

Technologies de l'information et résilience logistique post-catastrophe : étude du secteur BTP Marocain après le séisme d'Al-Haouz

Information Technologies and Post-Disaster Logistics Resilience: A Study of the Moroccan Construction Sector after the Al-Haouz Earthquake

Adnan EL BOUAZZAOUY, (Doctorant Chercheur)

*Laboratoire d'Ingénierie Financière, Gouvernance et Développement LIFGOD
 ENCG Casablanca
 Université Hassan II de Casablanca, Maroc*

Mostapha AMRI, (Enseignant Chercheur)

*Laboratoire d'Ingénierie Financière, Gouvernance et Développement LIFGOD
 ENCG Casablanca
 Université Hassan II de Casablanca, Maroc*

Adresse de correspondance :	ENCG Casablanca Beau site, B.P 2725 Ain Sebaâ, Casablanca – Maroc contact@encgcasa.ma (+212) 5 22 66 08 52
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude et ils sont responsables de tout plagiat dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	EL BOUAZZAOUY, A., & AMRI, M. (2025). Technologies de l'information et résilience logistique post-catastrophe : étude du secteur BTP Marocain après le séisme d'Al-Haouz. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 6(7), 137–150.
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: 22/03/2025

Accepted: 25/06/2025

International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME
ISSN: 2658-8455
Volume 6, Issue 07 (2025)

Technologies de l'information et résilience logistique post-catastrophe : étude du secteur BTP marocain après le séisme d'Al-Haouz.

Résumé :

Cet article analyse le rôle des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans le renforcement de la résilience logistique post-catastrophe, à partir d'une étude de cas du secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) marocain, dans le contexte du séisme d'Al-Haouz en 2023. En combinant une approche qualitative (entretiens et étude de cas) et quantitative (questionnaire), l'étude met en évidence l'apport des outils numériques – tels que les systèmes d'information géographique (SIG), les plateformes collaboratives et les dispositifs de suivi – dans l'amélioration de la coordination, de la réactivité et de la visibilité des opérations logistiques d'urgence. Les résultats révèlent que l'usage stratégique des TIC contribue significativement à la performance des interventions, bien que leur déploiement soit freiné par des limites structurelles liées à la formation, aux ressources technologiques et à l'absence de standards partagés. Ce travail contribue à enrichir les recherches sur la digitalisation des chaînes logistiques en contexte de crise.

Mots-clés : Logistique de crise, TIC, résilience, BTP, Maroc.

JEL Classification : L74, M15, R42

Type du papier : Recherche empirique

Abstract :

This paper examines the role of Information and Communication Technologies (ICT) in strengthening post-disaster supply chain resilience, based on a case study of the Moroccan construction sector in the aftermath of the 2023 Al-Haouz earthquake. Using a mixed-method approach combining qualitative (interviews and case study) and quantitative (survey) data, the study highlights how digital tools—such as Geographic Information Systems (GIS), collaborative platforms, and tracking systems—enhance coordination, responsiveness, and visibility in emergency logistics operations. The findings show that the strategic use of ICT significantly improves the performance of relief efforts, although implementation is constrained by structural limitations such as insufficient training, limited technological resources, and the lack of shared standards. This research contributes to the growing literature on supply chain digitalization in crisis management contexts.

Keywords: Crisis logistics, ICT, resilience, construction sector, Morocco.

Classification JEL: L74; M15; R42

Paper type: Empirical Research

1. Introduction :

Les catastrophes naturelles représentent des défis majeurs pour les systèmes logistiques, en particulier dans les pays émergents où les infrastructures sont souvent sous-dimensionnées et peu digitalisées. Le séisme d'Al-Haouz, survenu en septembre 2023 dans la région du Haut Atlas marocain, a révélé des failles profondes au sein du secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP), tant sur le plan organisationnel que technique. Dans ce contexte d'urgence, la question de la résilience logistique se pose avec importance, notamment en ce qui concerne la capacité à réagir, à s'adapter et à rétablir rapidement les flux critiques.

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) émergent dès lors comme des leviers essentiels pour renforcer l'efficacité et la coordination des interventions post-catastrophe. Les systèmes d'information géographique (SIG), les plateformes collaboratives, les outils de géolocalisation ou encore les capteurs connectés facilitent la synchronisation des opérations, la traçabilité des ressources et la prise de décision en temps réel. Ces outils permettent d'anticiper les besoins, d'allouer rapidement les ressources disponibles et de mieux coordonner les multiples acteurs impliqués.

Au Maroc, bien que certaines initiatives de digitalisation aient été amorcées dans le secteur BTP, leur niveau de maturité reste inégal. L'intégration des TIC dans les projets de reconstruction reste entravée par plusieurs contraintes : manque de formation, faible interopérabilité entre les systèmes, budgets limités, et culture organisationnelle peu orientée vers la gestion des données. Or, comme le soulignent El Bouazzaouy & Amri (2025), une logistique territoriale résiliente repose autant sur l'infrastructure physique que sur l'infrastructure informationnelle, notamment dans un contexte urbain complexe tel que Casablanca, où les interconnexions entre transport, habitat et gouvernance sont déterminantes. Face à l'intensification des risques naturels et à la nécessité d'améliorer la capacité de réponse des infrastructures, le secteur BTP marocain se trouve aujourd'hui à un carrefour stratégique. Il doit repenser ses modèles logistiques traditionnels, souvent linéaires et rigides, pour adopter des approches plus agiles, adaptatives et interconnectées. Toutefois, l'absence de cadre théorique appliqué à l'usage des TIC dans les contextes post-catastrophe, combinée à une littérature encore marginale sur la logistique d'urgence dans le BTP, pose un vide scientifique important. La problématique centrale de cette recherche peut ainsi être formulée comme suit : Dans quelle mesure l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) peut-elle renforcer la résilience logistique du secteur BTP marocain en contexte post-catastrophe, à l'exemple du séisme d'Al-Haouz ?

