

Comparaison de l'intégration de la blockchain dans les entreprises agroalimentaires : impacts sur la traçabilité, la transparence des processus et la fidélisation des clients.

Comparison of Blockchain Integration in Agri-Food Companies: Impacts on Traceability, Process Transparency, and Customer Loyalty.

Auteur 1 : ELABBAS Saliha,

Auteur 1 : BOURTA Fatima Zahra,

Auteur 1 : BOUSLOUS Yousra,

ELABBAS Saliha, Professeure à l'Université Privé de Marrakech

BOURTA Fatima Zahra, Etudiante du Master Qualité, Sécurité et Environnement.

BOUSLOUS Yousra, Etudiante du Master Qualité, Sécurité et Environnement.

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : ELABBAS .S, BOURTA .Fz & BOUSLOUS .Y (2025). « Consulter pour mieux légiférer. La participation citoyenne aux travaux parlementaires », African Scientific Journal « Volume 03, Num 32 » pp: 0518 – 0550.



DOI : 10.5281/zenodo.17321127
Copyright © 2025 – ASJ



Résumé

Le secteur agroalimentaire fait face à des défis croissants en matière de traçabilité, de transparence et de confiance des consommateurs. Les systèmes traditionnels de gestion de la chaîne d'approvisionnement peinent à garantir une visibilité complète et une sécurité optimale des informations, ce qui peut entraîner des problèmes de sécurité alimentaire, des fraudes et une érosion de la confiance des clients. L'intégration de la blockchain émerge comme une solution prometteuse pour adresser ces lacunes.

Cette étude vise à analyser l'impact de l'intégration de la blockchain sur les systèmes de traçabilité, en mettant particulièrement l'accent sur son rôle dans le renforcement de la transparence des chaînes d'approvisionnement des processus de production, de stockage et de distribution dans les entreprises agroalimentaires. Elle cherche également à évaluer comment cette technologie peut contribuer à fidéliser les clients en améliorant la confiance et l'accès à des informations fiables.

Pour répondre à cette problématique et atteindre ces objectifs, notre étude a adopté une approche comparative. Nous avons mené une revue de la littérature approfondie pour comprendre les principes de la blockchain et ses applications potentielles dans l'agroalimentaire. Nous avons ensuite analysé des études de cas des 2 entreprises : des études de cas des 2 entreprises, la première mettant en œuvre le système de la traçabilité classique, il s'agit du Groupe Lactalis et l'autre entreprise la deuxième, (**Carrefour**) ayant déjà implémenté la blockchain, afin d'identifier les bénéfices concrets et les défis rencontrés. Des enquêtes avec des consommateurs, des experts du secteur et des professionnels de la chaîne d'approvisionnement ont également été réalisées pour recueillir des perspectives directes sur l'adoption et l'impact de cette technologie.

Les résultats de notre recherche démontrent que l'intégration de la blockchain améliore significativement la traçabilité en offrant un enregistrement immuable et transparent de chaque étape de la chaîne d'approvisionnement, de la ferme à la fourchette. Cela permet non seulement de réduire les fraudes et de mieux gérer les rappels de produits, mais aussi d'augmenter la confiance des consommateurs grâce à un accès facilité à des informations vérifiables sur l'origine et le parcours des produits. De plus, la transparence accrue des processus de production, stockage et distribution renforce l'efficacité opérationnelle et la responsabilité des acteurs. La fidélisation des clients est également impactée positivement par cette transparence, les consommateurs étant plus enclins à faire confiance aux marques qui offrent une visibilité complète sur leurs produits.

En somme, la blockchain représente une innovation technologique pour le secteur agroalimentaire, offrant des solutions robustes aux enjeux de traçabilité et de transparence. Son adoption progressive est essentielle pour construire un écosystème alimentaire plus sûr, plus fiable et plus transparent, bénéficiant à la fois aux entreprises et aux consommateurs.

Mots-clés : *Blockchain, agroalimentaire, traçabilité, transparence, chaîne d'approvisionnement, fidélisation client, sécurité alimentaire.*

Abstract

The agri-food sector faces increasing challenges in terms of traceability, transparency, and consumer trust. Traditional supply chain management systems struggle to guarantee complete visibility and optimal information security, which can lead to food safety issues, fraud, and an erosion of customer trust. The integration of blockchain emerges as a promising solution to address these shortcomings.

This study aims to analyze the impact of blockchain integration on the traceability and transparency of production, storage, and distribution processes in agri-food companies. It also seeks to evaluate how this technology can contribute to customer loyalty by improving trust and access to reliable information.

To address this problem and achieve these objectives, our study adopted a comparative approach. We conducted a thorough literature review to understand the principles of blockchain and its potential applications in the agri-food sector. We then analyzed case studies of companies that have already implemented blockchain to identify concrete benefits and challenges encountered. Interviews with industry experts and supply chain professionals were also conducted to gather direct perspectives on the adoption and impact of this technology.

The results of our research demonstrate that blockchain integration significantly improves traceability by offering an immutable and transparent record of every step of the supply chain, from farm to fork. This not only reduces fraud and improves product recall management but also increases consumer trust through easier access to verifiable information about product origin and journey. Furthermore, the increased transparency of production, storage, and distribution processes enhances operational efficiency and accountability of stakeholders. Customer loyalty is also positively impacted by this transparency, as consumers are more inclined to trust brands that offer complete visibility into their products.

In summary, blockchain represents a disruptive innovation for the agri-food sector, offering robust solutions to traceability and transparency challenges. Its progressive adoption is essential to build a safer, more reliable, and more transparent food ecosystem, benefiting both businesses and consumers.

Keywords

Blockchain, agri-food, traceability, transparency, supply chain, customer loyalty, food safe

Introduction

Dans un contexte mondial marqué par une exigence croissante en matière de sécurité alimentaire, de la durabilité et de transparence, La technologie blockchain a émergé comme une force transformatrice dans divers secteurs. L'intégration de la technologie blockchain dans la chaîne alimentaire traditionnelle permet une transparence, une traçabilité et une fidélisation des clients accrues.

Cependant, l'industrie alimentaire est confrontée à des défis uniques, notamment la nature périssable des produits, la complexité des réseaux mondiaux et le besoin critique de sécurité alimentaire et de confiance des consommateurs. La chaîne alimentaire traditionnelle (Traçabilité classique) fonctionne par un réseau d'intermédiaires, comprenant des agriculteurs, des fabricants, des fournisseurs et des détaillants, où les mécanismes de suivi reposent sur des systèmes numériques disparates, entraînant des inefficacités et des lacunes en matière de traçabilité. [1]

La technologie blockchain est un système de tenue de registres numériques décentralisé qui fournit des réponses innovantes et prometteuses à ces défis. Grâce à son architecture *décentralisée, sécurisée et infalsifiable*, elle permet de repenser les pratiques de production, de stockage des données et de distribution dans l'agroalimentaire, tout facilitant l'enregistrement des transactions en temps réel, garantissant ainsi que tous les participants au réseau ont accès à des données uniformes et inviolables. [2]

Au niveau mondial, la technologie blockchain a émergé comme une innovation majeure dans la transformation numérique des chaînes d'approvisionnement. Initialement conçue pour les transactions en cryptomonnaies, elle s'est rapidement étendue à de nombreux secteurs, notamment la santé, la finance, et surtout l'agroalimentaire. Grâce à sa capacité à enregistrer de façon sécurisée, transparente et infalsifiable les échanges entre les différents acteurs, la blockchain permet d'assurer une traçabilité complète des produits, de la production à la consommation finale. De grandes entreprises internationales comme Walmart, IBM Food Trust ou Carrefour ont adopté cette technologie pour renforcer la transparence et la confiance des consommateurs. Selon l'étude de Deloitte Blockchain Survey 2023, plus de 75 % des grandes entreprises envisagent ou expérimentent des solutions blockchain pour améliorer leur efficacité et leur résilience face aux crises. [3]

Au Maroc, bien que l'adoption de la blockchain en soit encore à ses débuts, l'intérêt croît progressivement, notamment dans les secteurs agricoles, logistique et financier. Le Royaume a amorcé une stratégie d'intégration des technologies émergentes à travers des initiatives pilotées

par l'Agence de Développement du Digital (ADD) et des institutions comme Bank Al-Maghrib, qui explore l'usage de la blockchain pour le dirham numérique. Dans le domaine agroalimentaire, quelques startups marocaines et coopératives agricoles commencent à expérimenter cette technologie pour améliorer la traçabilité des produits locaux, notamment l'huile d'argan ou les dattes. Toutefois, des freins liés au coût, au manque de formation technique et à l'absence de cadre réglementaire clair ralentissent encore sa généralisation. Le potentiel est pourtant considérable, notamment pour renforcer l'image des produits marocains sur les marchés internationaux, où la transparence et la durabilité sont devenues des critères de compétitivité essentiels. [4]

L'objectif de cette recherche est d'analyser et de comparer l'impact de l'intégration de la blockchain sur la traçabilité et la fidélisation des clients au sein des entreprises agroalimentaires. Pour ce faire, l'étude portera sur deux cas représentatifs : Carrefour, qui utilise un système de traçabilité basé sur la blockchain, et le Groupe Lactalis, qui continue d'employer une traçabilité traditionnelle.

La structure de cette recherche s'articule comme suit :

- La première partie présente le cadre théorique relatif à la technologie blockchain et à ses applications dans le secteur agroalimentaire.
- La deuxième partie expose la méthodologie adoptée, fondée sur une approche qualitative comparative.
- La troisième partie analyse et compare les deux études de cas afin d'évaluer les effets de la blockchain sur la traçabilité, la transparence opérationnelle et la fidélité des clients. Enfin, la conclusion mettra en évidence les principaux résultats obtenus et proposera des recommandations pour une adoption plus large et plus efficace de la blockchain dans les chaînes agroalimentaires.

