Microéconomie des Smart Contracts et application à une vente internationale

Vincent Iehlé, Emy Lécuyer, Martin Vernay

Microéconomie des *Smart Contracts* et application à une vente internationale[1]

Vincent Iehlé [a], Emy Lécuyer [b] et Martin Vernay [a,b]

[a] Université de Rouen Normandie, Normandie Université, LERN UR 4702, F-76000 Rouen, France
[b] CY Cergy Paris Université CNRS, THEMA UMR 8184, F-95000 Cergy, France

Résumé. L'article présente les apports des smart contracts du point de vue l'analyse économique. Il montre comment la conception fine de smart contracts permet d'améliorer la réalisation de transactions entre agents microéconomiques en facilitant les paiements et en dissuadant la fraude. Le cas d'une vente internationale est proposée pour illustrer les possibilités élargies d'échange qui sont obtenues à partir de ce type d'outils.
Mots-clés : smart contract, risque, séquestre, paiement programmable, blockchain.

Abstract. The article presents the benefits of smart contracts from an economic analysis perspective. It demonstrates how the precise design of smart contracts enhances the execution of transactions among microeconomic agents by facilitating payments and deterring fraud. The case of an international sale is proposed to illustrate the extended exchange possibilities achieved through such tools.
Keywords: smart contract, risk, escrow, programmable payment, blockchain.

JEL : D81, D82, F30, F39, C78.

1. Introduction

La présente contribution vise à traiter la notion de *smart contract* à l'aide des outils de l'analyse économique, discipline s'interrogeant sur le comportement d'individus dotés d'objectifs et de moyens donnés, qui cherchent à employer aux mieux les seconds pour parvenir aux premiers. L'économie peut ainsi être résumée comme une science des choix, puisant sa source dans l'individualisme non pas éthique (contrairement à un regrettable préjugé) mais méthodologique: les individus agissent et sont donc les *agents* au coeur de l'analyse, leurs décisions sont *rationnelles* au sens où elles ne sont pas déterminées de l'extérieur mais obéissent à une raison individuelle,[2] et les faits sociaux sont expliqués à partir de telles décisions.

Dès lors, le contrat est vu par l'analyse économique comme un ensemble d'incitations visant à orienter les actions des parties prenantes, souvent de façon intuitive : une rémunération incite à la réalisation d'une tâche, tandis qu'une pénalité dissuade un comportement préjudiciable. Tandis que le droit s'intéresse à la relation entre les parties pour qualifier un contrat et en tirer les conséquences légales, l'économie s'interroge sur l'influence de cette relation sur le comportement des parties. Par exemple, là où un juriste recherche un lien de subordination d'une partie à l'autre pour distinguer un contrat de travail d'un contrat d'entreprise, et en déduire les obligations respectives des parties, l'économiste se demande plutôt de quelle manière la subordination affecte le comportement de l'employé, et dans quelles circonstances

[1] Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet CATALYSE (FNADT, CPIER et GIS Vallée de la Seine, Région Normandie, 2022-23). Les auteurs remercient Patrick Barban, Cyrille Bertelle, Sara Biancini, Imad Chehade, Claude Duvallet, Maxence Lambard, Frédéric Leplat, Célestin Mayoukou, Fabrice Leonel N'Tchatat Tounya et Régis Renault pour leurs commentaires.

[2] Qui ne correspond pas nécessairement aux critères courants d'un comportement rationnel ou raisonnable!

l'employeur préfère employer un salarié plutôt que de recourir à un entrepreneur indépendant.[3]

L'analyse économique peut dès lors prendre une dimension positive, en étudiant comment telle stipulation contractuelle - ou « mécanisme incitatif » - influence le comportement des parties, autant que normative, en cherchant à déterminer les mécanismes les mieux à mêmes d'obtenir certains comportements de la part des parties. L'article suivra ces deux approches. Après une revue d'ensemble du traitement des smart contracts dans la littérature économique, le commerce international fera l'objet d'un traitement dédié, et d'une proposition d'*Escrow Smart Contract* visant à remédier à ses difficultés spécifiques.

2. Modélisation microéconomique des *smart contracts*

Cette section explore le lien entre les contrats traditionnels et les smart contracts. Divers travaux utilisant une approche microéconomique pour représenter les smart contracts y sont présentés. Ils permettent de mieux comprendre les risques associés aux smart contracts et les mécanismes incitatifs qui les sous-tendent. Ils offrent ainsi des outils permettant d'analyser la conception des smart contracts.