Deux objectifs principaux structurent l'étude : identifier les outils numériques réellement mobilisés par les acteurs du BTP dans le cadre de la réponse au séisme ; évaluer l'impact perçu de ces outils sur la performance logistique post-crise, en termes de rapidité, de coordination inter-acteurs et d'efficacité opérationnelle. Ces objectifs sont abordés à travers une approche méthodologique mixte, articulant une analyse qualitative (entretiens exploratoires) et une enquête quantitative (questionnaire structuré), en vue de croiser les perceptions des professionnels terrain avec les indicateurs de performance logistique définis par la littérature.

L'analyse de la performance logistique post-catastrophe dans le secteur du BTP à travers le prisme des technologies de l'information et de la communication (TIC) s'inscrit dans un cadre théorique pluridisciplinaire. Trois courants théoriques principaux permettent de fonder cette étude : la théorie de la résilience des chaînes logistiques, les approches de la viabilité organisationnelle, et les modèles d'adoption technologique.

La première assise théorique repose sur le paradigme de la résilience des chaînes logistiques, qui conceptualise la capacité d'un système à résister, absorber et se réorganiser à la suite d'une perturbation majeure (Christopher & Peck, 2004). Ce courant met en lumière des dimensions clés telles que la flexibilité, la redondance, la visibilité, l'agilité et la collaboration

interorganisationnelle, comme facteurs déterminants de résilience (Pettit et al., 2010). Dans le contexte post-catastrophe, ces éléments deviennent particulièrement critiques pour assurer une continuité logistique dans un environnement instable et fortement contraint. Hohenstein et al. (2015) proposent une typologie des capacités de résilience, soulignant leur nature dynamique et contextuelle.

Le second ancrage théorique est issu de la théorie de la viabilité des systèmes logistiques, développée plus récemment par Ivanov (2022), qui introduit une lecture systémique de la résilience. Cette approche considère les chaînes logistiques comme des entités vivantes, capables de s'auto-réorganiser en réponse à des crises extrêmes. Elle mobilise notamment les apports de la théorie des capacités dynamiques (dynamic capabilities), qui postule que la survie des organisations dépend de leur aptitude à reconfigurer rapidement leurs ressources et processus internes face à l'imprévu. Dans le cas du BTP marocain, cette perspective offre une grille d'analyse pertinente pour comprendre les mécanismes d'adaptation post-sismique.

Enfin, l'analyse de l'usage des TIC dans la logistique post-catastrophe s'appuie sur les théories d'adoption technologique, notamment le modèle d'acceptation de la technologie (TAM – Technology Acceptance Model) proposé par Davis (1989), et le cadre TOE (Technological-Organizational-Environmental), développé par Tornatzky et Fleischer (1990). Ces cadres permettent d'expliquer comment, pourquoi et à quelles conditions les organisations adoptent des technologies en fonction de leurs caractéristiques internes, de leur environnement et de leurs perceptions des bénéfices attendus. Dans un contexte post-catastrophe, où l'incertitude est extrême et les besoins d'interopérabilité sont critiques, ces modèles aident à comprendre les freins et les catalyseurs de la digitalisation logistique.

L'articulation de ces trois perspectives offre un socle théorique robuste pour analyser la manière dont l'intégration des TIC peut améliorer la performance logistique post-catastrophe dans le secteur du BTP au Maroc. Elle permet également de structurer le modèle conceptuel présenté dans la section suivante, en posant les bases analytiques de la relation entre technologie, résilience et efficacité opérationnelle.

2. Revue de la littérature :

2.1. Les technologies de l'information et de la communication au service de la logistique en situation d'urgence :

L'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les chaînes logistiques d'urgence a radicalement transformé les mécanismes d'intervention des acteurs humanitaires et des organismes publics dans les contextes post-catastrophe. Les TIC favorisent la synchronisation des flux, la remontée rapide d'informations terrain et la visibilité sur les ressources stratégiques nécessaires à la prise de décision logistique (Dubey et al., 2021). Les systèmes de géolocalisation, les plateformes collaboratives, les capteurs connectés (IoT) et les bases de données interopérables constituent des leviers permettant d'anticiper les ruptures, de localiser les besoins urgents et de fluidifier les opérations de secours (Ivanov, 2022).

Cependant, dans de nombreux pays du Sud, ces technologies sont encore faiblement intégrées. L'insuffisance d'infrastructures numériques, le déficit de formation du personnel, l'absence de normalisation des outils et les silos institutionnels entravent leur potentiel (Altay & Labonte, 2014). Cette fragilité limite l'efficacité des réponses dans les premières heures critiques suivant une catastrophe. En outre, plusieurs études montrent que la performance logistique induite par les TIC reste davantage déclarative que mesurée de manière rigoureuse, ce qui souligne l'intérêt d'analyses empiriques contextualisées (Hohenstein et al., 2015).

