

**LES COMPROMIS SOCIOTECHNIQUES D'INTEGRATION DE LA BLOCKCHAIN AUX CHAINES
D'APPROVISIONNEMENT AGRI-ALIMENTAIRES : UNE ANALYSE ARTICULANT THEORIE DE
L'ACTEUR-RESEAU ET OBJET-FRONTIERE.**

Jan Smolinski¹, Florent Saucède^{1, @}, Catherine Pardo², Fatiha Fort¹

1 : Montpellier Interdisciplinary center on Sustainable Agri-food systems (Social and nutritional sciences), Univ. Montpellier ; CIRAD, IRD, CIHEAM-IAMM, INRAe, Institut Agro Montpellier

2 : emlyon business school

@ : florent.saucede@supagro.fr

Résumé de la thèse en français de 100 mots au maximum :

Intégrer la technologie blockchain aux chaînes d'approvisionnement agri-alimentaires devait apporter des réponses aux controverses relatives à leur durabilité. Dans les faits - collectés dans une démarche ethnographique - le processus d'articulation entre blockchain et *supply chain* est conditionné à des compromis sociotechniques négociés lors des intégrations modulées de la technologie. Nous rendons compte de ce processus à l'aune d'une lecture qui plaide l'articulation de la théorie de l'acteur-réseau et du concept d'objet-frontière, et mettra en évidence les modérations et reconfigurations des promesses initiales de décentralisation et coordination.

Mots-clefs

Blockchain, Supply chain agroalimentaire, Compromis sociotechniques, Objet-frontière, Théorie de l'acteur-réseau

**SOCIO-TECHNICAL COMPROMISES IN THE INTEGRATION OF TECHNOLOGY INTO AGRI-
FOOD SUPPLY CHAINS: AN ANALYSIS THROUGH THE LENS OF ACTOR-NETWORK THEORY
AND THE CONCEPT OF BOUNDARY OBJECT.**

Abstract:

The incorporation of blockchain technology into supply chains is widely anticipated as a potential response to ongoing controversies regarding the sustainability of agri-food supply chains. In practice, brought to light through an ethnographic study, the articulation between blockchain and supply chain is conditioned by sociotechnical compromises negotiated throughout the staged integration of the technology. We examine this process through a theoretical framework that combines actor-network theory with the concept of boundary objects, thereby elucidating the ways in which the initial promises of decentralization and coordination are moderated and reconfigured.

Keywords:

Blockchain, Agri-food supply chain, Sociotechnical trade-offs, Boundary objects, Actor-Network Theory

Résumé managérial

La blockchain a initialement été pressentie comme la technologie qui, supportant une traçabilité participative de bout en bout infalsifiable, permettrait aux chaînes d'approvisionnement alimentaires de devenir à la fois plus durables, transparentes et performantes.

Lors de cet engouement initial, l'articulation entre blockchain et *supply chain* était considérée comme allant de soi, mais la confrontation à la réalité pragmatique du fonctionnement des chaînes d'approvisionnement a rapidement eu raison des promesses originelles. Aujourd'hui pourtant, plusieurs entreprises poursuivent leurs expérimentations de l'utilisation de la blockchain pour tracer et piloter leurs *supply chains*, en collaboration avec des prestataires de services qui se sont spécialisés dans l'intégration de cette technologie.

Dans cette communication, nous décrivons la démarche ethnographique qui nous a permis de mettre à jour la structuration du marché des chaînes d'approvisionnement basées sur la blockchain en France. Nous montrons que cette structuration repose sur deux visions distinctes, l'une fondée sur la responsabilité et l'autre sur la qualité. La mise en œuvre de ces visions a nécessité la construction de compromis, conduisant à des interprétations différentes de ce qu'est la blockchain, de ce qu'elle permet de faire et de comment elle permet de le faire.

Dans une approche responsabilité, l'authentification par la blockchain doit intervenir immédiatement pour s'assurer que la donnée est immuable et non répudiable, ce qui renforce l'intérêt du caractère décentralisé et distribué de la technologie. Dans une approche qualité, c'est le problème de l'oracle qui est central car il convient que la donnée enregistrée corresponde aux propriétés de l'élément physique mesuré. L'authentification par la blockchain intervient plutôt à la fin du processus de travail de la donnée. Deux variantes de l'approche qualité se dessinent : la première insiste sur la qualité de la traçabilité des processus métiers, tandis que l'autre insiste sur la qualité de la donnée elle-même, dont la finalité consiste à être valorisée lors de son partage avec d'autres acteurs des SC.

