



Conseil économique et social

Distr. générale
17 janvier 2019
Français
Original : anglais

Commission économique pour l'Europe

Comité du commerce

Centre pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques

Vingt-cinquième session

Genève, 8 et 9 avril 2019

Point 7 c) de l'ordre du jour provisoire

Recommandations et normes :

Autres produits à noter

Livre blanc sur l'application technique de la technologie de la chaîne de blocs aux produits du Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques (CEFACT-ONU)

Résumé

L'application de la chaîne de blocs offre de nouveaux moyens d'échanger des données en toute sécurité et pourrait changer la manière dont les informations seront partagées à l'avenir. Le présent Livre blanc porte sur les points forts des normes élaborées par le Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques (CEFACT-ONU) ainsi que sur les modifications qu'il faudrait y apporter afin de s'adapter à la technologie de la chaîne de blocs et aux autres nouvelles technologies. Deux grands thèmes sont abordés dans ce document : d'une part, le fait que les normes sémantiques du CEFACT-ONU permettent d'exploiter la technologie de la chaîne de blocs à son plein potentiel et, d'autre part, le fait que les informations seront probablement réparties dans plusieurs registres fondés sur la chaîne de blocs, de sorte qu'il faudra élaborer des lignes directrices sur les questions d'interopérabilité des registres.

Publié sous la cote ECE/TRADE/C/CEFACT/2019/8, le présent document est soumis par le Bureau du CEFACT-ONU à la vingt-cinquième session de la Plénière pour qu'il en soit pris note.



I. Introduction

1. La chaîne d'approvisionnement internationale se caractérise par des flux de marchandises et de données y relatives. Ces flux et ces données sont liés au mouvement des fonds associés, qui témoignent de la nature transactionnelle des chaînes d'approvisionnement. Généralement, ce mouvement de fonds correspond à des actions précises survenant dans la chaîne d'approvisionnement et s'effectue par voie électronique, de sorte qu'il se prête bien à l'application de la technologie de la chaîne de blocs. Les marchandises vont de l'exportateur à l'importateur en échange de fonds qui vont en sens inverse. Le flux de marchandises et de fonds se fonde sur un flux bidirectionnel de données telles que factures, avis d'expédition, connaissements, certificats d'origine et déclarations d'importation ou d'exportation déposées auprès des organismes de réglementation.

2. Un élément de confiance caractérise chacun des trois flux décrits ci-dessus (flux de biens, de données et de fonds). La confiance – ou l'absence de confiance – a une incidence sur pratiquement toutes les opérations et tous les échanges de données dans le commerce international. Elle concerne notamment :

- L'origine et l'authenticité des biens ;
- La valeur déclarée des biens pour l'assurance, les droits de douane et les paiements ;
- Les promesses de paiement ;
- La protection des biens pendant l'expédition (c'est-à-dire notamment l'intégrité de l'emballage ainsi que l'état du véhicule et du conteneur) ;
- L'intégrité des informations utilisées par les organismes de réglementation aux fins des évaluations des risques qu'ils effectuent en vue des inspections et des autorisations ; et
- Les acteurs du commerce et les prestataires de services qui prennent part à une transaction commerciale.

3. Cet élément de confiance entre les différents agents économiques permet de déterminer les technologies dont on a besoin pour atteindre le niveau de fiabilité souhaité dans les échanges électroniques. Lorsque les partenaires se font confiance, ils peuvent se satisfaire de méthodes d'authentification peu contraignantes. Si tel n'est pas le cas, une procédure d'authentification plus stricte s'impose¹. La réponse aujourd'hui apportée à cet aspect de confiance (défiance) passe encore largement par des documents papier, des signatures écrites, des primes d'assurance, des fonds entiers et d'autres services fournis par des tiers de confiance.

4. La chaîne de blocs est un type de technologie de registre décentralisé. Tant la chaîne de blocs que la technologie de registre décentralisé ont le potentiel d'améliorer sensiblement cet élément de confiance et d'automatiser les processus concernés. Dans la suite du présent document, nous utiliserons uniquement l'expression « chaîne de blocs », étant entendu qu'il s'agit d'une technologie de registre décentralisé et que certaines autres technologies de registre décentralisé peuvent présenter des avantages similaires.

5. La chaîne de blocs fournit des méthodes d'authentification très fiables et pourrait donc sensiblement améliorer la fiabilité des échanges de données.

6. En tant que centre de liaison pour la facilitation du commerce et les normes applicables aux transactions électroniques dans le système des Nations Unies, le CEFACT-ONU doit se poser la question de savoir comment cette nouvelle technologie influe sur ses travaux et si de nouvelles spécifications techniques devraient être élaborées pour que les membres du CEFACT-ONU tirent le meilleur parti de la chaîne de blocs. Le présent document vise à répondre à ces questions.

¹ Voir aussi la recommandation n° 14 de la CEE sur l'authentification des documents commerciaux ((ECE/TRADE/C/CEFACT/2014/6), disponible depuis janvier 2019 à l'adresse : https://www.unecf.org/fileadmin/DAM/cefact/recommendations/rec14/ECE_TRADE_C_CEFACT_2014_6F.pdf.

7. Bien que le présent document porte principalement sur la chaîne de blocs, il convient de noter que cette technologie n'est pas la seule qui pourrait avoir un effet perturbateur sur la chaîne d'approvisionnement et la société. Parmi les autres technologies de rupture, on peut citer :

- Les plateformes de commerce électronique et les solutions fondées sur l'informatique en nuage, qui sont en plein essor et qui transforment la manière dont les entreprises font des affaires ;
- L'Internet des objets, qui devrait sensiblement augmenter le flux de données granulaires nécessaires au suivi des envois et des conteneurs dans les engins de transport, les ports et les entrepôts ; et
- Les technologies en cours de développement telles que le Web sémantique qui offrent des moyens nouveaux et efficaces de comprendre les données et d'y accéder.

8. Dans le présent document, la chaîne de blocs sera par conséquent présentée dans le contexte plus large d'autres nouvelles technologies qui peuvent considérablement améliorer l'efficacité et l'intégrité de la chaîne d'approvisionnement.

9. Cette analyse a débouché sur cinq propositions concernant la manière dont les travaux du CEFACT-ONU pourraient faciliter l'utilisation de ces nouvelles technologies. Ces propositions s'appuient sur des travaux de qualité existants tels que la bibliothèque de composants communs et les modèles de processus du CEFACT-ONU.

10. L'équipe de projet propose :

- D'étudier la possibilité d'élaborer une architecture de référence afin que toutes les spécifications et les nouvelles technologies puissent être considérées comme des éléments constitutifs d'un ensemble cohérent ;
- D'examiner les modèles de processus du CEFACT-ONU afin de faire en sorte que les contrats intelligents exécutés sur les chaînes de blocs (et d'autres technologies se fondant sur des processus définis) puissent être utilisés pour enregistrer les principaux événements et les changements de statut ou d'état d'un élément qui en résultent, comme l'approbation d'une facture ou la libération d'un envoi par une administration douanière. Il faut pour cela des modèles de processus qui soient plus granulaires et qui définissent les différents statuts ou états des éléments principaux. En d'autres termes, il conviendra d'élaborer des modèles de processus qui soient axés sur les cycles de vie des principales ressources de la chaîne d'approvisionnement telles que les cargaisons et les conteneurs ainsi que sur d'autres éléments clefs tels que les contrats et les paiements ;
- D'effectuer une analyse des lacunes pour définir ce qui est nécessaire pour élaborer un protocole inter-registres (entre différentes chaînes de blocs) qui permette d'assurer l'interopérabilité des chaînes d'approvisionnement et d'établir un rapport de confiance entre les différents registres face à l'inévitable multiplication des solutions fondées sur la chaîne de blocs ;
- D'effectuer une analyse des lacunes pour définir ce qui est nécessaire pour mettre à la disposition des chaînes d'approvisionnement une méthode normalisée qui permette aux utilisateurs de rechercher et d'utiliser des données quelle que soit la plateforme qui héberge les informations relatives à une source. À cet égard, il faudra prendre en compte le fait que les plateformes fondées sur l'informatique en nuage hébergeront une grande quantité de données relatives aux éléments de la chaîne d'approvisionnement tels que les parties, les chargements et les conteneurs ;
- De s'appuyer sur un cadre sémantique qui permette à nouveau de tirer parti des produits des travaux existants du CEFACT-ONU tels que la bibliothèque de composants communs. Grâce à cette bibliothèque, les chaînes d'approvisionnement disposeront d'outils qui leur permettent de traiter les flux plus rapides et plus importants de transactions et de données granulaires générées par les plateformes, l'Internet des objets et les chaînes de blocs. Le groupe de travail propose en outre que le CEFACT-ONU envisage la possibilité d'utiliser des ontologies fondées sur la bibliothèque de composants communs.

