

Rapport final



Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer  
Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer

Rapport final

Etude sur les solutions normalisées d'échanges et les  
connexions du transport et de la logistique

Décembre 2018

 **critt**  
Transport & Logistique

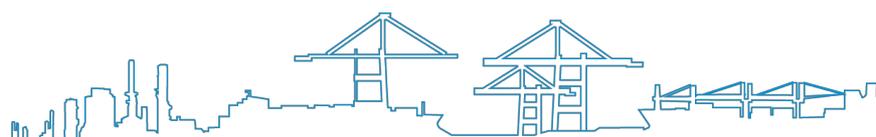
**ownest**



## Remerciements :

Ce rapport est le fruit d'un travail collaboratif pour le compte de la DGITM. Un grand remerciement aux membres du comité de pilotage qui ont apporté leur vision et leurs expertises sur les enjeux de l'EDI.

- Eric Louette, DGITM-SAGS/MTI
- Vittorio Dolcemascolo, DGITM-SAGS/MTI
- Louis Fernique, DGITM/SAGS/MTI
- Thibault Prevost, CGDD/DRI
- Arantxa Julien, CGDD/DRI
- Marc Solinhac, DGITM/SAGS/EP2
- Stéphane Cren, GS1 France
- Alexis Giret, CNR
- Benjamin Léo, CNR
- Anne Sandretto, TLF
- Florent Noblet, TLF
- Pascal Vandalle, TLF
- Sylvie Labetoulle, GTF
- Thierry Grumiaux, FNTR
- Christian Rose, AUTF



# 1. SYNTHÈSE

Ce document est composé de deux rapports et a pour objet de présenter les principales conclusions de l'étude sur les usages et les perspectives d'évolutions des échanges de données informatisés (EDI) dans le transport routier de marchandise.

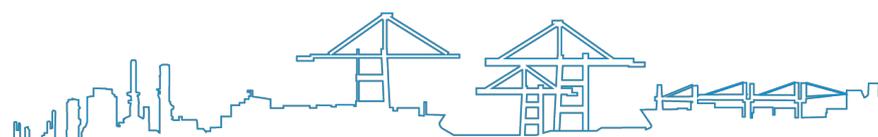
Cette étude vise à répondre aux interrogations sur les bénéfices de l'EDI et ses évolutions, des acteurs listés ci-dessous :

- pour les transporteurs routiers et commissionnaires : quels sont les principes de mises en œuvre et les gains apportés par l'EDI
- pour les chargeurs et industriels : quelles sont les technologies et différentes solutions pour optimiser ses échanges de données
- pour les éditeurs de logiciel : quels sont les besoins des acteurs et quelles sont les tendances en matière d'évolution des technologies
- pour les acteurs publics et organisations professionnelles : comment accompagner la transition numérique du secteur du transport et faire évoluer les normes pour les adapter aux prochaines évolutions.

Actuellement, l'EDI facilite la communication entre les chargeurs, transporteurs, auxiliaires de transport, commissionnaires de transport et gestionnaires d'infrastructures de fret. Cette technologie permet de fluidifier les échanges d'informations, de supprimer les erreurs de saisie et d'accélérer les délais de traitement des opérations de transport. C'est un fort levier pour la compétitivité des entreprises de transport et une source de performance de leurs donneurs d'ordre.

Pourtant le taux d'utilisation de cette technologie reste très faible dans le secteur du transport routier de marchandise. Notamment dans le transport longue distance, seulement 35% des entreprises (source enquête CNR 2018) déclarent utiliser l'EDI. De plus lors des entretiens qualitatifs réalisés dans l'étude, les transporteurs indiquent que cette solution est mise en place chez les clients à fort volume de commandes (soit un très faible pourcentage des clients 4 à 5%).

L'étude fait ressortir 3 principales raisons expliquant cette faible pénétration du marché :



- malgré l'existence de normes adaptées au secteur, la mise en place d'EDI reste couteuse et le retour sur investissement atteint au-delà de 10 commandes/jour/client,
- bien que les offres des éditeurs couvrent les besoins, les projets de mise en place d'EDI restent complexes à développer car il faut coordonner les développements informatiques sur deux systèmes,
- la connaissance des normes, de la technologie et des gains induits par l'EDI est à renforcer chez les transporteurs.

Parallèlement au développement de l'EDI, de nouvelles technologies sont apparues récemment tel que les Application Programming Interface (API). Il s'agit d'une interface qui permet la communication entre deux programmes, c'est-à-dire recevoir ou transmettre des données. Ces programmes peuvent communiquer entre eux sans aucune intervention d'utilisateurs. Ainsi, ces solutions permettent d'effectuer des tâches de manière automatique, telles que la prise de rendez-vous chez le destinataire ou le traitement d'un règlement transporteur.

Cette technologie API apporte des gains par rapport à l'EDI, car elle est moins complexe à mettre en œuvre et offre des interactions temps réel.

Bien souvent ces API sont mises en place sur des plateformes collaboratives qui permettent aux acteurs d'une chaîne logistique de se coordonner. Pourtant à ce jour il n'existe pas de normes dédiées aux API dans le transport de marchandise.

D'autre part les technologies Blockchain et Internet des Objets (IoT) laissent apparaître également de grandes mutations à venir dans les transports.

Le développement actuel des IoT s'accélère et l'utilisation de deux catégories de réseaux de communication, selon qu'ils s'appuient ou non sur des réseaux cellulaires existants, permet d'assurer la capacité d'échanges d'informations entre les objets. La miniaturisation des capteurs et traceurs, leur réduction de coût et l'augmentation de leur autonomie contribuent à généraliser leur utilisation dans les transports. Ils contribuent à sécuriser la chaîne logistique en vérifiant que les conditions de transports soient respectées à chaque étape.



La blockchain, protocole d'échange de valeur sur internet sans tiers de confiance, initialement conçue pour un usage monétaire, trouve une utilisation dans la sécurisation des parcours logistiques. Que ce soit vis-à-vis du consommateur qui veut une visibilité sur le parcours suivi par ses produits ou de l'industriel qui souhaite éviter les pertes de ses produits, la blockchain permet de remplacer le tiers de confiance et de produire de l'information certifiée.

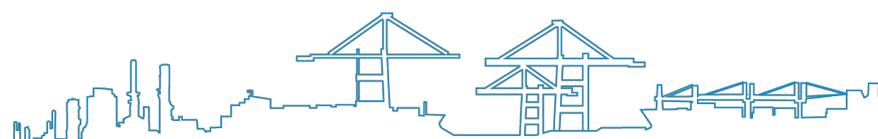
La blockchain représente également un moyen de sécuriser les échanges d'informations et les transactions entre les objets communiquant sur un réseau IoT. Le développement de programmes autonomes sur une blockchain (smart-contracts) contribue à automatiser et accélérer de nombreuses actions telles que le déclenchement de prime d'assurance ou le lancement d'une nouvelle commande si des capteurs relèvent une anomalie dans le transport de marchandise.

Enfin, ces mêmes smart-contracts dédiés aux échanges de données et couplés aux algorithmes d'Intelligence Artificielle d'optimisation des flux vont permettre une évolution importante du concept de l'Internet physique.

En conclusion Les principaux freins à l'utilisation massive de l'EDI résident dans la structure même du marché du transport. En effet ce secteur est très atomisé (plus de 90% sont des entreprises de moins de 10 salariés) et chaque transporteur dispose de nombreux clients qui sont volatiles. Ceci rend difficile la mise en place d'EDI vers de nombreux clients qui peuvent être amenés à changer de prestataire transport.

Les nouvelles technologies qui émergent (API, plateforme collaboratives, blockchain et Internet des objets) apportent des solutions à ces freins ainsi que de nouveaux gains pour les acteurs de la chaîne logistique.

Il est stratégique d'accompagner cette transition numérique sans pour autant délaisser la technologie EDI qui reste pertinente pour l'échange de gros volumes d'informations.



Dans ce sens, nous formulons les recommandations suivantes :

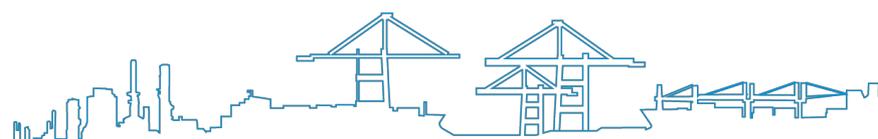
Afin de répondre à la première barrière qui est le manque de connaissance des solutions d'échanges d'informations, le premier levier réside dans la communication vers les transporteurs afin de diffuser cette culture. Ainsi, il est nécessaire pour les transporteurs de connaître les gains, usages, limites et modalités de mise en œuvre afin d'être force de proposition vers leurs clients. Ceci peut être mis en œuvre en partenariat avec les organisations professionnelles au travers d'un guide et d'une campagne d'emailing.

De manière à réduire les coûts et délais de mise en place de l'EDI, plusieurs approches peuvent être menées en parallèle :

- Inciter les éditeurs TMS à systématiser dans leurs offres la mise en place d'EDI. Ainsi, lors de la mise en place du TMS ou sur un renouvellement, le transporteur se verra proposer la mise en place d'interfaces avec ses clients.
- Accompagner les éditeurs de TMS à nouer des partenariats avec les principaux éditeurs ERP. Ainsi, en formatant des échanges entre éditeurs, les coûts et délais de mise en œuvre peuvent être réduits.
- Définir des protocoles informatiques (de type http) standards afin d'homogénéiser la manière dont les informations sont échangées.

Dans le but de cadrer les développements des API et des plateformes collaboratives, il est nécessaire de mettre en place des normes communes pour le secteur d'activité transport.

Enfin de manière à prendre de l'avance sur la mise en place du **concept de « l'internet physique »**, il est nécessaire de mettre en place des dispositifs de soutien au développement et à l'expérimentation des technologies blockchain et intelligence artificielle.



Rapport final



*Ministère de la Transition écologique et solidaire*

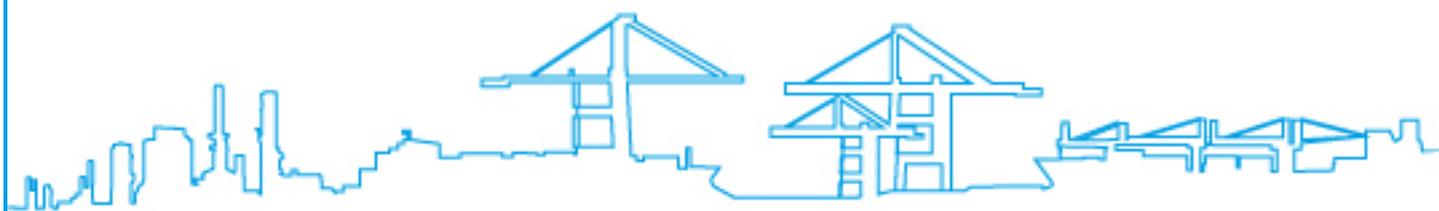
**Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer**

Étude sur les solutions normalisées d'échanges  
et les connexions du transport et de la logistique  
Rapport N° 1 : usage de l'EDI et recommandations sur son  
évolution

Décembre 2018

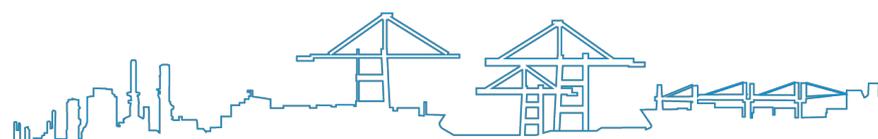


**ownest**



## Table des matières

<b>1.</b>	Définitions et principes techniques .....	9
<b>1-1)</b>	Présentation de l'EDI et des API .....	9
<b>1-1-1)</b>	Objet du document .....	9
<b>1-1-2)</b>	Définitions .....	9
<b>1-1-3)</b>	Enjeux de l'EDI.....	11
<b>1-2)</b>	Solutions techniques mises en œuvre .....	12
<b>1-2-1)</b>	Préambule : les échanges sans EDI .....	12
<b>1-2-2)</b>	Échanges par une plateforme EDI .....	14
<b>1-2-3)</b>	Echanges avec de l'EDI direct (EDI point à point) .....	16
<b>1-3)</b>	Principales normes utilisées .....	17
<b>1-4)</b>	Présentation de l'offre des éditeurs.....	18
<b>1-4-1)</b>	Structure du marché .....	18
<b>1-4-2)</b>	L'EDI dans les solutions TMS .....	19
<b>1-4-3)</b>	Portail collaboratif .....	19
<b>1-4-4)</b>	Un exemple pour bien comprendre .....	20
<b>1-4-5)</b>	Liste d'éditeurs TMS .....	23
<b>1-5)</b>	Bilan quantitatif de l'utilisation de l'EDI .....	25
<b>1-5-1)</b>	Méthodologie de l'enquête CNR .....	25
<b>1-5-2)</b>	Retours des questionnaires.....	26
<b>1-5-3)</b>	Conclusion .....	27
<b>1-6)</b>	Analyse qualitative des usages.....	28
<b>1-6-1)</b>	Méthodologie de l'enquête.....	28
<b>1-6-2)</b>	Retours de l'enquête .....	29
<b>1-6-3)</b>	Conclusion .....	32
<b>2.</b>	Recommandations pour le développement de l'EDI .....	33
<b>2-1)</b>	Leviers et barrières .....	33
<b>2-2)</b>	Positionnement des API / EDI .....	34
<b>2-3)</b>	Vers de nouveaux usages.....	34
	GLOSSAIRE .....	36



## 2. DEFINITIONS ET PRINCIPES TECHNIQUES

### 2-1) Présentation de l'EDI et des API

#### 2-1-1) Objet du document

Ce document a pour objet de présenter les usages de l'échange de données informatisé (EDI) dans le transport routier de marchandises et de présenter des pistes d'amélioration ou de développement de ces standards.

Actuellement, l'EDI facilite la communication entre les chargeurs, transporteurs, auxiliaires de transport, commissionnaires de transport et gestionnaires d'infrastructures de fret.

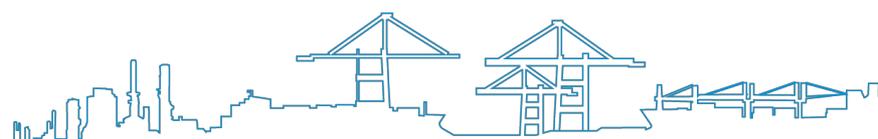
L'offre et la demande sont difficilement mesurables, d'où la nécessité de présenter un état des lieux de l'offre existante (émanant des éditeurs et des fournisseurs de solutions) et de la demande. Et cela, en insistant sur l'appropriation de ces solutions standardisées par les TPE et les PME du transport et de la logistique et les impacts sur la compétitivité de ces dernières (exemples : accès facilité aux appels d'offres des donneurs d'ordres, suivi des opérations logistiques).