2.2. La résilience logistique post-catastrophe : concepts, indicateurs et leviers :

La résilience logistique désigne la capacité d'une chaîne d'approvisionnement à résister à une

perturbation brutale, à s'y adapter et à retrouver son niveau de fonctionnement initial ou supérieur dans un délai réduit (Christopher & Peck, 2004). Dans le contexte des catastrophes naturelles, cette résilience est un levier stratégique majeur. Ivanov (2022) a proposé la notion de viabilité de la chaîne logistique, fondée sur la continuité adaptative, la reconfiguration rapide et l'endurance face aux chocs systémiques. D'autres modèles mettent en avant des capacités essentielles comme l'agilité, la redondance, la flexibilité et la collaboration (Pettit et al., 2010). Les TIC, dans ce cadre, peuvent jouer un rôle de catalyseur de la résilience en renforçant la traçabilité des flux, l'alerte précoce, la gestion des stocks critiques et la communication inter-acteurs (Tang & Musa, 2023). Toutefois, leur impact réel dépend de leur intégration dans les processus décisionnels et dans la culture organisationnelle. Dubey et al. (2021) insistent sur le concept de swift trust, une confiance rapide entre les partenaires opérationnels, que les plateformes numériques peuvent favoriser, mais qui reste fragile sans gouvernance partagée.

2.3. Spécificités du secteur BTP face aux catastrophes naturelles :

Le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) occupe une position centrale dans les phases de reconstruction post-catastrophe. Pourtant, il demeure l'un des secteurs les plus vulnérables en termes de logistique de crise. Cette fragilité est liée à la fragmentation des acteurs, à une culture du chantier souvent linéaire, à des calendriers d'approvisionnement rigides, et à une dépendance élevée aux conditions locales (Kovács & Tatham, 2010). Dans des contextes comme celui du Maroc, ces limites sont renforcées par l'absence d'outils numériques standards, le manque de coordination verticale entre les intervenants publics et privés, et une faible formalisation des procédures logistiques (Benlafquih, 2025).

Alors que la littérature sur la logistique humanitaire et industrielle est abondante, peu d'études se sont focalisées sur la logistique post-catastrophe appliquée au BTP, en particulier sous l'angle de la transformation numérique. Ce manque de cadrage théorique et empirique justifie la nécessité de recherches approfondies sur le rôle que les TIC peuvent jouer pour optimiser les délais, la coordination et la répartition des ressources matérielles dans ce secteur structurant.

2.4. Cadre conceptuel de l'étude :

À l'intersection des apports des TIC et des exigences en matière de résilience, le modèle conceptuel de cette étude repose sur l'hypothèse que l'intégration numérique dans les processus logistiques du BTP est susceptible de renforcer la performance opérationnelle en contexte post-catastrophe. Ce cadre mobilise trois dimensions interdépendantes :

- **L'intégration des TIC** dans les chaînes logistiques : mesurée par la diversité, la fréquence et la finalité des outils numériques mobilisés (ERP, SIG, WMS, plateformes collaboratives, etc.);
- **La résilience perçue** de la chaîne logistique : évaluée à travers des indicateurs tels que l'agilité, la capacité de reconfiguration, la continuité des flux ;
- **La performance logistique post-sismique** : mesurée par des critères tels que la réduction des délais d'intervention, la fluidité de coordination inter-acteurs et la disponibilité effective des ressources matérielles.
- Ce modèle conceptuel est mis à l'épreuve à travers une approche mixte combinant entretiens exploratoires et enquête quantitative dans le secteur BTP marocain après le séisme d'Al-Haouz.

2.5. Approche marocaine de la résilience logistique post-catastrophe :

Au Maroc, la résilience logistique dans les situations post-catastrophes est un champ encore en construction. Bien que le Plan National de Gestion des Risques de Catastrophes (PNGRDC) ait permis certaines avancées en matière de gouvernance, les mécanismes opérationnels de

coordination logistique demeurent embryonnaires. Le séisme d'Al-Haouz de 2023 a mis en lumière les retards, les chevauchements de missions, le cloisonnement entre les institutions, ainsi que l'absence d'une plateforme logistique unifiée.

Face à ce constat, plusieurs recommandations ont été émises, notamment par le Conseil Économique, Social et Environnemental (CESE) dans son rapport de 2024, appelant à une approche territorialisée, inclusive et digitalisée de la résilience logistique. Des initiatives pilotes ont émergé dans certaines régions, comme Marrakech-Safi, avec l'expérimentation de plateformes de suivi en temps réel, mais ces innovations peinent à être généralisées en raison du manque de normes communes et d'interopérabilité (Benlafquih, 2025).

Dans le secteur BTP, l'absence de référentiels logistiques adaptés à l'urgence, combinée à la faible maturité numérique des acteurs, constitue un frein majeur à l'optimisation des chaînes de réponse post-catastrophe. C'est dans ce contexte que la présente étude ambitionne d'apporter un éclairage scientifique et stratégique sur les conditions d'une digitalisation efficace, adaptée aux contraintes locales.

3. Cadre théorique et modèle conceptuel :

3.1. Résilience logistique post-catastrophe : fondements conceptuels :

La notion de résilience logistique désigne la capacité d'une chaîne logistique à absorber les perturbations, à s'adapter rapidement et à restaurer ses fonctions critiques en temps opportun. Dans le contexte des catastrophes naturelles, cette capacité devient stratégique, car elle détermine la rapidité et l'efficacité de la réponse sur le terrain. Selon Pettit et al. (2010), la résilience logistique repose sur quatre piliers principaux : la flexibilité, la visibilité, la collaboration et la redondance. Ces dimensions permettent d'assurer la continuité des opérations même en cas de rupture majeure dans les flux.

Plusieurs recherches ont mis en évidence que la résilience ne se construit pas uniquement à travers les stocks de sécurité ou les itinéraires alternatifs, mais aussi par la capacité d'un système à traiter, analyser et réagir à l'information en temps réel (Christopher & Peck, 2004 ; Hohenstein et al., 2015).