Notre étude permet aux managers de se rendre compte qu'il existe plusieurs approches de la blockchain, lesquelles soutiennent actuellement des usages et des modes de fonctionnement différents, et impliquent des modalités d'accompagnement et de gouvernance de la technologie également contrastées.

Introduction

Des crises sanitaires, nutritionnelles et environnementales¹ – reflets depuis la fin du 20^e siècle des tensions à l'œuvre dans les marchés dits « concernés » (Geiger, Harrison, Kjellber *et al.*, 2014) – mettent en évidence l'exposition croissante des *supply chains* (SC) agri-alimentaires aux perturbations et aux incertitudes (Simangungsong, Hendry et Stevenson, 2012). En réponse, les attentes et les obligations réglementaires en matière de maîtrise des risques, se renforcent pour responsabiliser davantage les acteurs des chaînes. Ceux-ci sont appelés à améliorer la traçabilité de leurs produits dans ses composantes de largeur (variété des informations), de profondeur (de bout-en-bout), de précision (niveau de granularité) et d'accessibilité (temps d'accès à l'information) (Bosona et Gebresenbet, 2013), avec pour objectifs une meilleure gestion des processus opérationnels (Onnée et Le Goff, 2017), des événements futurs (Swan, 2016) et des risques (Nicolas, 2018).

La blockchain (Nakamoto, 2008) a été présentée comme un atout pour améliorer la performance et la durabilité des SC agri-alimentaires (Difrancesco, Meena et Kumar, 2023 ; Giganti, Borrello, Falcone *et al.*, 2024). La blockchain est un journal de transactions enregistré et synchronisé sur un réseau d'ordinateurs (Lesueur-Cazé, Bironneau, Lux *et al.*, 2022), un « registre numérique, décentralisé et distribué dans lequel les transactions sont enregistrées et ajoutées dans un ordre chronologique dans le but de créer des enregistrements permanents et infalsifiables » (Treiblmaier, 2018, p. 547). Si elle s'inscrit ainsi dans une longue genèse de systèmes d'information (Daneshvar Kakhi et Gargeya, 2019) visant à faciliter la coordination des flux physiques et informationnels traversant les SC, la blockchain porte la promesse inédite d'une amélioration de l'intégration de ces réseaux fragmentés d'acteurs que sont les SC agri-alimentaires (Srivastava et Dashora, 2022) en combinant des objectifs d'accroissement de la transparence et de la précision des données (Astill, Dara Campbell *et al.*, 2019), de recueil d'un grand nombre d'informations relatives aux étapes de production des produits (Salomie, Dinsoreanu, Pop *et al.*, 2008), et de promotion de pratiques plus durables (Kamble, Gunasekaran et Gawankar, 2020). Porteuse de nouvelles formes d'organisations participatives (De Filippi, 2017), la blockchain nourrit l'idéal d'une traçabilité performante dans l'ensemble de ses composantes, alimentée de manière décentralisée par les acteurs des SC (Saucède et Fenneteau, 2017). La traçabilité ainsi produite s'invite dans la construction des offres des acteurs des SC qui démontrent leur volonté de se dévoiler dans des systèmes de transparence (*ibid.*) et enrichissent la valeur des produits en proposant des packagings augmentés d'informations numériques précisant des origines et processus de production par ailleurs plus étroitement contrôlés (Saucède, 2022). La blockchain est ainsi présentée comme un atout pour le pilotage de SC « digitales » (Büyükoçkan et Göçer, 2018).

Si, depuis 2018, de nombreux travaux ont concouru à identifier les potentiels de la blockchain pour les SC agri-alimentaires, un nombre plus restreint d'études est parvenu à offrir une compréhension empirique de ses impacts concrets, notamment en matière de durabilité (Saucède et Piot-Lepetit, 2023). Ces études empiriques permettent d'établir les applications de la technologie et de renseigner les freins et motivations à son adoption (Cozzio, Viglia, Lemarie *et al.*, 2023 ; Li, Lee et Gharehgozli, 2023 ; Vern, Panghal, Mor *et al.*, 2025). Quelques rares études ont par ailleurs souligné l'importance des consultants et prestataires de service dans la diffusion de cette technologie (Chaudhuri, Bhatia, Subramanian *et al.*, 2024 ; Laaraj, Nakara et Fosso Wamba, 2024). Cependant, nous identifions une contribution en apportant une analyse critique du processus concret d'intégration de la blockchain aux SC agri-alimentaires et plus

¹ Nous pensons notamment : au scandale de la « vache folle » (1986-1996) ; aux contaminations des poulets aux dioxines (1999), des œufs au Fipronil (2017), de la poudre de lait infantile aux salmonelles (2017) ; ainsi qu'aux graves failles relatives à la sécurité alimentaire dans la fabrication des pizzas (Buitoni – 2022), chocolats (Ferrero – 2022), fromages (GAEC Delfisque – 2024).

particulièrement de la construction des propositions de valeur qui sous-tendent la structuration de ce marché émergent.