11. À mesure que de plus en plus de plateformes produiront un volume croissant de données qui devront être comprises par un nombre croissant de parties, la sémantique du CEFACT-ONU sera appelée à prendre une importance grandissante. La chaîne de blocs et les technologies connexes offrent des possibilités intéressantes, et le CEFACT-ONU s'emploie actuellement à élaborer de nouvelles spécifications techniques qui permettront de renforcer l'interopérabilité, l'efficacité et l'intégrité de la chaîne d'approvisionnement.

II. Objet et portée

12. Depuis la fin des années 1980, les normes du CEFACT-ONU telles que les répertoires EDIFACT-ONU contribuent efficacement à la facilitation du commerce et à l'automatisation de la chaîne d'approvisionnement. Lorsque de nouvelles technologies telles que le langage XML sont apparues au début des années 2000, le CEFACT-ONU ne s'est pas laissé distancer par ces changements et a publié de nouvelles spécifications telles que la bibliothèque de composants communs et les Règles de désignation et de conception en langage de balisage extensible (XML). Dans le même temps, la technologie a évolué à un rythme sans précédent ces dernières années avec l'émergence de nouvelles technologies telles que les plateformes fondées sur l'informatique en nuage, l'Internet des objets, la chaîne de blocs, la cryptographie avancée et l'intelligence artificielle.

13. Le CEFACT-ONU doit donc se poser deux questions :

- De quelle façon ces nouvelles technologies peuvent-elles améliorer le commerce électronique, la facilitation du commerce et la chaîne d'approvisionnement internationale ?
- Quels en sont les effets sur les normes existantes du CEFACT-ONU et quelles lacunes pourraient être comblées par de nouveaux produits du CEFACT-ONU ?

14. On trouvera un résumé des premières réponses à ces questions dans le document intitulé *Livre blanc : vue d'ensemble des applications pour le commerce de la technologie de la chaîne de blocs*².

15. Le présent document porte essentiellement sur la chaîne de blocs, l'objectif étant de créer une vision architecturale unique qui situe la chaîne de blocs dans le cadre d'une démarche d'automatisation de la chaîne d'approvisionnement fondée sur l'utilisation optimale de la technologie.

16. Au cœur d'une chaîne de blocs, on trouve un protocole cryptographique qui permet à des parties distinctes d'avoir le même niveau de confiance dans l'enregistrement des transactions et le statut des données, car le registre est difficilement piratable (c'est-à-dire qu'une fois les données consignées, il est pratiquement impossible de les modifier). Cette confiance est créée par une combinaison de facteurs, parmi lesquels figurent les méthodes cryptographiques utilisées dans la chaîne de blocs, son mécanisme de consensus et de validation ainsi que la nature même du réseau des bases de données décentralisé et distribué.

17. Pour de plus amples informations sur la technologie de la chaîne de blocs, le document intitulé *Livre blanc : vue d'ensemble des applications pour le commerce de la technologie de la chaîne de blocs* propose quelques explications de base. On trouvera à l'annexe II la terminologie employée dans le domaine de la chaîne de blocs et dans le présent document (ainsi que les technologies connexes telles que l'Internet des objets).

18. D'une manière générale, la technologie de la chaîne de blocs a cinq applications, qui peuvent se combiner³ :

- Une plateforme de cryptomonnaie, dont la plus connue est Bitcoin ;

² Voir document du CEFACT-ONU publié sous la cote ECE/TRADE/C/CEFACT/2018/9 à la vingt-quatrième session de la Plénière. La version actualisée de la vingt-cinquième session (ECE/TRADE/C/CEFACT/2019/9) sera publiée en 2019.

³ Cette question est examinée plus avant dans le document intitulé *Livre blanc : vue d'ensemble des applications pour le commerce de la technologie de la chaîne de blocs*. Ibid.

- Une plateforme de contrats intelligents, comme Ethereum, qui se fonde sur une écriture unique et immuable ;
- Un certificateur électronique qui garantit le contenu et, selon que de besoin, le moment de la publication des données enregistrées électroniquement ; ou
- Un réseau de bases de données décentralisé.

19. Une cinquième application possible est celle d'un mécanisme de coordination dont on exploite la nature décentralisée et l'immuabilité à l'aide d'une variété d'outils tels que des modes d'adressage particuliers (clef publique ou clef privée) et les contrats intelligents.

20. Dans ce contexte, la chaîne de blocs peut avoir deux types d'application⁴:

- Les registres des chaînes de blocs publiques, dans lesquels toutes les parties peuvent conserver une copie complète du registre et participer aux transactions et aux procédures de vérification. Les deux registres publics les plus grands et les plus connus sont Bitcoin (cryptomonnaie) et Ethereum (plateforme axée sur les contrats intelligents) ;
- Les registres privés ou « accessibles sur autorisation », dans lesquels une seule partie ou un consortium héberge la plateforme, fixe les règles et autorise explicitement les autres parties à agir en tant que nœuds ou à effectuer des transactions (transactions qui peuvent, selon les règles du registre privé, être ouvertes en tout ou partie au public pour exécution d'opérations ou lecture).

21. Étant donné que l'activité principale du CEFACT-ONU consiste à élaborer des normes qui contribuent à la facilitation du commerce et à l'automatisation de la chaîne d'approvisionnement, le présent document portera essentiellement sur la manière dont la chaîne de blocs favorise la coordination à l'aide des contrats intelligents, des certificateurs électroniques et de son fonctionnement décentralisé plutôt que sur les cryptomonnaies. De même, l'accent continuera d'être mis sur l'utilisation de la chaîne de blocs dans les chaînes d'approvisionnement bien que cette technologie ait une large application dans des secteurs tels que les droits de propriété intellectuelle sur les œuvres numériques, le vote électronique et l'archivage numérique.

22. On pourrait comparer les registres publics à Internet et les registres accessibles uniquement sur autorisation à l'Intranet des entreprises. En termes de gouvernance, les réseaux d'une chaîne de blocs publique sont régis par les règles du code réseau tandis que les réseaux privés (accessibles sur autorisation) sont régis par leurs statuts. Chacun de ces deux types de chaînes de blocs présente clairement des avantages et trouve des applications pratiques, et tous deux seront examinés dans le présent document.