A l'issue de cet état des lieux, le présent rapport dégagera les perspectives d'évolution liées aux stratégies nationales et régionales de développement du numérique, à la dématérialisation des corridors de fret et au guichet unique.

#### 2-1-2) Définitions

Selon l'INSEE, « **l'EDI** : l'échange de données informatisé (EDI) est une technique qui remplace les échanges physiques de documents entre entreprises (commandes, factures, bons de livraison...) par des échanges, selon un format standardisé, entre ordinateurs connectés par liaisons spécialisées ou par un réseau (privatif) à valeur ajoutée (RVA). Les données sont structurées selon des normes techniques internationales de référence (ex : Edifact). »

A titre d'exemple, l'envoi par courrier électronique d'une commande puis sa saisie par un opérateur de l'entreprise fournisseur est remplacé par l'émission d'une information qui est acheminée vers un ordinateur de l'entreprise fournisseur capable d'interpréter et d'intégrer celle-ci.



Ainsi, pour les chargeurs, l'EDI est utilisée pour échanger et automatiser les flux d'informations.

La mise en place de connecteurs EDI qui permettent d'échanger automatiquement de l'information prend tout son sens dans les **plates-formes collaboratives** dédiées à la logistique qui permettent d'échanger un volume important d'informations entre acteurs de la chaîne logistique.

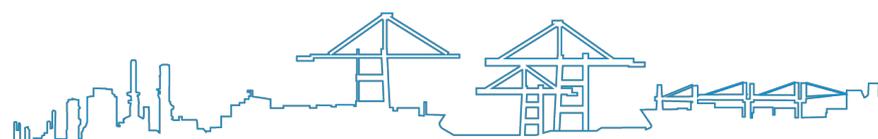
Un bon exemple de ces plates-formes collaboratives sont les **Cargo Community System** (CCS) portuaires. Ceux-ci centralisent toutes les informations nécessaires au passage de la marchandise portuaire. L'Union des Entreprises de Transport et de Logistique de France (TLF) définit un CCS de la manière suivante : « plateforme informatique d'échanges d'informations liées aux flux physiques (import-export / transit) de marchandises, circulant sur un site portuaire, aéroportuaire ou multimodal, ouvert à l'ensemble des parties concernées par le transport et la logistique des marchandises. La gestion des informations de la base de données a pour objectifs l'optimisation du fret, la sécurité du commerce, le suivi des marchandises, et la facilitation des procédures douanières et administratives. »

Dans les CCS, les informations peuvent être soit saisies manuellement par un opérateur, soit injectées automatiquement par EDI, cette dernière façon engendrant des gains de productivité et une fiabilisation des informations.

Les **plates-formes collaboratives dédiées au transport routier** connaissent un véritable essor (exemple : Shiptify, join2shipp, Everoad, Chronotruck). Elles mettent en relation expéditeur, transporteur et destinataire de la marchandise. Ces solutions permettent aux acteurs de contractualiser et de coordonner leurs opérations en temps réel (prise de rendez-vous, tracking, accusé de livraison...). Là encore, l'EDI, s'il est mis en place, permet d'accélérer la saisie des informations et leur transmission.

Au-delà du simple échange d'informations automatisé, un nouveau concept voit le jour : **Application Programming Interface (API)**.

Il s'agit d'une interface qui permet la communication entre deux programmes c'est-à-dire recevoir de la donnée et transmettre de la donnée. Ces programmes peuvent communiquer entre eux sans aucune intervention d'utilisateurs. Ainsi, ces solutions permettent d'effectuer des tâches de manière automatique, telles que la prise de rendez-vous chez le destinataire ou le traitement d'un règlement transporteur.



### 2-1-3) Enjeux de l'EDI

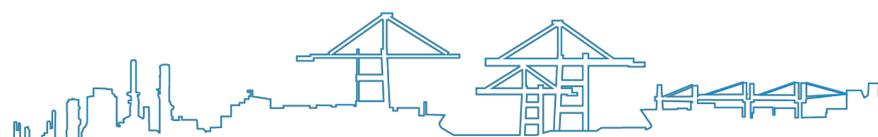
Pour les transporteurs, l'EDI permet une meilleure **productivité** et une meilleure **réactivité**. Elle **fiabilise** les informations liées à la prestation. La mise en place d'une telle solution entre chargeurs et transporteurs induit un effet d'**enracinement**. En effet, les chargeurs interfacés bénéficieront d'un gain de temps pour le traitement de leurs commandes et seront enclin à confier du flux à ces transporteurs.

Ainsi, les transporteurs en avance sur le déploiement d'EDI avec leurs clients bénéficient d'un avantage concurrentiel, tout en y trouvant des gains de productivité.

Pour les chargeurs, l'EDI engendre des gains de productivité et une fiabilisation de leurs opérations de transport. Ils y trouvent également une meilleure **réactivité** de leur chaîne de transport et une **visibilité** en temps réel sur les opérations.

L'EDI permet ainsi de fluidifier les échanges d'informations, de supprimer les erreurs de saisie et d'accélérer les délais de traitement des opérations de transport. C'est un fort levier pour la **compétitivité** des entreprises de transport et une clef pour la **performance** de leurs donneurs d'ordre.

Par ailleurs, la multiplication des plateformes collaboratives et le développement de nouvelles technologies de type API rendent complexes et nombreuses les mises en place de connexions avec leurs clients. L'enjeu global pour les acteurs en charge de la normalisation est donc de rendre **plus accessibles en termes de coût et de complexité** la mise en œuvre de ces technologies.



## 2-2) Solutions techniques mises en œuvre

Lorsqu'un acteur de la Supply Chain initie une démarche d'échanges EDI avec ses partenaires, il doit d'abord réfléchir et convenir avec ceux-ci de l'architecture technique qui sera utilisée afin d'assurer l'automatisation des échanges des données.

Dans ce chapitre, les différentes façons permettant un échange de données automatisé entre deux acteurs de la logistique seront présentées.

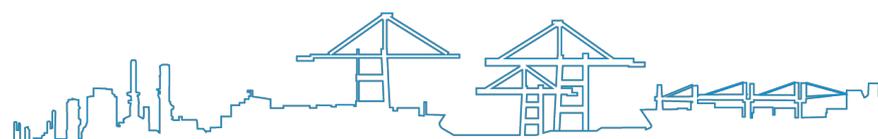
Le témoignage de STOLT (transport de matière dangereuse) :

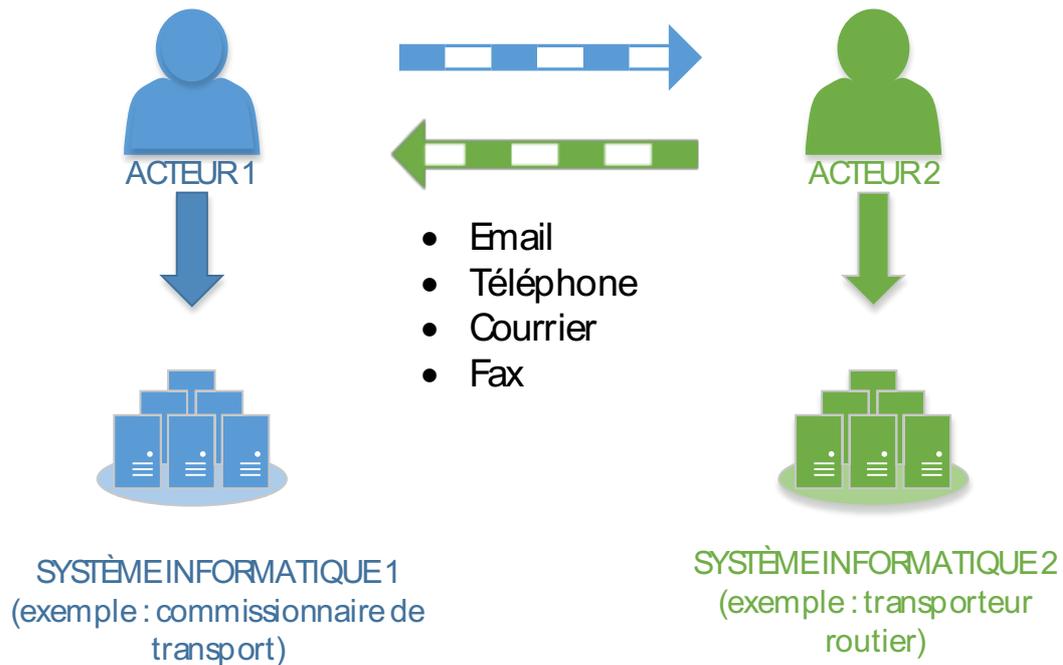
*« L'EDI bien intégrée par les grands comptes mais insuffisamment développée dans les TPE, PME de transport. Les informations essentielles que nous souhaitons automatiser avec l'EDI sont la Traçabilité du transport et la preuve de livraison »*

### 2-2-1) Préambule : les échanges sans EDI

En premier lieu, il faut regarder la façon dont les acteurs travaillent et échangent entre eux quand ils n'utilisent pas l'EDI.

Le schéma suivant montre clairement comment les acteurs communiquent entre eux. Ils utilisent essentiellement des échanges téléphoniques, des échanges de courriers électroniques et encore bien souvent des courriers papier pour la facturation. L'usage du fax existe encore de façon minoritaire et disparaîtra progressivement avec l'arrêt du réseau téléphonique commuté (RTC, c'est-à-dire la ligne téléphonique cuivré) et l'abandon de cette technologie par les entreprises.



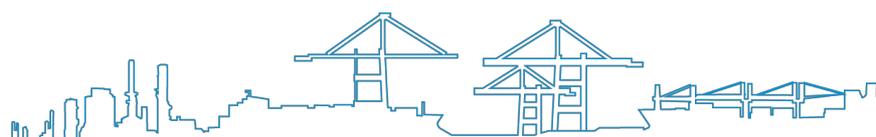


### **Chaque acteur effectue une double saisie**

Le constat est simple et sans appel : chaque acteur doit saisir des informations dans son propre système, les transmettre ensuite au tiers partenaire qui lui-même retourne de l'information à saisir également.

#### A retenir pour des échanges sans EDI

- PRODUCTIVITÉ RALENTIE (DOUBLE, VOIRE TRIPLE SAISIE)
- AUGMENTATION DU TAUX D'ERREUR DE SAISIE

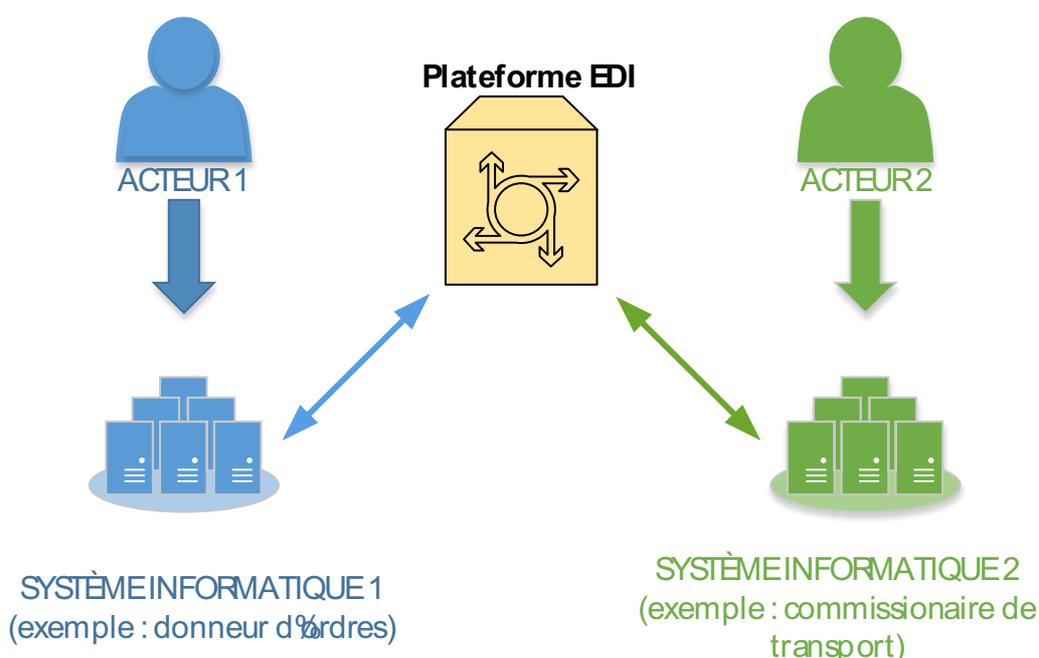


## 2-2-2) Échanges par une plateforme EDI

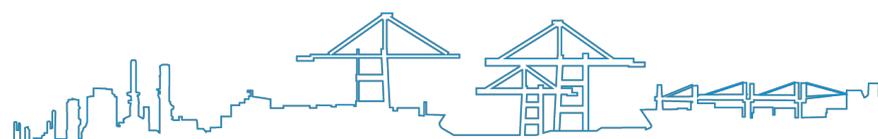
L'utilisation des échanges de données par le biais d'une plateforme EDI repose sur l'externalisation de la gestion du processus EDI qui est confié à un tiers prestataire.

Celui-ci a pour mission d'accompagner l'entreprise dans sa démarche EDI. Il sera le lien entre le système informatique de son client et celui du partenaire avec lequel le client souhaite installer une communication par EDI. Il doit, d'un côté comme de l'autre, proposer la meilleure solution technique permettant à chaque système d'informatique d'envoyer et de recevoir des données exploitables en provenance de sa plateforme. Pour résumer simplement, il permet l'envoi et la réception des données pour chaque partie, tout en se chargeant d'assurer la traduction des données le cas échéant.

L'illustration ci-après montre un exemple d'architecture plateforme EDI entre deux partenaires logistiques.



**Chaque acteur ne saisit que dans son système informatique**



Une plateforme EDI dispose de nombreux clients sur large panel d'activités. Cela peut être une opportunité pour développer plus rapidement de nouvelles connexions EDI avec les clients existants de la plateforme choisie.