Pour parvenir à cet objectif, nous nous écartons du prisme conceptuel de l'adoption des technologies en recourant à deux cadres théoriques appartenant au champ des « *Science & Technology Studies* » (STS) : la théorie de l'acteur-réseau (ANT) et le concept d'objet-frontière. Cela nous permet de comprendre les rôles tenus par la technologie et les acteurs de l'innovation en nous centrant sur la dyade prestataire de service blockchain – client. Dans la lignée des travaux de Caron (2023), nous considérons les compromis sociotechniques nécessaires à l'utilisation de la blockchain en dehors du secteur des cryptoactifs, mais en les rapportant plus spécifiquement ici aux dynamiques de co-construction du marché de l'intégration de la blockchain aux SC agri-alimentaires. En discutant les oppositions conceptuelles sur lesquelles l'ANT et l'objet-frontière ont été développées, nous rendons compte de la manière dont le marché de la traçabilité alimentaire par la blockchain a évolué d'un imaginaire initial consensuel mais peu opérationnalisable, vers des positionnements contrastés mais désormais actionnables.

1. Une lecture sociotechnique de la co-construction des marchés

Aborder la « solution blockchain » via l'ANT permet de s'intéresser à la mise en *réseau* d'acteurs humains comme non-humains – ou *actants* – dont la stabilisation dépendra de l'adoption d'une innovation. Dans ce cadre, par l'étude du processus de domestication des coquilles Saint-Jacques, Callon (1986) a mis en exergue l'importance déterminante des actions d'*enrôlement* (par finalisation d'un processus de *problématisation* - ou création d'un passage obligé - et intéressement des acteurs) instruites par l'innovateur, lequel orchestre un processus de *traduction* à l'œuvre au sein des réseaux d'actants. Les phases d'identification des actants, de problématisation qui définit pour l'innovateur « comment se rendre indispensable » (Callon, 1986, p. 175), et d'intéressement où se nouent des alliances en adéquation avec la problématisation, sont scrutées de manière à interroger la capacité supposée de l'offre à animer des réseaux et co-construire un marché de la traçabilité par la blockchain.

Alors que l'ANT met particulièrement en avant le travail de l'innovateur, Star et Griesemer (1989) ont forgé le concept d'objet-frontière pour pouvoir analyser « la nature du travail coopératif en l'absence de consensus » (Star, 2010, p. 21) et exercer plutôt la focale sur le processus d'articulation d'acteurs qui appartiennent à des mondes sociaux hétéroclites. L'ontologie d'un objet-frontière repose sur deux principales caractéristiques (Star, 2010 ; Do, Mishra, Correia *et al.*, 2024) : la flexibilité interprétative (il est à la fois suffisamment vague pour constituer un commun reconnaissable par tous et interprétable par chacun pour supporter des utilisations concrètes) et les arrangements de travail (l'objet-frontière requiert des actions sur lui – visant à le préciser ou à le rendre vague – et par lui – il permet aux pratiques de se structurer pour « faire des choses ensemble » (Star, 2010, p. 19). Du fait de ces caractéristiques, les phases de problématisation et d'intéressement s'effacent au profit d'une autonomie de la technologie dans sa capacité intégratrice.

Ces deux cadres se distinguent donc par le regard qu'ils portent sur le processus de traduction qui permet aux acteurs de se coordonner. L'ANT le présente de manière polarisée et souligne le rôle prépondérant - voire indispensable - de l'innovateur qui porte les processus de traduction. L'objet-frontière s'écarte de cette conception en offrant une perspective décentralisée d'un tel processus de mobilisation. Les caractéristiques mêmes de l'objet permettent aux acteurs de se coordonner sans consensus stabilisé par le travail de problématisation et de persuasion porté par l'innovateur.

2. Méthodologie

Notre analyse de la construction du marché des SC basées sur la blockchain repose sur une démarche ethnographique dont la robustesse pour étudier des phénomènes

interorganisationnels a été éprouvée (Visconti, 2010). Notre démarche, initiée dès 2019, est axée sur le suivi des « épreuves » (Boltanski et Thévenot, 1991) et controverses rencontrées dans la « trajectoire » (Strauss, 1992) de mise en place effective de l'agencement blockchain/supply chain. Ceci nous invite à considérer prioritairement les acteurs porteurs de tels projets. Les modalités de coordination du trio prestataire (concepteurs de solutions blockchain) – client (entreprises utilisatrices) – technologie blockchain constituent donc la porte d'entrée de notre analyse.