23. Compte tenu de l'intérêt marqué que suscite la technologie de la chaîne de blocs et des avantages qu'elle pourrait apporter, il n'est pas surprenant de constater qu'il existe déjà, à l'échelle mondiale, un nombre important de projets qui sont axés sur la chaîne d'approvisionnement ou qui influent sur celle-ci d'une manière ou d'une autre. Parmi ces projets, on peut citer les portails d'information dans le secteur des transports maritimes qui permettent de soutenir les transporteurs, les prestataires assurant la logistique des conteneurs et les autorités portuaires (et les systèmes communautaires de ports) ainsi que de fournir des renseignements notamment sur la provenance des marchandises (traçabilité), leur localisation et leur entreposage. La plupart de ces portails se fondent sur des chaînes de blocs accessibles sur autorisation. Comme pour toute nouvelle technologie prometteuse qui connaît une forte demande de mise en application commerciale, certaines applications échoueront, et il est probable que la phase de croissance soit suivie d'une phase de consolidation. Néanmoins, en raison des contraintes techniques et des pressions commerciales et politiques, il n'existera jamais de chaîne de blocs unique qui gère l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement internationale. Il est probable qu'une cargaison à elle seule mobilise plusieurs registres de chaînes de blocs au cours de son trajet de l'exportateur à l'importateur. Le CEFACT-ONU s'est toujours attaché à favoriser l'interopérabilité des systèmes, c'est pourquoi le principal

⁴ Ibid.

aspect technique examiné dans le présent document est celui de l'interopérabilité des registres.

III. Technologies connexes

A. L'essor des plateformes

24. Un site Web qui fait office de plateforme donne à ses utilisateurs un accès (privé ou public) par l'intermédiaire d'un protocole de transfert hypertexte (sécurisé) (HTTP(S)) ou d'un protocole semblable qui permet aux interfaces de programmation d'application externes d'ajouter des fonctionnalités ou d'accéder sur demande aux données. Cela signifie que les développeurs peuvent créer des applications qui s'exécutent sur la plateforme (hébergée dans le *cloud*) ou utiliser les services fournis par la plateforme, ou les deux. En termes purement commerciaux, il s'agit d'un mécanisme octroyant un accès à certaines fonctions ou données disponibles sur le site Web afin d'appuyer les services aux entreprises et les processus métier qui sont développés par les entreprises utilisatrices ou les entreprises tierces. Les plateformes partagées permettent d'introduire des innovations, grâce auxquelles un travail réalisé une seule fois profite à de nombreuses personnes. Cela a permis l'émergence de modèles commerciaux qui se passent d'intermédiaires, c'est-à-dire qu'ils entraînent une désintermédiation et permettent de gagner en efficacité tout en perturbant les marchés des services intermédiaires et en réduisant les coûts. Le marché des services des agences de voyages illustre bien cette désintermédiation.

25. Dans le même temps, il est tout aussi important de noter que de plus en plus d'entreprises établies, par exemple des transporteurs et des coursiers, commencent à mettre à disposition des interfaces de programmation d'application pour que leurs services soient intégrés de façon transparente dans les systèmes d'autres entreprises. On constate également que les applications bureautiques telles que les progiciels de comptabilité des petites entreprises migrent de plus en plus vers des plateformes hébergées dans le *cloud*.

26. L'essor des plateformes de commerce électronique entraîne d'importantes répercussions sur l'échange de données électroniques. Parmi ces répercussions, on peut citer :

- L'utilisation de plateformes en tant qu'intermédiaires, en lieu et place de l'échange direct de messages entre des millions d'entreprises individuelles. Dans ce contexte, l'intégration peut être réalisée simplement en utilisant des interfaces de programmation d'application fondées sur la sémantique du CEFACT-ONU pour connecter quelques applications de la plateforme, à condition que les données normalisées ou l'ensemble des informations puissent être fournies par une interface de programmation d'application unique. Normalement, l'échange d'informations sensibles entre les entreprises ou entre les différentes fonctions d'une même entreprise au moyen de connexions pair-à-pair reste possible avec une interface de programmation d'application et une messagerie privées, tandis que des interfaces de programmation d'application ouvertes servent à assurer l'accès aux informations publiques ;
- Le changement de modèle d'agrégation, qui est en train de passer d'un nœud centralisé d'échange de données informatisé (EDI) reliant différentes parties (souvent sur une base de quasi-monopole puisque les acheteurs dictent quel nœud doit être utilisé) à des plateformes où les vendeurs et les acheteurs utilisent leurs propres plateformes qui échangent des données entre elles. Cela signifie que les vendeurs n'ont plus besoin de se connecter à plusieurs nœuds. En outre, ils peuvent profiter des services d'analyse et d'utilisation des données échangées qui leur sont offerts par leur plateforme.
- L'introduction de données découvrables, qui est possible lorsque les interfaces de programmation d'application de la plateforme offrent un accès en temps réel aux ressources qu'elles hébergent (par exemple les factures et les informations sur les chargements et les conteneurs) à l'aide de simples URL (de l'anglais « Uniform Resource Locators », c'est-à-dire des adresses Web). Elles peuvent également créer des événements en cas de changement de statut d'une ressource (par exemple, le

scellement ou la livraison d'un conteneur ou le paiement d'une facture). Cela signifie qu'au lieu d'échanger des structures de données grandes et complexes comme les messages transmis par échange de données informatisé, les plateformes permettent de publier des liens vers leurs ressources et les particuliers peuvent s'y abonner pour être informés des changements d'état qui les intéressent. Par exemple, le Bureau international des conteneurs (BIC) tient un registre de tous les conteneurs maritimes, de leurs caractéristiques et de leurs propriétaires. Grâce à cette technologie, toute partie qui reçoit un code BIC pour un conteneur pourra trouver (localiser) les données relatives au conteneur conservées par le BIC sans savoir à l'avance où il se trouve.

27. Certains risques commerciaux découlent de l'utilisation des plateformes :

- Les opérateurs des plateformes peuvent y intégrer certaines fonctionnalités et certains services qu'ils offrent, ce qui empêcherait que des tiers puissent proposer des innovations sur cette plateforme et les pousserait à innover en dehors de ce cadre. Ce problème est moindre avec les plateformes décentralisées ou celles qui sont opérées par des organismes de réglementation de manière transparente et non à des fins commerciales ;
- Au fur et à mesure que l'expansion d'une plateforme se rapproche de la saturation du marché (c'est-à-dire que la majorité des acteurs du marché utilise la même plateforme) apparaissent des dysfonctionnements associés aux monopoles ou, lorsqu'il n'y a que quelques entreprises, aux oligopoles, ce qui entraîne une diminution des incitations à innover, à améliorer les services et à réduire les coûts. De plus, les effets de réseau (la valeur d'un produit augmente à mesure que le nombre de ses utilisateurs croît) diminuent, et les jeux à somme nulle deviennent les principaux moteurs économiques. Une telle situation pousse naturellement les opérateurs des plateformes à exploiter les avantages découlant de l'asymétrie de l'information, par exemple des modèles économiques fondés sur la surveillance, et à mettre l'accent non pas sur l'innovation et la collaboration mais sur la réduction des coûts, et cela même au détriment des clients ; en raison de l'absence d'autres solutions de confiance, les opérateurs de la plateforme se soucient moins de la satisfaction de leurs clients ;
- Les interfaces de programmation d'application déterminent la structure et l'enchaînement des échanges, mais il faut tout de même bien définir les exigences applicables aux données pour garantir une compréhension mutuelle, car plus il y aura d'interfaces de programmation d'application avec différentes définitions des données, plus les systèmes deviendront complexes. Les travaux du CEFACT-ONU dans le domaine de la sémantique, en particulier en ce qui concerne les données, peuvent de toute évidence contribuer à écarter ce risque.

28. D'une manière générale, les risques décrits ci-dessus conduisent à la création de nouvelles plateformes dérivées qui détournent les clients des plateformes plus établies. Pour éviter cela, les plateformes mettent parfois en œuvre des stratégies de verrouillage qui rendent le changement de plateforme coûteux et difficile.

