directement la réduction de la variabilité : cartographie des flux de valeur (VSM), maîtrise statistique des procédés (SPC), réduction des temps de changement (SMED) et gestion des flux tirés (kanban). La stabilisation doit précéder toute démarche d'optimisation avancée.

Intégration Lean-Risk Management : La confirmation de l'effet ISO 31000 (H4) plaide pour une intégration formelle des cadres de gestion des risques dans les feuilles de route Lean. Les entreprises devraient développer des indicateurs hybrides Lean-Risk (taux de variabilité, indices de capacité, tableaux de bord des risques opérationnels) permettant un pilotage intégré de la performance et des risques.

Développement du capital humain et socio-technique : La relation $S-T \rightarrow LEAN$ ($\beta = 0,47$) indique que l'alignement socio-technique est un levier de renforcement des pratiques Lean. Les entreprises marocaines, dont le Lean demeure majoritairement technique, gagneraient à investir dans des programmes de formation, des cercles Kaizen participatifs et des mécanismes d'empowerment des opérateurs pour renforcer la dimension humaine de leur démarche Lean.

Standardisation comme fondation de la résilience : La contribution de la standardisation (H3) à la réduction des risques invite les managers à formaliser rigoureusement les procédures opérationnelles standard (POS), à assurer leur application effective et à les réviser régulièrement dans une logique d'amélioration continue (PDCA).

4. CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'examiner de manière intégrée comment les pratiques de Lean Management, la stabilité des processus, la standardisation, l'alignement socio-technique et l'intégration des principes ISO 31000 contribuent conjointement à la réduction des risques opérationnels dans les entreprises industrielles.

Les résultats empiriques issus de 250 entreprises industrielles marocaines confirment l'ensemble des cinq hypothèses du modèle. Ils révèlent que : (1) les pratiques Lean améliorent significativement la stabilité des processus (H1 confirmée) ; (2) la stabilité joue un rôle médiateur central dans la réduction des risques opérationnels (H2 confirmée) ; (3) la standardisation contribue directement à la maîtrise des risques (H3 confirmée) ; (4) l'intégration ISO 31000 renforce l'efficacité du Lean (H4 confirmée) ; (5) l'alignement socio-technique favorise l'adoption des pratiques Lean (H5 confirmée). La médiation forte exercée par la stabilité des processus constitue la contribution empirique principale de l'étude.

Sur le plan théorique, cette recherche apporte plusieurs contributions originales à la littérature. Premièrement, elle propose un modèle intégrateur inédit articulant Lean Management, Risk Management et théorie socio-technique, répondant à l'appel de Habibi et al. (2021) et Tortorella et al. (2021) pour des approches holistiques. Deuxièmement, elle apporte des preuves empiriques solides du rôle médiateur de la stabilité des processus, enrichissant la théorie des capacités organisationnelles dynamiques. Troisièmement, elle contribue à la littérature sur les contextes émergents, en offrant des résultats robustes pour le secteur industriel marocain.

Sur le plan pratique, les résultats fournissent un cadre actionnable pour les dirigeants souhaitant renforcer la résilience de leurs opérations via un déploiement Lean structuré, intégrant simultanément les dimensions techniques (outils Lean, standardisation) et normatives (ISO 31000).

Cette recherche présente néanmoins certaines limites. Premièrement, la portée géographique est limitée à des entreprises marocaines du secteur textile, ce qui restreint la généralisation des résultats à d'autres contextes industriels et géographiques. Deuxièmement, le design transversal ne permet pas d'établir de relations causales définitives ni de capturer l'évolution dynamique des pratiques Lean dans le temps. Troisièmement, l'utilisation exclusive de données déclaratives (méthode des questionnaires) expose à un risque de biais de variance commune (Common Method Bias), partiellement contrôlé par le test de Harman (facteur unique < 40 %). Quatrièmement, la dimension culturelle de l'alignement socio-technique mériterait des mesures plus fines, intégrant des indicateurs comportementaux observables.

Les perspectives de recherche futures sont multiples. Des études longitudinales permettraient de capturer la dynamique de l'implémentation Lean et ses effets cumulatifs sur les risques. Des designs multi-pays offriraient des comparaisons contextuelles précieuses. L'intégration des technologies numériques (IA, IoT, jumeaux numériques) dans le modèle Lean-Risk ouvre des perspectives théoriques et empiriques prometteuses. Enfin, des études qualitatives (études de cas, entretiens) permettraient d'explorer en profondeur les mécanismes organisationnels sous-jacents identifiés dans ce modèle.