Notre démarche se structure autour de quatre volets : (1) des entretiens semi-directifs - complétés par des échanges d'emails et des discussions - auprès de quatre prestataires de services blockchain, permettant d'aborder les profils des prestataires (enquêtés), la genèse de leurs offres et la description des infrastructures informationnelles stabilisées, les modalités d'engagement des acteurs (clients, acteurs des filières), les dynamiques relationnelles préalables et consécutives à cet engagement et les principaux enjeux de ces offres ; (2) des entretiens semi-directifs avec quatre entreprises utilisatrices de services de blockchain (coopératives et distributeurs), visant à saisir les dynamiques de co-production des solutions blockchain et de mobilisation des acteurs parties prenantes des SC ; (3) une démarche netnographique (Kozinets, 2002) incluant l'analyse longitudinale des sites Internet des prestataires de services blockchain (en tant que production matérielle qui documente l'action des prestataires) complétée par une veille média (aidée de l'apport du *scraping*), un relevé des discours et interventions des représentants des dispositifs (principalement sur LinkedIn et YouTube) et une lecture de la littérature grise associée ; (4) des entretiens semi-directifs auprès de cinq organisations expertes dont une ONG de défense des consommateurs. Nous appuyons notre analyse de citations jalons présentées en annexe.

3. D'une approche qualité à une approche responsabilité

Un imaginaire « se présente comme un principe d'ordonnement, une force liante déterminante pour le fonctionnement groupal » (Giust-Desprairies, 2004, p. 118). Celui d'une intégration évidente de la blockchain aux SC pour apporter une réponse à leur opacité n'a pas résisté longtemps à la complexité des dynamiques multi-acteurs à l'œuvre dans ces réseaux :

« La technologie blockchain, on l'a observé, était une sorte de remède miracle dans les années 2016-2017. [...] Les gens en sont revenus assez rapidement, mais on sait que des prestataires de service ont réadapté l'offre » (Organisation experte).

Comme le souligne cet expert, l'idéal d'un miracle technologique par la blockchain n'a pas résisté longtemps à l'épreuve des faits. Les prestataires susmentionnés se sont livrés à un exercice d'interprétation de ce qu'est la blockchain, de ce qu'elle peut apporter aux SC et à leur traçabilité. Des efforts de (re)problématisations ont permis aux prestataires de développer des positionnements robustes, renonçant à différentes échelles aux promesses initiales arborées par la blockchain. Cette adaptation s'articule autour de trois visions du juste apport de la technologie blockchain dans le cadre de l'amélioration de la traçabilité des SC alimentaires : une vision qualité de la traçabilité métier, une vision qualité de l'usage de la donnée, et une vision responsabilité².

a. La problématisation et l'intéressement par la qualité traçabilité métier

Cette modalité repose sur la problématisation selon laquelle « 80 % de la valeur d'un projet c'est surtout métiers et en interne pour les acteurs d'une filière, pour optimiser la collaboration digitale entre eux. Déjà ça permettra de faire des pas de géants » (Prestataire 1). Les prestataires et clients insistent sur le fait de vouloir faire exister les savoir-faire métier, et la priorité est donnée à leur valorisation. Une première phase se rapporte à la sélection d'actions

² Ces trois visions ne sont pas antinomiques, chaque duo prestataire/client empruntant à chacune d'entre elles, mais elles définissent des polarisations, des distributions différenciées des discours.

signifiantes (attributs de la qualité) comprises au sein d'un système d'information avec des questionnements tels que : quelles informations ordonnancées pour nourrir quels objectifs ? Le tri débute donc par un travail préalable d'objectivation des enjeux (par exemple, prouver les allégations de réduction d'empreinte carbone d'une boisson) qui définira la qualité du produit (Karpik, 2007). Ce processus de qualification de la qualité des produits (Cochoy, 2002 ; Laurent et Mallard 2020) est laborieux car il exige un investissement important du prestataire qui doit mobiliser les acteurs des SC à travers les différentes étapes de construction du dispositif. Suit le recueil de l'ensemble des données, qui se présentent sous des formats souvent extrêmement hétérogènes (papier, export de système d'information, fichier Excel, scans, photos de feuillets, etc.) et nécessitent d'être assemblées pour dessiner le chemin de la traçabilité. La valeur de cette problématisation réside dans la visualisation de ce chemin. L'authentification par la blockchain, opérée uniquement par le prestataire, s'effectue en coulisse, cet apport est de fait très peu évoqué dans le cadre des échanges avec les clients.