B. L'Internet des objets

29. L'Internet des objets est un réseau de capteurs ou de dispositifs intelligents connectés à Internet qui génèrent un flux de données. Les applications fondées sur la chaîne de blocs peuvent utiliser les données générées par les dispositifs reliés à l'Internet des objets et d'autres sources d'intégration afin de les faire traiter par des contrats intelligents. Par exemple, les capteurs placés dans les conteneurs et dans les navires ainsi que dans les ports et les objets de l'infrastructure ferroviaire pourraient être utilisés pour suivre les mouvements des conteneurs ; les informations ainsi récoltées pourraient ensuite déclencher les actions prévues dans les contrats intelligents préalablement conclus.

30. Les données générées par les dispositifs reliés à l'Internet des objets appartiennent généralement aux opérateurs des infrastructures, aux fournisseurs de services à valeur ajoutée ou à certaines plateformes et servent déjà à comparer les différentes plateformes et à déterminer leur avantage concurrentiel. L'accès à ces données passe souvent par les

interfaces de programmation d'application des plateformes ou par l'utilisation de méthodes fondées sur l'échange de messages, ce qui se traduira, du point de vue du commerce international et des applications de la chaîne de blocs, par une augmentation significative du volume de données produites par la chaîne d'approvisionnement et une amélioration marquée de leur degré d'actualité.

IV. Risques et possibilités

A. Une multitude de registres

31. Un nombre croissant d'entreprises, d'organismes publics et de consortiums comprennent bien ce que la technologie de la chaîne de blocs peut apporter au-delà des cryptomonnaies et développent des plateformes qui se recoupent d'une manière ou d'une autre avec la chaîne d'approvisionnement internationale. Certaines plateformes sont axées sur la logistique des transports, d'autres sur le financement du commerce et d'autres encore sur la provenance des marchandises (traçabilité). Certaines sont internationales, d'autres sont locales ou régionales. Comme pour toute nouvelle technologie, il est probable que la période de forte augmentation du nombre d'initiatives sera suivie d'une période de consolidation du marché. Néanmoins, il y aura pour finir une multitude de registres différents n'ayant pas les mêmes caractéristiques, notamment en termes de vitesse de transaction et de niveau de fiabilité. Par conséquent, les données relatives à une seule et même cargaison seront probablement fournies ou obtenues par plusieurs registres fondés sur la chaîne de blocs.

32. Parmi les exemples de données connexes qui peuvent être enregistrées dans différents registres fondés sur la chaîne de blocs, on peut citer les suivants :

- La facture commerciale peut être enregistrée dans les registres du secteur financier en lien avec le financement du commerce et l'assurance ;
- Les données sur les cargaisons et l'expédition peuvent être consignées dans les registres tenus par les transitaires et les coursiers ;
- Les renseignements sur la logistique des conteneurs et les connaissances peuvent être consignés dans les registres tenus par les transporteurs ou les administrations portuaires ; ou
- Les autorisations et les déclarations peuvent être consignées dans des registres tenus par les organismes de réglementation nationaux.

33. La technologie de la chaîne de blocs ne résout pas le problème de l'interopérabilité sémantique, et c'est à cet égard que les normes du CEFACT-ONU peuvent être utiles. En outre, les différentes chaînes de blocs sont loin de se valoir en termes de niveau de fiabilité sur lequel les participants peuvent compter. Un registre accessible sur autorisation géré par une seule personne morale composé de très peu de nœuds ou de relativement peu de nœuds sera beaucoup moins résistant aux attaques de pirates informatiques qu'un registre public, un registre accessible sur autorisation qui compte des milliers de nœuds ou un grand registre accessible sur autorisation qui est partagé entre de nombreux participants et géré par plusieurs entités.

34. Dans le même temps, l'application de la chaîne de blocs, ainsi que d'autres technologies telles que l'Internet des objets et les plateformes fondées sur l'informatique en nuage, permet aussi bien de collecter des données qui étaient autrefois difficiles à obtenir (telles que les emplacements des conteneurs et les températures) que de générer des volumes croissants de données numériques qui doivent être partagés entre les participants à la chaîne d'approvisionnement.

35. Dans le cadre du présent document, il a été déterminé que le CEFACT-ONU peut se charger :

- De veiller à ce que ses règles sémantiques et ses normes de modélisation des processus métier soient adaptées à l'application de la chaîne de blocs (ce qui semble être déjà le

cas), en particulier en ce qui concerne les modèles de données de référence du CEFACT-ONU ; et

- De déterminer ce qui doit être fait pour assurer l'utilisation la plus efficace possible de la technologie de la chaîne de blocs par les chaînes d'approvisionnement et toutes les parties prenantes, notamment les autorités publiques.

B. Une multitude de plateformes

36. Il arrivera probablement que le champ d'application d'une plateforme et celui d'un registre fondé sur une chaîne de blocs soient en partie les mêmes. Dans certains cas, lorsqu'une plateforme donnée hébergera un seul registre accessible sur autorisation, la concordance sera parfaite. Certaines plateformes ne reposeront pas du tout sur la chaîne de blocs, tandis que d'autres interagiront avec plusieurs registres fondés sur la chaîne de blocs et d'autres encore pourront utiliser un seul et même registre. Il pourrait par exemple s'agir d'une plateforme nationale qui héberge des certificats d'origine approuvés et qui est associée à un registre multinational fondé sur la chaîne de blocs, lequel registre est créé sur la base d'accords multilatéraux et composé des nœuds qui sont hébergés sur chacune des plateformes nationales de gestion des certificats d'origine.

37. D'une manière générale, les registres fondés sur la chaîne de blocs sont destinés à fournir un certain niveau de fiabilité, tandis que les plateformes servent à gérer les flux de données. Comme expliqué dans la section précédente consacrée à l'essor des plateformes, celles-ci peuvent fournir des données (qui dans certains cas font autorité) sur une ressource telle qu'une cargaison ou un conteneur. Dans quelques rares cas, une seule plateforme pourrait héberger toutes les données d'autorité concernant un envoi et toutes les données connexes (commerciales et logistiques). Dans ces cas, il suffira d'interroger une seule plateforme pour trouver toutes les informations relatives à un envoi. Toutefois, ces cas seront probablement l'exception et non la règle. Par conséquent, la question de l'interopérabilité englobe le problème de la recherche : comment trouver les informations détaillées sur un élément à partir de son identifiant (par exemple le numéro d'un conteneur ou d'un envoi) ?

38. Le CEFACT-ONU a la possibilité de déterminer ce qui doit être fait pour que tous les participants de la chaîne d'approvisionnement puissent localiser les données dont ils ont besoin et pour qu'ils aient le droit d'accéder aux informations relatives à une transaction donnée, même si les données sont dispersées sur différentes plateformes et chaînes de blocs. Grâce à un tel protocole de localisation des ressources, qui permettrait aux participants de la chaîne d'approvisionnement de trouver les données détaillées sur une ressource à partir d'un identifiant, une multitude de plateformes pourraient fonctionner comme une unique plateforme virtuelle à l'échelle mondiale. Chaque transaction de la chaîne ne contient généralement que le hash des données réelles et une quantité minimale de métadonnées concernant le document ou le changement d'état. Si une sémantique claire était associée aux métadonnées, les parties pourraient trouver les données dont ils ont besoin dans d'autres registres en repérant les liens à traverser pour avoir accès à ces données.