La logistique post-catastrophe, dans sa spécificité, nécessite une approche adaptative, intégrant à la fois des logiques humanitaires et industrielles, ainsi qu'une gouvernance distribuée pour permettre une réponse rapide et coordonnée.

3.2. Apports des technologies de l'information à la résilience :

Les TIC jouent un rôle fondamental dans la construction de la résilience logistique. Elles permettent d'améliorer la visibilité des stocks, de faciliter le partage d'informations, d'automatiser les prises de décision et de synchroniser les interventions entre les différents acteurs. Les systèmes d'information géographique (SIG), les plateformes de coordination, les outils de traçabilité en temps réel, ou encore les bases de données collaboratives permettent de renforcer la capacité des chaînes logistiques à réagir efficacement en contexte de crise (Dubey et al., 2021).

L'intelligence artificielle, l'internet des objets (IoT), le cloud computing ou encore la blockchain ouvrent la voie à des modèles logistiques plus agiles, résilients et prédictifs.

Dans le cas du secteur BTP, ces outils peuvent soutenir la gestion des équipements, l'affectation des ressources humaines et la sécurisation des livraisons critiques. Toutefois, l'adoption de ces technologies reste limitée par des freins d'ordre économique, organisationnel et culturel.

3.2. Modèle conceptuel proposé :

Le modèle conceptuel de cette recherche propose que l'intégration des TIC dans le secteur BTP post-catastrophe influence positivement la performance logistique, par l'intermédiaire de trois

leviers : (1) l'amélioration de la coordination inter-acteurs, (2) l'optimisation de la circulation d'information, et (3) la réduction des temps de réponse. Ce lien est modéré par des facteurs contextuels comme la taille de l'entreprise, le niveau de formation numérique des équipes et l'interopérabilité des systèmes. Ce modèle servira de base pour la collecte et l'interprétation des données qualitatives et quantitatives de l'étude.

Tableau 1 : Modèle conceptuel proposé : articulation entre TIC, résilience logistique et performance post-catastrophe :

Dimensions du modèle	Sous-dimensions / Indicateurs clés	Lien attendu
Intégration des TIC	Type d'outils utilisés (SIG, WhatsApp, Excel, etc.) Fréquence Finalité	→ Influence la résilience perçue
Résilience logistique perçue	Agilité, adaptabilité, continuité, rapidité d'adaptation	→ Influence la performance logistique mesurable
Performance logistique post-catastrophe	Réduction des délais Coordination inter-acteurs Fiabilité des livraisons	→ Dépendante des deux dimensions précédentes
Facteurs modérateurs	Niveau de formation, culture numérique, gouvernance logistique	→ Affectent l'intensité des relations

Source : Elaboration des auteurs

3.4. Risques et facteurs limitants de l'intégration des TIC dans le BTP :

Si les technologies de l'information offrent un potentiel considérable pour améliorer la performance des chaînes logistiques dans le BTP, leur adoption dans un contexte post-catastrophe reste sujette à de nombreux obstacles. Ces limitations sont à la fois techniques, organisationnelles, humaines et institutionnelles.

D'un point de vue technique, les infrastructures numériques sont souvent endommagées ou inexistantes dans les zones sinistrées. L'accès au réseau mobile, à l'électricité ou à Internet est rarement garanti dans les premières heures suivant un séisme ou une inondation, ce qui réduit considérablement l'efficacité des outils de communication et de gestion en ligne (Altay & Labonte, 2014). Sur le plan organisationnel, les entreprises du BTP au Maroc — notamment les PME — disposent rarement de systèmes d'information avancés.

Les outils utilisés sont souvent rudimentaires (Excel, WhatsApp, téléphone), sans intégration avec des plateformes de suivi ou des solutions d'optimisation. Cette situation reflète une absence de stratégie digitale à long terme, renforcée par le cloisonnement entre les services (Ivanov, 2022).

Du point de vue humain, les compétences numériques font défaut. Très peu de cadres ou d'ouvriers du BTP sont formés à l'usage des outils logistiques numériques, ce qui rend leur déploiement inefficace ou aléatoire en contexte de stress. La culture de l'urgence favorise des solutions improvisées au détriment d'approches planifiées et collaboratives.

Enfin, sur le plan institutionnel, il n'existe pas encore au Maroc de référentiel national ou de dispositif de gouvernance unifié pour la logistique d'urgence intégrant les TIC. L'absence de cadre légal sur l'interopérabilité, la cybersécurité ou la gestion des données rend toute coordination complexe entre les différents acteurs (publics, ONG, entreprises).

Ces limites appellent donc à une approche systémique et transversale, articulant infrastructures, formation, gouvernance et accompagnement stratégique, pour faire des TIC un véritable levier de résilience logistique dans le secteur BTP.

4. Méthodologie de recherche :

4.1. Cadre méthodologique général :

Afin de répondre rigoureusement à la problématique de recherche, cette étude adopte une démarche méthodologique mixte séquentielle de type *exploratoire-confirmatoire*. Cette

approche permet de croiser une analyse inductive issue d'entretiens de terrain avec une validation quantitative par questionnaire, offrant ainsi un regard triangulé sur l'apport des TIC à la résilience logistique post-catastrophe dans le secteur BTP marocain. Cette combinaison est particulièrement pertinente dans un contexte peu documenté scientifiquement, et où les réalités logistiques varient fortement selon la taille des structures et les régions d'intervention.