b. La problématisation et l'intéressement par la qualité de la donnée

Dans le cadre d'une problématisation par la qualité de la donnée, le rôle que les prestataires s'allouent « *est de prendre de la donnée existante, de la sortir des silos d'informations et de l'associer à des produits qui vont dans une supply chain pour que cela permette de mieux connaître la supply chain.* » (Prestataire 2). Confronté à des données aux formats pluriels à traiter, que « *vous ne pouvez pas mettre ensemble...* » (Prestataire 2), l'objectif du prestataire est ici de veiller à établir une cohérence de l'information. L'expertise principale est donc la maîtrise de l'opération complexe de fabrique de la donnée, qui consiste plus précisément à l'extraire, à la nettoyer et à la formater (*machine redeable*). L'identification des attributs de la qualité concerne moins le produit alimentaire que la « solution » technologique. Concrètement, les discours mettent en valeur les dispositifs tels que les *smart contracts*³, l'automatisation des procédures d'audit, les potentiels apports de l'IA, etc. La blockchain perd de sa centralité pour être intégrée, en tant que module, à une constellation de technologies au service de la qualité de la donnée. En revanche, cette problématisation place au cœur de l'offre technologique la résolution du problème de l'oracle⁴ - l'outil connecteur (ou passeur) entre la blockchain et le monde extérieur à celle-ci – c'est-à-dire de mise en correspondance entre la donnée physique et son double numérique. L'action d'authentification par la blockchain, déclenchée par le prestataire, intervient une fois les données consolidées et ordonnancées.

c. La problématisation et l'intéressement par la responsabilité

La problématisation par la responsabilité s'exprime ainsi :

« *Le problème qu'il y a au cœur des chaînes d'approvisionnement est un problème d'opacité, mais c'est un problème de répartition de la responsabilité. [...] Donc, on n'a pas résolu ce problème de responsabilité. Ça explique comment on a envisagé le sujet, et comment on utilise la technologie* » (Prestataire 3).

Ainsi, les prestataires et clients se situent dans le paradigme de la preuve qui relie chaque acteur à ses déclarations. Le problème de l'oracle s'efface au profit du caractère non répudiable de la donnée. Cela rend plus prégnante la question des rôles et des accès, entre modalités de renseignement de la plateforme par les acteurs de la filière et modalités d'accès aux informations. Le caractère décentralisé et distribué de la blockchain est ici un atout qui ne peut donc être sacrifié comme cela peut être le cas pour les problématizations centrées sur la qualité. Dans ses efforts d'enrôlement, le prestataire cherche ici à déployer des nœuds⁵ opérés par ses

³ Contrat intelligent qui prend la forme de protocoles informatiques auto-exécutables.

⁴ L'oracle est un outil qui fait lien entre le monde physique et la blockchain, dans le sens où il permet l'insertion d'une information du monde réel au sein de celle-ci.

⁵ Ordinateur (ou smartphone) qui permet d'agir dans un réseau blockchain.

clients aux fins qu'ils soient impliqués dans la déclaration des données et dans leur authentification. Ainsi, l'action authenticatrice par la blockchain intervient dès le moment où une donnée est introduite sur la plateforme du prestataire. Le prestataire poursuit son effort d'enrôlement en rendant acceptable le caractère distribué de la blockchain, ceci par l'activation de propriétés de cryptage qui garantissent aux acteurs confidentialité des données et anonymat.

La valeur, dans le contexte d'une problématisation par la responsabilité, réside dans la preuve du respect des allégations et des référentiels réglementaires. L'argumentaire construit par les prestataires se réfère concrètement à la dimension réglementaire en citant la *due diligence*⁶, le règlement EUDR⁷, la directive CSRD⁸, etc. La démarche marchande se lie au principe de précaution et aux encadrements réglementaires hétérogènes, avec une figure de l'autorité publique de fait centrale.

4. Des promesses contrariées : ou le passage de l'objet-frontière à l'agencement marchand

Lorsque nous mettons en évidence l'écart notable constaté entre l'idéal de la blockchain telle que décrite au moment de son développement et les argumentaires qui concourent aujourd'hui à sa présentation, les visions de la technologie qui s'expriment peuvent être symbolisées par un face-à-face entre la notion d'objet-frontière et celle d'agencement marchand dans les modalités d'appréhension de la technologie blockchain.