2.1. Du contrat au *smart contract*

Un contrat est un ensemble de conditions et d'obligations en vue d'une transaction ou d'un échange. L'objet d'un contrat est de permettre la réalisation d'échanges mutuellement profitables en situation de risque, d'incertitude, d'information incomplète et d'asymétrie d'information. Contrairement à ce que leur nom indique, les *smart contracts* ne sont pas nécessairement des contrats. De plus, il n'interviennent pas nécessairement dans le cadre d'un échange.[4] En effet, un smart contract est un algorithme implémenté sur une *blockchain*, le terme smart contract peut donc désigner des objets très divers. Cependant, dans cet article, nous utiliserons cette dénomination de façon indifférenciée pour désigner exclusivement les smart contracts utilisés dans le cadre d'un échange commercial.

Un smart contract vérifie et met en oeuvre l'exécution automatique des termes d'un contrat entre différentes parties, par exemple la méthode de règlement comme dans le cas de l'*Escrow Smart Contract* abordé en Section 2.3. Son fonctionnement peut nécessiter l'accès à des données externes au réseau de la blockchain, fournies par un oracle. Un oracle est un service ou un mécanisme qui agit en tant qu'intermédiaire entre le smart contract et le monde extérieur. Il fournit des informations externes au smart contract, permettant ainsi à celui-ci d'interagir avec des événements du monde réel.

Les smart contracts permettent de réduire, en partie au moins, la dépendance envers les intermédiaires traditionnels, tels que les banques, les notaires, les avocats ou les agents de confiance. La bonne exécution du smart contract dépend alors de la qualité et de la sécurité du code utilisé ainsi que de la fiabilité des informations fournies par les oracles. L'intérêt principal de ces nouveaux outils est qu'ils permettent de diminuer les coûts liés à la

[3] Coase, R. H. : 1937. The nature of the firm. *Economica* 4(16), 386–405.

[4] Par exemple, dans le cadre d'une gouvernance décentralisée, les smart contracts permettent d'automatiser et de sécuriser les processus décisionnels.

coordination et à la vérification des transactions (frais de gestion, coûts liés aux litiges et frais juridiques, frais de vérification et d'audit).[5]

2.2. Smart contracts et « hold up »

Un des principaux avantages des smart contracts est leur capacité à prévenir les situations de « hold up »[6,7]. Dans le contexte des contrats traditionnels, le « hold up » se produit lorsque l'une des parties utilise sa position pour imposer des demandes ou des conditions préjudiciables à l'autre partie, après que des ressources ont été investies et des investissements effectués dans le cadre du contrat. L'impossibilité de revenir sur les termes des smart contracts peut permettre de remédier à ce problème et réduire ainsi les incitations à exercer un pouvoir de renégociation opportuniste.

(Bakos et Halaburda 2021)[8] modélisent cette spécificité par une restriction de l'espace des stratégies disponibles, permettant aux parties contractantes de s'engager à ne pas se livrer à des actions opportunistes les unes envers les autres. Ils développent un concept d'équilibre stratégique entre agents microéconomiques permettant de dissocier d'une part les effets positifs directement imputables à l'intégration de smart contracts, d'autre part les effets liés à l'utilisation d'oracles faisant appel à des capteurs connectés (IoT). Smart contracts et capteurs jouent en effet des rôles différents dans une relation contractuelle, les premiers garantissant une forme d'engagement de la part des participants, les seconds enrichissant la structure informationnelle associée au contrat. Ils démontrent que lorsque le coût d'exécution d'un contrat est élevé par rapport (ou comparable) aux gains potentiels de l'échange, alors celui-ci ne peut avoir lieu sans faire appel aux smart contracts ou aux capteurs connectés. Ces innovations permettent de réduire les coûts d'exécution ou d'augmenter la valeur générée à l'équilibre, rendant ainsi possible la réalisation de l'échange.

L'utilisation d'oracles peut s'accompagner ou être remplacée par l'introduction de mécanismes de révision ou de résolution des litiges. En l'absence d'oracle, le caractère automatisé et non-modifiable des smart contracts peut inciter l'acheteur et le vendeur à en tirer avantage. Pour y remédier, (Gans 2019)[9] propose une procédure de gestion des litiges, basée sur les incitations, à intégrer aux smart contracts; cette procédure fera l'objet d'un traitement détaillé en sous-section 3.2.