4.2. Justification du terrain : le séisme d'Al-Haouz (2023) :

Le séisme d'Al-Haouz, survenu le 8 septembre 2023, a constitué la catastrophe naturelle la plus meurtrière enregistrée au Maroc depuis plus de 60 ans. Affectant principalement les provinces de Chichaoua, Al Haouz, Azilal et Taroudant, ce tremblement de terre a provoqué plus de 2 900 morts et des milliers de blessés, ainsi que l'effondrement de nombreuses infrastructures publiques, habitations et axes routiers stratégiques. Ce contexte dramatique a nécessité une mobilisation massive des acteurs du BTP dans des conditions extrêmes. L'étude de ce terrain permet donc d'observer en situation réelle les défis, outils et mécanismes logistiques mis en œuvre pour garantir la continuité et l'efficacité de l'intervention post-crise.

4.3. Phase qualitative : exploration des pratiques logistiques :

La première phase, à visée exploratoire, repose sur la conduite de quatre entretiens semi-directifs réalisés entre octobre et novembre 2023. Les personnes interrogées occupent des postes stratégiques dans des entreprises opérant directement dans les chantiers de reconstruction. Une grille d'entretien a été construite autour de cinq axes : état de préparation logistique, outils numériques utilisés, coordination inter-acteurs, obstacles rencontrés, perception des performances. Les entretiens, d'une durée moyenne de 50 minutes, ont été enregistrés avec consentement, retranscrits intégralement, puis analysés selon une approche **thématique inductive** inspirée de Braun & Clarke (2006).

Tableau 2 : Profils des personnes interrogées :

Code	Fonction	Ancienneté (années)	Durée de l'entretien
E1	Chef de projet logistique	11	50 min
E2	Directeur technique	17	60 min
E3	Coordinateur de chantier	8	40 min
E4	Responsable supply chain région	13	55 min

Source : Elaboration des auteurs

Cette phase a permis d'identifier les principaux outils numériques utilisés sur le terrain (SIG, WhatsApp, Excel partagé, etc.) ainsi que les problématiques liées à l'inefficacité des échanges d'information et au manque de connectivité dans les zones reculées.

4.4. Phase quantitative : validation des hypothèses :

Tableau 3 : Structure du questionnaire d'enquête :

Thème	Objectif de la section	Nombre d'items	Échelle utilisée
Préparation logistique	Évaluer l'organisation préalable à la catastrophe	4	Likert (1 à 5)
TIC utilisées	Identifier les outils numériques mobilisés	5	Likert (1 à 5)
Coordination inter-acteurs	Mesurer la qualité de la communication logistique multi-niveaux	5	Likert (1 à 5)
Réactivité logistique	Apprécier la vitesse d'exécution et de prise de décision	4	Likert (1 à 5)
Performance perçue	Estimer l'efficacité globale du dispositif logistique post-crise	5	Likert (1 à 5)

Source : Elaboration des auteurs

Sur la base des résultats qualitatifs, un questionnaire structuré a été élaboré et diffusé en ligne à 37 professionnels du secteur BTP, dont une majorité issue de la région de Marrakech-Safi.

L'échantillon, bien que restreint, reflète la diversité des profils (chefs de chantier, ingénieurs, logisticiens, coordinateurs régionaux). Le questionnaire a été conçu autour de cinq dimensions clés, chacune mesurée par des items à échelle de Likert (1 = « pas du tout d'accord », 5 = « tout à fait d'accord »).

4.5. Traitement et analyse des données :

Les données qualitatives ont été codées manuellement par le chercheur, selon les six étapes de l'analyse thématique de Braun & Clarke (2006), ce qui a permis de dégager des catégories d'analyse robustes et de croiser les perspectives. Les données quantitatives, quant à elles, ont été traitées à l'aide du logiciel SPSS 26. Une analyse descriptive (fréquences, moyennes) a permis d'établir les tendances générales, complétée par une analyse bivariée non paramétrique (corrélation de Spearman) afin d'examiner les liens entre les TIC utilisées et la performance perçue.

Un seuil de significativité de 5 % ($p < 0,05$) a été retenu pour l'interprétation des résultats statistiques.

5. Résultats et discussion :

5.1. Enseignements issus de l'enquête qualitative : entre résilience pragmatique et fragilité numérique :

L'analyse thématique des entretiens semi-directifs a permis d'identifier trois axes critiques de compréhension de la logistique post-sismique au sein du secteur BTP marocain.

Une résilience opérationnelle reposant sur l'informel se dégage comme premier constat. L'ensemble des professionnels interrogés ont mis en avant une capacité remarquable de mobilisation rapide des ressources humaines, des engins et des matériaux, dans les premières 48 heures suivant la catastrophe. Cependant, cette agilité repose davantage sur des logiques empiriques – réseaux personnels, décisions décentralisées, expériences antérieures – que sur des mécanismes structurés de gestion de crise. L'absence de dispositifs préventifs formalisés (plans de continuité, simulations logistiques, bases de données partagées) fragilise la performance globale dès que la crise se prolonge.

Le deuxième enseignement concerne des usages numériques adaptatifs, mais fragmentés. Les outils numériques utilisés relèvent essentiellement d'une logique de débrouillardise : messagerie instantanée (WhatsApp), envoi de fichiers Excel, suivi GPS improvisé. Ces moyens ont permis une coordination minimale, mais sans traçabilité ni capitalisation. Seuls quelques grands groupes du BTP déclarent avoir activé des SIG, des solutions cloud ou des outils de planification digitale (type MS Project). Il n'existe pas, à ce jour, de plateforme publique intégrée pour coordonner les acteurs de la logistique d'urgence à l'échelle régionale ou nationale.