Chapitre 1 : Revue de littérature sur la traçabilité classique :

I. Données générales sur la traçabilité classique :

1. Définition et Principes :

En agroalimentaire, lorsqu'un aliment est produit, de nombreuses informations sont récoltées et enregistrées, par exemple l'origine du produit ou encore sa composition. Toutes ces informations stockées sont ensuite transmises tout au long de la chaîne de fabrication des denrées alimentaires, sous forme de documents d'accompagnement et d'un étiquetage correspondant. Le terme « *Traçabilité* » est défini en 2004 par le Codex Alimentarius comme étant la capacité à enregistrer, stocker et transférer des informations sur les produits, de leur conception, à leur production et à leur consommation finale. [5]

L'une des finalités de la traçabilité est de pouvoir disposer de ces informations et de les consulter à tout instant. Les retraits et rappels de produits sont alors optimisés en cas de risque sanitaire ou de fraude, également grâce à la maîtrise des flux logistiques. [6]

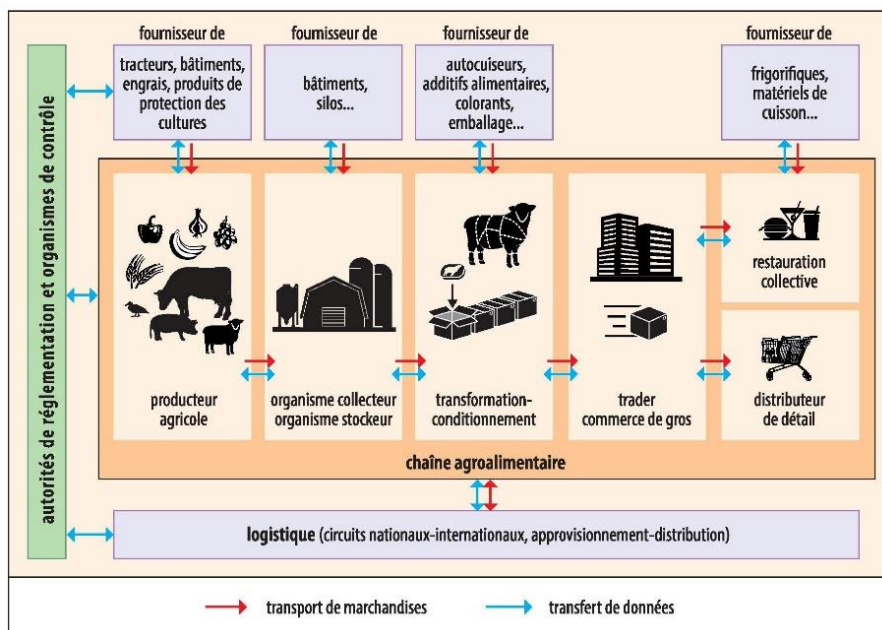


Figure 1 : Traçabilité dans la chaîne agroalimentaire

2. Types de traçabilité :

Au niveau des industries agroalimentaires et dans la perspective de la nouvelle norme **ISO 22005 :2007** La traçabilité agroalimentaire, au sens classique, se définit selon trois niveaux principaux : la *traçabilité en amont* (suivi des matières premières), la *traçabilité interne* (suivi des étapes de transformation) et la *traçabilité en aval* (suivi de la distribution). Ces trois niveaux sont interconnectés et permettent de suivre le parcours d'un produit, depuis sa fabrication jusqu'à sa consommation finale. [7]

- **Traçabilité descendante (traçabilité en aval) :**

C'est un ensemble de techniques permettant de retrouver à tout moment, en tout point de la chaîne de production et de commercialisation, la localisation des produits. Elle a pour objectif de retrouver la localisation d'un produit au cours de sa distribution dans la chaîne alimentaire, et d'effectuer des retraits et rappels de produits si cela est nécessaire. [8]

- **Traçabilité interne :**

La traçabilité interne n'est pas une obligation réglementaire mais elle est nécessaire dès lors qu'il y a une transformation ou reconditionnement d'une denrée alimentaire. Elle permet d'établir un lien entre les produits intrants et les sortants à toutes les étapes de la production, transformation et distribution de denrées alimentaires. [9]

- **Traçabilité ascendante (traçabilité en amont) :**

Cette forme de traçabilité se centre principalement sur le **suivi qualitatif** des produits. Elle a pour but de rechercher **les causes** d'un problème de qualité, de retrouver l'origine et les caractéristiques des produits en tout point de la chaîne d'approvisionnement. [10]

La figure 2 représente une illustration schématique des 3 volets de la traçabilité :

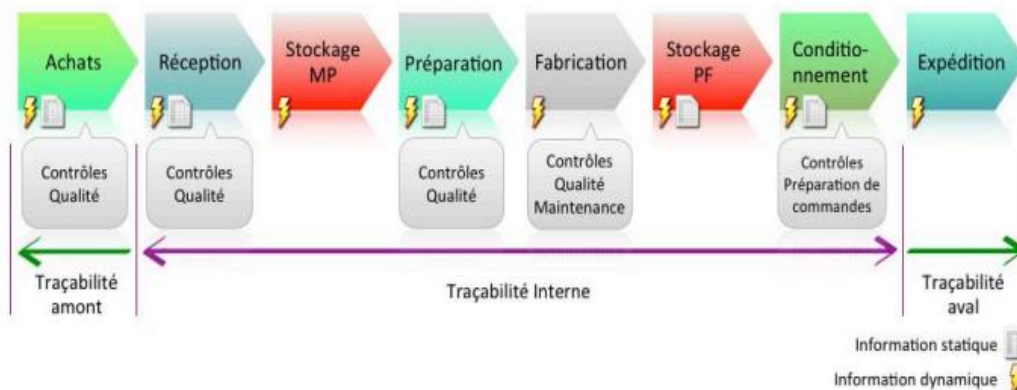


Figure 2 : Les différents types de la traçabilité

3 . Périmètre d'application :

Dans le cadre professionnel, la **traçabilité classique** joue un rôle essentiel dans le contrôle, la qualité et la sécurité des produits tout au long de leur **cycle de vie**. Elle permet de retracer l'historique, l'utilisation ou la localisation d'un produit à travers des enregistrements documentés. Cette pratique s'applique à plusieurs secteurs clés de l'industrie, où elle répond à des exigences réglementaires, économiques ou sanitaires. Voici les principaux domaines d'application : [11]

Les différents domaines d'application de la traçabilité classique :

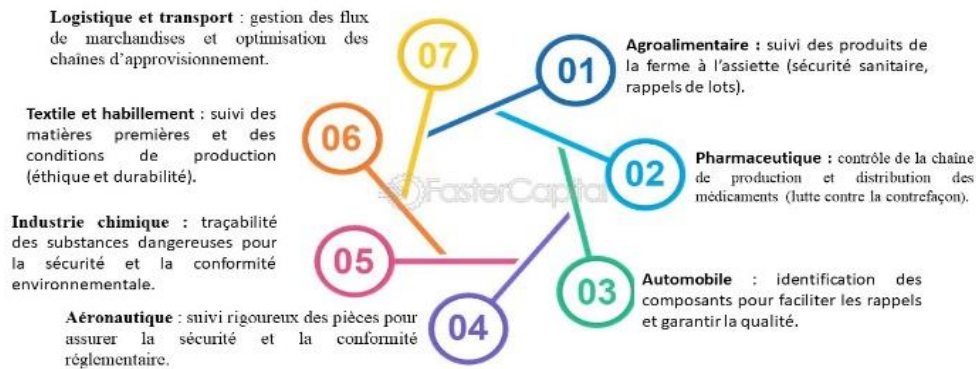


Figure 3 : Les différents domaines d'application de la traçabilité classique

4 . Fonctionnement de la traçabilité - Outils de suivi des informations :

Un système de traçabilité efficient et efficace est composé principalement d'une organisation dans la structure (des actions à réaliser au cours de la production) et d'un système d'information, permettant d'enregistrer les données nécessaires à la constitution de l'historique des produits, par une base de données relationnelle [12]

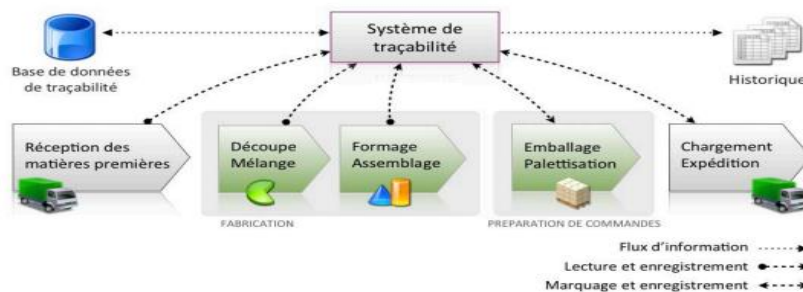


Figure 4 : Schéma fonctionnel du système de la traçabilité classique

5 .Traçabilité et étiquetage : système et réglementation :

Pour les denrées pré-emballées, les informations obligatoires à disposition des consommateurs sont la dénomination de vente, avec une précision sur l'état physique du produit et les traitements thermiques que ce dernier a subi avant d'être commercialisé. L'origine du produit, les dates de consommation, le numéro de lot, la quantité nette du produit, la liste des ingrédients, qui doit contenir les *allergènes*, et la quantité de certains ingrédients, ainsi que la déclaration nutritionnelle doivent être mentionnés sur l'étiquetage, tout comme la présence d'édulcorants, de phénylalanine ou de réglisse. [13]