---

[5] Cependant, comme le rappellent Halaburda, Levina, et Semi (2019) [Halaburda, H., Levina, N., et Semi, M. : 2019. "Understanding Smart Contracts as a New Option in Transaction Cost Economics." Dans *Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems, Munich, Germany*.], la spécification des smart contracts est elle-même coûteuse et peut s'avérer difficile car elle requiert que les parties codent informatiquement leur accord concernant l'ensemble des actions à prendre, en fonction des informations externes fournies par les oracles. Il n'est donc pas intéressant d'adopter ces nouvelles technologies pour certaines transactions complexes.

[6] Casey, A. J. et Niblett, A. : 2017. Self-driving contracts. *J. Corp. L.* 43, 1.

[7] Holden, R. et Malani, A. : 2021. *Can blockchain solve the hold-up problem in contracts?* Cambridge University Press.

[8] Bakos, Y. et Halaburda, H. : 2021. "Blockchains, Smart Contracts and Connected Sensors: Substitutes or Complements?" *NYU Stern School of Business*.

[9] Gans, J. S. : 2019. "The Fine Print in Smart Contracts." National Bureau of Economic Research.

2.3. Paiements et *Escrow Smart Contracts*

Diverses fonctions peuvent être implémentées à l'aide de smart contracts, cependant leur intérêt principal porte sur la gestion des paiements. Les smart contracts permettent de multiplier à faible coût le nombre de paiements effectués pour l'acquisition d'un bien ou d'un service, et offrent également la possibilité de mettre en séquestre les montants versés jusqu'à ce que certaines conditions soient remplies. Dans ce dernier cas, on parle alors d'*escrow smart contract* (ESC). Un ESC n'est pas en tant que tel un contrat traditionnel mais une méthode de paiement. Plutôt que d'opter, par exemple, pour un paiement direct, les parties contractantes peuvent opter pour la mise en place d'un ESC.[10] Un ESC est plus ou moins sophistiqué : la procédure de libération des fonds peut nécessiter l'intervention d'oracles et une procédure automatisée de gestion des litiges, une procédure de retour de la marchandise peut également être intégrée.

(Kumar 2019)[11] et (Toorajipour, Oghazi, Sohrabpour, Patel et Mostaghel 2022)[12] soulignent l'attrait des ESC dans le domaine du commerce international. En effet, les paiements avec mise sous séquestre des fonds chez un intermédiaire de confiance sont très peu utilisés en raison des risque de fraude et de collusion avec l'intermédiaire. En éliminant le besoin de faire confiance à un tiers chargé de gérer les fonds mis sous séquestre, les ESC permettent à ce type de méthode de paiement de se développer. De plus, les ESC présentent d'autres avantages en termes d'efficacité contre la fraude, de fiabilité et de rapidité de mise en place.

Plusieurs articles se penchent sur le développement des ESC. En particulier, (Zimbeck 2014)[13] et (Asgaonkar et Krishnamachari 2019)[14] considèrent une situation d'asymétrie d'information (aléa moral) et exigent que chaque partie impliquée dans le contrat mette des fonds sous séquestre dès la conclusion du contrat. Ces fonds sont confisqués en cas de non-respect des obligations contractuelles et versés en dédommagement à la partie lésée. Dans la proposition d'(Asgaonkar et Krishnamachari 2019), les montants mis sous séquestre ne sont pas spécifiés, tandis que (Zimbeck 2014) considère que tant l'acheteur que le vendeur doivent mettre sous séquestre le montant de la marchandise lors de la signature du contrat. De leur côté, (Kahn et van Oordt 2022)[15] se posent la question du nombre optimal de paiement mis sous séquestre et de la durée optimale de ces mises sous séquestre étant données que celles-ci peuvent être décuplées à moindre coût et sans difficulté, contrairement à des versements organisés par des intermédiaires.

---

[10] Il est à noter que les ESC sont encore peu utilisés en pratique.

[11] Kumar, A. : 2019. "Escrow Transactions and Crypto Governance." *International Journal of Intelligent Computing and Technology* 3 (1): 01–06.