Dans sa considération théorique initiale, la technologie blockchain est un registre distribué « *permettant de créer une certaine confiance entre acteurs sans recourir à une gouvernance et à une organisation centralisée investie de pouvoirs larges et exorbitants* » (Dardayrol, 2017, p. 4). Cette technologie complexe repose sur le triptyque : consensus décentralisé, immutabilité du registre, et anonymisation par la cryptographie (*Ibid.*). En opérant en tiers de confiance marchand (ou plus exactement en orchestrant une répartition de la confiance au sein d'un réseau d'acteurs), la technologie blockchain au service des SC alimentaires a comme objectifs fondateurs la fin du principe de centralité d'un seul acteur pivot, et la coopération distribuée.

Nous retrouvons dans notre analyse les deux caractéristiques d'un objet-frontière, soit la flexibilité interprétative et les arrangements de travail. Dans ses fondements, la blockchain respecte d'une part le principe de « flexibilité interprétative », par l'espace laissé aux interprétations polysémiques d'acteurs issus de mondes distincts (production, transformation, distribution, prestataires issus du secteur informatique, etc.). D'autre part, elle conjugue à cette affinité la création d'un espace commun de coordinations spécifiées par les acteurs eux-mêmes, coordinations qui se matérialisent dans les cas d'usage développés et impliquent des actions portées sur l'objet blockchain. La volonté de décentralisation et de distribution, au centre de la technologie blockchain, s'inscrit parfaitement dans la perspective de rejet d'une entité centrale et prescriptive, et fonde la symétrie entre les acteurs qui mènent des actions au sein de l'objet-frontière (Star, 2007).

Toutefois, cet état ne tient pas car l'intégration pratique de la blockchain dans les SC a suscité des tensions, bouleversant les principes fondateurs de la technologie et nécessitant un portage par des acteurs *de facto* centraux. La dissipation de l'écosystème *IBM Food Trust* est particulièrement évocatrice de cela. L'intégration de la blockchain, comme préalablement explicitée, ne va pas de soi, car chaque phase itérative d'intégration impliquera des épreuves et une quête de consensus seulement obtenus par des compromis sociotechniques imposés par les actants. Ces épreuves ont en premier lieu remis en question la « flexibilité interprétative » supposée de la technologie blockchain. Elle s'est avérée être un notaire qui, rigide dans son intégration, compromettra notablement la flexibilité de son interprétation. Le sens abstrait sur

lequel construire un commun devient dispositif opaque, et l'opacité va générer de la défiance. Le second principe qui est questionné est celui de distribution équitable des opérations de traduction au sein du réseau. D'un point de vue sociotechnique, les outils de la décentralisation (nœuds, *smart contracts*, etc.) sont partiellement, voire nullement mis en place, et la blockchain apparaît comme de « consortium » ou « privée ». La blockchain ne constitue pas alors le tiers de confiance attendu et l'adhésion des acteurs de la SC est tributaire des stratégies du duo prestataire/client. Selon les problématisations, la blockchain, dont l'essence peut être profondément altérée, voit son rôle amendé voire remis en question. C'est ici que les apports de l'ANT sont davantage conformes à notre objet, car ils mettent en exergue un difficile travail de mobilisation porté par les prestataires de services blockchain.

La compréhension de la dynamique de structuration du marché de l'intégration de la blockchain aux SC conduit toutefois à nuancer l'opposition objet-frontière / agencement marchand coordonné par l'innovateur. À l'échelle du marché, le prisme de l'objet-frontière révèle que la technologie se prête *in fine* à une flexibilité interprétative suffisante pour autoriser des positionnements distincts mobilisant des compromis socio-techniques (soit des actions sur l'objet) également hétérogènes. À l'échelle du cas d'usage, le rôle de la blockchain doit être précisé et son autonomie en tant qu'objet portant les coordinations entre actants s'efface devant l'imposant travail de traduction opéré par les prestataires de service pour établir des consensus avec leurs clients, quitte à ce que cela demande de « dénaturer » la blockchain ou d'invisibiliser son action.

5. Conclusion

Dans un contexte où la commercialisation des produits agri-alimentaires soulève des controverses, les acteurs sont engagés à promouvoir la durabilité des SC agri-alimentaires. Dans ce contexte, la solution technologie blockchain est appelée à intégrer les SC en important les promesses de consensus décentralisé, immutabilité et transparence. L'étude des modalités d'articulation entre technologie blockchain et SC démontre que cette intégration ne va pas de soi. Après le temps d'expérimentation des imaginaires adossés à la technologie blockchain, les prestataires de services et leurs clients ont coconstruit des compromis sociotechniques nécessaires et proposé des solutions modulées de trois ordres : une problématisation par la qualité du produit, une problématisation par la qualité de la donnée, et une problématisation par la responsabilité des acteurs. Les différences entre la vision telle qu'initialement prévue d'intégration non problématique de la technologie blockchain, et le temps de maturation nécessaire au déploiement de solutions intégrées, sont avantageusement éclairées par une dualité conceptuelle entre théorie de l'acteur-réseau et notion d'objet-frontière.