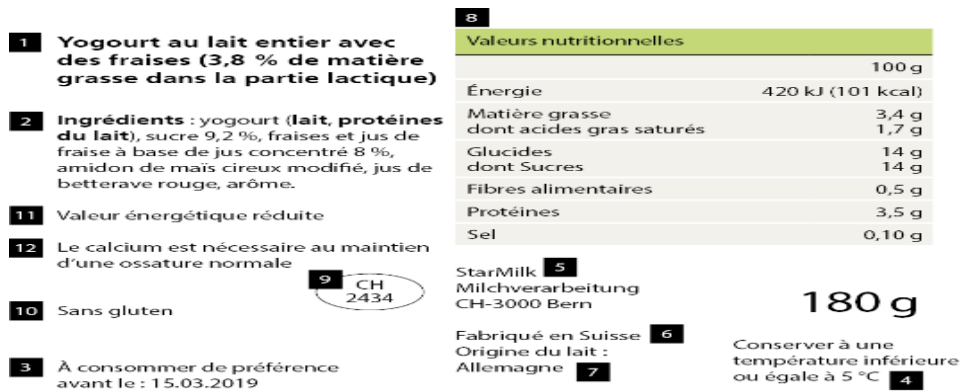


Figure 5 : Étiquetage des denrées alimentaires pré-emballées

Alors que, pour les *denrées non pré-emballées*, c'est-à-dire les denrées présentées sans emballage à la vente et emballées par le client ou à sa demande au moment de l'achat, un écriteau doit être placé à côté du produit en indiquant obligatoirement la dénomination de vente, la présence d'allergènes si tel est le cas, l'état physique du produit. [13]

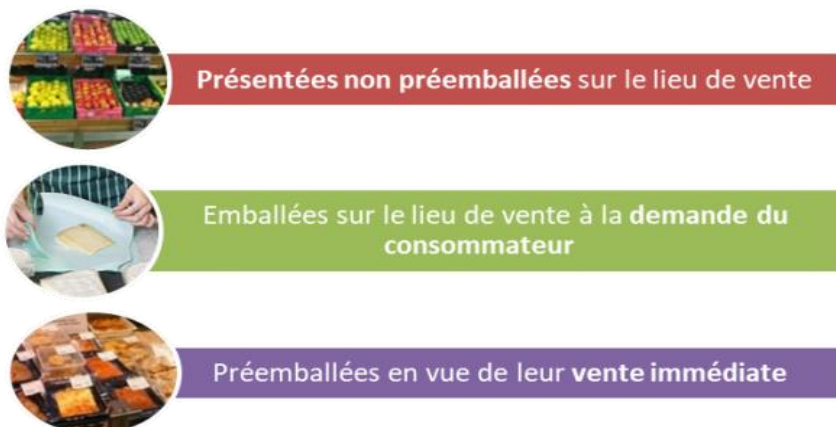


Figure 6 : Étiquetage des denrées alimentaires non-emballées

Pour améliorer la visibilité des informations sur les étiquettes, il faut que tout le système de traçabilité des entreprises soit reconnu à travers diverses certifications, notamment la norme FSSC 22 000 (Food Safety System Certification), pour la *sécurité des denrées alimentaires*.

6. Certification de la traçabilité alimentaire :

Tout le système de traçabilité des entreprises peut être reconnu à travers diverses certifications, notamment la norme FSSC (Food Safety System Certification) ISO 22 000, pour la sécurité des denrées alimentaires, la norme ISO 9001 pour le Management de la qualité et Système HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) qui est un système d'analyse des risques et de maîtrise des points critiques. [14]

- **Aspects législatifs :**

Après les incidents sanitaires qui ont eu lieu dans les *années 1990*, la mise en place de la traçabilité au Maroc est accompagnée de la création d'une réglementation afin de renforcer la **protection des consommateurs**, en leur garantissant des **denrées saines** pour la consommation mais également à responsabiliser chaque acteur de la chaîne alimentaire, qui se voit dans l'obligation de disposer d'un système de traçabilité et de retrait/rappel de produits efficace [15]. Ce qui leur permet de retrouver rapidement les produits concernés en cas d'incident sanitaire, et de transmettre les informations nécessaires aux autorités compétentes [16].

La figure ci-dessous illustre l'évolution de la législation concernant la traçabilité classique :

Figure 7 : Règlementation Africaine relative à la traçabilité

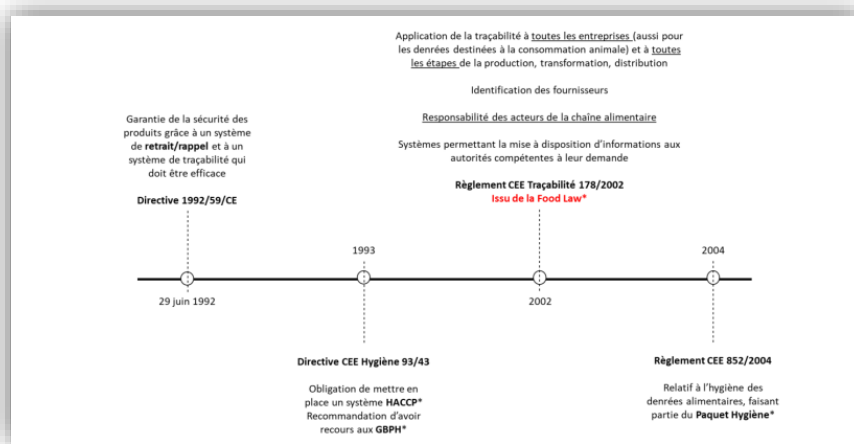


Figure 7 : Règlementation Africaine relative à la traçabilité

- **Aspects normatifs :**

Malgré des différences réglementaires et de mise en œuvre de la traçabilité au niveau mondial, tous les pays appliquent cependant les mêmes normes, notamment *la norme ISO 9001*, qui définit les exigences de la mise en place d'un **système de management de la qualité**, et la norme **ISO 22000**, relative à **la sécurité des denrées alimentaires**... [15].

Tableau 1 : Normes ISO relatives à la sécurité des denrées alimentaires et à la traçabilité

Nom de la norme		Contenu de la norme
Normes regroupées dans la Food Safety System Certification 22000 (FSSC 22000)		
ISO 22000	Management de la sécurité des denrées alimentaires	Regroupe la norme ISO 9001 et le système HACCP
ISO 9001	Principe de management de la qualité	Management de la qualité des produits Mise en place d'un système de traçabilité, auto-évaluation et amélioration continue
ISO 22005	Traçabilité de la chaîne alimentaire – Principes généraux et exigences fondamentales s'appliquant à la conception du système et à sa mise en œuvre	Exigences pour la conception et la mise en place d'un système de traçabilité
ISO/TS 22002-1	Programmes prérequis pour la sécurité des denrées alimentaires – Partie 1 : Fabrication des denrées alimentaires	Exigences pour la mise en œuvre et la mise à jour des Programmes Prérequis (PRP) Exigences liées à l'environnement immédiat de la production (locaux, nuisibles, hygiène du personnel etc.)

En résumé, toutes ces **normes** mentionnées dans le tableau permettent aux professionnels de maîtriser la sécurité sanitaire des denrées qu'ils produisent ou qu'ils transforment, en les guidant dans la mise en place de prérequis tout au long du processus de production et de la mise en œuvre d'un **système de traçabilité efficace**, et en leur imposant l'application du système **HACCP**.

Ces aspects législatifs et normatifs ont été instaurés au fil des années par de nombreux acteurs au niveau Marocain, africain mais également mondial.

II. Données générales sur la blockchain

1. Définition, Principes, Fonctionnement et types :

1.1. Définition :

La technologie **Blockchain** est un grand livre (registre) numérique [17] de stockage et de transmission d'information. Il s'agit d'une panoplie de données, d'informations et des transactions. Elle est considérée comme un bloc d'éléments organisés, un réseau décentralisé qui ne possède aucun centre de contrôle. En effet, Les données sont hébergées sur des infrastructures informatiques puissantes, sous forme de base de données distribuée. Ce modèle permet aux différents acteurs d'échanger et de synchroniser les informations directement entre eux, sans dépendre d'un serveur ou d'un contrôle centralisé. [18]

- 1.2. Principe :

La traçabilité numérique appliquée à l'agroalimentaire, via la technologie *blockchain*, permet d'enregistrer de manière sécurisée, horodatée et infalsifiable chaque étape du parcours d'un produit, de la production agricole jusqu'au consommateur final. Ce système assure l'authenticité des informations liées à l'origine, à la transformation et à la distribution des denrées, tout en renforçant la transparence de la chaîne d'approvisionnement, la conformité aux normes sanitaires et réglementaires, ainsi que la capacité de réagir en cas d'alerte sanitaire, de crise ou de retrait de lot. [19]

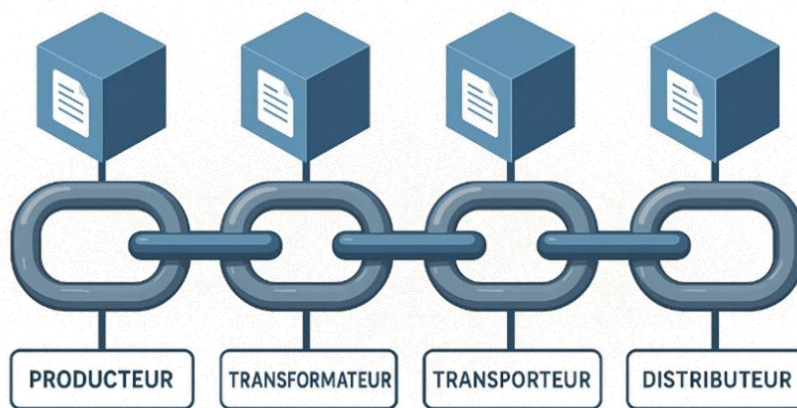


Figure 7 : Principe de la blockchain dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire.