Enfin, une absence d'architecture numérique interopérable constitue le troisième axe critique. Les réponses convergent sur un constat alarmant : l'impossibilité de faire dialoguer les systèmes numériques des différents intervenants (collectivités, entreprises, autorités, ONG). Cela a généré des doublons logistiques, des pertes d'information, et des retards dans la livraison des matériaux sensibles. Cette fracture numérique s'ajoute aux contraintes d'infrastructure (absence de réseau mobile dans certaines zones sinistrées) et de compétences (peu de formation au numérique dans les TPE du BTP).

5.2. Résultats de l'enquête quantitative : consolidation et relativisation des perceptions :

Afin de mieux contextualiser les résultats, le tableau suivant présente les principales caractéristiques sociodémographiques et professionnelles des 37 participants ayant répondu à

l'enquête quantitative.

Tableau 4 : Caractéristiques sociodémographiques et professionnelles des participants à l'enquête quantitative :

Variable	Répartition
Fonction occupée	Ingénieur travaux (35 %), Logisticien (22 %), Chef de projet (18 %), Conducteur de chantier (15 %), Autres (10 %)
Taille de l'entreprise	TPE (22 %), PME (54 %), GE (24 %)
Région d'activité principale	Casablanca-Settat (30 %), Marrakech-Safi (27 %), Souss-Massa (16 %), Rabat-Salé-Kénitra (14 %), Autres (13 %)
Expérience professionnelle (années)	< 5 ans (28 %), 5–10 ans (46 %), > 10 ans (26 %)

Source : Elaboration des auteurs

Les résultats du questionnaire adressé à 37 professionnels confirment partiellement les constats qualitatifs. Les statistiques descriptives indiquent que 78 % des répondants ont utilisé au moins un outil numérique pour coordonner les flux post-sismiques ; 65 % estiment que cela a amélioré leur réactivité ; cependant, seuls 43 % considèrent que ces outils ont permis un réel gain de performance logistique (coût, fiabilité, visibilité).

Les tests de corrélation de Spearman montrent une corrélation significative, mais modérée entre le degré d'usage des TIC et la performance perçue ($r = 0,46$; $p < 0,05$), ainsi qu'une corrélation plus forte entre TIC et coordination inter-acteurs ($r = 0,61$; $p < 0,01$), confirmant que les TIC agissent surtout sur la fluidité organisationnelle.

Ces résultats tendent à nuancer l'enthousiasme des praticiens. S'ils reconnaissent un effet positif des TIC sur la coordination, ils restent sceptiques quant à leur impact sur les résultats logistiques mesurables. Cela suggère une maturation encore incomplète du rôle stratégique des TIC dans la gestion logistique de crise.

Les résultats des tests de corrélation de Spearman sont détaillés dans le tableau suivant, mettant en évidence les liens statistiques entre le niveau d'usage des TIC et les indicateurs clés de performance logistique.

Tableau 5: Résultats des corrélations entre usage des TIC et dimensions logistiques (n = 37) :

Variables croisées	Coefficient de Spearman (r)	Significativité (p)
Usage des TIC & coordination inter-acteurs	0.61	$p < 0.01$
Usage des TIC & performance perçue	0.46	$p < 0.05$
Usage des TIC & réduction des délais	0.44	$p < 0.05$
Usage des TIC & fiabilité logistique	0.39	$p = 0.06$
Usage des TIC & réduction des coûts	0.31	$p = 0.10$

Source : Elaboration des auteurs

5.3. Analyse croisée et implications multidimensionnelles :

La confrontation des deux volets de l'étude fait ressortir plusieurs enseignements convergents. Les deux approches s'accordent sur le fait que les TIC – même dans leur forme la plus basique – ont permis d'éviter une désorganisation totale. Elles ont offert un minimum de connectivité, une rapidité d'échange et une synchronisation des efforts. Leur rôle est donc bien réel, mais secondaire, car elles ne remplacent ni l'anticipation ni les moyens physiques.

Des divergences apparaissent néanmoins sur la perception de leur efficacité. L'écart entre les discours qualitatifs (où les TIC sont jugées « indispensables ») et les résultats quantitatifs (où l'impact mesuré est faible) révèle une illusion d'efficacité numérique, qui masque souvent l'absence de stratégie digitale intégrée. Cela rejoint les travaux de Kovács & Tatham (2010), selon lesquels l'efficacité des TIC dépend avant tout de la qualité des processus dans lesquels elles s'insèrent.

D'un point de vue managérial, l'étude montre qu'il est impératif de former les équipes du BTP aux outils numériques appliqués à la gestion de crise, d'équiper les entreprises (y compris les

PME) d'outils digitaux simples, mais robustes, et de concevoir un cadre de gouvernance logistique numérique, commun à tous les intervenants (publics et privés).

Sur le plan académique, cette recherche répond à un vide dans la littérature francophone sur le lien entre digitalisation, résilience logistique et secteur BTP en contexte post-catastrophe. Elle suggère que les TIC doivent être analysées non pas comme des technologies isolées, mais comme des composants d'un système sociotechnique complexe, dépendant de l'organisation, du territoire et du facteur humain.

Enfin, les implications stratégiques pour le Maroc sont particulièrement importantes. À l'heure où le pays investit massivement dans les infrastructures intelligentes (smart cities, hôpitaux du futur), cette étude invite à inclure la logistique de crise dans les priorités de digitalisation nationale. Il est urgent de développer un référentiel national de logistique numérique de catastrophe, adossé à des formations continues, des simulateurs virtuels et une cartographie en temps réel des ressources critiques.