#### A retenir pour des échanges par une plateforme EDI

- PRODUCTIVITÉ OPTIMALE (GAIN DE TEMPS)
- BAISSÉ CONSÉQUENCE DU TAUX D'ERREUR DE SAISIE
- OPPORTUNITÉ POUR DE NOUVEAUX PARTENARIATS

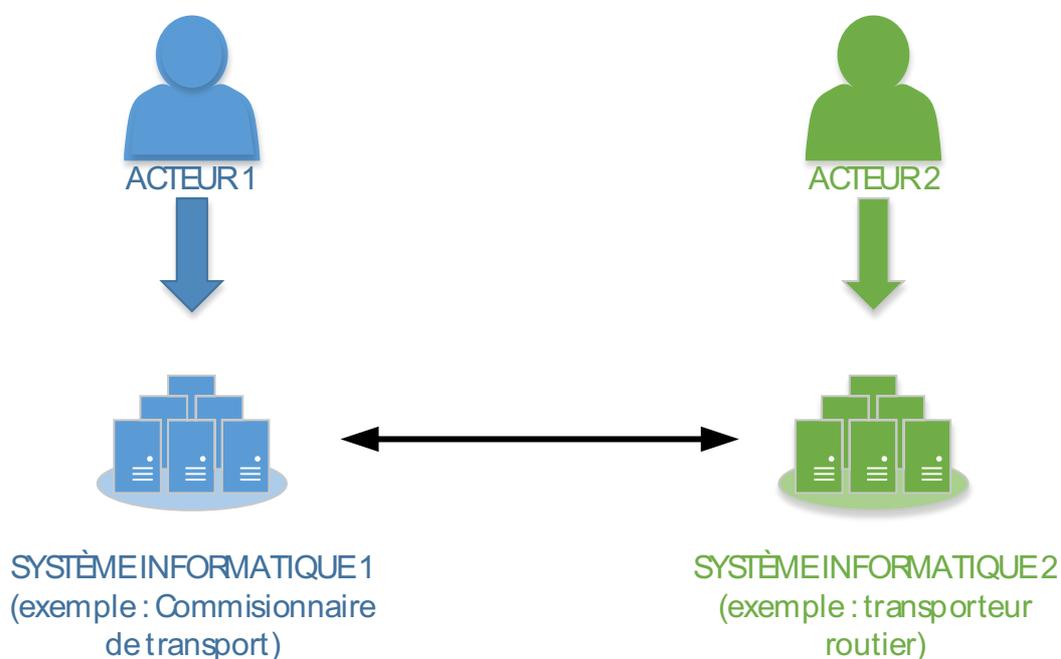


## 2-2-3) Echanges avec de l'EDI direct (EDI point à point)

Dans le cas d'un échange EDI direct, chaque échange de données est conçu de manière individuelle pour chaque partenaire EDI. Cette approche est utilisée généralement entre partenaires qui échangent quotidiennement un volume conséquent de transactions.

Mettre en œuvre ce type d'EDI demandera pour chaque partenaire une analyse en interne de son système d'informations et de multiples échanges afin de définir et/ou développer les outils qui seront nécessaires à la mise en place du processus EDI.

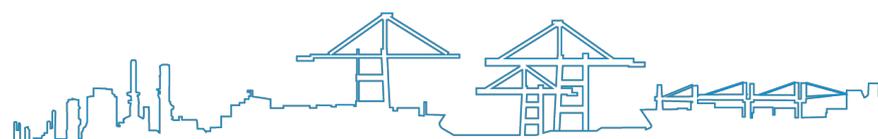
Le schéma ci-dessous illustre un EDI point à point entre deux partenaires.



**Chaque acteur ne saisit que dans son système informatique**

A retenir pour des échanges EDI point à point

- PRODUCTIVITÉ OPTIMALE (GAIN DE TEMPS)
- BAISSÉ CONSÉQUÉNCÉ DU TAUX D'ERREUR DE SAISIE
- COUT NON MUTUALISÉ POUR CHAQUE NOUVELLE CONNEXION EDI (PAR RAPPORT A L'USAGE AVEC UNE PLATEFORME EDI)



## 2-3) Principales normes utilisées

Afin de faciliter les échanges EDI, de nombreuses normes ont été créées.

Chacune de ces normes a été conçue pour correspondre à un secteur spécifique, et il existe un grand nombre d'acteurs et d'organismes qui créent ou participent aux normes pour chaque secteur métier (exemples : éditeurs de solutions, représentants des transporteurs, commissionnaires, chargeurs, représentants de l'état).

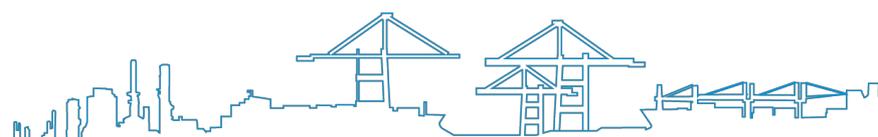
Voici pour exemple les deux principales normes utilisées dans le transport :

- UN/EDIFACT : norme internationale créée par les Nations Unies et utilisée pour le transport, l'industrie automobile ou la grande distribution
- INOVERT : norme et marque déposée par le GTF (Group of Terrestrial Freight Forwarders) basé sur EDIFACT, spécialisée pour le transport. INOVERT définit un langage commun, entre les transporteurs, leurs sous-traitants et les chargeurs. De plus, il prend en compte les nouveaux standards du e-commerce et les besoins de véhiculer des informations relatives à la matière dangereuse.

Pour compléter sur les normes, il existe également la norme UBL (Universal Business Language) qui définit une bibliothèque libre de droits de documents commerciaux XML standard prenant en charge la numérisation des processus commerciaux et logistiques pour les chaînes d'approvisionnement. Afin de fonctionner, cette norme demande de redéfinir ses données internes en s'alignant sur ses noms et ses définitions contrairement aux autres normes existantes.

Pour bien comprendre, une norme EDI va déterminer la façon dont les données à transmettre vont être structurées :

- Format du fichier (ex : type d'encodage, données séparées par délimiteurs ou retour à la ligne)
- Entêtes du fichier (ex : pour permettre de distinguer un ordre de transport ou une facture)
- Champs et format des données (correspondant aux données à envoyer)



Les normes déterminent en outre des champs types associés à des données qui doivent respecter des contraintes précises (exemples : nombre maximum de caractères, tout en majuscule ou caractères spéciaux interdits).

## Adéquation de l'offre et de la demande

### 2-4) Présentation de l'offre des éditeurs

#### 2-4-1) Structure du marché

D'une manière globale, chaque acteur de la chaîne logistique dispose d'un progiciel lui permettant de gérer son activité. Qu'il soit transporteur, donneur d'ordre, chargeur ou commissionnaire, chacun dispose d'un grand panel de solutions éditeur spécialisées dans son domaine.

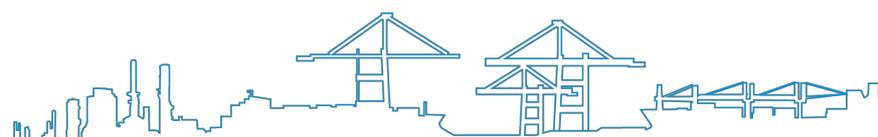
Les donneurs d'ordres seront généralement équipés d'un progiciel de gestion intégré (**ERP** : *Enterprise Resource Planning*).

Les acteurs s'occupant de la gestion du transport utiliseront un logiciel de gestion et d'optimisation du transport (**TMS** : *Transport Management System*).

On peut noter également que des acteurs proposant des services de transport peuvent également effectuer du stockage de marchandises. Dans ce cas, il pourra également avoir recours à un système de gestion d'entrepôts (**WMS** : *Warehouse Management System*) couplé à son TMS ou directement disposer d'un TMS possédant un module WMS ou inversement.

Ces progiciels sont le point de départ pour effectuer des échanges EDI car ils disposent des données informatiques pour ces échanges ainsi que les fonctions natives pour procéder à des exports et envois de données.

Toutefois, il faut préciser qu'il est possible d'échanger en EDI avec des logiciels de bureautique, comme par exemple un tableur (exemple : Microsoft Excel) qui serait utilisé par une TPE du transport. Dans ce cas, il sera nécessaire d'effectuer un développement spécifique afin d'implémenter les fonctionnalités nécessaires.



## 2-4-2) L'EDI dans les solutions TMS

Afin de mieux appréhender l'usage de l'EDI, un panel d'éditeurs TMS a été interrogé sur l'usage de l'EDI dans leur solution ainsi que sur le retour d'expérience de leurs clients sur la mise en place d'un processus d'échanges EDI.

Chaque éditeur propose des fonctionnalités EDI dans sa solution et certains disposent également de leur propre plateforme EDI, facilitant ainsi les échanges avec d'autres partenaires (exemple : échange de données entre un ERP et un TMS).

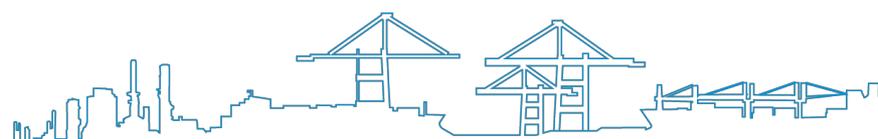
Des entretiens ressortent les points suivants :

- Chaque solution dispose d'une fonctionnalité EDI
- Les normes sont adaptées et suivent l'évolution de la profession
- Faible taux d'utilisation de l'EDI chez les transporteurs (35%) et avec un faible nombre chargeurs (exemple : 4 à 5 sur 100)
- Le ROI est rapide (moins de 6 mois en général) et le chargeur est fidélisé
- L'EDI se met en place souvent à la demande du chargeur lorsqu'un volume de transactions régulier est atteint (à partir de 10 commandes par jour)
- Les ERP suivent rarement les normes, ce qui nécessite des opérations de traduction de données, induisant des coûts et des délais plus importants pour la mise en place de l'EDI
- Les éditeurs de plateformes EDI proposent des solutions API qui automatisent l'échange d'informations entre les acteurs de la chaîne logistique, sans standard établi.

## 2-4-3) Portail collaboratif

Un portail collaboratif (ou plateforme collaborative) représente l'endroit où une multitude d'acteurs de la chaîne logistique sont connectés afin, d'une part, de publier de l'information et, d'autre part, de récupérer de l'information.

Cette approche collaborative permet que chaque acteur concerné pour un transport puisse donner et recevoir les informations nécessaires au bon déroulement des opérations de transport aux acteurs concernés.



La plateforme collaborative offre ainsi des fonctionnalités de commandes, de tracking en temps réel et gestion de rendez-vous dans des environnements d'opérations de transport entre acteurs pluridisciplinaires.

Le schéma suivant montre un exemple de collaboration sur une chaîne de transport impliquant des acteurs variés :

**Erreur ! La liaison est incorrecte.**

Dans le cas de transport portuaire, l'usage d'un portail collaboratif **CCS** sera de mise.

## 2-4-4) Un exemple pour bien comprendre

Un exemple concret sur la facturation est proposé ci-après afin de comprendre simplement le processus EDI depuis un logiciel de gestion d'un acteur vers celui de son partenaire.

### **Le contexte**

Une PME de transport (**A**) travaille régulièrement avec un commissionnaire de transports (**B**) avec une moyenne d'environ 20 commandes de transport par jour.

Que se passe-t-il concrètement ?

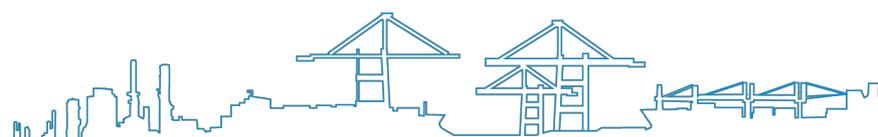
- **A** crée des factures pour les transports effectués pour **B** et saisit ces informations de facturation dans son logiciel comptable. Ensuite il envoie ses factures par email à **B**.
- **B** reçoit les factures par email et doit ensuite saisir les informations dans son logiciel comptable.

Avec le volume de commandes donnés à son prestataire, **B** souhaiterait automatiser les échanges de données comptables par EDI afin de ne plus avoir besoin d'effectuer des saisies dans son logiciel comptable.

**A** et **B** étant d'accord sur le sujet, ils contactent un prestataire EDI (**C**) afin de mettre leur projet en place.

### **Le travail du prestataire EDI**

**C** va se rapprocher de chaque partie afin de connaître quel type de logiciel comptable est utilisé et quelle architecture informatique est mise en place chez chaque partenaire. Le logiciel de **A** n'a pas de fonctionnalités pour l'EDI

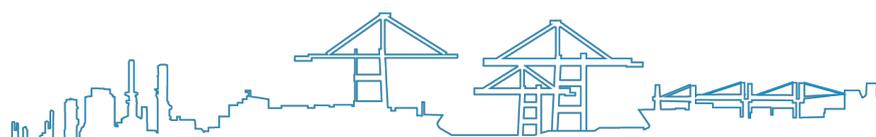


et donc pas de support de normes EDI. Le logiciel de **B** quant à lui supporte nativement l'EDI et le standard EDIFACT.

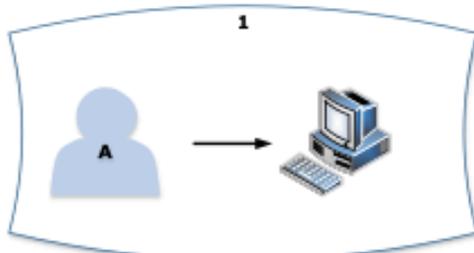
Afin de permettre l'échanges de données, **C** effectuera des paramétrages dans le logiciel de comptabilité de **A**, afin que chaque jour, un export des données comptables de vente pour **B** soit généré automatiquement sous la forme d'un fichier texte de type CSV (Comma-Separated values), soit un fichier représentant des données sous forme de valeurs séparées par des virgules. Une fois le fichier créé, un script informatique permettra l'envoi automatique de ce fichier sur un serveur de **C**, via le protocole de communication FTP (File Transfer Protocol).

Dès que le fichier sera déposé sur le serveur de **C**, un programme de traduction viendra convertir celui-ci dans la norme EDIFACT. Une fois le fichier au bon format, le serveur de **C** transmettra directement ce fichier au logiciel comptable de **B** en utilisant le protocole de communication AS2 (Applicability Statement 2, protocole basé sur le fameux HTTP). Les données seront directement disponibles dans le logiciel comptable de **B**.

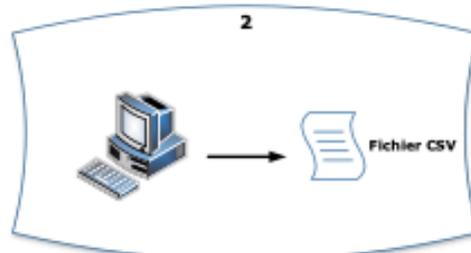
Le processus EDI est maintenant complet. **B** n'a plus à saisir les données d'achat de **A** dans son logiciel comptable et **A** devient un partenaire privilégié de **B**.