- 1.3. Fonctionnement :

Dans le cadre de la chaîne d'approvisionnement des denrées alimentaires, le mécanisme de la traçabilité numérique des données fonctionne de la manière suivante, comme l'a souligné Paola Oviedo : il s'agit d'un système basé sur un "hash" ou un fichier contenant des informations et des données classées. Ces données sont organisées de telle sorte que les informations enregistrées dans un bloc précédent restent conservées dans la chaîne de blocs. Cela permet ensuite la connexion avec le bloc suivant, formant ainsi une chaîne continue et sécurisée. Grâce à ce mécanisme intelligent les acteurs de la Blockchain pourront avoir une idée sur tout le passé de la chaîne

La figure ci-dessous (**figure 8 :** Blockchain de la France) résume ce mécanisme de fonctionnement. [20]

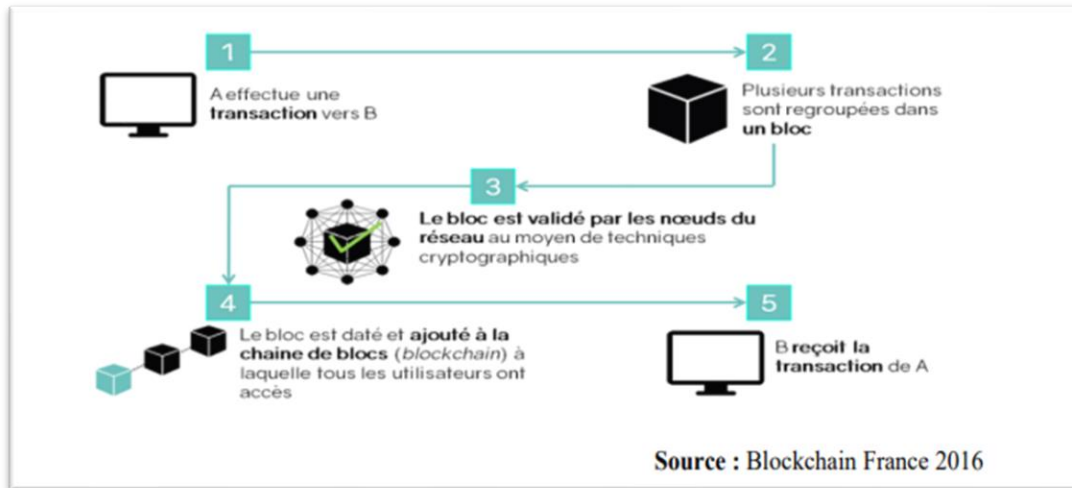


Figure 8 : Fonctionnement de la Blockchain

Grâce à un QR code sur l'emballage, les consommateurs peuvent accéder à l'historique détaillé du produit, ce qui renforce la transparence, la confiance et facilite les audits ou rappels en cas de problème. [21]



Figure 9 : Quick Response code

1.4. Types de la blockchain :

On distingue principalement **quatre types de blockchains** : [22]

Tableau 2 : Les différents Caractéristiques de chaque type.

Caractéristique	Blockchain Publique	Blockchain Privée	Blockchain de Consortium	Blockchain Hybride
Accès	Sans permission	Permissionné	Permissionné	Permissionné et Public
Gouvernance	Décentralisée	Centralisée	Décentralisée (Multi-Organisationnelle)	Personnalisable
Transparence	Élevée	Faible	Sélective	Contrôlée
Sécurité	Élevée (dépend de la taille du réseau)	Personnalisable	Élevée	Renforcée
Évolutivité	Faible	Élevée	Moyenne à Élevée	Moyenne à Élevée
Coût	Potentiellement Élevé (frais de gaz, congestion du réseau)	Moyen à Élevé (mise en œuvre, maintenance)	Moyen à Élevé (mise en œuvre, gouvernance)	Élevé (mise en œuvre, intégration)
Confidentialité	Faible	Élevée	Sélective	Équilibre Confidentialité et Transparence
Cas d'Utilisation dans l'Alimentaire	Traçabilité pour les consommateurs, vérification publique	Gestion interne de la chaîne d'approvisionnement, sécurité des données	Traçabilité collaborative, consortiums de sécurité alimentaire	Équilibrer la transparence pour les consommateurs et la confidentialité des entreprises

1.5. Historique de la traçabilité numérique (Blockchain) :

Les blockchains sont les inventions les plus innovantes du 21^e siècle. L'histoire des blockchains a commencé lorsque Scott Sornetta et Stuart Haber au *début des années 1990* ont travaillé sur une chaîne de blocs avec des horodatages sécurisés afin que personne ne puisse les modifier. [23]

HISTORIQUE DE LA BLOCKCHAIN

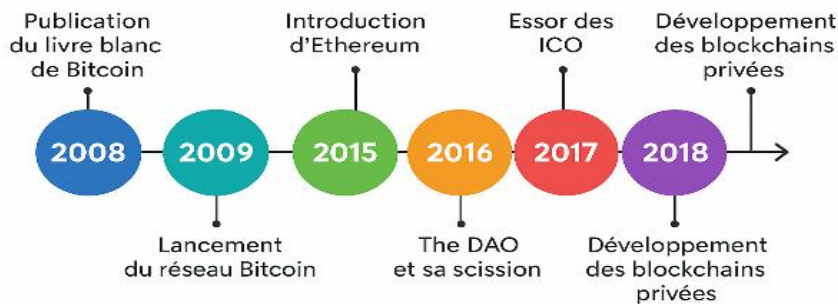


Figure 10 : l'évolution de la blockchaine (2008-2018)

1.6. Les limites et les avantages de la blockchain pour une traçabilité de bout en bout :

1.6.1. Avantages de la blockchain :

La blockchain présente plusieurs avantages significatifs pour le secteur de l'agriculture, notamment en matière de transparence, d'efficacité et de sécurité. Tout d'abord, la nature **décentralisée** de la blockchain permet à toutes les parties prenantes d'accéder à un registre commun et immuable des transactions. Cette transparence réduit le risque de fraude, améliore la confiance entre les parties et réduire le temps nécessaire pour traiter les réclamations et les paiements. En automatisant certaines étapes du processus grâce à des contrats intelligents, les compagnies d'assurance peuvent accélérer le traitement des sinistres. [24]

Avantages de la blockchain

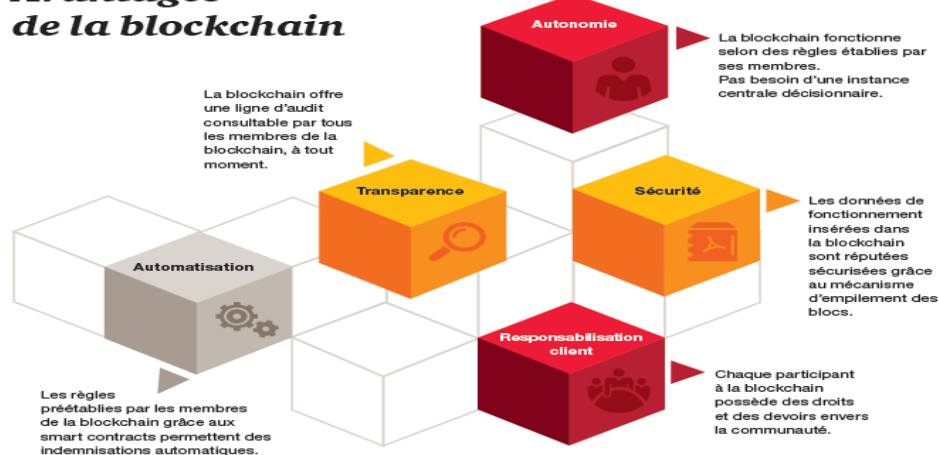


Figure 11 : Les avantages de la technologie blockchain

1.6.2. Défis ou les limites de la blockchain :

L'adoption à grande échelle de la blockchain se heurte à des problèmes de sécurité, de réglementation, de gouvernance, de régulation, de confidentialité et d'anonymat des échanges,

de mode de preuve, de questionnement sur la valeur juridique des contrats intelligents ("smart contracts") qui sont des logiciels et non des contrats. [25]

Tableau 3 : les principaux défis de la blockchaine agroalimentaire

Limite/Contrainte	Description	Impact Potentiel
Consommation énergétique	Afin d'assurer la sécurité du réseau et les transactions.	Limitation de la durabilité de la technologie et coûts d'exploitation élevés.
Complexité technique	La blockchain est techniquement complexe, ce qui peut poser des difficultés d'implémentation et de compréhension pour les acteurs de la chaîne d'approvisionnement.	Difficulté d'adopter la technologie, barrière à l'entrée pour les petites et moyennes entreprises.
Questions juridiques	La blockchain soulève des questions sur la décentralisation des transactions et la responsabilité légale en cas de problèmes.	Incertitude juridique, difficultés à appliquer les réglementations existantes.
Adoption par les acteurs de la chaîne	Nécessité d'obtenir un consensus entre les différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement pour implémenter la blockchain.	Coûts d'implémentation élevés, difficultés à convaincre les acteurs de l'importance de la blockchain, risques de résistance.
Stockage et gestion des données	La blockchain peut générer des volumes de données importants, ce qui pose des défis en matière de stockage et de gestion.	Difficulté à assurer la sécurité des données et la confidentialité des transactions, coûts de stockage élevés.
Intégration avec les systèmes existants	La blockchain peut être difficile à intégrer avec les systèmes de gestion de la chaîne d'approvisionnement existants.	Perte de temps et de ressources pour la migration.