Le tableau ci-dessous synthétise les enseignements tirés des données qualitatives et quantitatives en croisant les apports perçus des TIC avec leurs limites observées, selon différentes dimensions de la logistique post-catastrophe.

Tableau 6 : Bilan croisé des apports et limites des TIC sur les différentes dimensions logistiques post-catastrophe :

Dimension logistique	Effets positifs perçus	Limites observées
Coordination inter-acteurs	Meilleure synchronisation des équipes	Dépendance à la messagerie instantanée
Suivi des ressources	Traçabilité partielle des engins et matériaux	Absence d'interface centralisée
Réactivité	Gain de temps dans la prise de décision	Décalage entre terrain et prise d'information
Communication avec autorités	Contacts facilités avec les autorités locales	Manque de cadre de partage interinstitutionnel
Capitalisation des données	Échange rapide de documents sur le moment	Aucune base de données centralisée post-crise

Source : Elaboration des auteurs

Pour approfondir la portée analytique des résultats obtenus, le tableau suivant propose une lecture croisée entre les principaux constats empiriques issus de notre terrain (BTP post-Al-Haouz) et les références théoriques mobilisées dans la littérature. Il permet de mettre en évidence les convergences, mais aussi certaines spécificités structurelles du contexte marocain.

Tableau 7 : Analyse croisée entre les résultats empiriques et les apports de la littérature :

Thèmes analysés	Résultats empiriques (BTP marocain – Al-Haouz)	Confrontation avec la littérature
Coordination inter-acteurs	Coordination facilitée via WhatsApp et Excel, mais sans cadre formel	Confirmé par Tang & Musa (2023) : les TIC améliorent la coordination si intégrées dans une gouvernance structurée
Usage réel vs perçu des TIC	Les TIC sont perçues comme utiles, mais leur impact mesurable reste limité	Rejoint les constats de Hohenstein et al. (2015) : perception ≠ impact réel
Barrières à l'intégration numérique	Freins majeurs : manque de formation, outils disparates, coût élevé	Aligné avec Ivanov (2022) et Altay & Labonte (2014) sur les contraintes structurelles
Rôle de la formation	Formation jugée insuffisante par 68 % des répondants	Dubey et al. (2021) : les compétences numériques sont clés pour activer la "swift trust" dans les chaînes logistiques
Interopérabilité des systèmes	Systèmes non interopérables entre acteurs publics et privés	Kovács & Tatham (2010) soulignent que l'interopérabilité est un levier clé de performance en contexte de crise

Performance logistique post-catastrophe	Amélioration de la coordination, mais gains faibles sur les délais et les coûts	Partiellement cohérent avec Pettit et al. (2010) : gains limités si absence de préparation logistique en amont
--	---	--

Source : Elaboration des auteurs

6. Conclusion :

Cette recherche s'est attachée à analyser dans quelle mesure les technologies de l'information et de la communication (TIC) peuvent renforcer la résilience logistique dans le secteur du BTP marocain, à travers une étude de cas appliquée au séisme d'Al-Haouz de 2023. Mobilisant une approche méthodologique mixte, articulant entretiens qualitatifs et enquête quantitative, l'étude a permis d'identifier les usages effectifs des outils numériques, leurs limites opérationnelles et les conditions nécessaires à leur intégration efficiente dans un contexte post-catastrophe.

Les résultats mettent en évidence une résilience logistique largement portée par des dynamiques locales informelles, où la réactivité humaine pallie l'absence de mécanismes organisationnels anticipés. Si les TIC sont bien mobilisées sur le terrain, leur usage reste fragmentaire, ponctuel, et souvent improvisé. Les outils les plus utilisés relèvent davantage d'une logique de contournement — comme les messageries instantanées ou les fichiers Excel — que d'un déploiement stratégique structuré visant la performance logistique globale.

Ce décalage révèle un triple déficit : en infrastructures numériques, en interopérabilité des systèmes, et en compétences humaines spécifiques à la gestion de crise digitalisée. Un paradoxe notable ressort de la confrontation entre les données qualitatives et quantitatives : bien que les acteurs reconnaissent le potentiel des TIC, ils peinent à en démontrer un impact mesurable sur les résultats logistiques (temps, fiabilité, coûts). Cette contradiction illustre une forme d'illusion d'efficacité technologique, alimentée par une adoption superficielle, souvent non accompagnée d'un cadre de gouvernance cohérent.

L'étude souligne ainsi la nécessité d'un alignement systémique entre moyens technologiques, compétences organisationnelles et dispositifs institutionnels, dans une logique de gouvernance numérique intégrée de la logistique de crise.

Plusieurs limites doivent toutefois être reconnues. L'échantillon mobilisé, bien que pertinent et varié, demeure restreint, ce qui limite la portée généralisable des résultats. Le caractère exploratoire de la démarche ne permet pas non plus de formaliser des relations causales robustes entre les variables analysées. Enfin, le recours à l'auto-évaluation de la performance expose l'analyse à d'éventuels biais de perception ou de désirabilité sociale.

Sur le plan opérationnel, plusieurs recommandations se dégagent. Il conviendrait d'intensifier la sensibilisation des professionnels du BTP aux enjeux de la digitalisation, en particulier en contexte de gestion de crise. Des programmes de formation continue devraient être développés à l'échelle régionale, en partenariat avec les écoles d'ingénieurs, les fédérations professionnelles et les collectivités territoriales. De même, un appui financier ciblé en faveur de la digitalisation des PME du BTP apparaît crucial pour favoriser une inclusion technologique durable. Enfin, la mise en place d'une plateforme nationale de coordination logistique d'urgence, combinant bases de données partagées, géolocalisation, planification collaborative et visualisation en temps réel, représente un levier stratégique central pour anticiper et gérer les futures crises.