[12] Toorajipour, R., Oghazi, P., Sohrabpour, V., Patel P. C, et Mostaghel, R. : 2022. "Block by Block: A Blockchain-Based Peer-to-Peer Business Transaction for International Trade." *Technological Forecasting and Social Change* 180: 121714.

[13] Zimbeck, D. : 2014. "Two Party Double Deposit Trustless Escrow in Cryptographic Networks and Bitcoin." *White Paper*, 1–3.

[14]Asgaonkar, A. et Krishnamachari, B. : 2019. "Solving the Buyer and Seller's Dilemma: A Dual-Deposit Escrow Smart Contract for Provably Cheat-Proof Delivery and Payment for a Digital Good Without a Trusted Mediator." Dans *2019 Ieee International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (Icbc)*, 262–67. IEEE.

[15] Kahn, C. et van Oordt, M. R. C. : 2022. "The Demand for Programmable Payments." *Disponible sur SSRN*.

3. Cas d'une vente internationale

3.1. Environnement économique

Nous présentons succinctement ici un modèle stylisé de vente internationale qui permet d'identifier plus clairement les canaux de transmission et les interactions entre les différents acteurs.

On considère un vendeur et un acheteur sur le point de finaliser une transaction pour une marchandise. Ces deux acteurs sont des agents microéconomiques, guidés par leur propre intérêt. Nous nous intéressons à la mise en place du paiement et à la livraison de la marchandise entre ces deux acteurs qui ne se connaissent pas *a priori* et qui sont physiquement distants. La distance qui les sépare a des implications économiques importantes.

Premièrement, cela signifie que le transport est long, risqué et coûteux. Il faut alors déterminer dans le contrat qui sera le porteur de ce coût et de ce risque, et jusqu'à quel moment. La distance implique aussi une difficulté liée à la temporalité du paiement. Le contrat de vente doit donc stipuler la mise en œuvre des obligations de paiement afin de couvrir les risques associés. On observe en effet que, quel que soit le moment choisi pour le paiement, il existe un risque de paiement. Typiquement, si le paiement a lieu à la livraison, alors pour tout type de contrat de vente la distanciation entre acheteur et vendeur implique un risque d'opportunisme de la part de l'acheteur. Dans le cas extrême, il ne paie pas. Inversement, dans le cas du paiement mis en place au moment de la signature du contrat, un aléa moral pèse sur le vendeur qui n'a plus d'incitations à veiller au bon déroulement de la transaction jusqu'à son terme. Le temps nécessaire à la livraison crée par ailleurs une incertitude sur le déroulement du paiement. L'acheteur est en effet soumis à un risque de liquidité qui peut l'empêcher d'honorer les paiements promis après le départ de la marchandise. Cette caractéristique est exogène et indépendante des comportements des agents, et complique la mise en place de paiements qui soient acceptables pour chacune des parties.

Deuxièmement, sans autre forme de confiance entre les agents, l'absence d'unicité de lieu rend également difficiles les phases de contrôle de conformité de la marchandise au moment de l'expédition, du transport et de la réception (normes non respectées, accident de transport, fausse déclaration à l'arrivée, ...). Les deux acteurs sont donc naturellement soumis à des comportements opportunistes que le contrat de vente doit pouvoir circonscrire, éventuellement en faisant appel à des tiers de confiance. Cette intervention par des tiers a également un coût qui peut, dans certains cas, rendre la transaction inacceptable pour l'une des parties.

Face à ces enjeux, les smart contrats offrent des solutions prometteuses, par l'automatisation de l'exécution contractuelle et la conservation sécurisée des fonds impliqués.

3.2. Smart contracts et dissuasion de la fraude

S'agissant tout d'abord du problème de la confiance entre agents, une solution traditionnelle développée par les économistes consiste à mettre en place des contrats dits incitatifs, qui consistent en des « menus » de paiements conditionnés - pénalités et compensations - engageant les agents vers des comportements vertueux. (Gans 2019) propose ainsi un modèle de smart contract visant à contrôler les risques d'opportunisme: expédition d'une marchandise non-conforme à la qualité promise par le vendeur ou, inversement, plainte de mauvaise foi de la part de l'acheteur concernant la qualité reçue.