III. La fidélité des clients comme enjeu stratégique :

1. Importance de la transparence dans la confiance des consommateurs (RSE) :

La norme *ISO 26000*, publiée en 2010, est celle qui donne « les lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale » et définit la *RSE* comme étant « la contribution des organisations au développement durable. Elle se traduit par la volonté de l'organisation d'assumer la responsabilité des impacts de ses décisions et activités sur la société et sur l'environnement et d'en rendre compte » [26]



Figure 8 : Les points clés de la fidélisation des clients dans le cadre de la RSE

2. Comportement du consommateur et perception de la transparence :

La quête croissante de transparence et de fiabilité de l'information par les consommateurs constitue aujourd'hui un enjeu central pour les démarches qualité, renforçant l'importance d'un système de traçabilité clair, vérifiable et accessible. Ces comportements sont illustrés dans la figure ci-dessous : [27]

Les différents comportements du consommateur

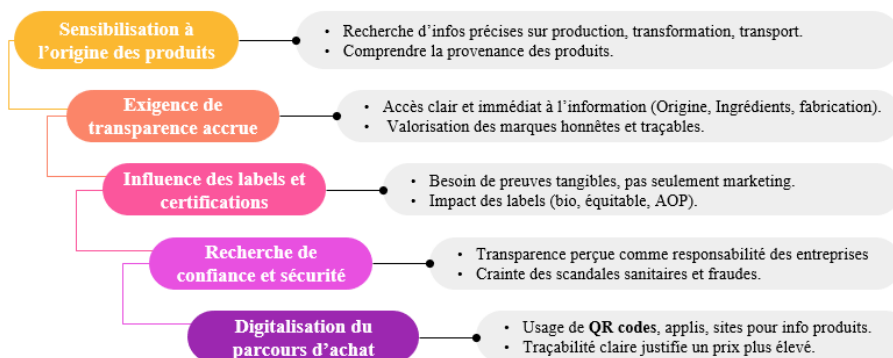


Figure 9 : les différents comportements du consommateur

3. Rôle de l'information sur l'origine, la qualité et l'éthique dans la fidélisation :

L'information fiable et transparente sur l'origine, la qualité et les engagements éthiques constitue un **levier stratégique de fidélisation**. Elle permet non seulement de **rassurer et satisfaire les consommateurs**, mais aussi de **construire une relation de confiance durable**, essentielle à la compétitivité dans un marché de plus en plus exigeant et conscient.

Ci-dessous, un tableau représentant le rôle de l'information sur l'origine, la qualité et l'éthique dans la fidélisation des consommateurs : [28]

Tableau 4 : Rôle de l'information dans la fidélisation du consommateur

Type d'information	Impact sur la fidélisation	Exemples concrets
Origine	<ul style="list-style-type: none"> • Renforce la confiance grâce à une traçabilité claire. • Favorise l'attachement aux produits locaux ou authentiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mention d'une AOP/IGP sur l'étiquette. • QR code retraçant la provenance jusqu'à la ferme
Qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Rassure sur la constance du produit • Valorise la conformité aux normes qualité - Renforce la satisfaction 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de certificats (ISO, HACCP). • Informations nutritionnelles précises et vérifiées
Éthique / RSE	<ul style="list-style-type: none"> • Crée un lien émotionnel avec la marque. • Valorise l'engagement sociétal et environnemental 	<ul style="list-style-type: none"> • Indication de commerce équitable. • Communication sur les pratiques durables de production

IV. Comparaison entre la traçabilité classique et la traçabilité numérique :

Afin de mieux comprendre les avantages de la blockchain en matière de traçabilité, voici une comparaison avec les méthodes traditionnelles :

Tableau 6 : Comparaison entre la traçabilité classique et la traçabilité numérique (Blockchain)

Critère	Traçabilité classique (Traditionnel)	Traçabilité numérique (Blockchain)
Support	<ul style="list-style-type: none"> • Papier, fichiers Excel, bases de données isolées 	<ul style="list-style-type: none"> • Plateforme numérique décentralisée, blockchain
Sécurité des données	<ul style="list-style-type: none"> • Risque de falsification, erreurs humaines 	<ul style="list-style-type: none"> • Données immuables, infalsifiables
Transparence	<ul style="list-style-type: none"> • Information partagée de manière partielle 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès partagé à tous les acteurs de la chaîne
Temps de réponse en cas de crise	<ul style="list-style-type: none"> • Lent (plusieurs jours parfois) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapide (quelques secondes à minutes)
Interopérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Faible (systèmes non connectés entre acteurs) 	<ul style="list-style-type: none"> • Élevée (chaîne unique partagée par tous)
Coût de mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement faible mais avec coût caché en main-d'œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement initial plus élevé, mais économies à long terme
Fiabilité de l'information	<ul style="list-style-type: none"> • Moyenne (possibilité de rupture d'information) 	<ul style="list-style-type: none"> • Très élevée (chaîne complète et horodatée)
Accès pour le consommateur	<ul style="list-style-type: none"> • Limité à l'étiquette ou au SAV 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès direct via QR code, application, etc.
Audibilité	<ul style="list-style-type: none"> • Difficile, nécessite consolidation manuelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Audit automatisé, traçabilité en temps réel

Chapitre 2 : Méthodologie de recherche

Le choix d'une approche qualitative se justifie par la nature exploratoire du sujet et la volonté de comprendre en profondeur les effets de l'intégration de la technologie blockchain dans les entreprises agroalimentaires. Ce type d'approche permet de saisir la complexité des perceptions, des pratiques et des interactions entre les acteurs impliqués, aspects difficilement mesurables par une méthode quantitative. En comparant deux cas concrets — Carrefour, utilisateur de la blockchain, et le groupe Lactalis, utilisant une traçabilité classique — la démarche qualitative offre une analyse contextualisée et nuancée des impacts sur la traçabilité, la transparence et la fidélisation des clients. Cette méthode apparaît donc la plus pertinente pour interpréter les dynamiques organisationnelles et comprendre les logiques internes liées à l'adoption de la blockchain dans le secteur agroalimentaire.

1. Conception de l'étude :

À partir de la revue de littérature, nous avons pu comparer les bénéfices de l'utilisation de la blockchain avec ceux des méthodes traditionnelles en matière de traçabilité dans le secteur agroalimentaire. Les données issues de la littérature mettent en avant les apports concrets de la blockchain, notamment une meilleure fiabilité des données, une réduction significative des délais dans les procédures de rappel de produits, ainsi qu'une transparence accrue pour le consommateur. En parallèle, d'autres sources rapportent l'usage encore dominant de méthodes classiques telles que l'étiquetage, les numéros de lots ou les systèmes ERP (Enterprise Resource Planning) internes, sans intégration significative de la technologie blockchain. Cette comparaison entre les deux approches nous a conduits à définir l'objectif principal de notre étude qui est d'analyser et de comparer l'application de la traçabilité chez deux entreprises agroalimentaires, la première a intégré la blockchain, et la deuxième continue à recourir aux méthodes traditionnelles.

Pour répondre à cet objectif, deux enquêtes ont été menées, la première auprès des consommateurs, et la deuxième s'adresse aux dirigeants des entreprises. L'enquête destinée aux consommateurs visait à recueillir leur perception concernant la traçabilité, la transparence de l'étiquetage et la confiance accordée aux industriels, afin d'identifier des tendances liées à leurs habitudes d'achat, leur niveau de confiance et leurs attentes en matière d'information. Et aussi, de mesurer de manière globale l'impact de la blockchain sur les processus de production, de stockage et de distribution, ainsi que sur la fidélisation des clients. Tandis que l'enquête adressée aux dirigeants avait pour objectif d'explorer leur point de vue sur les systèmes de traçabilité mis en place, en s'intéressant à leurs avantages, leurs limites, ainsi qu'à leur impact sur la performance interne et la relation client. Elle visait également à comprendre comment ces acteurs évaluent le coût d'implantation d'un nouveau système de la traçabilité, les obstacles à l'adoption de technologies innovantes, et leur vision à long terme concernant l'évolution des attentes des consommateurs en matière de transparence et de sécurité alimentaire.

2. Déroulement de l'enquête :

Les deux entreprises préalablement choisies pour mener les deux enquêtes ont été Carrefour, représentative de l'adoption de la technologie blockchain, et Lactalis, illustrant le maintien des pratiques classiques. La collecte des données a été réalisée à l'aide de deux questionnaires (Annexe N° 2 et 3) conçus sur la base d'une revue de la littérature et visant à répondre aux objectifs de l'étude.

Dans le cadre de cette étude, le premier questionnaire a été élaboré et destiné aux consommateurs afin de recueillir leurs perceptions sur la traçabilité des produits alimentaires, leur confiance dans les informations fournies par les marques, ainsi que leur intérêt pour les technologies telles que la blockchain. Ce questionnaire a été conçu sous format numérique à l'aide de l'outil Google Forms, ce qui a permis une large accessibilité. Il a été diffusé principalement via les réseaux sociaux (Facebook, WhatsApp, LinkedIn), en ciblant un public varié selon le sexe, l'âge et le niveau d'éducation. Cette méthode de diffusion a favorisé une collecte rapide et diversifiée des réponses.

Parallèlement, le deuxième questionnaire a été conçu et adressé aux responsables d'entreprises agroalimentaires afin d'évaluer leur perception sur la *traçabilité* des processus internes, le niveau de *transparence* vis-à-vis des parties prenantes, ainsi que les leviers de *fidélisation* des clients. Ce questionnaire comportait des questions fermées (à choix multiples et échelles d'évaluation) pour recueillir des avis qualitatifs. La diffusion s'est faite de manière ciblée par courrier électronique, accompagné d'un message de présentation expliquant les objectifs de la recherche. Les destinataires étaient principalement des responsables qualité, logistique ou production.

3. Traitement des données :

L'exploitation des informations collectées s'est faite par **Microsoft Excel**, il a permis de :

- **Collecte et exportation des réponses :**

Les réponses issues des deux questionnaires (Google Forms pour les consommateurs et formulaire manuel pour les responsables) ont été exportées au format Excel (.xlsx) pour faciliter leur traitement.