BIBLIOGRAPHIE

- (1). Atan, H., Ramly, E. F., Mohammad, M., & Yahya, M. S. (2017). A review of operational risk management decision support tool. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, Rabat, Morocco.
- (2). Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- (3). Birkie, S. E., Trucco, P., & Fernandez Campos, P. (2017). Effectiveness of resilience capabilities in mitigating disruptions: Leveraging on supply chain structural complexity. *Supply Chain Management: An International Journal*, 22(6), 506–521.
- (4). Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, 182–201.
- (5). Chiarini, A., & Vagnoni, E. (2015). World-class manufacturing by Fiat: Comparison with Toyota production system from a strategic management, management accounting, operations management and performance measurement dimension. *International Journal of Production Research*, 53(2), 590–606.
- (6). Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- (7). Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- (8). Dubouloz, S. (2013). Les barrières à l'innovation organisationnelle: Le cas du lean management. *Management International*, 17(4), 121–144.
- (9). Emery, F. E., & Trist, E. L. (1960). Socio-technical systems. In *Management science, models and techniques* (Vol. 2, pp. 83–97).
- (10). Habibi Rad, M., Mojtahedi, M., & Ostwald, M. J. (2021). The integration of lean and resilience paradigms: A systematic review identifying current and future research directions. *Sustainability*, 13(16), 8893.
- (11). Hadid, W., & Mansouri, S. A. (2014). The lean–performance relationship in services: A theoretical model. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(6), 750–785.
- (12). Haut-Commissariat au Plan. (2023). *Rapport annuel sur les industries manufacturières marocaines 2022*.
- (13). Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- (14). International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 risk management—Guidelines*. <https://www.iso.org/standard/65694.html>
- (15). Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing disruption risks in supply chains. *Production and Operations Management*, 14(1), 53–68. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2005.tb00009.x>
- (16). Liker, J. K. (2020). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- (17). Nejari, J., Etouzani, L., & Benmoussa, I. (2024). The impact of kaizen culture, transformational leadership and the 4P model on organizational performance and employee commitment. *African Scientific Journal*, 1021–1021.
- (18). Nejari, J., Touzani, L., & Hassine, M. (2023). Achieving international excellence: Unleashing the potential of lean management in SMEs through dynamic capabilities. *Journal of Namibian Studies*, 36.
- (19). Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14(3), 179–191. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140303>
- (20). Ratter, E., Kalbarczyk, M., & Pietrzak-Wiszowaty, K. (2024). The utilization of lean management tools in the application of risk management methods according to ISO 31000:2018.
- (21). Richter, R., Syberg, M., Deuse, J., Willats, P., & Lenze, D. (2023). Creating lean value streams through proactive variability management. *International Journal of Production Research*, 61(16), 5692–5703.
- (22). Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2021). Partial least squares structural equation modeling. In *Handbook of market research* (pp. 587–632). Springer.



-
- (23). Sawhney, R., Subburaman, K., Sonntag, C., Rao Venkateswara Rao, P., & Capizzi, C. (2010). A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(7), 832–855. <https://doi.org/10.1108/02656711011062417>
- (24). Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- (25). Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard Business Review*, 77(5), 96–106.
- (26). Sunder, M. V., & Antony, J. (2018). A conceptual lean six sigma framework for quality excellence in higher education institutions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(4), 857–874.
- (27). Tortorella, G. L., Narayanamurthy, G., & Thurer, M. (2021). Identifying pathways to a high-performing lean automation implementation: An empirical study in the manufacturing industry. *International Journal of Production Economics*, 231, 107918.
- (28). Tortorella, G. L., Vergara, A. M. C., Garza-Reyes, J. A., & Sawhney, R. (2020). Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. *International Journal of Production Economics*, 219, 284–294.
- (29). Trist, E. L., & Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting. *Human Relations*, 4(1), 3–38. <https://doi.org/10.1177/001872675100400101>
- (30). Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (2nd ed.). Free Press.
- (31). Zhao, X., Lynch, J. G., Jr., & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37(2), 197–206. <https://doi.org/10.1086/651257>