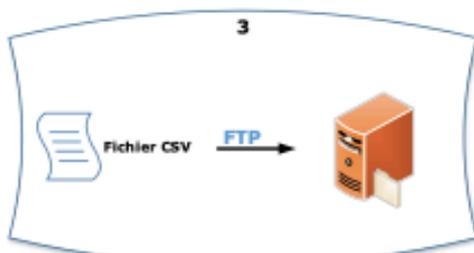
**Schéma explicatif de l'exemple**



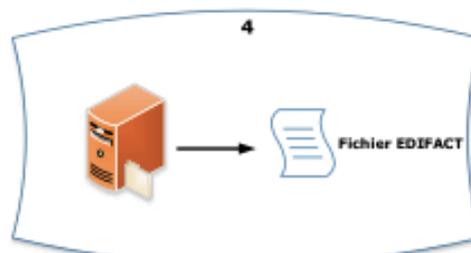
*Saisie par A des données comptables des transports effectués pour B*



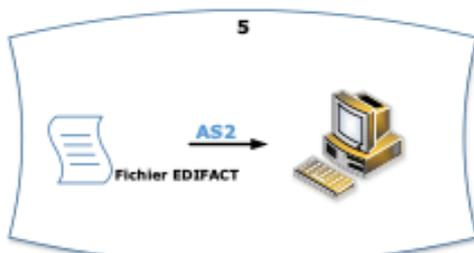
*Création automatique d'un fichier CSV contenant les données comptables*



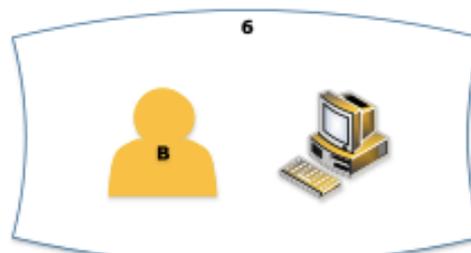
*Envoi par FTP automatique du fichier CSV sur le serveur de C*



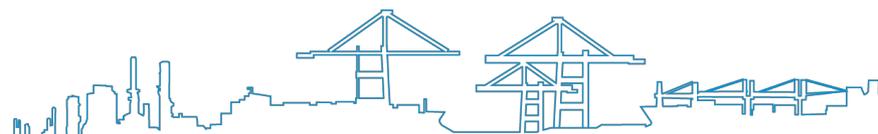
*Traduction par C du fichier CSV en fichier au format EDIFACT*



*Envoi au logiciel comptable de B par AS2*



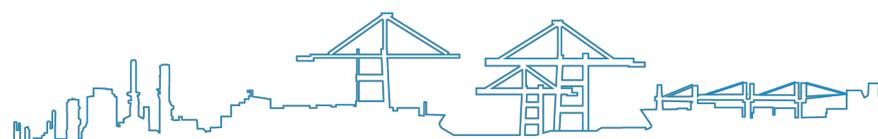
*B dispose directement des données de la facturation sans aucune saisie ni intervention manuelle*



## 2-4-5) Liste d'éditeurs TMS

Voici ci-après une liste non exhaustive d'éditeurs de TMS proposant de l'EDI dans leur offre :

ÉDITEUR	SOLUTION
a-SIS	LM TMS
Acteos	Acteos TMS
Akanea Développement	Akanea TMS
AndSoft	e-TMS
CJM International	OpenTMS
DDS Logistics	DDS Shipper
EDI COM	Edicom
Generix Group	Generix TMS
Hardis	Reflex TMS
Inconso	Inconso TMS
IT2000	R2000W
KLS group	KLS Transport
OMP Informatique Transport	R2000X
Ortec	Ortec Routing & Dispatch
Puissance i	DST
SAP	SAP Transportation Management
Sigma Informatique	Advantage Supply
Soloplan	CarLo
Urios informatique	Wintrans
WK Transport Services	Transwide
Young & Partners	NaviTrans Transport

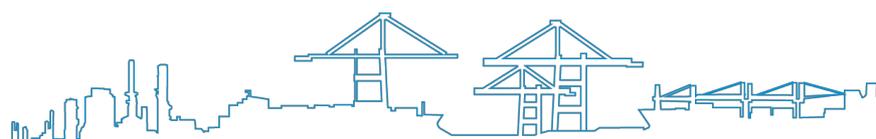


L'avis de la société EDICOM sur le développement de l'EDI :

*« L'EDI a largement progressé au cours de ces 5 dernières années et cela grâce aux législations nationales et européennes poussant à son utilisation. En Europe la directive 2014/55/CE énonce l'obligation de facturation électronique avec les Administrations publiques pour 2018. En France, le projet Chorus Pro met en marche cette procédure obligatoire dès 2017 mais déjà utilisée depuis 2014 avec Chorus Factures. En Italie, l'approbation de la Legge Di Bilancio rend l'utilisation de la facturation électronique (et donc l'EDI) obligatoire pour 2019.*

*En effet, l'EDI possède de grands avantages connus par la majorité : réduction des coûts et du temps de traitement des documents, réduction des erreurs, automatisation des processus, etc...*

*Son usage se propage de par les obligations légales mais aussi par son acceptation et utilisation de la majorité des grandes Entreprises et Entreprises de Taille Intermédiaire de tous secteurs. »*



## 2-5) Bilan quantitatif de l'utilisation de l'EDI

Étant donné que cette étude compte parmi ses objectifs d'analyser l'usage de l'EDI dans le transport de marchandises et de formuler des préconisations pour son développement, ce chapitre présente un bilan quantitatif de l'utilisation de l'EDI. Ce bilan a été obtenu grâce à une enquête menée par le Comité National Routier (CNR) basée sur un questionnaire.

### 2-5-1) Méthodologie de l'enquête CNR

L'enquête réalisée par le CNR porte sur l'activité longue distance du transport routier de marchandises (TRM), activité opérée par des entreprises françaises pour compte d'autrui.

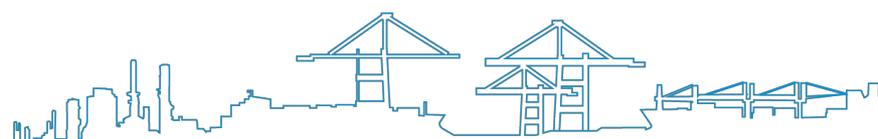
Elle s'est déroulée au cours du 4ème trimestre 2017, auprès d'un panel représentatif de 220 entreprises de transport spécialisées.

Le questionnaire a été administré en face à face.

Les questions portant sur l'EDI ont permis d'analyser le pourcentage d'entreprises utilisant l'EDI et les types de message échangés. L'étude n'a pas intégré de questions sur l'intensité de l'utilisation de l'EDI (nombres de clients en EDI et volumes des messages échangés). Ce point est traité dans l'analyse qualitative.

Ces questions sont nouvelles dans l'enquête 2017. De ce fait, leurs résultats sont soumis à réserve (bonne compréhension des questions, des modalités de réponses, etc.).

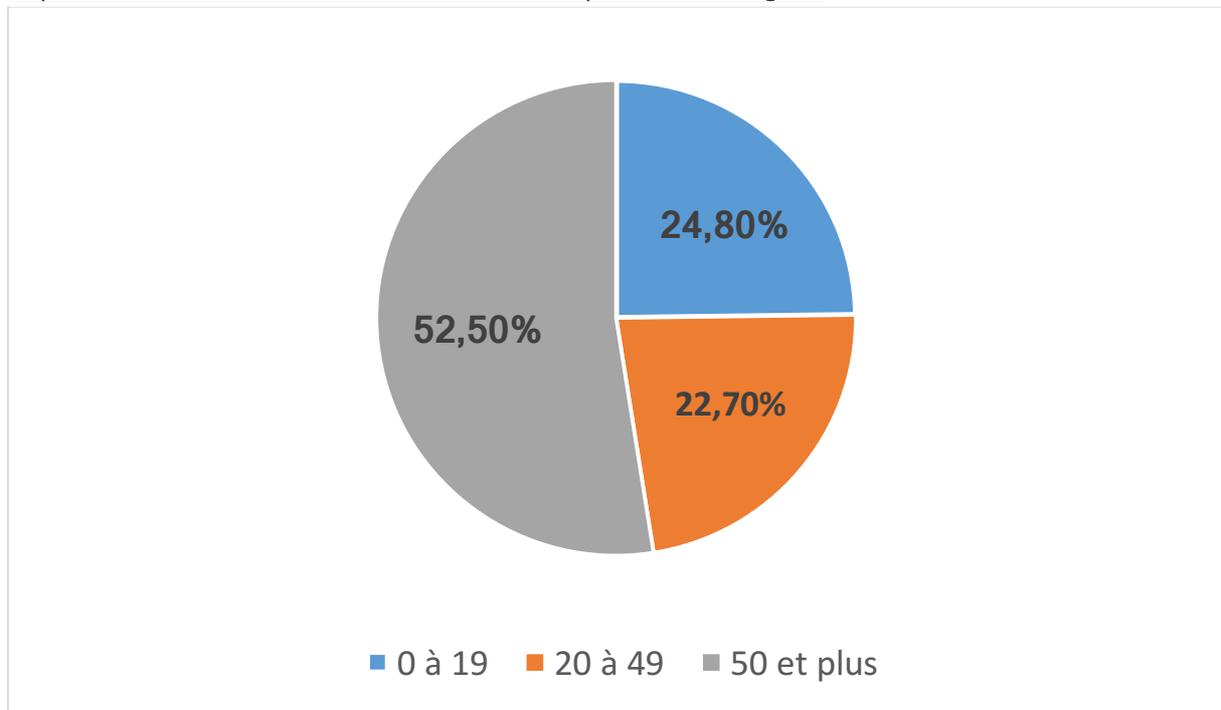
Les conclusions principales de l'interrogation 2017 devront donc être consolidées lors de la prochaine vague d'enquête en 2018.



## 2-5-2) Retours des questionnaires

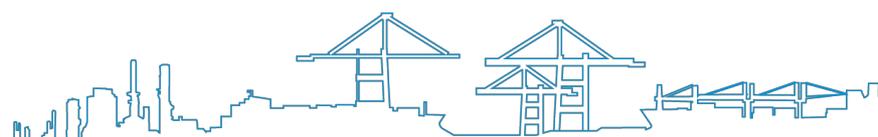
Le panel des entreprises interrogées se répartit de la manière suivante en fonction de leur taille :

*Répartition en nombre de salarié des entreprises interrogées*



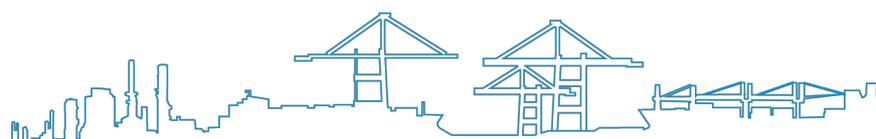
Sur les 220 entreprises interrogées, 35,8% pratiquent l'EDI avec leurs clients quel que soit le statut du client : chargeur, affréteur, transporteurs, groupement, etc.

Nb : L'accès à l'enquête complète sur l'EDI réalisée par le CNR est un service payant et est disponible sur demande en suivant le lien ci-dessous : <http://www.cnr.fr/Pied-de-page/Contact/Nous-contacter>.



### 2-5-3) Conclusion

On constate ainsi une faible utilisation des messages EDI dans les entreprises de transport longue distance (35%). Ceci est très marqué dans les entreprises de moins de 50 salariés qui ne réalisent pas de prestations logistiques. La facture et le bon de commande restent les informations les plus échangées dans la chaîne. Par ailleurs, les messages développés ne sont utilisés que pour un nombre réduit de clients (moins de 5 selon l'enquête qualitative menée par le CRITT). Cela montre que la plupart des échanges avec les clients se font sans utilisation de l'EDI. L'enquête qualitative qui suit montrera les raisons de cette faible utilisation de l'EDI ainsi que des leviers pour son développement.



## 2-6) Analyse qualitative des usages

### 2-6-1) Méthodologie de l'enquête

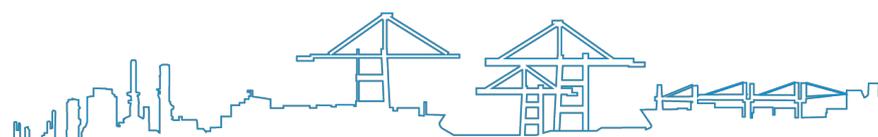
De manière à couvrir les différentes activités, un panel représentatif des acteurs du transport et de leurs clients a été interrogé :

- transporteurs en compte propre
- transporteurs de conteneurs
- transporteurs lots et demi lots
- transporteurs messagerie express
- transporteurs vrac/benne

Le questionnaire a été administré en direct avec les dirigeants de ces entreprises et/ou leurs responsables informatiques de novembre 2017 à mars 2018.

Ainsi, les points suivants ont été abordés :

- messages EDI utilisés
- normes utilisées pour ces échanges
- solutions techniques utilisées (EDI direct ou plates-formes EDI)
- date de mise en place de l'EDI
- pourcentage des clients utilisant les échanges EDI
- utilisation de l'informatique embarquée ou de terminaux portables (pour l'envoi de données en temps réel)
- volume de données échangées (nb commandes ou messages/jour)
- améliorations possibles / problèmes rencontrés
- gains de temps, retours sur investissement
- effet d'enracinement client
- connaissances des technologies blockchain, données massives et Internet des objets
- présentation de 2 cas d'application pour déterminer leur intérêt et recueil de besoins fonctionnels



## 2-6-2) Retours de l'enquête

Les **messages EDI les plus fréquemment** utilisés sont :

- l'ordre de transport ou bon de commande,
- la facture du transporteur.

Ces éléments se recoupent parfaitement avec l'enquête réalisée par le CNR.

Les normes les plus utilisées pour ces échanges sont :

- INOVERT
- EDIFACT

La solution technique la plus utilisée (EDI direct ou plates-formes EDI) est :

- **PLATE-FORME EDI**

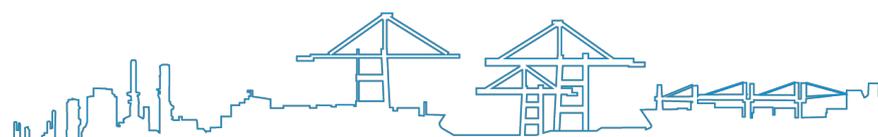
De manière générale l'éditeur du transporteur (le fournisseur de la solution TMS) propose de passer par une plate-forme d'échange d'informations qui traduit les messages du TMS vers l'ERP du client.

Les dates de mise en place de l'EDI chez le panel interrogé sont **récentes** :

- 2012 -2014 Activité conteneur
- 2015 Activité lots/demi-lots

Le témoignage des Transport Leloup :

*« Seul 1% de nos clients sont interfacés EDI. Nous avons en projet pour développer les mêmes interfaces pour d'autres clients mais nous manquons de temps pour gérer les projets et il n'y a pas de demande client pour le moment. »*



Sur une moyenne de 150 clients différents, le **pourcentage des clients utilisant les échanges EDI est très faible** :

- 1% Activité conteneur
- 2% Activité lots/demi-lots

En effet ces derniers possèdent un grand nombre de clients (plus de 150 pour les entreprises interrogées). Chaque EDI développé doit faire l'objet d'une analyse et d'un développement spécifique qui engendre des coûts. Les transporteurs ont donc choisi de privilégier l'EDI avec leurs plus gros clients afin **d'amortir le coût de l'investissement**.