Ces deux approches, théorisées dans le cadre d'études des processus de coordination/enrôlement entre acteurs hétérogènes, se démarquent quant à leur appréhension des opérations de traduction. Concernant la théorie de l'acteur-réseau, la considération de la traduction est asymétrique, avec un acteur de l'innovation prépondérant. La traduction apparaît plus symétrique s'agissant de la notion d'objet-frontière, avec des acteurs distribués, engagés à faire cohabiter au sein d'un même réseau plusieurs processus de traduction. Si dans sa version originelle, la technologie blockchain est affichée comme une infrastructure distribuée, les tensions générées par le processus d'intégration, et les difficultés d'interprétation des acteurs dans leur appropriation du dispositif, ont (re)centralisé le rôle des porteurs (prestataires et clients) du projet.

Plus avant, nos observations nous ont amenés à déplacer notre regard d'une considération dichotomique de ces théories, vers une attention portée à leurs complémentarités. La première complémentarité relève des échelles d'analyse. Une approche macro des modalités d'intégration de la technologie blockchain la définit comme un objet interprétativement flexible qui laisserait place à des appropriations individuelles de cet objet-frontière. Une approche micro

des modalités d'intégration de la technologie blockchain exerce une focale sur la pluralité des agencements qu'il s'agit de stabiliser au sein des SC. La seconde complémentarité est disciplinaire. Une approche managériale mettrait en évidence les inerties structurées par la SC (très présentes dans la notion d'objet-frontière), alors qu'une approche marchande s'attacherait aux enjeux d'enrôlement dont la responsabilité revient aux acteurs qui portent l'innovation.

6. Bibliographie

Astill J., Dara R.A., Campbell M., Farber J.M., Fraser E.D.G., Sharif S. et Yada R.Y. (2019), Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions, *Trends in Food Science & Technology*, 91, 240–247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.024>

Boltanski L. et Thévenot L. (1991), *De la justification, les économies de la grandeur*, Paris, Gallimard.

Bosona T. et Gebresenbet G. (2013), Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain, *Food Control*, 33, 1, 32-48.

Büyüközkan G. et Göçer F. (2018). Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157-177. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.010>

Callon M. (1986), Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc, *L'année sociologique*, 36, 169-208.

Callon M., Meadel C. et Rabeharisoa V. (2000), L'économie des qualités. *Politix*, 13, 52, 211–239.

Caron C. (2023), La Blockchain à l'épreuve de la vie privée. Compromis sociotechniques entre deux modèles de confiance dans la conception et l'expérimentation d'un service de mobilité, *Terminal[en ligne], Technologie de l'information, culture & société*, 136. <https://doi.org/10.4000/terminal.9090>

Chaudhuri A., Bhatia M.S., Subramanian N., Kayikci Y. et Dora M. (2024), Socio-technical capabilities for blockchain implementation by service providers: Multiple case study of projects with transaction time reduction and quality improvement objectives, *Production Planning & Control*, 35, 9, 978-991.

Cochoy F. (2002), *Une sociologie du packaging ou l'âne de Buridan face au marché*, Paris, Presses Universitaires de France.

Cozzio C., Viglia G., Lemarie L. et Cerutti S. (2023), Toward an integration of blockchain technology in the food supply chain, *Journal of Business Research*, 162, 113909.

Daneshvar Kakhki M. et Gargeya V.B. (2019), Information systems for supply chain management: a systematic literature analysis, *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 5318–5339.

Dardayrol J. (2017), Avant-propos. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, 4-5. <https://doi.org/10.3917/rindu1.173.0004>

De Filippi P. (2017), What blockchain means for the sharing economy, *Harvard Business Review*, March 15.

Difrancesco R.M., Meena P. et Kumar G. (2023), How blockchain technology improves sustainable supply chain processes: A practical guide, *Operations Management Research*, 16(2), 620-641. <https://doi.org/10.1007/s12063-022-00343-y>

Do Q., Mishra N., Correia F. et Eldridge S. (2024), The role of a boundary object in legitimacy-making strategies for food waste innovation: The perspective of emergent circular supply chains, *Supply Chain Management: An International Journal*, 29, 3, 523-539.

Geiger S., Harisson D., Kjellberg H. et Mallard, A. (dir.). (2014), *Concerned markets: Economic ordering for multiple values*, Chettenham, Edward Elgar Publishing.

Giganti P., Borrello M., Falcone P.M. et Cembalo L. (2024), The impact of blockchain technology on enhancing sustainability in the agri-food sector: A scoping review, *Journal of Cleaner Production*, 142379.