C. Un flux de données

39. Alors que les documents structurés traditionnels (factures, connaissements, déclarations, etc.) resteront les principales données échangées, l'essor des plateformes et de l'Internet des objets générera un flux supplémentaire de données plus granulaires telles que les actions précises survenant dans le cycle de vie d'une cargaison, d'un conteneur ou d'un moyen de transport. Ces données granulaires peuvent être localisées à partir d'un lien dans une chaîne de blocs ou de l'identifiant d'une ressource dans un document. Quel que soit le mécanisme de localisation utilisé, il restera difficile d'interpréter les transactions ou les flux de données provenant des différentes plateformes, différents réseaux fondés sur la chaîne de blocs et différentes applications de l'Internet des objets si les mêmes informations (concepts sémantiques) sont présentées de manière différente.

40. Le CEFACT-ONU a ainsi la possibilité de mettre à profit ses normes sémantiques existantes telles que la bibliothèque de composants communs.

V. Mise en contexte

41. Les technologies telles que la chaîne de blocs, l'Internet des objets et les plateformes peuvent, chacune de leur côté, contribuer à accroître l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement. En outre, si toutes ces technologies étaient utilisées simultanément dans un cadre fondé sur des normes, le tout serait bien supérieur à la somme de ses parties. À cet égard, il pourrait être très utile d'élaborer un modèle théorique de la chaîne d'approvisionnement internationale qui ferait apparaître le rôle que joue chaque technologie par rapport à l'ensemble des parties prenantes, des services et des normes. Un tel modèle fonctionnerait tout aussi bien pour les chaînes d'approvisionnement nationales, qui ne sont qu'un sous-ensemble plus simple de la chaîne d'approvisionnement internationale.

A. Un modèle théorique de l'application des technologies dans le secteur du commerce

42. Le diagramme de la figure 1 montre un projet de modèle théorique de la chaîne d'approvisionnement internationale dans lequel les technologies pertinentes sont utilisées. Les importateurs et les exportateurs facilitent souvent les flux des marchandises, des fonds et des données et contribuent à assurer le degré de fiabilité requis en faisant appel à divers prestataires de services et tierces parties. En superposant à ce modèle la chaîne de blocs et d'autres nouvelles technologies, on peut montrer le lien qui existe entre ces technologies et les spécifications du CEFACT-ONU proposées plus loin dans le présent document. En ce qui concerne le diagramme, on pourrait en outre faire les observations suivantes :

- Dans cet exemple, toutes les parties utilisent une ou plusieurs plateformes dans l'exercice de leurs activités. Il peut s'agir d'une seule plateforme interne au niveau de l'entreprise, par exemple un progiciel de gestion intégré (PGI), mais la plupart des participants auront de plus en plus recours à des plateformes Web hébergées dans le *cloud* ;
- Pour améliorer le flux d'information, les plateformes peuvent utiliser les données générées par l'Internet des objets et les interfaces de programmation d'application ;
- Les plateformes peuvent utiliser des registres fondés sur des chaînes de blocs privées pour : i) améliorer l'évolutivité en réduisant la taille du registre (les calculs sont effectués plus rapidement) ; ii) accroître la confidentialité en imposant une procédure d'authentification (même les métadonnées ne sont pas disponibles en accès ouvert) ; et iii) renforcer la sécurité à l'aide d'une procédure d'authentification (le contrôle d'accès selon le rôle permet un meilleur contrôle). Le protocole inter-registres que le CEFACT-ONU élaborera à terme pourrait permettre d'accroître le degré de confiance entre les plateformes ;
- Le protocole de localisation des ressources que le CEFACT-ONU élaborera à terme pourrait permettre de localiser la source des données d'autorité pour une ressource à partir de son identifiant ;
- Les normes du CEFACT-ONU telles que la bibliothèque de composants communs fournissent des ancrages sémantiques permettant de faciliter l'échange de données.

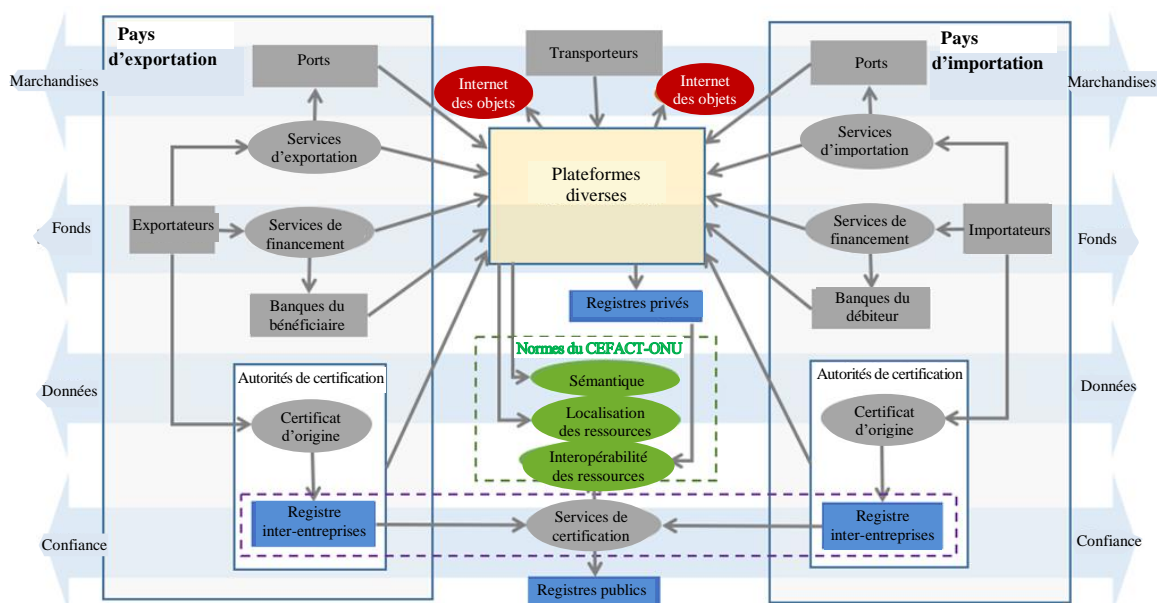


Figure 1
Projet de modèle théorique de l'utilisation des technologies de l'information
et de la communication dans le secteur du commerce

43. Les flèches qui relient les différents rectangles ou ovales du diagramme représentent des relations de dépendance et signifient « utilise(nt) » ou « dépend(ent) de ». Elles ne représentent pas les flux d'information qui circulent entre les différentes plateformes et les différents registres.

44. Il existe de nombreuses plateformes qui permettent de répondre aux différents besoins dans les secteurs du commerce et des transports, et elles continueront d'évoluer grâce aux innovations reposant sur l'Internet des objets, l'intelligence artificielle et d'autres nouvelles technologies.

45. Les organismes de réglementation ou les autorités jouent un rôle particulier dans le réseau puisqu'ils servent de point de convergence unique des données dans leurs pays respectifs :

- Les données sont souvent récoltées à partir de plusieurs sources, qu'il s'agisse de sources de données traditionnelles fondées sur des documents ou d'entrées de données numériques plus détaillées, et peuvent être transmises en grande quantité et en temps réel ;
- Il est peu probable que les autorités cèdent le contrôle de leurs informations et processus en menant leurs activités de réglementation sur une plateforme partagée qui ne relève pas de leur compétence. Elles maintiendront sans aucun doute des systèmes indépendants, mais trouveront de nouveaux moyens qui permettent de vérifier les données et de les échanger efficacement avec d'autres pays.

46. Tout ce qui précède permet de mettre en relief la complexité croissante et la multiplication des systèmes et des données que les acteurs du commerce et les autorités devront gérer à court terme et à long terme.