Les transporteurs sont dotés pour la plupart d'informatique embarquée en camion (pour envoi de données en temps réel) mais ces données ne sont pas retransmises aux clients via EDI. Ces données servent ainsi à remonter les temps de conduite des chauffeurs, la position temps réel du camion et servent ainsi au service exploitation du transporteur. La technologie API est inconnue des transporteurs interrogés.

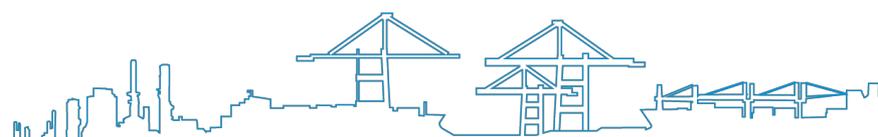
Le volume de données échangées (nb commandes ou messages/jour) est conséquent car les EDI sont en général mis en place chez les clients générant une forte activité.

- Activité conteneur : 20 factures en moyenne par jour
- Activité lots/demi-lots : 35 échanges en moyenne par jour

**Les freins** à l'implémentation de solutions EDI sont, pour les transporteurs interrogés, le **manque de temps** à consacrer au projet et le temps de **mise en place** d'une solution (10 mois pour une interface client). En effet, ces projets de petite taille (3000 à 6000 €) pour les éditeurs ne sont **pas prioritaires** par rapport aux projets de déploiements de solutions ERP et TMS. Par ailleurs la mise en place d'un EDI nécessite que les deux éditeurs (TMS et ERP) se mettent d'accord sur la manière d'échanger les informations et se **coordonnent** pour la mise en place de la solution.

Le témoignage des Transports Clavel :

*« Le frein principal est le manque de temps pour gérer ces projets d'EDI car le retour sur investissement est rapide et la mise en place permet de fidéliser le client. »*



La mise en place de l'EDI permet de réduire les temps de saisie des informations et engendre donc des gains de productivité chez les transporteurs et leurs clients. Le **ROI dépend ainsi du volume** des transactions comme illustré ci-dessous :

- Activité conteneur : 5 min par facture, soit gain journalier de 1h30, soit 30h/mois = 750€/mois
- Activité lots/demi-lots : gain moyen d'une minute par dossier, soit gain journalier de 30 min, soit 10h/mois, soit 250€/mois

Le point de vue d'AKANEA : fournisseur de solutions EDI

*« Si le transporteur ou le chargeur devient important, il impose à l'autre l'EDI car le flux entre eux devient important. De plus, cela impose aux transporteurs l'édition des récépissés et documents de transport, car l'information informatisée déjà dans leur système : cela représente un gain supplémentaire pour le chargeur. »*

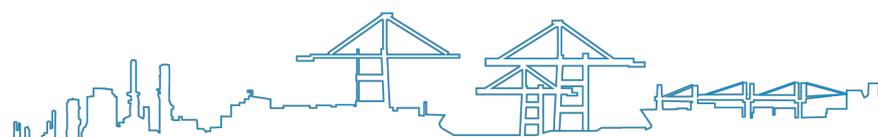
Les **retours sur investissement** sont les suivants sur le panel interrogé :

- Activité conteneur : RIO théorique de 6 mois mais la solution EDI ne réduit pas la masse salariale et permet au gestionnaire transport d'allouer plus de temps à des opérations à valeur ajoutée
- Activité lots/demi-lots : RIO théorique de 2 ans, mais la solution EDI ne réduit pas la masse salariale et permet au gestionnaire transport d'allouer plus de temps à des opérations à valeur ajoutée

Le client du transporteur est bien souvent à **l'origine du projet EDI** pour la mise en place du premier EDI. A l'issue de cette mise en place, les transporteurs intègrent les bénéfices et deviennent moteurs pour proposer la solution à leurs clients.

En outre, la mise en place des EDI génère un **effet d'enracinement client**. Les transporteurs interrogés reconnaissent un effet de fidélisation du client, cela instaure une barrière à l'entrée de nouveaux concurrents et facilite le quotidien du client.

La connaissance des technologies blockchain, données massives et Internet des objets est très faible chez les transporteurs qui ne voient pas les applications possibles dans leurs métiers.



Après la présentation de deux cas d'application pour déterminer leur intérêt nous avons obtenu les retours suivants des transporteurs interrogés :

- Activité conteneur : intérêt pour la blockchain permettant d'obtenir une preuve de livraison de la marchandise
- Activité lots/demi-lots : intérêt pour ces technologies mais pas dans l'immédiat. Pas assez de connaissance sur ces sujets et le ROI de leurs utilisations

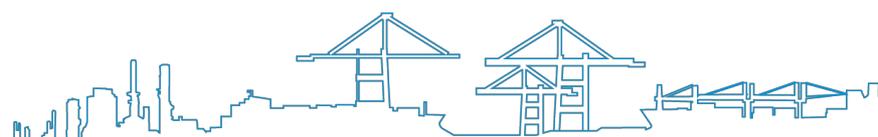
### 2-6-3) Conclusion

Les réponses des transporteurs et de leurs clients nous éclairent sur l'utilisation de l'EDI et les raisons d'une faible utilisation. Ainsi les normes **sont adaptées** et suivent l'évolution de la profession. Les éditeurs de solutions TMS proposent dans leurs offres des solutions EDI. Les ERP suivent rarement les normes, ce qui nécessite des traductions et fait vivre les opérateurs de plates-formes EDI. Ceci induit des coûts et des délais importants pour mettre en place un EDI.

Ceci peut expliquer le **faible taux d'utilisation de l'EDI** chez les transporteurs (35%) et avec un faible nombre chargeurs (ex : 4 à 5 sur 100). La diversité et également la volatilité de ces derniers ne permettent pas de mettre en place une solution EDI rentable sur le moyen terme (6 à 10 mois).

L'EDI se met en place souvent **à la demande du chargeur** lorsqu'un volume de transactions régulier est atteint (à partir de 10 commandes par jour) ce qui permet d'atteindre en moins d'un an, un retour sur investissement.

Les transporteurs pratiquant l'EDI voient leur **productivité s'améliorer et fidélisent** leurs clients qui trouvent également un confort de collaboration.



## 3. RECOMMANDATIONS POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'EDI

### 3-1) Leviers et barrières

Les principaux freins à l'utilisation massive de l'EDI résident dans la **structure même du marché du transport**. En effet ce secteur est très atomisé (plus de 90% sont des entreprises de moins de 10 salariés) et chaque transporteur dispose de nombreux clients qui sont volatiles. Ceci rend difficile la mise en place d'EDI vers de nombreux clients qui peuvent être amenés à changer de prestataire transport. Cette situation est opposée à des relations entre des industriels et leurs sous-traitant de rang 1. Les relations entre ces derniers sont stables dans le temps, ce qui facilite la mise en place d'EDI pour échanger des informations.

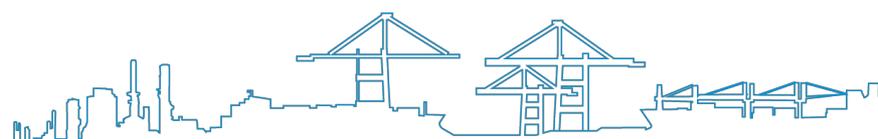
Le point de vue de DDS (éditeur de solutions EDI) :

*« Afin de démocratiser l'EDI, il faut s'appuyer sur les chargeurs pour inciter les transporteurs à s'équiper car bien souvent ils possèdent un TMS mais n'ont pas développé les interfaces.*

*Selon SERVIUS plus de 95% des transporteurs messagerie utilisent l'EDI. Pour le lot demi lot et la traction c'est beaucoup plus faible 40 %. Les leviers sont de deux ordres : démontrer le ROI et s'appuyer sur le client chargeur. »*

Malgré ces raisons structurelles, nous avons identifié des leviers qui permettrait d'accélérer l'utilisation de l'EDI entre les transporteurs et leurs donneurs d'ordre :

- Afin de répondre à la première barrière qui est le manque de connaissance des EDI, le premier levier réside dans la communication vers les transporteurs afin de diffuser une culture de l'EDI. Ainsi, il est nécessaire pour les transporteurs de connaître les gains, usages, limites et modalités de mise en œuvre afin d'être force de proposition vers leurs clients. Ceci peut être mis en œuvre en partenariat avec les organisations professionnelles au travers d'une brochure et ou d'une campagne d'emailing.
- De manière à réduire les coûts et délais de mise en place, plusieurs approches peuvent être menées en parallèle :
  - Inciter les éditeurs TMS à systématiser dans leurs offres la mise en place d'EDI. Ainsi, lors de la mise en place du TMS ou sur un renouvellement, le transporteur se verra proposer la mise en place d'interfaces avec ses clients.



- Accompagner les éditeurs de TMS à nouer des partenariats avec les principaux éditeurs ERP. Ainsi, en formatant des échanges entre éditeurs, les coûts et délais de mise en œuvre peuvent être réduits.
- Définir des protocoles informatiques (de type http) standards afin d'homogénéiser la manière dont les informations sont échangées.

### 3-2) Positionnement des API / EDI

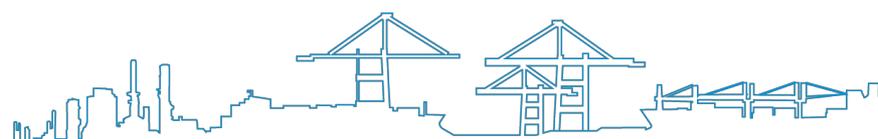
Comme nous l'avons constaté, de nombreux éditeurs sont en cours de développement de solutions API qui permettent de connecter deux systèmes d'informations entre eux. Ces API permettent de collecter de l'information dans un TMS ou ERP et de réaliser un traitement automatique. Ainsi les API sont utiles pour améliorer la collaboration entre les acteurs d'une chaîne logistique (prise de rendez, alertes en cas de retard, confirmation de livraison, accusé de réception...).

Ces API ne remplaceront pas l'EDI sur ses applications basiques. Ainsi les commandes de transport, facturation seront toujours échangées par EDI. Les normes ainsi établies pour régir le format des messages restent donc pertinentes et exploitées.

A contrario, il n'existe pas à ce jour de normes pour le développement des API dans le domaine du transport de marchandise. Mais les acteurs de la normalisation se sont emparés de ce sujet et ont lancé des expérimentations notamment pour la prise de rendez. Ces expérimentations vont ainsi permettre de tester différents processus d'échanges et ainsi proposer des normes adaptées aux besoins.

### 3-3) Vers de nouveaux usages

Depuis deux ans, nous constatons la montée en puissance des plates-formes de **collaboration** dans le secteur du transport de marchandise. Ces outils, tels que Shippéo, Everoad ou Join2Shipp, permettent de mettre en relation le chargeur, le transporteur et le destinataire. La collaboration entre ces acteurs est ainsi facilitée sur **toutes les étapes du processus** (cotation, commande, organisation du transport, livraison, facturation). Les acteurs qui utilisent ces plates-formes rentrent ainsi dans un **workflow** qui



séquence toutes les étapes. La chaîne de transport devient plus réactive (les informations sont retransmises en temps réel) et les acteurs gagnent en **fiabilité et productivité** grâce à la circulation des informations et la transparence. Ces pratiques collaboratives sont une tendance lourde qui devrait s'accroître dans les années à venir.

Cette évolution s'appuie sur les normes EDI et la technologie des API. La **normalisation des API** est indispensable afin d'assurer une homogénéisation des pratiques et donc de réduire les coûts et barrières à ces outils.

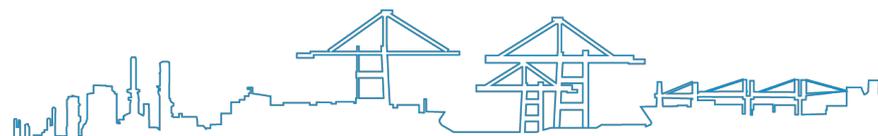
En parallèle le développement des technologies blockchain et intelligence artificielle laissent envisager de nouveaux outils de collaboration entre acteurs de la supply chain.

Comme l'illustre le concept « d'internet physique », ces technologies permettent de rendre intelligent, sécurisé et autonome le système de transport. A titre d'exemple la commande envoyée par EDI aujourd'hui deviendra sans doute demain un **smart-contract** passé entre un chargeur et un transporteur. L'organisation et la planification du transport sera réalisée par une intelligence artificielle qui au moyen d'API collectera les informations auprès du destinataire. Le plan de transport sera ainsi optimisé de manière automatique y compris en collaborant avec d'autres transporteurs afin **d'optimiser les taux de chargement** des camions. La bonne réalisation du contrat de transport sera validée au moyen de la technologie de blockchain validant ainsi le smart-contract et le paiement de la transaction (en monnaie électronique ?). Les métiers de commissionnaire et d'organisateur de transport évolueront vers des postes de supervision du système et de traitement des cas spécifiques.

Ces évolutions devront s'appuyer sur **différents piliers** :

- la mise en place d'une identité numérique sécurisée pour les entreprises de transport
- la standardisation des informations de géolocalisation des chargeurs et destinataires

Par ailleurs, cette évolution **impacterait fortement** la structure du secteur du transport et ses entreprises. Il est clef d'en analyser les impacts sur l'emploi, la compétitivité et la pérennité des acteurs du transport. L'enjeu majeur est de préparer les entreprises à ces évolutions et d'identifier les **mesures d'accompagnement** à mettre en place pour les aider, quelle que soit leur taille, à prendre le virage de la transition numérique.



## GLOSSAIRE

### **API** (Application Programming Interface)

Interface de programmation qui permet de se « brancher » sur une application pour échanger des données. Une API est ouverte et proposée par le propriétaire du programme.

### **AS2** (Applicability Statement 2)

Méthode de transport de données électroniques sécurisée et fiable au travers d'Internet, basée sur le protocole http.

### **Blockchain**

Base de données d'enregistrements de transactions, non gouvernée, ouverte à tout participant et sécurisée par un protocole d'incitation économique (de type proof-of-work ou proof-of-stake) dans lequel des « mineurs » indépendants valident les blocs de transactions.

### **CCS** (Cargo Community System)

Plateforme informatique d'échanges d'informations liées aux flux physiques de marchandises, circulant sur un site portuaire, aéroportuaire ou multimodal, ouvert à l'ensemble des parties concernées par le transport et la logistique des marchandises.

### **CNR** (Comité National Routier)

Observatoire économique français du marché de transport routier de marchandises.