- **Nettoyage des données :**

Cette étape a consisté à vérifier la cohérence des réponses, supprimer les doublons, corriger les éventuelles erreurs de saisie et éliminer les réponses incomplètes ou non exploitables.

- **Codification des variables :**

Les réponses qualitatives ont été codées (ex. : Oui = 1, Non = 0) afin de permettre une analyse statistique simple et la création de graphiques.

- **Tri et filtrage des données :**

Les données ont été triées par critère (âge, sexe, niveau d'études, fonction, etc.) afin de dégager des **sous-groupes et faciliter l'analyse comparative**.

- **Calcul des fréquences et pourcentages :**

Pour chaque question, les fréquences de réponses ont été calculées, ainsi que les pourcentages correspondants, afin de mesurer la tendance générale.

- **Création de graphiques :**

Des graphiques en colonnes, en secteurs (camemberts) ou en barres ont été générés pour représenter visuellement les résultats et en faciliter l'interprétation.

- **Analyse croisée (si nécessaire) :**

Certaines variables ont été croisées (ex. : niveau d'études vs intérêt pour la blockchain) pour dégager des corrélations ou tendances significatives.

4. Présentation comparative des deux cas :

4.1. Structure organisationnelle et logistique :

Carrefour dispose d'une chaîne d'approvisionnement moderne, connectée et bien structurée, intégrant la blockchain pour le suivi en temps réel des produits. Elle collabore avec ses fournisseurs à travers des plateformes numériques.

Lactalis, en revanche, adopte une organisation plus traditionnelle, centrée sur le contrôle qualité interne et la proximité avec les producteurs, sans système numérique avancé pour la traçabilité.

4.2. Défis technologiques et organisationnels :

Carrefour, grâce à sa culture d'innovation, intègre facilement les technologies comme la blockchain, mais cela nécessite des investissements élevés et une formation continue.

Lactalis fait face à une résistance au changement, avec une organisation plus rigide, ce qui freine l'adoption de solutions numériques modernes.

4.3. Comparaison entre traçabilité classique et numérique :

La traçabilité classique (Lactalis) repose sur des documents papier, des bases de données internes et des numéros de lots, avec un accès limité à l'information.

La traçabilité numérique (Carrefour), basée sur la blockchain, permet un suivi en temps réel, une transparence totale et une meilleure réactivité en cas de problème.

4.4. Évaluation de la Confiance et de la Traçabilité dans les Relations Partenariales :

Carrefour renforce la confiance de ses partenaires et clients grâce à la transparence de la blockchain (QR code, données accessibles).

Lactalis maintient des relations solides avec ses producteurs, mais la manque de visibilité externe limite la confiance du consommateur et des parties prenantes.

Étude de cas : Groupe Lactalis et Carrefour :

1. Présentation des cas étudiés (exemples : Groupe Lactalis, Carrefour) :



Après avoir comparé les caractéristiques de la traçabilité classique et de la traçabilité via blockchain, il est pertinent d’observer comment ces approches se traduisent concrètement dans le secteur agroalimentaire. À ce titre, les cas de **Carrefour** et du **Groupe Lactalis** offrent deux visions contrastées mais révélatrices des choix stratégiques en matière de transparence et de gestion de la chaîne d’approvisionnement

Carrefour mise sur **l'innovation technologique** pour renforcer la confiance, tandis que **Lactalis** s'appuie sur des relations solides avec ses agriculteurs et une **gestion rigoureuse** de sa chaîne d'approvisionnement. En comparant ces stratégies, on peut mieux comprendre les **défis** et les **opportunités** auxquels les deux acteurs font face dans un marché en constante évolution. Cette divergence souligne comment chaque entreprise répond aux attentes des consommateurs [29]

• **2.1. Structure organisationnelle et logistique :**



Cette première comparaison entre les deux géants de l’agroalimentaire met en lumière leurs différences et similitudes à travers trois critères fondamentaux : **leur secteur d’activité, leur gamme de produits, et la structure de leur chaîne d’approvisionnement.**

Tableau 7 : Structure organisationnel et logistique des deux entreprises

Critère	 Carrefour	 Groupe Lactalis
Secteur d’activité	<ul style="list-style-type: none"> • Carrefour : un leader mondial de la distribution. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Actif dans la grande distribution. <input type="checkbox"/> Propose divers formats : Hypermarchés, Supermarchés, Magasins de proximité. <input type="checkbox"/> S’adapte aux besoins des consommateurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lactalis : leader mondial des produits laitiers. Fondé en 1933. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Présent dans 51 pays avec environ 270 usines. <input type="checkbox"/> Spécialisé dans le fromage, yaourt, beurre et crème. <input type="checkbox"/> Répond à une demande laitière mondiale en croissance.
Produits	<ul style="list-style-type: none"> • Carrefour propose une large gamme de produits divers : Fruits et légumes de saison, viandes locales. Produits laitiers : lait, yaourt, fromage. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Priorité de la fraîcheur, la qualité et aux marques propres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lactalis offre une large gamme de produits laitiers : Fromages variés : camembert, roquefort. Yaourts aux probiotiques, crèmes polyvalentes. Produits adaptés aux goûts variés des consommateurs. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Accent sur la qualité et la santé.
Structure de la supply chain	<ul style="list-style-type: none"> • Carrefour dispose d’une chaîne d’approvisionnement efficace. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Collaboration étroite avec fournisseurs, agriculteurs et producteurs. <input type="checkbox"/> Suivi en temps réel grâce à des systèmes de gestion avancés. <input type="checkbox"/> Centres de services partagés pour standardiser les processus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lactalis dispose d’une chaîne d’approvisionnement inefficace. <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La supply chain de Lactalis débute par la collecte de lait local. <input type="checkbox"/> Contrôles qualité rigoureux à chaque étape. <input type="checkbox"/> Logistique optimisée pour une réponse rapide au marché.

Dans cette seconde comparaison, nous nous intéressons à l'intégration des technologies émergentes, en particulier la blockchain, à la gestion des données et aux modes d'organisation internes de *Carrefour* et *Lactalis*. Bien que actifs dans le même secteur agroalimentaire, ces deux acteurs adoptent des approches très contrastées en matière de digitalisation, d'innovation et de gouvernance. L'analyse qui suit met en évidence leurs différences en termes de transparence, d'agilité technologique et de réactivité face aux évolutions du marché :



Tableau 8 : Défis technologiques et organisationnels des deux entreprises

Critère	 Carrefour	 Lactalis
Production	<ul style="list-style-type: none"> · Traçabilité sécurité via blockchain. · Saisie partagée des données · Contrôle des conditions (T°C. humidité). · Relations fortes avec les agriculteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> · Suivi qualité traditionnel et manuel. · Audits réguliers, inspections classiques. · Traçabilité limitée, réactivité réduite. · Relations fortes avec les agriculteurs.
Stockage des données	<ul style="list-style-type: none"> · Bases de données décentralisées via blockchain. · Accessibilité sécurisée, immuable et transparente. · Les consommateurs peuvent vérifier l'historique des produits. · Renforce la confiance et la transparence alimentaire. 	<ul style="list-style-type: none"> · Bases de données internes centralisées. · Données contrôlées en interne, accès limité. · Absence de blockchain = transparence réduite. · Moins de réactivité en cas de crise ou demande client.
Culture de l'entreprise	<ul style="list-style-type: none"> · Culture orientée innovation et transformation numérique. · Adoption rapide des nouvelles technologies. · Amélioration continue et focus sur la satisfaction client. · Compétitivité renforcée grâce à l'ouverture au changement. · Réponse aux attentes en transparence et modernité. 	<ul style="list-style-type: none"> · Culture plus traditionnelle et centrée sur la qualité. · Adoption lente des nouvelles technologies. · Relations solides avec les producteurs. · Innovation progressive, axée sur la stabilité. · Méthodes éprouvées privilégiées. · Intégration numérique plus lente, valorisation de l'humain.
Structures de décision	<ul style="list-style-type: none"> · Processus décisionnel agile et axé sur l'innovation. · Décisions rapides basées sur les données. · Adaptation rapide de l'offre au marché. 	<ul style="list-style-type: none"> · Décision centralisée et prudente. · Priorité à la stabilité et à la qualité. · Adaptabilité technologique limitée

3.3. Évaluation de la Confiance et de la Traçabilité dans les Relations Partenariales :

Dans cette dernière comparaison, nous examinons comment Carrefour et Lactalis sont positionnés dans les domaines de transparence des processus, traçabilité des produits et gestion des relations avec leurs parties prenantes. A l'aide de ces critères, nous nous efforçons de comprendre à quel point chaque entreprise met en place la confiance avec ses partenaires et ses consommateurs. Cette analyse permet d'évaluer les impacts concrets de l'innovation technologique, comme la blockchain, sur la performance globale et la fidélisation des clients. Le tableau ci-dessous résume ces éléments clés selon quatre axes stratégiques.