47. Les modèles sémantiques fondés sur des normes pourraient faciliter le fonctionnement de ce réseau toujours plus large d'échange de données relatives aux transactions commerciales et aider les acteurs du commerce à intégrer de façon souple les différentes plateformes, notamment les diverses applications fondées sur la chaîne de blocs.

48. On trouvera à l'annexe I un exemple complet d'utilisation de la chaîne de blocs dans le secteur du commerce.

VI. Propositions concernant les travaux futurs du CEFACT-ONU

49. Compte tenu des possibilités recensées et décrites ci-dessus, le CEFACT-ONU est particulièrement bien placé pour combler certaines lacunes évidentes. L'équipe de projet propose que le CEFACT-ONU collabore avec les délégations nationales et ses experts pour constituer des groupes de travail chargés d'élaborer les nouvelles spécifications techniques ci-après.

A. Un modèle d'architecture de référence du CEFACT-ONU

50. Tout comme les normes sémantiques du CEFACT-ONU ont été mises en correspondance avec la norme EDIFACT et le langage XML, la sémantique du CEFACT-ONU devra éventuellement être mise en correspondance avec des technologies plus récentes telles que la chaîne de blocs, les mégadonnées et les interfaces de programmation d'application des plateformes Web. En outre, à mesure que les flux de données deviendront plus granulaires, il sera de plus en plus important de modéliser la sémantique détaillée des processus et des données.

51. Ces éléments moteurs seront à l'origine d'un certain nombre de nouvelles spécifications techniques et de travaux connexes dans le domaine de la sémantique. Afin que ces spécifications soient considérées comme faisant partie d'un ensemble cohérent plus vaste, il est proposé d'élaborer une spécification de l'architecture de référence qui illustre la manière dont toutes les spécifications techniques s'articulent entre elles.

B. Établissement de modèles des processus aux fins d'appuyer l'application des contrats intelligents

52. Des engagements importants pris entre des agents économiques peuvent être associés à des actions précises survenant dans le cycle de vie d'une ressource. On peut citer les exemples suivants :

- Le changement de statut d'une facture – de « reçue » à « approuvée » – peut déclencher l'octroi de financements à faible taux d'intérêt pour les petits fournisseurs ;
- Le changement de statut d'une cargaison – de « débarquée » à « dédouanée » – correspond à la remise des marchandises par un organisme de réglementation ; ou
- Le changement de statut d'une source d'information concernant une expédition – de « en possession de l'agent X » à « en possession de l'agent Y » – correspond au scellement ou au chargement sous connaissance d'un conteneur.

53. Si ces actions pouvaient être certifiées conformes à l'aide de contrats intelligents sur le registre d'une chaîne de blocs de confiance, il s'agirait d'une occasion unique d'améliorer et d'automatiser la création d'informations fiables au sein de la chaîne d'approvisionnement. Toutefois, cela n'est possible que si toutes les parties prenantes comprennent bien et de la même manière chaque changement de statut, notamment les conditions de déclenchement qui y sont associées.

54. Il est donc proposé d'examiner les méthodes et normes de modélisation existantes du CEFACT-ONU (spécifications relatives aux exigences opérationnelles et mappage des spécifications relatives aux exigences) afin de déterminer les modifications qu'il faudrait y apporter pour appuyer les applications fondées sur la chaîne de blocs et les contrats intelligents.

C. Protocole d'interopérabilité inter-registres

55. Plus le nombre d'applications qui ancrent leurs transactions dans divers registres fondés sur des chaînes de blocs privées et publiques augmentera, plus il deviendra nécessaire

d'élaborer des moyens de localiser et de regrouper les informations relatives aux transactions enregistrées dans différentes chaînes de blocs.

56. En outre, comme expliqué plus haut, chaque nœud d'une chaîne de blocs possède une copie complète du registre. Pour un secteur géographique ou un secteur d'activité donné, il existera généralement des registres et des nœuds qui vérifieront les transactions réalisées, raison pour laquelle différentes solutions fondées sur la chaîne de blocs seront nécessaires. Toutefois, si un envoi international fait intervenir une dizaine de registres différents, une partie souhaitant vérifier les transactions devra héberger une dizaine de nœuds différents, ce qui n'est pas pratique. Un protocole inter-registres de certification commun permettrait aux parties autorisées de vérifier des transactions, quel que soit le registre sur lequel ces transactions ont été créées.

57. Par conséquent, l'équipe de projet propose de constituer un groupe de travail technique chargé d'examiner les travaux existants des organismes de normalisation afin de déterminer s'il est nécessaire de collaborer avec eux à l'élaboration d'un éventuel cadre de spécifications d'interopérabilité des registres qui permettrait de définir :

- Des normes concernant les métadonnées stockées sur les chaînes ; et
- Des normes concernant la certification inter-registres.

58. Ces spécifications s'appuieraient très probablement sur des spécifications existantes telles que la chaîne de blocs Hyperledger, le langage Solidity d'Ethereum et les multihashes, mais ne feraient pas double-emploi avec celles-ci.

D. Protocole de localisation des ressources

59. Les ressources telles que les factures, les connaissements, les certificats d'origine et les informations sur les conteneurs sont de plus en plus souvent hébergées sur des plateformes en ligne. Cela signifie que la source des faits établis concernant les éléments de la chaîne d'approvisionnement sera disponible en ligne et pourra être localisée, ce qui augmentera considérablement la transparence de la chaîne d'approvisionnement. Or les informations sur ces faits (ressources en matière d'information), même si elles ne concernent qu'un seul et même envoi international, seront stockées sur de nombreuses plateformes différentes. Il est irréaliste de s'attendre à ce que chaque partie autorisée soit un membre ou un client enregistré de chaque plateforme qui détient les données qui l'intéresse. Toutefois, il serait possible, à partir de l'identifiant d'une ressource, d'élaborer un moyen cohérent permettant de localiser le lieu d'hébergement des données et d'obtenir l'accès aux données recherchées. En faisant cela, le réseau disparate de plateformes pourrait fonctionner comme un tout.

60. En conséquence, il est proposé que le CEFACT-ONU élabore une spécification qui fasse le lien entre les différentes plateformes indépendantes et qui permettent de localiser les données relatives aux ressources, quel que soit le lieu où elles sont stockées. Cette spécification devrait inclure les exigences de base suivantes :

- La capacité de déterminer l'identité des parties, des plateformes et des autres agents qui participent à des activités liées au commerce en utilisant des fournisseurs d'identité de tous les pays et de tous les secteurs ;
- La capacité d'accéder à des informations d'autorité actualisées sur les clefs publiques des participants afin de garantir des interactions et des communications sécurisées et directes ; et
- La capacité d'appuyer divers types d'éléments (par exemple des entreprises, des autorités publiques, des plateformes et des conteneurs), notamment ceux pour lesquels des grands volumes de données sont générés (par exemple des expéditions).

61. Cette spécification devrait s'appuyer sur les éléments techniques pertinents des spécifications existantes sans faire double emploi avec ces éléments.

E. Cadre sémantique des données commerciales

62. Une fois toutes ces manipulations effectuées, les entreprises de la chaîne d'approvisionnement doivent encore être en mesure d'interpréter les données que les différents registres, plateformes ou même capteurs connectés en réseau localisent ou échangent entre eux. Cependant, comme expliqué dans le chapitre consacré l'essor des plateformes, on préfère actuellement aux modèles centralisés les échanges entre pairs où les plateformes jouent le rôle d'agrégateurs naturels. La transaction traditionnelle centrée sur un document est complétée et enrichie par un flux rapide d'événements concernant toutes les ressources de la chaîne d'approvisionnement.