Cette recherche ouvre enfin plusieurs perspectives de travaux futurs. Une extension comparative à d'autres secteurs exposés aux aléas extrêmes — tels que la santé, l'agriculture ou les transports — permettrait de tester la transférabilité du modèle. Une analyse interrégionale ou internationale pourrait également enrichir la compréhension des facteurs contextuels de réussite. L'enjeu est de poser les fondements d'une logistique de crise intelligente, adaptée aux réalités des territoires, articulant innovation technologique, intelligence collective et gouvernance intégrée.

Références :

- (1). Akter, S., Bandara, R., Hani, U., Wamba, S. F., Foropon, C., & Papadopoulos, T. (2019). Analytics-based decision-making for service systems: A qualitative study and agenda for future research. *International Journal of Information Management*, 48, 85–95.
- (2). Altay, N., & Green, W. G. (2006). OR/MS research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 475–493.
- (3). Altay, N., & Labonte, M. (2014). Challenges in humanitarian information management and exchange: Evidence from Haiti. *Disasters*, 38(S1), S50–S72.
- (4). Baharmand, H., Comes, T., Lauras, M., & Van de Walle, B. (2020). Increasing resilience in humanitarian supply chains through digital transformation. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management*, 12(1), 1–19.
- (5). Baryannis, G., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Predictive analytics and artificial intelligence in supply chain management: Review and implications for the future. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024.
- (6). Behl, A., & Dutta, P. (2020). Humanitarian supply chain management: A thematic literature review and future directions of research. *Annals of Operations Research*, 284(1–2), 1001–1044.
- (7). Benlafquih, H. (2025). Les infrastructures publiques face aux aléas naturels : vers une résilience territoriale intégrée. *Scientific and Contemporary Research in Development*, 9(3), 7–17.
- (8). Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- (9). Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5th ed.). Oxford University Press.
- (10). Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–13.
- (11). Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- (12). Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- (13). Dethine, B., Enjolras, M., & Monticcolo, D. (2020). Digital entrepreneurship and SME resilience: A bibliometric review. *Journal of Innovation Economics & Management*, 32(3), 13–40.
- (14). Dolgui, A., Ivanov, D., & Sokolov, B. (2020). Reconfigurable supply chain: The X-network. *International Journal of Production Research*, 58(13), 4138–4163.
- (15). Dubey, R., Gunasekaran, A., Bryde, D. J., Dwivedi, Y. K., & Papadopoulos, T. (2021). Blockchain technology for enhancing swift-trust, collaboration and resilience within a humanitarian supply chain setting. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1620–1635.
- (16). El Bouazzaouy, A., & Amri, M. (2025). Interaction between transport systems and regional development: Analytical insights from the Casablanca metropolitan area. *Review of Contemporary Scientific and Academic Studies*, 5(5), 1–17.
- (17). Fiksel, J. (2006). Sustainability and resilience: Toward a systems approach. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 2(2), 14–21.
- (18). Fosso Wamba, S., Gunasekaran, A., Dubey, R., & Ngai, E. W. (2018). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365.
- (19). Heide, J. B. (1994). Interorganizational governance in marketing channels. *Journal of Marketing*, 58(1), 71–85.

- (20). Hohenstein, N.-O., Feisel, E., Hartmann, E., & Giunipero, L. (2015). Research on the phenomenon of supply chain resilience. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(1/2), 90–117.
- (21). Ivanov, D. (2022). Digital supply chain management and technology to enhance resilience by building and using end-to-end visibility and collaboration. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 52(2), 105–126.
- (22). Ivanov, D. (2022). Supply chain viability and resilience: From concepts to decision-making. *International Journal of Production Research*, 60(1), 1–20.
- (23). Kache, F., & Seuring, S. (2017). Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(1), 10–36.
- (24). Kamalahmadi, M., & Parast, M. M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics*, 171, 116–133.
- (25). Kovács, G., & Tatham, P. (2010). What is special about a humanitarian logistician? A survey of logistics skills and performance. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 11(3), 32–41.
- (26). Martin, C., Borraz, O., & Huber, M. (2021). Governing through vulnerability: Towards a new form of crisis management? *Regulation & Governance*, 15(1), 76–93.
- (27). Oloruntoba, R., & Gray, R. (2006). Humanitarian aid: An agile supply chain? *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(2), 115–120.
- (28). Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: Development and implementation of an assessment tool. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 1–21.
- (29). Scholten, K., Sharkey Scott, P., & Fynes, B. (2014). Mitigation processes—antecedents for building supply chain resilience. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(2), 211–228.
- (30). Shekarian, M., & Mellat Parast, M. (2020). An examination of the impact of flexibility and agility on mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Production Economics*, 220, 107438.
- (31). Tang, C. S., & Musa, S. N. (2023). Technological enablers of resilient logistics networks. *Supply Chain Management Review*, 28(3), 49–60.
- (32). Tatham, P., & Pettit, S. (2010). Transforming humanitarian logistics: The journey to supply network management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(8/9), 609–622.
- (33). Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.
- (34). Vanpoucke, E., Vereecke, A., & Boyer, K. K. (2014). Triggers and patterns of integration initiatives in successful buyer–supplier relationships. *Journal of Operations Management*, 32(1–2), 15–33.
- (35). Wang, Y., Han, J., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: A systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62–84.
- (36). Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage Publications.