Tableau 9 : Évaluation de la Confiance et de la Traçabilité dans les Relations Partenarial

Critère	 Carrefour	 Lactalis
Traçabilité et transparence atteinte	<ul style="list-style-type: none"> · Traçabilité blockchain avec IBM Food Trust. · Registre partagé pour production, stockage, transport. · QR code pour transparence consommateur. 	<ul style="list-style-type: none"> · Traçabilité via ERP, audits, lots numérotés. · Transparence limitée, suivi interne. · Réactivité lente, basée sur enquêtes manuelles.
Transparence des processus pour les parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> · Blockchain partage les données entre tous les acteurs. · Réduit les asymétries d'information. · Visualisation en temps réel du statut du produit. 	<ul style="list-style-type: none"> · Infos centralisées et contrôlées par Lactalis. · Partenaires ont moins de transparence et d'accès. · Capacité d'action et d'échange limitée.
Fidélisation et engagement des partenaires (producteurs, coopératives, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> · <i>Carrefour</i> intègre les partenaires dans la chaîne numérique. · Nom du producteur visible via QR code. · Transparence renforce confiance et engagement durable. 	<ul style="list-style-type: none"> · Lactalis travaille avec un réseau fidèle de producteurs. · Relations basées sur proximité et stabilité. · Manque de reconnaissance publique limite la visibilité.
Satisfaction et confiance des clients	<ul style="list-style-type: none"> · Consommateurs sensibles à origine et qualité. · Blockchain offre accès immédiat et vérifiable. · Renforce confiance et influence positivement les achats. 	<ul style="list-style-type: none"> · Lactalis propose des produits de qualité. · Manque d'accès facile aux infos affecte la confiance. · Scandale lait contaminé (2017) a révélé des failles. · Contrôles renforcés, mais transparence perçue comme faible.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

I. Enquête consommateurs :

1. Caractéristiques démographiques, culturelles et socioéconomiques des consommateurs :

Notre étude a inclus cent participants, dont un peu plus de la moitié étaient de sexe masculin (60%). L'Age moyen était de 25 avec un écart type de 7.1 variant de (âge min) à (âge max). Dix consommateurs, soit 10 % de l'échantillon, avaient un niveau d'étude secondaire. Par ailleurs, 30 % des participants avaient un niveau d'études supérieures correspondant à une licence, tandis que 60 % détenaient un niveau équivalent à un master. Concernant le statut professionnel des participants, 40 % étaient des employés ou salariés, constituant la catégorie majoritaire de l'échantillon. Les étudiants représentaient 25 % des consommateurs interrogés, tandis que 20 % occupaient des postes de cadre ou de superviseur. Enfin, 15 % des participants ont été classés dans la catégorie 'autre', regroupant diverses situations professionnelles (tableau 10).

Tableau 10 : Variable socio-économiques des consommateurs

<i>Variables</i>	n	%
Sexe		
Homme	60	60 %
Femme	40	40 %
Tranche d'âge		
Moins de 25 ans	25	25 %
25 à 34 ans	35	35 %
35 à 44 ans	20	20 %
45 ans et plus	20	20 %
Niveau d'études		
Secondaire	10	10 %
Universitaire (Licence)	30	30 %
Universitaire (Master ou plus)	60	60 %
Statut professionnels		
Étudiant(e)	25	25 %
Employé(e)/Salarié(e)	40	40 %
Cadre/Superviseur	20	20 %
Autre	15	15

2. Habitudes de consommation :

La grande majorité des participants (85 %) déclaraient consommer des produits agricoles ou transformés. En ce qui concerne l'origine des produits, un peu plus de la moitié (60 %) privilégiaient les produits locaux, tandis que 30 % en achetaient de manière occasionnelle et 10 % rarement. L'importance de la traçabilité est une notion très importante chez la moitié des consommateurs participants à notre étude, Moyennement importante chez 30% et peu ou pas importante chez 15%. Lors de l'enquête, il a été observé que 60 % des participants déclaraient ne pas faire confiance aux informations figurant sur les étiquettes des produits, contre 40 % qui affirmaient leur accorder leur confiance. L'intérêt pour l'intégration de la technologie blockchain dans le système de traçabilité des produits a été exprimé par 70 % des participants. Ces derniers ont souligné une forte adhésion à l'idée d'un outil garantissant davantage de transparence et de fiabilité. En revanche, 30 % des consommateurs interrogés se sont montrés peu ou pas intéressés par cette innovation (tableau 11).

Tableau 11 : Variable lies aux habitudes des consommateurs

Consommation de produits agricoles ou transformés ?		
Oui	85	85 %
Non	15	15 %
Fréquence d'achat de produits locaux		
Régulièrement	60	60 %
Occasionnellement	30	30 %
Rarement	10	10 %
Importance de la traçabilité		
Très importante	55	55 %
Moyennement importante	30	30 %
Peu ou pas importante	15	15 %
Confiance dans les informations des étiquettes		
Oui	40	40 %
Non	60	60 %
Intérêt pour la blockchain dans la traçabilité		
Oui	70	70 %
Non	30	30 %

3. Enquête dirigeants / Comparaison de la traçabilité classique et la Blockchain

Le questionnaire qui a été adressé aux dirigeants nous a permis de comparer les deux systèmes en question, l'utilisation de la technologie innovante Blockchain par Carrefour et les méthodes classiques par Lactalis.

Les données révèlent une nette supériorité de Carrefour, qui utilise la technologie blockchain, sur l'ensemble des critères évaluant la traçabilité des produits. Carrefour se distingue par un taux impressionnant de plus de 95 % pour la traçabilité complète, accompagné de scores élevés en précision des données (90 %), la visibilité en temps réel (88 %), la transparence de la production (92 %) et la détection d'anomalies (87 %). L'intégrité des données atteint un quasi-parfait 98 %, témoignant une fiabilité garantie par la blockchain. Cette performance se reflète également dans la confiance accordée par les clients (90 %), la fidélisation (85 %), la satisfaction globale (88 %) ainsi que la perception d'une vision à long terme (90 %). En revanche, Lactalis, qui utilise une méthode de traçabilité plus traditionnelle, affiche des résultats nettement plus modestes : 70 % pour la traçabilité complète, 65 % en précision des données, seulement 50 % pour la visibilité en temps réel, 60 % en transparence de production et 55 % pour la détection d'anomalies. L'intégrité des données est perçue à 68 %, tandis que la confiance et la fidélisation des clients restent relativement faibles, avec respectivement 60 % et 50 %. La satisfaction globale (65 %) et la vision à long terme (60 %) témoignent aussi d'une moindre adhésion à cette approche classique. La figure 15 résume les résultats obtenus.

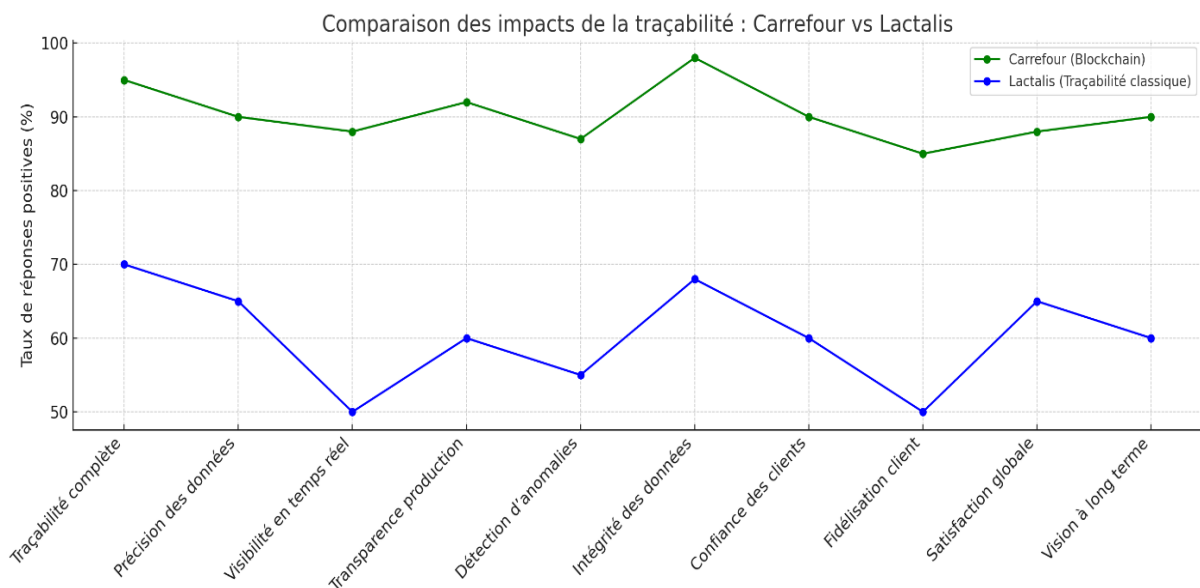


Figure 15 : Comparaison des impacts de la traçabilité : Carrefour vs Lactalis

II. Discussion

L'étude menée révèle de manière claire que la blockchain représente un outil majeur d'innovation dans le secteur agroalimentaire, apportant des réponses concrètes aux exigences croissantes en traçabilité, transparence, et sécurité alimentaire. L'intégration de cette technologie permet de suivre le produit depuis son origine jusqu'au consommateur final avec une fiabilité et une rapidité inégalées, offrant ainsi une meilleure maîtrise des risques et renforçant la confiance des consommateurs.

Les résultats de notre étude montrent que l'intégration de la blockchain améliore significativement la *traçabilité* et la *transparence* des chaînes d'approvisionnement agroalimentaires, notamment dans le cas de Carrefour. Ces résultats rejoignent les conclusions de Tian et al. (2020) [30] qui affirment que la blockchain permet une traçabilité complète, infalsifiable et accessible à toutes les parties prenantes, renforçant ainsi la sécurité alimentaire et la confiance des consommateurs.

Par ailleurs, les données recueillies auprès des consommateurs indiquent qu'environ 70 % d'entre eux sont favorables à l'intégration de la blockchain, car elle garantit la *fiabilité des informations* liées à l'origine, la *qualité* et les *conditions de production*. Ce constat est cohérent avec les travaux de Upadhyay et al. (2021) [31], qui soulignent que la blockchain, en apportant plus de transparence et de traçabilité, agit comme un levier de fidélisation dans un contexte de consommation responsable et durable.