63. Dans ce contexte, la valeur des normes sémantiques du CEFACT-ONU pourrait être augmentée grâce à l'utilisation d'une technologie qui permettrait que :

- Le CEFACT-ONU étudie l'utilisation des ontologies fondées sur la bibliothèque de composants communs pour déterminer si cette approche pourrait être mieux adaptée à l'utilisation des technologies de la chaîne de blocs ;
- Des communautés d'intérêt (par exemple pour les biens de consommation en évolution rapide dans un pays) puissent superposer un cadre sectoriel ou géographique spécifique à la sémantique de base du CEFACT-ONU afin de mettre en évidence la façon dont elles appliquent les normes du CEFACT-ONU dans leur contexte particulier ; ou
- Les opérateurs des plateformes publient des cadres sémantiques établissant une correspondance entre leurs interfaces et les normes du CEFACT-ONU.

64. Au vu de ce qui précède, pour une entreprise d'un secteur industriel qui utilise une plateforme donnée, les outils d'exécution appelés technologie d'inférence pourraient permettre de superposer les trois cadres sémantiques (entreprise, secteur industriel et plateforme) afin d'assurer l'utilisation et la création systématiques de données conformes aux normes du CEFACT-ONU à partir de n'importe quelle plateforme qui répond aux besoins d'un secteur ou d'une région géographique.

F. Cadre juridique et réglementaire

65. La bonne mise en œuvre de la facilitation du commerce fondée sur la chaîne de blocs – appuyée par d'autres technologies telles que l'Internet des objets (comme expliqué dans la section B de la troisième partie) – dépend essentiellement de l'existence de dispositions juridiques et réglementaires solides harmonisés entre les pays.

66. Ces dispositions devraient notamment porter sur :

- La prise en compte, par les tribunaux, des entrées inscrites dans les chaînes de blocs ;
- L'aspect transfrontière (lorsque plusieurs pays sont concernés) et le règlement des différends ;
- La collecte, le stockage, la propriété, le partage et la sécurité des données ;
- Les normes minimales en matière de certification ou de conformité ; et
- L'enregistrement des chaînes de blocs.

67. Le CEFACT-ONU pourrait faciliter les processus en proposant des clauses ou dispositions types, adaptables aux spécificités de chaque pays, qui devront être intégrées dans les lois et règlements.

G. Données indispensables au fonctionnement des applications fondées sur la chaîne de blocs

68. Il faut sans tarder collaborer avec les développeurs d'applications fondées sur la chaîne de blocs pour déterminer quelles données ne sont pas encore définies par les normes actuelles du CEFACT-ONU (en particulier la bibliothèque de composants communs) et

élaborer des spécifications relatives aux prescriptions commerciales et des composants communs pour combler cet écart. Plus précisément, il est nécessaire qu'à partir d'un document commercial ou d'une transaction, on puisse établir un lien avec une ou plusieurs données enregistrées dans une chaîne de blocs spécifique.

69. Cet examen devrait également porter sur les nouveaux besoins créés par les applications fondées sur la chaîne de blocs qui utilisent des données hors chaîne. La plupart des données ne seront pas conservées dans une chaîne de blocs ; elles seront plutôt référencées (c'est-à-dire qu'un lien pointera vers les données) et associées à un hash qui permettra de les vérifier et peut-être de les horodater. Il faudra peut-être aussi décrire diverses métadonnées et les protocoles cryptographiques utilisés pour créer des liens vers ces métadonnées dans les documents commerciaux (par exemple les algorithmes de hachage, la distribution des clefs, les signatures cryptographiques et les schémas de chiffrement).

70. En même temps, les possibilités qu'offrent la chaîne de blocs entraîneront une croissance exponentielle des systèmes qui utilisent les liens vers les données générées par diverses sources et qui peuvent être extérieurs au système et à ses propriétaires, ce qui entraînera soit des coûts élevés d'harmonisation, soit des taux d'erreur élevés, car les données utilisées seront fondées sur des définitions différentes. En conclusion, il est urgent d'examiner non seulement les données de la chaîne de blocs, mais aussi, et c'est peut-être plus important encore, les données utilisées par les applications fondées sur la chaîne de blocs, en particulier dans des domaines tels que le commerce qui sont horizontaux et qui utilisent des données provenant de pratiquement tous les secteurs d'activité économique. Il est donc proposé que le CEFACT-ONU consulte les organismes de normalisation technique et collabore avec eux pour examiner les normes techniques existantes, l'objectif étant de déterminer ce qui pourrait servir à l'élaboration d'applications de facilitation du commerce fondées sur la chaîne de blocs.

Annexe I

Illustration d'une application pratique par un exemple théorique

1. Afin que le lecteur comprenne plus facilement le modèle théorique et le rapport qui existe entre les nouvelles technologies et les normes du CEFACT-ONU, la figure 1 ci-dessous propose d'illustrer par un exemple fictif toutes les étapes par lesquelles passe une bouteille de vin qu'un exportateur australien envoie à un importateur chinois. Les noms des entités sont fictifs et ne sont pas censés représenter de véritables entreprises.
2. Cet exemple est fictif, mais néanmoins tout à fait réaliste. La principale différence entre cette vision de l'avenir et la réalité actuelle est que chaque partie autorisée a un accès direct à la source unique de données relatives à chaque entité (partie, facture, chargement, conteneur, etc.) et que toutes les données clés sont certifiées conformes et peuvent être vérifiées de manière indépendante dans un registre fondé sur une chaîne de blocs très fiable.