Giust-Desprairies, F. (2004), *L'imaginaire collectif*, Paris, Erès.

Kamble S.S., Gunasekaran A. et Gawankar S.A. (2020), Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture SC: A review for research and applications, *International Journal of Production Economics*, 219, 179–194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.022>

Karpik L. (2007), *L'économie des singularités*, Paris, Gallimard.

Laaraj M., Nakara W. A. et Fosso Wamba, S. (2024). Blockchain diffusion: the role of consulting firms, *Production Planning & Control*, 35, 9, 965-977.

Laurent B. et Mallard A. (eds.). (2020), Introduction Labels in Economic and Political Life: Studying Labelling in Contemporary Markets, in *Labelling the economy*, Palgrave Macmillan, p. 1-31.

Lesueur-Cazé M., Bironneau L., Lux G. et Morvan T. (2022), Réflexions sur les usages de la blockchain pour la logistique et le SC Management : une approche prospective, *Revue Française de Gestion Industrielle*, 36(1), 60-82. <https://doi.org/10.53102/2022.36.01.917>

Li K., Lee J.Y. et Gharehgozli A. (2023), Blockchain in food supply chains: A literature review and synthesis analysis of platforms, benefits and challenges, *International Journal of Production Research*, 61, 11, 3527-3546.

Nakamoto S. (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <http://www.bitcoin.org>

Onnée S. et Le Goff J. (2017), *Puissances de la norme. Défis juridiques et managériaux des systèmes normatifs contemporains*, Caen, Éditions EMS.

Kozinets R. V. (2002), The field behind the screen: Using netnography for marketing research in online communities, *Journal of Marketing Research*, 39, 1, 61-72.

Salomie I., Dinsoreanu M., Pop C.B. et Suci S.L. (2008), Logistic chain generation with traceability features using web services composition, in: *2008 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics*, Cluj-Napoca, Romania, p. 393-397. <http://dx.doi.org/10.1109/AQTR.2008.4588774>

Saucède F. (2022), Perspectives logistiques et marketing de la traçabilité agri-alimentaire par la blockchain : Études de cas des usages de Walmart et Carrefour, *Annales des Mines - Enjeux Numériques*, n° 19 – L'agriculture numérique, 28-34

Saucède F. et Fenneteau H. (2017), Les blockchains et l'idéal de la traçabilité totale dans la chaîne logistique : Une lecture à travers le prisme des théories du canal de distribution, dans Paché G. (ed), *Images de la logistique : Éclairages managériaux et sociétaux*, Presses Universitaires d'Aix-Marseille, p. 49-55.

Saucède F. et Piot-Lepetit I. (2023), Blockchain, supply chains et durabilité des systèmes agri-alimentaires : Quels impacts ? Une illustration à partir d'études de cas, *Technologie et Innovation*, 8, 4, 1-17.

Simangungsong E., Hendry L.C. et Stevenson M. (2012), Supply Chain Uncertainty: A Review of Theoretical Foundation for Future Research, *International Journal of Production Research*, 50, 16, 4493-4523.

Srivastava A. et Dashora K. (2022), Application of blockchain technology for agrifood SC management: A systematic literature review on benefits and challenges, *Benchmarking: An International Journal*, 29(10), 3426-3442. <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-08-2021-0495>

Star S. L. et Griesemer J. (1989), Institutionnal ecology, 'Translations', and Boundary objects: amateurs and professionals on Berkeley's museum of vertebrate zoologie, *Social Studies of Science*, 19(3): 387-420.

Star S. L. (2007), *The History and Boundaries of Boundary Objects*, Conference at the workshop "Boundary Object, Boundary work", Grenoble University, 13 septembre 2007.

Star S. L. (2010), Ceci n'est pas un objet-frontière!, *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 41, 1, 18-35.

Strauss A. (1992), *La trame de la négociation, Sociologie qualitative et interactionnisme*, Textes réunis et présentés par Isabelle Baszanger, Paris, L'Harmattan.

Treiblmaier H. (2018), The impact of the blockchain on the supply chain: A theory-based research framework and a call for action, *Supply Chain Management: An International Journal*, 23, 6, 545-559.

Vern P., Panghal A., Mor R. S. et Kamble, S. S. (2025), Blockchain technology in the agri-food supply chain: A systematic literature review of opportunities and challenges, *Management Review Quarterly*, 75, 1, 643-675.

Visconti L. M. (2010), Ethnographic Case Study (ECS): Abductive modeling of ethnography and improving the relevance in business marketing research, *Industrial Marketing Management*, 39, 1, 25-39.