### **CSV** (Comma-Separated values)

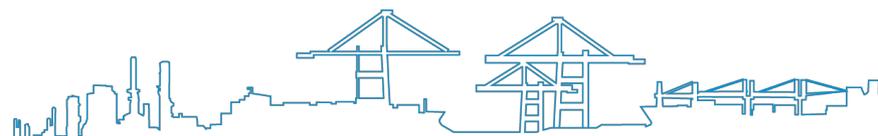
Fichier informatique de type tableur, dont les valeurs sont séparées par des virgules.

### **DGITM**

Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer

### **EDI** (échange de données informatisé)

Système d'échange d'informations entre deux entités, sous forme de messages standardisés.



**ERP** (Enterprise Resource Planning)

Progiciel qui permet de gérer l'ensemble des processus opérationnels d'une entreprise en intégrant plusieurs fonctions de gestion.

**FTP** (File Transfer Protocol)

Protocole standard type client-serveur pour la transmission de fichiers entre ordinateurs sur Internet.

**GTF** (Group of Terrestrial Freight Forwarders)

Association réunissant des sociétés de transport françaises qui œuvre au développement de normes et de standards et accompagne les professionnels dans le déploiement de solutions novatrices et performantes.

**INOVERT** (INternational OVERland Transport)

Norme créée par GTF définissant des messages normalisés pour le transport et utilisées dans les échanges de données informatisées.

**ROI** (Return On Investment)

Ratio financier qui permet d'évaluer la somme financière perdue ou récupérée à la suite d'un investissement.

**RTC** (Réseau Téléphonique Commuté)

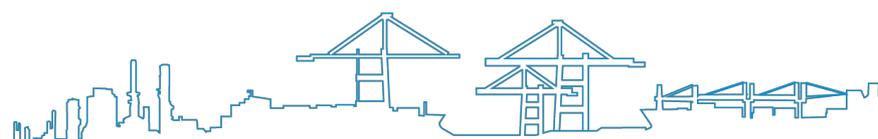
Réseau de téléphonie fixe classique qui achemine les communications téléphoniques.

**RVA** (Réseau à Valeur Ajoutée)

Réseau informatique par lequel il est possible de faire passer des informations ne relevant pas toutes de la même nature et/ou du même système de codage.

**Smart-contract**

Programme autonome qui, une fois démarré, exécute automatiquement des conditions définies au préalable et inscrites dans la blockchain. L'avantage de mettre en place un smart-contract dans une blockchain réside dans la garantie que les termes du contrat ne pourront pas être modifiés.



## Supply Chain

Ensemble du réseau qui permet la livraison de produits ou services depuis les matières premières jusqu'aux clients finaux.

### **TMS** (Transport Management System)

Progiciel de gestion de transport ayant pour but de piloter et rationaliser le processus de transport, en offrant une plus grande maîtrise des flux, des coûts ainsi que du temps nécessaire pour le transport des marchandises, de l'expéditeur au destinataire.

### **Tracking**

Suivi, en temps réel, d'un flux physique (produits, colis...) et des flux d'informations s'y rapportant.

### **TRM** (transport routier de marchandises)

Transport des marchandises par le réseau routier, généralement par camions.

### **UN/EDIFACT** (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport)

Norme internationale et multisectorielle des Nations Unies née en 1986 décrivant des modalités techniques pour l'échange de données informatisé (EDI) dans différents secteurs industriels.

### **UBL** (Universal Business Language)

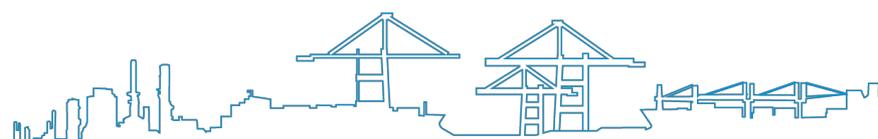
Langage (format de données) qui permet aux applications commerciales et aux communautés commerciales disparates d'échanger des informations le long de leurs chaînes d'approvisionnement en utilisant un format commun.

### **WMS** (Warehouse Management System)

Progiciel de gestion dédié à l'optimisation de la gestion des stocks et à l'optimisation des réceptions et des préparations de commandes au sein des entrepôts.

### **Workflow**

Processus d'automatisation des tâches permettant un enchaînement automatisé des différentes opérations et étapes de validation d'une tâche plus ou moins complexe.



Rapport final



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer  
Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer

## Étude sur les solutions normalisées d'échanges et les connexions du transport et de la logistique

### Rapport N° 2 : prospective sur le recours à l'internet des objets et à la blockchain

Décembre 2018

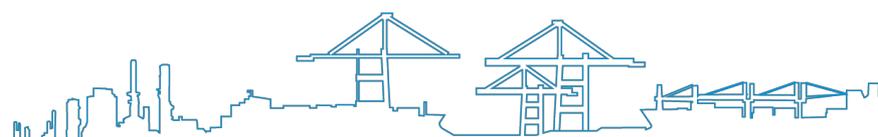
 **critt**  
Transport & Logistique

**ownest**



## Sommaire

<b>1.</b>	Le protocole de la blockchain au service de la chaîne logistique .....	41
<b>1-1)</b>	Présentation des grandes lignes du protocole de chaînes de blocs .....	41
<b>1-2)</b>	Distinction entre blockchain fermée et blockchain ouverte .....	43
<b>1-3)</b>	Propriétés des blockchains et usage dans le secteur de la supplychain.....	45
<b>1-3-1)</b>	<b>Utilisation des portefeuilles</b> .....	45
<b>1-3-2)</b>	<b>Principe d'authentification ou de certification procuré par la blockchain</b> .....	46
<b>1-3-3)</b>	<b>Principe de transfert d'actifs réels authentifiés sur blockchain</b> .....	47
<b>1-4)</b>	Les contraintes de la blockchain .....	47
<b>2.</b>	L'intérêt de l'Internet des Objets (IdO) et de la blockchain dans la production et le traitement des données.....	49
<b>2-1)</b>	L'internet des Objets et ses usages.....	49
<b>2-1-1)</b>	<b>Les réseaux de l'Internet des Objets</b> .....	49
<b>2-1-2)</b>	<b>Les usages des objets connectés dans le secteur de la logistique</b> .....	50
<b>2-2)</b>	L'utilité de la blockchain dans la sécurisation des données issues des IoT et des messages EDI .....	52
<b>2-3)</b>	L'évolution des utilisations du Big Data et de l'IA due à la blockchain .....	53
<b>3.</b>	Les pratiques à venir dans l'utilisation des échanges de données informatiques au secteur de la logistique et du transport.....	55
<b>3-1)</b>	Le développement de préconisations automatisées d'optimisation des flux.....	55
<b>3-2)</b>	L'intérêt de la valeur probatoire procurée par le protocole blockchain .....	56
<b>3-3)</b>	La simplification de la traçabilité par l'authentification du transfert de responsabilité .....	57
	GLOSSAIRE .....	59



## 4. LE PROTOCOLE DE LA BLOCKCHAIN AU SERVICE DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE

### 4-1) Présentation des grandes lignes du protocole de chaînes de blocs

La blockchain est un protocole dont l'objectif initial est la transmission de valeur à travers internet sans tiers de confiance. Il repose historiquement sur trois principales caractéristiques :

- Un registre public de transactions
- La duplication de ce registre sur un réseau pair-à-pair comportant de nombreux nœuds
- Un protocole de sécurisation appelé « Preuve de travail » (PoW : Proof-of-Work) permettant la constitution de « blocs » validant les transactions

L'approfondissement de ces notions est nécessaire :

#### (a) Un registre public de transactions

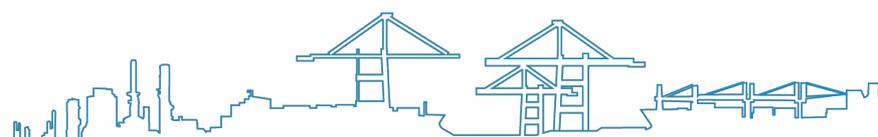
La propriété d'une valeur est attestée par une transaction qui a généré le transfert de propriété et non par l'état d'un compte de propriété. Autrement dit, on sait que Alice dispose de 3 bitcoins car une transaction lui allouant ces 3 bitcoins a été transmise sur le réseau à un moment donné. Il n'existe aucune institution, de type bancaire, pour attester qu'elle possède 3 bitcoins sur son compte comme cela fonctionne dans le secteur financier traditionnel.

Toutes ces transactions sont enregistrées de façon chronologique dans un grand registre, constituant une base de données, qui n'est structurée qu'en réunissant ces transactions par lots dans des « blocs de transactions ».

Ce registre est lisible par tous et c'est justement parce que tout le monde peut lire ce registre et ces transactions qu'Alice prouve qu'elle a bien reçu 3 bitcoins. Il n'est pas nécessaire de faire confiance à un tiers pour obtenir cette preuve qui est disponible publiquement. Ainsi, si Alice veut envoyer 1 bitcoin à Bob, Bob va pouvoir vérifier qu'Alice dispose bien de ce bitcoin. Il constatera que c'est en effet le cas puisqu'une transaction lui a alloué 3 bitcoins et qu'aucune transaction de dépense de ces bitcoins n'a été transmise.

#### (b) La duplication de ce registre sur un réseau pair-à-pair comportant de nombreux nœuds

Dans la mesure où une blockchain est indépendante de tout tiers de confiance ou organisme de contrôle, l'enregistrement et la conservation de ce registre ne peuvent être confiés à un nombre réduit et sélectif d'acteurs. Ce registre,



disponible publiquement, est donc copié par de multiples acteurs sur un réseau pair-à-pair.

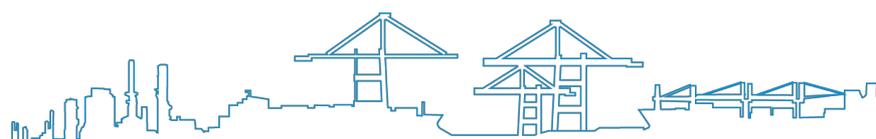
Ce type de réseau assure la mise à jour en temps réel de la base de données que constitue ce registre, les nouvelles données étant diffusées entre les différents nœuds du réseau. Il assure aussi l'intégrité et la résilience de ce registre. Intégrité car il ne peut exister qu'un seul exemplaire identique de ce registre au sein de nœuds « synchronisés ». Résilience car pour interrompre ou modifier les données, il faudrait prendre le contrôle de plus de la moitié des serveurs informatiques constituant le maillage de ce réseau, soit plus de 10.000 nœuds pour les grandes blockchains actuelles.

### **(c) Un protocole de sécurisation appelé « Preuve de travail » (PoW) permettant la constitution de « blocs » validant les transactions**

Il pourrait être possible à un acteur malhonnête d'effectuer une « double dépense », c'est-à-dire qu'au moment où Alice envoie 1 bitcoin à Bob, elle génère simultanément la même transaction de ce bitcoin mais envers Charly. Il existerait alors 2 transactions prouvant la propriété d'un même bitcoin à deux personnes différentes. Pour éviter ce phénomène, il est nécessaire qu'une transaction soit validée au sein d'un « bloc ». Un bloc ne peut valider qu'une seule transaction ayant la même origine et une fois qu'une transaction est validée dans un « bloc », il n'est plus possible de valider une seconde transaction provenant de la même origine dans un autre bloc. Autrement dit, si Alice réalise une double transaction et que la transaction allouant 1 bitcoin à Bob est validée dans un bloc, la seconde transaction au bénéfice de Charly ne pourra jamais être validée puisque le bitcoin détenu par Alice n'est plus en sa possession.

Pour constituer un bloc, il suffit à des participants du réseau, qualifiés de « mineurs », d'obtenir un résultat particulier à l'issue d'un calcul cryptographique dont l'issue est incertaine. Leur seule façon d'obtenir le résultat attendu est de réaliser de très nombreuses tentatives jusqu'à ce que, par hasard, le résultat soit le bon. Ils doivent donc disposer d'une puissance de calcul importante et du matériel en conséquence. Ces mineurs sont incités à réussir car ils obtiennent une récompense en bitcoin (12,5 par bloc actuellement) à laquelle s'ajoute l'ensemble des frais versés pour chacune des transactions incluses dans ce bloc dûment validé. Aujourd'hui, sur la blockchain Bitcoin, les mineurs réalisent entre 30 et 40 milliards de milliards de calculs chaque seconde pour trouver le bon résultat, ce qui leur prend en moyenne 10 minutes.

Ce processus sécurise les transactions incluses dans un bloc car tout changement d'une seule donnée dans le bloc modifierait le résultat validant le bloc. Cela obligerait par exemple à un hacker de devoir recalculer le bloc, ainsi que tous les blocs qui suivent. La puissance de calcul mise en œuvre devrait



alors être supérieure à celle de tous les mineurs réunis, ce qui est matériellement impossible sur les grandes blockchains.

## 4-2) Distinction entre blockchain fermée et blockchain ouverte

Historiquement, une blockchain était un protocole open-source, conçu pour fonctionner sans autorité centrale, autonome car conçu pour s'autoréguler et distribué sur un réseau pair-à-pair. On compte aujourd'hui de nombreuses blockchains ouvertes : Bitcoin, Ethereum, Litecoin, etc.

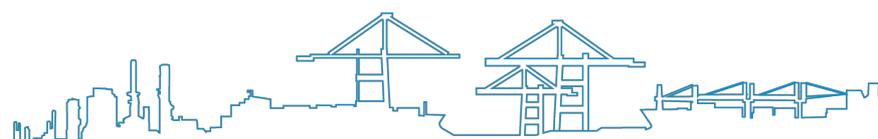
Leur développement a conduit à la création de blockchains fermées (appelée parfois « privées ») car leur accès et leur utilisation n'est réservé qu'à certains acteurs autorisés. Certaines sont proposées par des entreprises : Hyperledger (par IBM), Ripple, etc. D'autres sont créées ex-nihilo pour répondre à une utilisation bien particulière entre plusieurs participants.

Ces blockchains fermées constituent par conséquent des infrastructures hybrides de bases de données partagées et organisées par un protocole de blockchain.

Elles présentent des caractéristiques différentes des blockchains ouvertes (souvent appelées « publiques ») :

- (a) Il n'y a pas de difficulté de minage pour valider les blocs car l'absence de valeur intrinsèque de la monnaie, il n'y a aucune incitation offerte aux mineurs. Ces derniers sont donc des participants volontaires du réseau.
- (b) La sécurisation des données n'est pas procurée par le protocole de Preuve-de-travail (PoW), mais par l'accès restreint des membres autorisés.
- (c) Le nombre de nœuds du réseau est limité au nombre des acteurs autorisés.