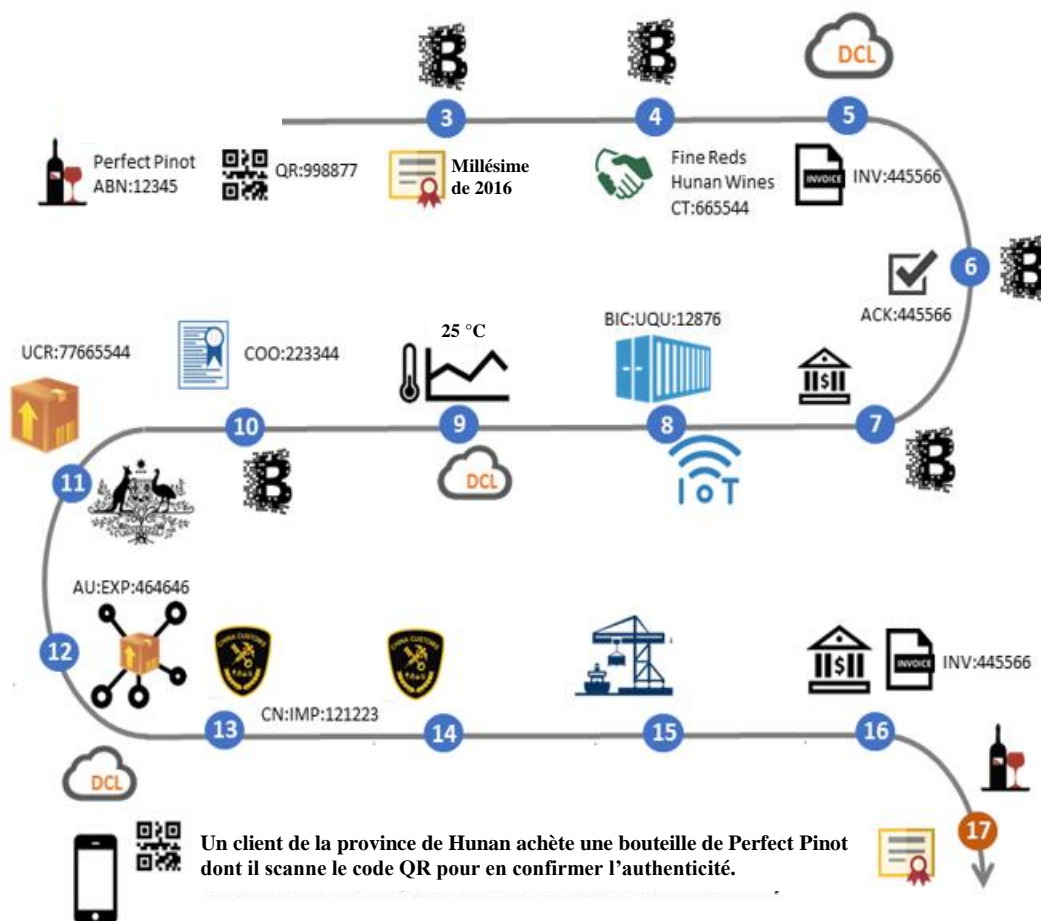


Figure 1
Exemple

- 1) Le producteur de vin Perfect Pinot Ltd. est une entreprise située en Nouvelle-Galles du Sud et inscrite au registre national des entreprises australien (à l'adresse abr.gov.au). Son numéro d'identification est le 111222.
- 2) Perfect Pinot Ltd. a produit 100 000 bouteilles de son millésime de 2016. Chaque bouteille porte un numéro de série unique identifié par un code QR apposé sur chaque bouteille au moyen d'un système développé par la société Smart Tags Inc.
- 3) La société Smart Tags Inc. inscrit la série de codes QR dans un système d'enregistrement de la provenance des marchandises fondé sur la chaîne de blocs d'Ethereum, qu'elle gère au nom des producteurs de vin.
- 4) L'exportateur de vin Fine Reds (numéro d'identification 222333) négocie un accord d'exportation avec l'importateur de vin chinois Hunan Wines, qui est enregistré dans le système national chinois d'information sur la solvabilité des entreprises sous le numéro 444555 (attribué par l'Administration de l'industrie et du commerce).
- 5) Hunan Wines commande auprès de Fine Reds 1 000 bouteilles produites par Perfect Pinot Ltd. Grâce à un protocole de localisation des ressources, la plateforme de Fine Reds trouve la plateforme Hunan Wines et l'adresse Internet à utiliser pour la facturation électronique et envoie la facture commerciale directement à la plateforme cible, conformément aux normes sémantiques du CEFACT-ONU.
- 6) Puisque Fine Reds et Hunan Wines utilisent des plateformes différentes et que la facture commerciale est l'un des principaux éléments de confiance, la facture est également certifiée conforme ou enregistrée sur une chaîne de blocs publique à l'aide d'un protocole de certification inter-registres. Hunan Wines signale que la facture a été acceptée, ce qui est également certifié.
- 7) Fine Reds donne accès à la facture certifiée à sa banque, qui octroie un financement à faible taux d'intérêt lorsque les transactions sont certifiées.
- 8) Conformément aux conditions de transport, la température du vin doit être maintenue entre 5 et 25 °C pendant l'expédition. C'est pourquoi Fine Reds recourt aux services de la société Cool Shippers pour l'expédition du fret. Cool Shippers dispose de conteneurs qui sont équipés de capteurs de la température reliés à l'Internet des objets et qui sont dotés d'un Système mondial de positionnement par satellite (GPS).
- 9) Cool Shippers communique à Fine Reds l'identifiant du conteneur, et Fine Reds utilise un protocole de localisation des ressources pour trouver l'adresse Internet du conteneur et recevoir le flux de données que ce conteneur génère.
- 10) Cool Shippers fournit la facture signée et certifiée ainsi que le lien vers la chaîne de blocs de Smart Tags à la Chambre de commerce de Nouvelle-Galles du Sud, qui vérifie les données et délivre un certificat d'origine automatisé et signé qui est enregistré sur une chaîne de blocs.
- 11) Cool Shippers crée un lien vers la cargaison à l'aide de sa plateforme logistique et fournit l'identifiant de la cargaison aux douanes australiennes via une session authentifiée ouverte par l'interface de programmation d'application du guichet unique. Les autorités douanières australiennes utilisent le protocole de localisation des ressources pour trouver les données relatives à la cargaison et recevoir le flux de données que cette cargaison génère.
- 12) Les données relatives à la cargaison comprennent un lien vers la facture certifiée, l'identifiant du conteneur, l'identifiant du transporteur et l'identifiant du certificat d'origine, de sorte que les autorités douanières australiennes peuvent localiser l'ensemble des données concernant chaque élément, en vérifier l'intégrité et générer une déclaration d'exportation approuvée. La déclaration d'exportation, qui contient les liens vers les données connexes, est enregistrée en tant que contrat intelligent dans un registre inter-entreprises.
- 13) En un seul clic, l'importateur peut examiner et approuver tous les documents d'exportation et d'expédition et soumettre la déclaration d'importation.

- 14) Les autorités douanières de la province chinoise du Hunan examinent la nouvelle déclaration d'importation. Les autorités douanières chinoises utilisent la technologie de la chaîne de blocs pour vérifier les documents commerciaux et confirment que Fine Reds et Hunan Wines exercent leurs activités commerciales de bonne foi. La cargaison est pré-dédouanée par les autorités douanières du Hunan.
- 15) À l'arrivée du conteneur au port de Dadukou, le flux de données relatives aux conteneurs génère l'information selon laquelle la cargaison a été débarquée et déballée. L'historique des températures est certifié : la température a bien été maintenue entre 5 et 25 °C pendant toutes les étapes du voyage.
- 16) Lorsque la palette de vin est scannée dans l'entrepôt de Hunan Wines, l'appareil relié à l'Internet des objets qui se trouve dans la cargaison déclenche la réception informatique des marchandises. Cette information, assortie à d'autres transactions certifiées, suffit pour que la banque de Fine Wines débloque les fonds nécessaires au paiement de la facture à des conditions très raisonnables.
- 17) Hunan Wines distribue le vin de la société Perfect Pinot Ltd. dans un certain nombre de points de vente au détail de la province de Hunan. Un client achète une bouteille, dont il scanne le code QR. La plateforme Smart Tags confirme l'authenticité du vin et enregistre l'événement à partir du numéro de série propre à la bouteille.

Annexe II

Glossaire

<i>Terme</i>	<i>Définition</i>
CEFACT-ONU	Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques
Destinataire	Celui qui reçoit les marchandises conformément au contrat de transport
EDI	Échange de données informatisé
EDIFACT	Centre des Nations Unies pour la facilitation du commerce et les transactions électroniques (spécification du CEFACT-ONU)
Expéditeur	Celui qui envoie les marchandises conformément au contrat de transport
IPFS	Système de fichier interplanétaire (le Web « permanent »)
ISO	Organisation internationale de normalisation
Plateforme	Système ou groupe de technologies, généralement fondés sur le Web, sur lequel plusieurs entreprises indépendantes peuvent construire des processus ou des solutions à valeur ajoutée
Protocole inter-registres	Protocole normalisé pour l'échange d'informations sur les transactions de la chaîne de blocs entre différents réseaux fondés sur la chaîne de blocs
Registre fondé sur la chaîne de blocs	Chaîne de blocs qui constitue une copie du registre (que l'on appelle également « nœud »)
Réseau de la chaîne de blocs	Réseau décentralisé de nœuds (que l'on appelle également « registres ») géré par des opérateurs de nœuds indépendants
Structure des données dans une chaîne de blocs	Structure des données « enchaînées » dans un bloc d'un registre (que l'on appelle également « bloc d'une chaîne »)
TIC	Technologies de l'information et des communications
Transporteur	Opérateur d'un moyen de transport tel qu'un navire ou un aéronef
W3C	World Wide Web Consortium
XML	Langage de balisage extensible (norme du W3C)