Dans ce modèle, l'acheteur peut, à la réception de la marchandise, en contester la qualité. Si le vendeur accepte sa plainte, l'acheteur renvoie la marchandise et le smart contract prélève automatiquement, sur les fonds du vendeur, une compensation (préalablement déterminée) versée à l'acheteur. Ainsi, pour une compensation suffisamment élevée, le vendeur n'a pas intérêt à « tricher » sur la qualité.

Inversement, si le vendeur estime la plainte de l'acheteur non-fondée, il la conteste. Alors, le smart contract transfère automatiquement une pénalité depuis les fonds de l'acheteur vers ceux du vendeur. Cette opération vise, là encore, à dissuader une plainte de mauvaise foi de la part d'un acheteur prétendant, à tort, une non-conformité. Toutefois, il se pourrait que la plainte d'un acheteur de bonne foi soit contestée par un vendeur de mauvaise foi.

Le smart contract prend en compte cette possibilité. En effet, suite à la contestation de sa plainte par le vendeur, l'acheteur a deux options. La première consiste à « baisser les armes », conserver la marchandise et perdre la pénalité évoquée plus haut. Dans ces conditions, le « surplus » (gain économique) de l'acheteur est strictement inférieur à ce qu'il serait dans le cas d'une conservation de la marchandise dès réception, sans plainte, puisque l'acheteur paye la pénalité. Si la marchandise est de qualité suffisamment bonne pour que l'acheteur envisage de la conserver, il n'a donc pas intérêt à déclencher abusivement la procédure de plainte prévue par le smart contract. De façon intéressante, la pénalité peut s'interpréter comme un coût de recours en justice dissuadant une procédure abusive, à l'image par exemple d'une condamnation aux dépens. Si toutefois l'acheteur s'estime malgré tout floué, il peut renvoyer la marchandise et recevoir une compensation du vendeur par le biais du smart contract, qui prélèvera en sus une pénalité supplémentaire pour sanctionner le vendeur.

Si les pénalités et compensations ont été correctement calculées à la mise en place du smart contract, un acheteur de mauvaise foi a intérêt à « baisser les armes » face à la contestation du vendeur et conserver la marchandise conforme, tandis que l'acheteur de bonne foi, jugeant la marchandise inacceptable, préférera aller jusqu'au bout de la confrontation, renvoyer la marchandise et faire sanctionner le vendeur. Le vendeur n'a donc intérêt à contester la plainte de l'acheteur que s'il estime ce dernier de mauvaise foi et la marchandise conforme. Partant, la plainte ne profite à l'acheteur qu'en cas de réelle non-conformité de la marchandise... et le vendeur, anticipant la plainte de l'acheteur, n'a rien à gagner à expédier une marchandise non-conforme.

Ainsi, la proposition de (Gans 2019) combine des éléments incitatifs, conçus pour dissuader les comportements indésirables, avec une mise en place « smart-contractuellement » automatisée. Le modèle peut évidemment être enrichi selon les coûts d'expédition et de réexpédition, les risques affectant la marchandise hors du contrôle des parties, ou d'autres éléments spécifiques à une relation commerciale donnée.

3.3. Smart contracts et risque de liquidité

Les smart contracts, et plus précisément les mises sous séquestre par l'intermédiaire d'*Escrow Smart Contracts* (ESC), peuvent également faciliter le partage et la gestion des risques, notamment le risque de liquidité évoqué plus haut. Dans la plupart des propositions d'ESC présentées en sous-section 2.3, la mise sous séquestre des fonds est effectuée à une unique occasion, au moment de la signature du contrat. Cette modalité n'est pas forcément adaptée dans le cas d'une transaction internationale, les délais entre la signature du contrat et la réception d'une marchandise pouvant être très longs.[16]

[16] Par exemple, le temps de transit estimé entre Shanghaï et le Havre est de 40 jours en moyenne par voie maritime.