Une distinction doit être faite entre les termes « ouverte » et « fermée » que nous privilégions et les termes « publique » et « privée » souvent utilisés. En effet, ces derniers expriment en réalité l'accessibilité à l'information contenue dans la blockchain (les transactions). S'il est vrai que les blockchains ouvertes étaient historiquement « publiques » dans la mesure où les transactions sont lisibles par tous, des blockchains plus récentes assurent la confidentialité des transactions. Elles sont ouvertes dans la mesure où elles tout le monde peut y participer et que personne ne les gouverne, mais « privées » car leurs transactions ne sont pas accessibles. Réciproquement, des blockchains fermées peuvent conserver la confidentialité des transactions (au moins vis-à-vis de l'extérieur qui ne participe pas au réseau), mais certaines, telle que la blockchain de traçabilité de la filière poulet de Carrefour, laissent volontairement l'information publique. Ce sont alors des blockchains fermées (propriétaires) mais publiques (information librement lisible par tous).



Les schémas 1 et 2 illustrent les différences entre une blockchain ouverte et une blockchain fermée. Le principe de sécurisation d'une blockchain ouverte repose sur un triptyque Blockchain – Valeur monétaire – Mineurs. En effet, le protocole de la blockchain garantit la valeur monétaire de la crypto-monnaie qu'elle sécurise, cette dernière permet d'inciter économiquement les mineurs pour que ces derniers participent à la sécurisation de la blockchain. Cela signifie donc que sans valeur financière de la crypto-monnaie, il ne peut y avoir de minage permettant de sécuriser les transactions. C'est ce principe qui permet à ce type de blockchain d'être ouverte à tous en assurant l'immutabilité des données enregistrées. L'inconvénient des blockchains ouvertes est leur coût d'utilisation puisqu'il est nécessaire de rémunérer les mineurs sécurisant le protocole. Elles sont également limitées en vitesse de transaction. Toutefois des solutions telles que le *Lightning Network* qui permet de réaliser des millions de transactions par secondes avec des coûts très réduits, apportent aujourd'hui des solutions à ces limitations.

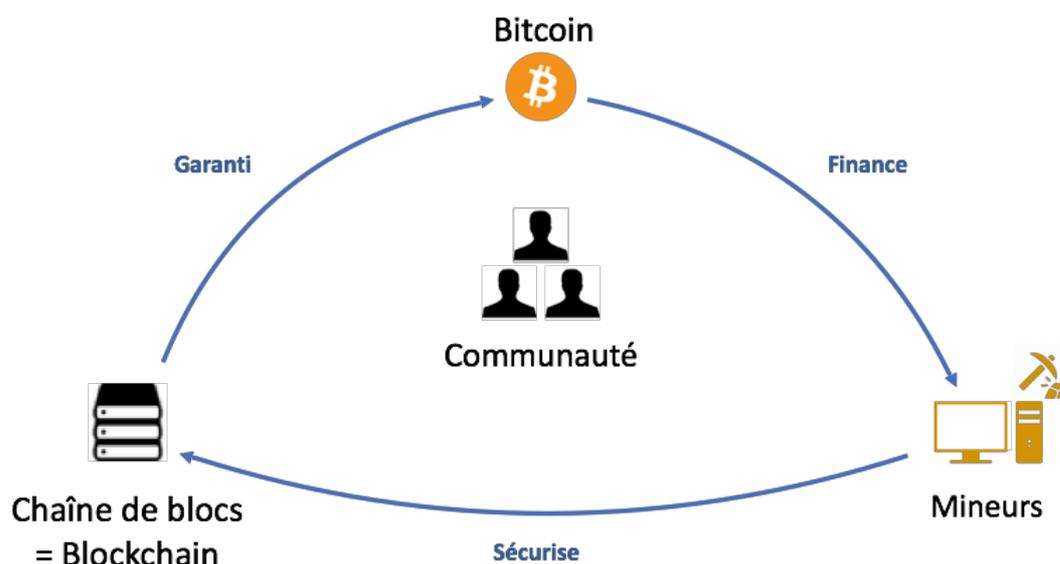
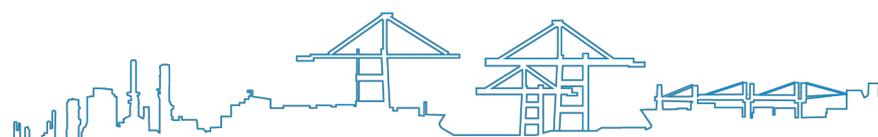


Schéma 1 : principe du triptyque de sécurisation d'une blockchain ouverte.



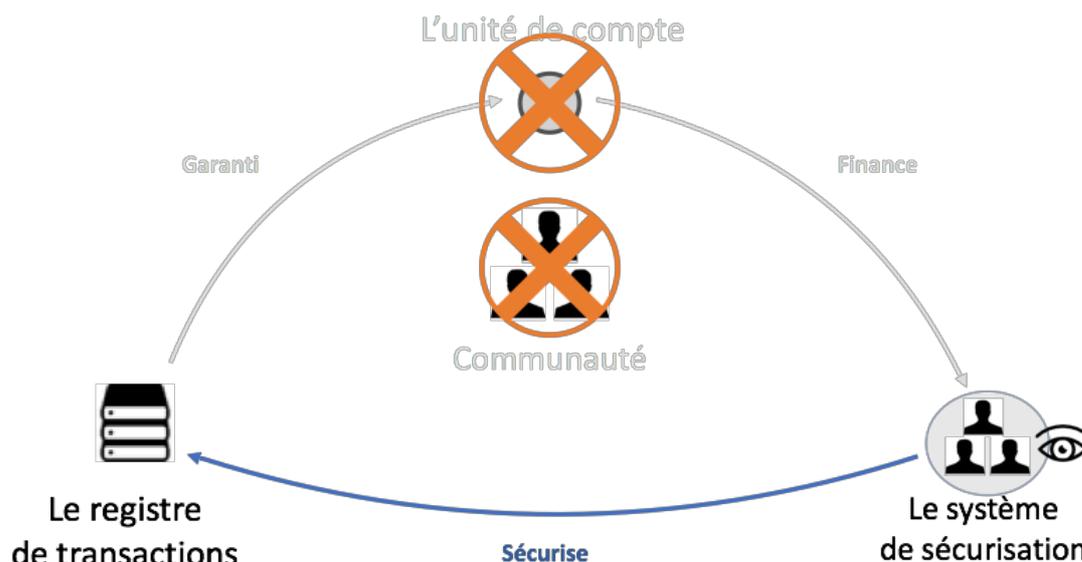


Schéma 2 : Principe de sécurisation d'une blockchain fermée.

Une blockchain fermée doit disposer d'un système de contrôle d'accès de ses membres suffisamment sécurisé pour éviter toute intrusion malintentionnée. Les avantages d'une blockchain fermée sont surtout liés à l'absence de frais de transaction, le coût de participation restant limité au coût matériel d'entretien d'un nœud du réseau, et au contrôle simplifié de la blockchain permettant d'effectuer des modifications du protocole d'origine voir même de revenir sur le contenu des blocs.

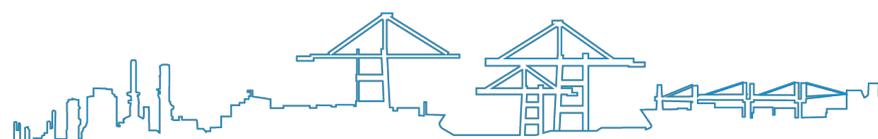
Par contre, l'immutabilité des données enregistrées n'est pas garantie dans la mesure où il suffit qu'une majorité qualifiée des participant (ou le gestionnaire de la blockchain dans certains cas) approuvent des modifications pour que celles-ci soient réalisées.

## 4-3) Propriétés des blockchains et usage dans le secteur de la supplychain

### 4-3-1) Utilisation des portefeuilles

En pratique, pour utiliser une blockchain, il convient de se munir d'un « portefeuille » (wallet) afin d'y stocker les crypto-monnaies que l'on détient. Cette conception est davantage une image qu'une réalité technique dans la mesure où les crypto-monnaies ne sont pas « stockées ». Les « portefeuilles » consistent en réalité en un ensemble de clés de chiffrement permettant de réaliser des transactions au profit d'un autre portefeuille et de fournir une adresse blockchain de réception de crypto-monnaie.

Pour créer une adresse de « dépôt » de crypto-monnaie, il suffit de définir une clé de chiffrement répondant à un certain format. Par exemple, sur Bitcoin, une clé privée comprend 51 caractères alphanumériques et commence par un 5. Cette clé privée permet de générer une adresse publique, l'équivalent d'un numéro de compte bancaire que l'on transmet pour recevoir un virement.



Le détenteur d'une clé privée peut prouver qu'il est bien propriétaire des sommes perçues sur son adresse publique. Il peut ainsi les transférer à son tour. Si la clé privée est dévoilée à un tiers, ce dernier pourra transférer l'intégralité des fonds, vers son propre portefeuille par exemple, et cette opération est irrémédiable. De la même façon, la perte de la clé privée entraîne la perte des fonds inscrits dans ce portefeuille.

### 4-3-2) Principe d'authentification ou de certification procuré par la blockchain

L'immutabilité des transactions d'une blockchain permet de les utiliser pour authentifier des données numériques.

Il n'est pas concevable d'utiliser une blockchain pour stocker des données que l'on souhaiterait rendre immuables. En effet, le principe d'enregistrement simultané de l'ensemble de la base des données de transaction sur tous les nœuds du réseau rend très coûteux le coût de stockage du kilo-octet sans que la duplication de l'enregistrement sur 10.000 serveurs soit pertinente.

Pour authentifier l'existence d'un document numérique et l'horodater, il suffit de calculer « l'empreinte cryptographique » (ou *hash cryptographique*) de ce document à l'aide d'une fonction de hachage. Ce type de fonction est un algorithme, une série d'opérations mathématiques, appliqué à un document numérique (image, pdf, vidéo, etc.) qui génère une suite de chiffres et de lettres qui caractérisent de façon unique le document en question.

Les propriétés d'une fonction de hachage cryptographique idéale sont les suivantes :

- le hash d'un document se calcule rapidement ;
- il est impossible, pour un hash donné, de reconstruire le document d'origine duquel il provient ;
- la modification d'un seul Bit du document changera radicalement la valeur de son hash ;
- il est théoriquement impossible de trouver deux documents différents qui auraient le même hash.

Par exemple, le résultat (hexadécimal) de la fonction de hachage cryptographique SHA-256 appliquée au Code des Transports en pdf<sup>1</sup> est :

« 26013b6cb5f96bb53b352a330c994172d5c5abdb541ef68796acde34258a95a9 »

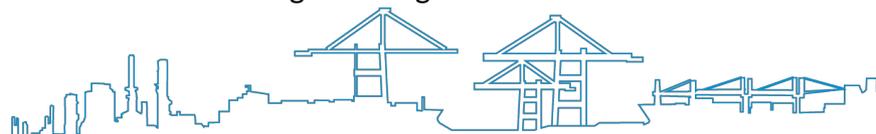
La même fonction appliquée au mot « transport » est :

« 6694ea8075001f6628da20f1afdafc74a763e2098bafc633b057534792db6aad »

Pour authentifier l'existence d'un document numérique et l'horodater, il suffit alors de calculer son Hash cryptographique et de l'inclure au sein d'une transaction sur une blockchain. Cette procédure présente plusieurs avantages :

---

<sup>1</sup> Version du 06 août 2018 téléchargée sur [legifrance.net](http://legifrance.net)



- la quantité de données enregistrée sur la blockchain est minimisée
- il est impossible de deviner la teneur du document
- l'existence de ce Hash prouve l'existence et l'intégrité du document
- l'enregistrement de ce Hash dans une transaction validée dans un bloc, horodate formellement ce document

L'utilisation d'une blockchain ouverte (publique) permet de procurer une valeur probatoire forte à cet horodatage dans la mesure où la visualisation du hash du document est accessible à tous et à la condition qu'il n'existe aucun organisme de contrôle de la blockchain utilisée (le principe des blockchain ouvertes).

### 4-3-3) Principe de transfert d'actifs réels authentifiés sur blockchain

Il est possible d'utiliser les propriétés évoquées précédemment pour tracer des flux d'actifs réels sur une chaîne logistique.

Une des façons de faire consiste à utiliser des « colored coins », c'est-à-dire une fraction d'unité de crypto-monnaie à laquelle on a attaché un attribut particulier (telle une couleur) la transformant ainsi en certificat représentant un autre actif. Celui qui possède ce « colored coin » est alors réputé posséder l'actif sous-jacent.

Soit un billet de 5€, numéroté et infalsifiable. Supposons qu'on le colorie en bleu afin de lui affecter la qualité de titre de propriété d'une part de fonds de placement. Sa valeur monétaire a moins d'importance que sa valeur de titre de propriété. Il est devenu un titre de propriété qui bénéficie des qualités de sécurité d'infalsifiabilité des billets de banques.

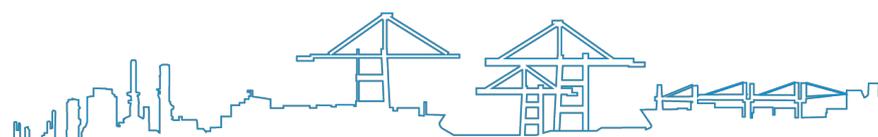
C'est le même principe qui prévaut dans l'utilisation des crypto-monnaies « colorées » à des fins de traçabilité. L'avantage de cette solution provient des propriétés intrinsèques aux crypto-monnaies, à savoir : la non fongibilité, la non reproductibilité et la facilité de transfert.

## 4-4) Les contraintes de la blockchain

Les blockchains ouvertes devant faire appel à un protocole de Preuve de Travail ont besoin de mineurs qui réalisent de nombreux calculs. Ces calculs nécessitent de l'énergie électrique. Une synthèse des différents modes de calculs a été réalisée par l'OPECST en date du 2 juin 2018. Les résultats des évaluations sont présentés dans le tableau qui suit.

### Synthèse des résultats de consommation énergétique obtenus selon trois méthodes de calcul

Méthode utilisée	Méthode économique	Méthode Bévand	Calcul minimal
------------------	--------------------	----------------	----------------



Consommation du bitcoin	30 à 100 TWh/an	env. 40 TWh/an	31 TWh/an
Consommation totale des blockchains publiques estimation basse (coef. 1,5)	45 à 150 TWh/an	60 TWh/an	<b>46,5 TWh/an</b>
Consommation totale des blockchains publiques estimation haute (coef. 2)	60 à 200 TWh/an	80 TWh/an	62 TWh/an
Production moyenne d'un réacteur nucléaire	7 TWh/an		

Source : OPECST, données au 2 juin 2018

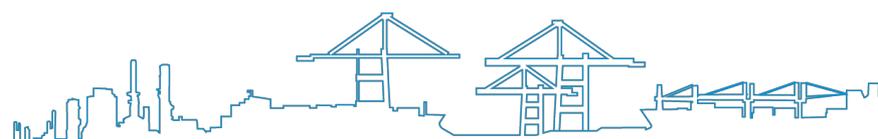
Il est utile de rapporter ces estimations à la consommation mondiale d'électricité qui se montait à 23 107 TWh en 2016, soit 0,2% pour 46,5 TWh.