Du côté des responsables d'entreprises, bien que des freins aient été identifiés — tels que le coût d'implémentation élevé et la complexité technique — la majorité d'entre eux reconnaît que la blockchain favorise une meilleure performance interne et facilite la collaboration avec les partenaires. Ces observations sont similaires aux conclusions de Hoang et al. (2023) [32], qui mettent en évidence que la blockchain, au-delà de ses avantages techniques, permet aussi de construire des relations de confiance inter-organisationnelles plus solides, en réduisant les asymétries d'information.

Enfin, en comparant le cas de Lactalis, qui utilise un système de traçabilité traditionnel, à celui de Carrefour, nous constatons que l'approche classique présente encore des limites en termes de transparence, d'interopérabilité et de réactivité. Cette analyse rejoint les constats de Bosona (2014) [33] et Mishra et al. (2015) [34], qui expliquent que les systèmes traditionnels sont souvent fragmentés, reposant sur des données isolées et sujettes aux erreurs humaines.

Conclusion

L'étude comparative entre Carrefour et le Groupe Lactalis démontre que l'intégration de la blockchain dans la chaîne d'approvisionnement agroalimentaire représente un levier stratégique majeur pour améliorer la traçabilité, la transparence et la satisfaction client.

Chez Carrefour, l'usage de la blockchain a permis d'assurer une traçabilité complète et en temps réel des produits, renforçant ainsi la confiance des consommateurs grâce à un accès direct aux informations notamment au moyen des QR codes. Cette transparence accrue a un impact positif sur la fidélisation client et confère à l'entreprise un avantage concurrentiel notable.

À l'inverse, Lactalis, en s'appuyant sur des méthodes classiques de traçabilité, reste limité par des processus moins transparents et moins accessibles aux consommateurs. Bien que la qualité de ses produits soit reconnue, l'absence d'une traçabilité numérique réduit sa capacité à répondre aux nouvelles attentes du marché en matière de transparence et de sécurité alimentaire. Les enquêtes menées montrent également une forte adhésion des consommateurs, en particulier les plus jeunes, à l'utilisation de la blockchain pour assurer l'origine et la qualité des produits alimentaires. Cependant, plusieurs obstacles persistent, notamment les coûts d'implémentation élevés, la complexité des technologies utilisées et la résistance au changement, qui freinent encore une adoption généralisée.

Ainsi, la blockchain apparaît comme une technologie clé pour répondre aux exigences croissantes des consommateurs en matière de confiance, sécurité, et éthique, à condition que son déploiement soit accompagné d'une stratégie de formation et de communication adaptée.

Bibliographie

- [1] G. M. e. V. Solina, «Blockchain and agricultural supply chains traceability: research trends and future challenges,» *Procedia Manufacturing*, pp. 414-421, 2020.
- [2] A. B. P. P. C. V. G. D. Arène Antonio, «BRUSCHETTA: An IoT Blockchain-Based Framework for Certifying Extra Virgin Olive Oil Supply Chain,» chez *Conférence internationale IEEE 2019 sur l'informatique intelligente (SMARTCOMP)*, Washington, DC, États-Unis, 2019.
- [3] E. VALCESCHINI, TRAÇABILITÉ AGROALIMENTAIRE, France: Encyclopædia Universalis, 2020.
- [4] R. AZMI, A. Fadil et O. M. e. T. CHAFIQ, «Étude du potentiel de la technologie blockchain pour le partage de données géospatiales : opportunités, défis et solutions,» *Elsevier geomatique*, p. 100026, 2024.
- [5] S. K. .: A. H. .: M. I. K. e. al., «Implementing Traceability Systems in Specific Supply Chain Management (SCM) through Critical Success Factors (CSFs),» *Sustainability*, pp. 101-204, 2018.
- [6] D. K. Mishra, S. Henry, A. Sekhari et Y. Ouzrout, «Traceability as an Integral Part of Supply Chain Logistics Management: An Analytical Review,» chez *International Conference on Logistics and Transport*, Lyon, France, 2015.
- [7] J. E. B. ., T. J. G. Trang T. Hoang, «Making Supply Chain Traceability Strategic: Insights from the Food Industry,» *Revue internationale de distribution physique et de gestion logistique*, vol. vol. 53, n° %1n° 9, pp. 913-945, 2023.
- [8] G. G. R. Bosona, «Traceability Issues in Food Supply Chain Management: A Review,» *Biosystems Engineering*, vol. 120, pp. 65-80, 2014.
- [9] B. D. B. W. Y. Z. Q. S. Jianping Qian, «Traceability in food processing: problems, methods, and performance evaluations,» *National library of Medecine*, pp. 62-81, 2020.
- [10] G. P. A. Mladen Krstić et S. T. & P. Miglietta, «Priorisation des leviers de la traçabilité électronique dans les chaînes d'approvisionnement agroalimentaires,» n° %142, pp. 50-62, 9 octobre 2023.
- [11] M. M. Aung et Y. S. Chang, «Traçabilité dans une chaîne d'approvisionnement alimentaire : perspectives de sécurité et de qualité,» *controle des aliments*, vol. 39, pp. 172-184, 2014.

- [12] A. G. M. & M. R. Regattieri, «Traçabilité des produits alimentaires : cadre général et preuves expérimentales,» *Journal de l'ingénierie alimentaire*, vol. 81, n° 102, pp. 347-356, 2007.
- [13] M. E. L. , M. a. R. P. Angelo Corallo, «Conception des étiquettes pour une traçabilité efficace,» *agronomy*, pp. 73-100, 2021.
- [14] S. S. e. X. Wang, «Promouvoir la traçabilité de la chaîne d'approvisionnement alimentaire grâce à la certification,» *Journal de la production plus propre*, vol. 217, pp. 658-665, 2019.
- [15] E. VALCESCHINI, «TRAÇABILITÉ AGROALIMENTAIRE,» 23 avril 2020. [En ligne]. Available: [https://www.universalis.fr/encyclopedie/tracabilite-agroalimentaire/..](https://www.universalis.fr/encyclopedie/tracabilite-agroalimentaire/) [Accès le 10 05 2025].
- [16] AFNOR, Traçabilité dans l'agroalimentaire, AFNOR, Éd., 2006, p. 578.
- [17] S. R. R. V. V. R. F. M. B. Deebthik Ravi, «Gestion transparente de la chaîne d'approvisionnement préservant la confidentialité grâce à Hyperledger Fabric,» *Elsevier*, p. 100072, 2022.
- [18] Y. & A. M. Dhiba, «lockchain et gestion des risques logistiques : Quel apport ?,» *Revue Internationale du Chercheur*, pp. 393-413, 2020.
- [19] S. Y. .: S. P. Singh, «Modélisation des problèmes d'approvisionnement dans l'environnement de la technologie blockchain,» *Informatique et génie industriel*, pp. 108-546, octobre 2022.
- [20] P. Oviedo, «quel est le rôle de la technologie Blockchain dans la Logistique et la Supply Chain ?,» *Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)*, 2020.
- [21] M. Khan, A. N. Alshahrani et J. Jacquemod, «Plateformes numériques et traçabilité de la chaîne d'approvisionnement pour une information fiable et une gestion efficace des stocks : le rôle médiateur de la transparence,» *Logistics*, 2023.
- [22] Y. & L. X. Zhang, «Public Blockchains for Security and Performance,» *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 2024.
- [23] Y. Z. N. L. W. & H. Y. T. Xiao, «A Survey of Distributed Ledger Technologies for Smart Grid Applications,» *Communications Surveys*, 2020.

- [24] X. C. ., M. H. ., W. A. Adnan Iftekhar, «Application de la blockchain et de l'Internet des objets pour garantir la disponibilité des données inviolables pour la sécurité alimentaire,» *Arxiv*, 2020.
- [25] M. v. Hilten, G. Ongena et P. Ravesteijn, «La blockchain pour la traçabilité des aliments biologiques : études de cas sur les facteurs déterminants et les défis,» *Frontier*, vol. 3, p. 567175, 2020.
- [26] G. AFNOR, «La RSE pour les PME-PMI : Un levier de performance,» *AFNOR Edition*, pp. 100-115, 2011.
- [27] E. University of Twente, «Understanding the Impact of Business,» *University of Twente, Enschede*, pp. 1-54, 2024.
- [28] R. L. Oliver, «Whence consumer loyalty?,» *Journal of Marketing*, pp. 33-44, 1999.
- [29] Z. M. H. & Z. W. Tian, «Blockchain-based traceability for food supply chain,» *systematic review. Foods*, pp. 16-29, 2020.
- [30] e. a. A. Upadhyay, «La technologie blockchain et l'économie circulaire : implications pour la durabilité et la responsabilité sociale,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 126-130, 2021.
- [31] É. T. T. A. S. A. E. K. G. S. K. J. J. K. Andrews Tang, «Assessing blockchain and IoT technologies for agricultural food supply chains in Africa: A feasibility analysis,» *Heliyon*, p. e34584, 2024.
- [32] Gouvernement, «Hygiène alimentaire - Le plan de maîtrise sanitaire : les prérequis,» 28 06 2020. [En ligne]. Available: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/hygiene-alimentaire-plan-maitrise-sanitaire-prerequiset-lhaccp>. [Accès le 10 05 2024].
- [33] ISO, «ISO 22000 — Management de la sécurité des denrées alimentaires,» 25 04 2020. [En ligne]. Available: <https://www.iso.org/fr/iso-22000-foodsafety-management.html>.
- [34] C. Doucet, «Traçabilité et norme ISO 9001 :2015 – Objectifs, moyens et,» 2019. [En ligne]. Available: <https://www-techniques-ingenieur-fr.ressources-electroniques.univ-lille.fr/basedocumentaire/genie-industriel-th6/exigences-et-obligations-de-tracabilite42116210/tracabilite-et-norme-iso-9001-2015-objectifs-moyens-et-methodes-tr430/mise-enuvre-de-la-tracab>. [Accès le 25 04 2020].