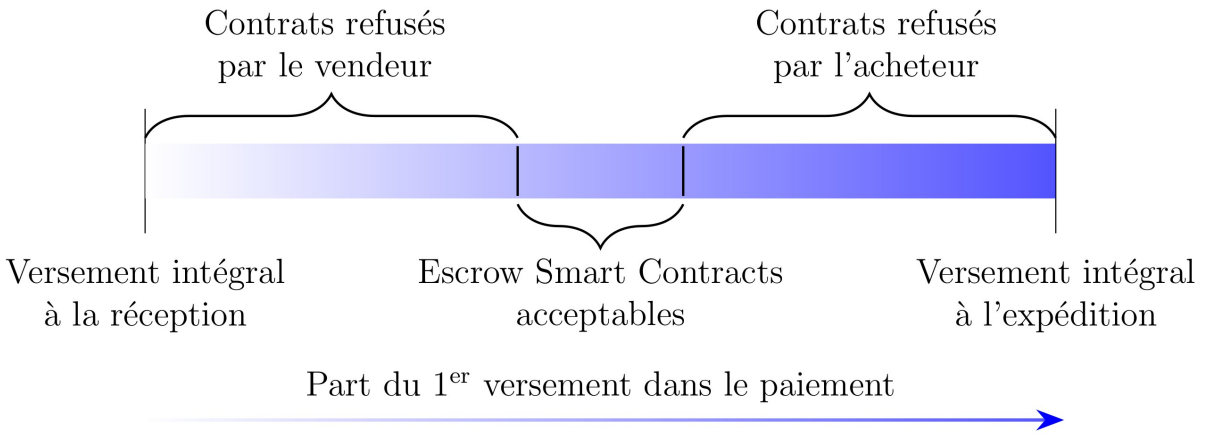

Figure 1. Escrow Smart Contracts et accès à un intervalle d'accord mutuel

Ce type de méthode de paiement présente donc un coût d'opportunité élevé pour l'acheteur, qui doit immobiliser intégralement les liquidités requises pour le paiement plusieurs semaines, voire mois, avant réception de la marchandise. Cela peut par exemple poser problème dans un secteur à forte rotation du capital, où les entreprises doivent faire face à des flux continus de frais pour maintenir leurs ventes. Inversement, un paiement intégral à la réception de la marchandise ne protège pas le vendeur, dans le cas où l'acheteur ne disposerait justement plus des liquidités requises pour le paiement.

Pour remédier à ces difficultés, nous proposons[17] une classe d'*escrow smart contracts* généralisée permettant de payer la marchandise en mettant sous séquestre le prix de vente en plusieurs fois ou, pour simplifier, en deux fois : à l'expédition, puis à la réception de la marchandise. Les fonds versés à l'expédition sont mis sous séquestre sur la blockchain, tout en restant encore inaccessibles au vendeur. Ainsi, ce dernier a au moins la certitude qu'une partie du paiement lui sera garantie, tandis que l'acheteur conserve la partie restante sous forme de liquidités, qu'il devra mettre sous séquestre à l'arrivée de la marchandise pour être autorisé à la retirer. Le détail des étapes du protocole est présenté plus bas.

L'objectif principal de notre proposition est de permettre la réalisation de transactions mutuellement avantageuses, mais trop défavorables à l'une ou l'autre partie en cas de paiement unique. L'ESC à paiements séquentiels vise donc à étendre les opportunités de commerce. L'intuition est la suivante : à l'extrémité gauche de la figure 1, le premier versement est nul, autrement dit, le prix est intégralement payé à réception de la marchandise. Plus on se déplace vers la droite, plus le premier versement est important, jusqu'à représenter la totalité du paiement à l'extrémité droite.

La situation à l'extrémité gauche est la plus défavorable au vendeur, démuni en cas de défaillance d'un acheteur illiquide. Il est donc possible que ce contrat soit inacceptable car trop risqué pour le vendeur, alors même que ce dernier aurait eu intérêt à la transaction si une partie suffisante du prix avait été sécurisée par une mise sous séquestre à l'expédition. Inversement, l'acheteur peut considérer le versement intégral à l'expédition comme trop lourd au regard de la gestion de ses liquidités et refuser une telle transaction, quand bien même il l'aurait acceptée pour un versement au moins partiel à l'arrivée de la marchandise.

Dans cet exemple, la transaction en un seul règlement est impossible, faute d'accord mutuel. Pourtant, en scindant en deux le paiement, un compromis peut être trouvé, si le premier

[17] Iehlé, V., Lécuyer, E. et Vernay, M. : 2023. *Escrow smart contracts et risque de liquidité dans le commerce international maritime.* Université de Rouen Normandie.

versement est suffisamment élevé pour couvrir le risque du vendeur, et suffisamment faible pour préserver les liquidités de l'acheteur. Intuitivement, le champ des transactions réalisables devrait recouvrir des niveaux intermédiaires pour chaque versement, les partages trop extrêmes étant refusés par la partie défavorisée. Toutefois, rien ne permet en pratique de préjuger du niveau d'exigence de chaque partie: il est par exemple possible que l'acheteur soit relativement arrangeant et concède une première mise sous séquestre conséquente à un vendeur exigeant - ou l'inverse.

Concernant la mise en œuvre du protocole d'ESC, nous supposons que les parties concluent un contrat de vente internationale en dehors de la blockchain avec comme choix de méthode de paiement un ESC, dont la séquence de mise sous séquestre est spécifiée. Les parties, n'étant pas spécialistes de la blockchain et des smart contracts, utilisent l'application d'un tiers, dédiée à ce type de règlement, pour mettre en oeuvre l'ESC. L'application déploie le smart contract pour le compte des parties, une fois que celles-ci se sont conformées aux procédures de KYC,[18] ont rempli les informations pertinentes concernant la transaction et ont validé la méthode de paiement. Nous présentons dans ce qui suit le protocole de déploiement d'un ESC minimal à deux mises sous séquestres, une première lors du déploiement de l'ESC sur la blockchain et une seconde lors de l'arrivée à destination des marchandises.

- **Déploiement de l'ESC, vérification et acceptation** : Si un accord est obtenu, alors l'application déploie l'ESC sur la blockchain. Les parties sont notifiées, vérifient l'ESC et le signent (validation électronique). L'ESC possède sa propre adresse sur le réseau Blockchain sur laquelle les fonds sont mis sous séquestre.

- **Première mise sous séquestre** : l'ESC envoie un signal à l'application, qui notifie l'acheteur par email concernant le premier montant à mettre sous séquestre. L'acheteur dispose d'un délai spécifié en amont pour mettre le montant sous séquestre, s'il dépasse ce délai alors la transaction est annulée et l'ESC s'arrête.

- **Expédition** : Une fois la première mise sous séquestre effectuée, le vendeur dispose d'un délai spécifié à l'avance pour déclarer l'envoi des marchandises à l'application, qui transmettra ensuite l'information à l'ESC. Si ce délai est dépassé alors les fonds mis sous séquestre sont reversés à l'acheteur et l'ESC s'arrête.

- **Intervention d'un oracle tiers** : un oracle tiers déclare l'arrivée des marchandises au port de destination. En pratique, un employé du port pourrait, par exemple, scanner un QR-code sur l'emballage, ce qui transmettrait automatiquement un signal à l'application.

- **Litiges 1** : une procédure de gestion des litiges automatisée est enclenchée si les marchandises n'arrivent pas à destination.

- **Seconde mise sous séquestre** : l'application notifie par email l'acheteur qu'il dispose d'un certain délai établi à l'avance pour effectuer la seconde mise sous séquestre. Si l'acheteur est dans l'incapacité d'effectuer cette mise sous séquestre finale avant le délai imparti, alors la première mise sous séquestre est immédiatement versée au vendeur en compensation, le vendeur reste propriétaire des marchandises, et l'ESC s'arrête.

- **Inspection** : l'ESC déclenche l'envoi à l'acheteur et au transporteur d'un QR-code permettant l'inspection des marchandises. L'acheteur établit le degré de conformité selon une procédure hors de l'objet de cet article, et le déclare à l'ESC.

---

[18] *Know Your Customer*: contrôle d'identité dans le cadre de la lutte contre la fraude et le blanchiment.

- **Litiges 2** : une procédure de gestion des litiges est enclenchée si les marchandises ne sont pas conformes.[19]
- **Retrait des marchandises et paiement** : si les marchandises sont conformes, l'ESC déclenche l'envoi d'un nouveau QR-code à l'acheteur et au transporteur permettant le retrait des marchandises, et verse au vendeur les montants mis en séquestre. En cas de problème de conformité résultant d'un incident durant le transport, et si le vendeur supporte le risque de transport, alors une partie des mises sous séquestre est envoyée à l'acheteur pour compenser ses pertes, et le reste est versé au vendeur comme paiement.

[19] Nous ne traitons pas la procédure de gestion des litiges dans cet article, elle fera l'objet d'un travail complémentaire futur. Le modèle de (Gans 2019), présenté en sous-section 3.2, donne un exemple d'une telle procédure, abstraction faite du transport et de son risque.