Par comparaison, la consommation électrique de l'ensemble des 14 milliards d'ordinateurs, consoles de jeux, et assimilés représentait 616 TWh dans le monde en 2013 et la consommation des climatiseurs plus de 2000 TWh en 2016.

Il faut également comprendre que cette consommation électrique est nécessaire à la sécurisation du réseau quel que soit le nombre de transactions effectuées sur ce réseau. Ainsi, des solutions de scalabilité du réseau en surcouche, telles que « Lightning Network », qui permettent d'effectuer des milliers de transactions par seconde ne génère quasiment aucune augmentation de la consommation énergétique.

La recherche de minimisation des coûts de consommation énergétique des mineurs les conduit à rechercher à s'implanter là où existe une surproduction électrique à coût marginal faible. C'est-à-dire des lieux où les infrastructures de production énergétique sont disproportionnées par rapport aux besoins locaux actuels et pour lesquels la production supplémentaire à destination des fermes de minage n'entraîne pas la consommation d'énergie fossile coûteuse.

Enfin, si le protocole de Preuve de Travail de la blockchain nécessite un coût énergétique important, d'autres protocoles de consensus, comme la Preuve d'Enjeu (Proof-of-Stake) qui ne reposent pas sur la quantité de calculs à effectuer et sont par conséquent beaucoup moins énergivores, font actuellement l'objet de recherches intensives ou sont déjà appliqués.



## 5. L'INTERET DE L'INTERNET DES OBJETS (IDO) ET DE LA BLOCKCHAIN DANS LA PRODUCTION ET LE TRAITEMENT DES DONNEES

### 5-1) L'internet des Objets et ses usages

#### 5-1-1) Les réseaux de l'Internet des Objets

La révolution actuelle de l'Internet des Objets (IdO) ou *Internet-of-Things* (IoT) s'appuie en grande partie sur les solutions LPWAN (*Low Power Wide Area Network*, pour « réseau basse consommation & longue distance ») actuellement en plein essor mondial. De nombreuses sociétés travaillent en effet aujourd'hui à intensifier le déploiement de réseaux LPWAN ainsi qu'à l'interopérabilité des solutions IoT qui les utilisent. Ces réseaux présentent l'avantage d'améliorer sensiblement les durées de fonctionnement (liée aux batteries) et à la capacité de connectivité (liée à la puissance des émetteurs) des objets connectés.

Il existe 2 catégories de réseaux LPWAN :

- les réseaux non cellulaires (Sigfox, LoRa, Qowisio, Wize, Weightless-P,...) considérés comme des réseaux dédiés à l'IoT,
- les réseaux s'appuyant sur les réseaux cellulaires existants (LTE-M, NB-IoT).

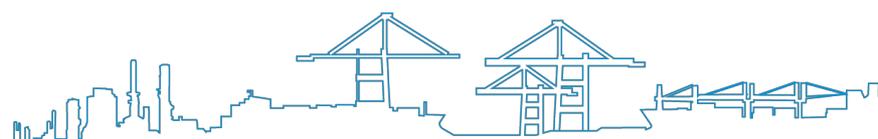
Concernant les réseaux non cellulaires, les deux principaux que l'on oppose habituellement sont Sigfox et LoRa :

Sigfox, start-up française, déploie un réseau qui lui est propre, avec un protocole propriétaire utilisant la technologie en bande étroite (UNB, pour *Ultra-Narrow Band*). Les principaux avantages de Sigfox sont :

- la garantie de compatibilité de son réseau avec les objets intégrant une puce Sigfox
- la facilité d'interopérabilité réseau entre chaque pays couvert (pas de roaming à gérer)

Ils permettent le déploiement simple et rapide de tout nouvel utilisateur, tout en lui offrant une bonne maîtrise de son réseau. Dans la catégorie des réseaux LPWAN dédiés, Sigfox dispose actuellement d'une légère avance quant au déploiement mondial de son réseau. L'opérateur Altice (SFR) a signé un partenariat avec Sigfox pour le déploiement et la promotion de l'utilisation de ce réseau.

LoRa (pour LoRaWan) s'appuie sur la technologie de modulation LoRa. Fondée par la start-up française *Cycleo*, puis racheté par la société américaine *Semtech*, la *LoRa Alliance* regroupe de nombreux opérateurs dont l'objectif est de promouvoir les réseaux compatibles. En France, *Bouygues Télécom* notamment a lancé le développement de son réseau LoRa à travers sa filiale *Objenious*. *Orange Business Services*, intégrateur du groupe *Orange*, a également commencé à développer un



réseau Lora en 2017 sous l'offre *Datavenue*, puis en proposant une solution sous forme de plate-forme logicielle dans le cloud, du nom d'*IoT Connect Anywhere*, ayant pour objet de permettre aux entreprises de déployer leur propre réseau LoRa privé sur site. Aujourd'hui, il investit également dans la technologie cellulaire LTE-M en complément de LoRa.

Sur le plan technique, LoRa se distingue par une vitesse de transmission plus élevée que Sigfox (de 300 bits/s à 100 kbit/s), une communication bidirectionnelle (alors que les premiers déploiements de Sigfox étaient unidirectionnels) et des messages pesant jusqu'à 240 octets. A noter que LoRa recourt à une technologie radio dite "à étalement de spectre", par opposition à la technologie en bande étroite (UNB) de Sigfox, tout en utilisant la même bande de fréquence (868 MHz) qui ne nécessite pas de licence.

La seconde principale différence entre Lora et Sigfox tient à la stratégie d'ouverture du réseau. Ainsi, LoRa est ouvert à tous les membres de l'alliance, c'est-à-dire qu'un objet pouvant se connecter sur un réseau LoRa pourra techniquement se raccorder à un autre réseau LoRa (changement d'un opérateur à un autre pour raisons commerciales, ou accords de roaming en profitant d'acteurs membres de l'alliance). Tandis qu'un acteur IoT ayant un parc compatible uniquement avec Sigfox restera dépendant du déploiement de réseau Sigfox.

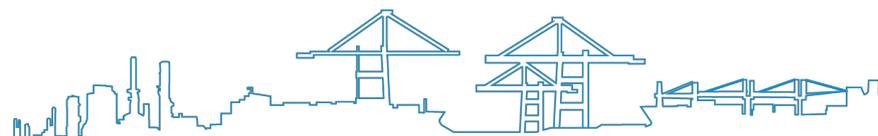
Concernant les réseaux cellulaires, les normes sont édictées par le groupement 3GPP afin d'assurer la compatibilité et l'interopérabilité entre réseaux. L'objectif est d'établir un standard mondial reconnu pour inciter les fabricants d'objets à l'adopter. Portés par des fréquences dédiées et licenciées (donc non encombrées), ces réseaux sont censés assurer une garantie de transport des données.

On notera deux protocoles :

- **LTE-M**, imaginé pour être la solution M2M dérivée du LTE, est une évolution très court terme permettant, en supprimant ce qui n'est pas utile à l'IoT, de créer un protocole 4 fois moins énergivore qu'un réseau cellulaire classique, mais qui conserve des débits importants allant jusqu'à 1Mb/sec (voire 10Mb/s pour certaines version) contre quelques dizaines de kb/s pour LoRa. LTE-M reste par contre 4 fois plus énergivore qu'un réseau LoRa.

- **NB-IoT**, pour Narrow Band IoT, a été pensé dès le départ comme un vrai protocole LPWAN se rapprochant beaucoup plus des protocoles Lora ou Sigfox en termes d'autonomie. Actuellement en cours de standardisation 3GPP, ce dernier permet d'utiliser une partie étroite de la bande de fréquence dédiée au LTE, en n'utilisant qu'une partie d'une bande de fréquence allouée à une connexion mobile classique, pour un débit limité mais suffisant dans le cadre de l'IoT. Ne nécessitant qu'une mise à jour logicielle des antennes déjà déployées pour la 4G, son déploiement en est grandement simplifié.

## 5-1-2) Les usages des objets connectés dans le secteur de la logistique



Le principal intérêt de l'Internet des Objets (IdO ou IoT) est qu'il procure une source de données immédiatement accessible aux employés de la chaîne logistique. Ces données contribuent à une plus grande efficacité dans l'utilisation des installations au sein d'un entrepôt. Par exemple, des balises RFID permettent aux opérateurs d'obtenir une visibilité en temps réel des flux suivis par les marchandises. Par conséquent, la traçabilité obtenue concourt à éviter les pertes et limiter les tentatives de vols puisque la zone de disparition des produits est mieux identifiée.

La possibilité de détecter à distance les références d'un produit sans avoir besoin de scanner un code barre accroît la vitesse d'exécution et tend à limiter les erreurs de manipulation. Ainsi les inventaires sont effectués de manière beaucoup plus efficace, moins coûteuse, plus rapide tout en améliorant la fiabilité des résultats. En outre, ces inventaires peuvent être réalisés sans devoir interrompre les activités habituelles.

Ainsi, par exemple, le groupe Michelin suit désormais les flux de ses conteneurs maritimes en temps réel en s'appuyant sur la technologie radio d'internet des objets. Michelin apparaît comme la première entreprise à adopter cette solution, qui a été mise en place par Sigfox, spécialiste des services IoT, en association avec Argon Consulting, cabinet de conseil expert en logistique.

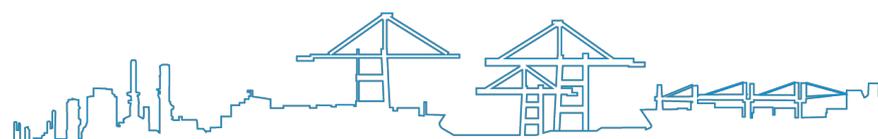
Techniquement, le dispositif se présente sous la forme d'une boîte placée au sein du conteneur, elle comprend un accéléromètre, un détecteur de lumière, un géo-localisateur, un capteur d'humidité, ainsi que la connectivité. Cette dernière reconnaît et s'adapte automatiquement aux standards locaux de fréquence radio.

La société peut ainsi suivre ses expéditions dans le monde entier puisque le dispositif est censé reconnaître et s'adapter automatiquement aux standards locaux de fréquence radio (sur laquelle reposent les communications longue portée bas débit de l'IoT).

D'autres fonctionnalités sont en cours de développement comme le suivi de la température dans les conteneurs, la détection des manipulations et de l'ouverture des conteneurs ou encore de geofencing.

Ils ne sont pas les seuls à proposer ce type de produit. Les trackeurs de Newsteo ou ceux de Biotraq sont truffés de capteurs et vont permettre de vérifier que certaines marchandises sensibles, comme celles de l'agro-alimentaire, ont été transportées avec précaution, en deçà des températures requises et sous un taux d'hygrométrie particulier.

Ainsi, les objets connectés vont collecter diverses données. Celles-ci peuvent par exemple servir de preuve de livraison, de bonne manipulation ou de bonnes conditions de conservation d'un produit.



## 5-2) L'utilité de la blockchain dans la sécurisation des données issues des IoT et des messages EDI

Les informations récoltées et transmises par l'IoT ou l'EDI peuvent faire l'objet d'actes malveillants qui les modifieraient en cours de route.

Un protocole blockchain peut contribuer à limiter ces attaques au cours de la transmission. Il suffirait par exemple que le hash de toute information générée à la source soit calculé et transmis sur une blockchain. Toute modification de l'information entraînerait un changement du hash en question et une simple vérification par le destinataire du message suffirait à révéler la fraude. Il est également possible de regrouper les hash pour limiter les appels à la blockchain.

Cette façon de procéder impose de sécuriser la clé privée d'émission de hash sur une blockchain au sein des IoT, mais permet, en attribuant une adresse unique à chaque objet connecté, de s'assurer qu'il est bien l'expéditeur des données.

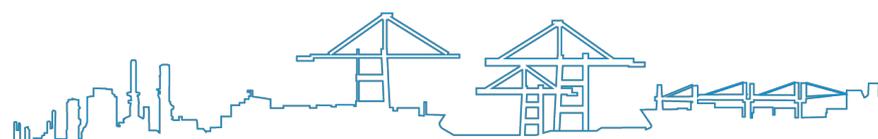
La blockchain offre ainsi une sécurisation à la fois contre le risque de corruption des données et contre le risque d'usurpation de l'émetteur des données. Pour cet usage, il faut juste s'assurer que la blockchain utilisée soit suffisamment solide pour garantir l'immutabilité des données

Il est important de souligner que la blockchain sécurise les informations issues des objets connectés, mais ne vérifie pas que ces informations soient justes. Pour prendre un exemple concret, si un transporteur place le tracker de température en zone réfrigérée, mais pas la totalité de la marchandise qu'il est censé surveiller. Les données du tracker seront justes, mais la marchandise n'aura pas été soumise aux mêmes conditions. La blockchain ne peut sécuriser que les flux de données, mais ne peut rien contre les possibilités de fraudes physiques.

Illustrons ces explications par un cas pratique : imaginons que l'on transporte une marchandise fragile, qui doit être stockée à moins de 5 degrés et ne pas être exposée à des chocs importants dans un conteneur. Ce dernier est accompagné d'une documentation papier importante, rassemblée dans un classeur et servant notamment aux assurances dont les procédures sont longues et coûteuses en cas de sinistre.

Lorsque l'on constate une détérioration du produit à l'arrivée, une enquête complexe doit être faite afin de déterminer les responsabilités tout au long de la chaîne logistique et le remboursement aura lieu des mois plus tard. Des senseurs (localisation, température, chocs), insérés dans le conteneur, permettraient d'être alerté aussitôt la température de transport contractuelle dépassée et d'activer une clause d'assurance entièrement automatisée à l'aide d'un smart contract qui générerait le remboursement de la cargaison et la possibilité de passer une nouvelle commande avant même que la marchandise n'ait atteint son port de destination.

Couplée aux IoT, la blockchain contribuera donc à simplifier les processus administratifs et supprimer les intermédiaires en permettant à des inconnus d'effectuer



des transactions sans passer par un tiers garant et par de nombreux mécanismes de contrôle.

Ainsi, la blockchain va permettre d'apporter de la confiance au système (les données émises par des capteurs communiquant directement avec la blockchain ne peuvent plus être modifiées a posteriori), mais également de mettre à disposition les mécanismes nécessaires à l'exécution de *smart contracts* (transfert de valeur, de propriété, etc.).

### 5-3) L'évolution des utilisations du Big Data et de l'IA due à la blockchain

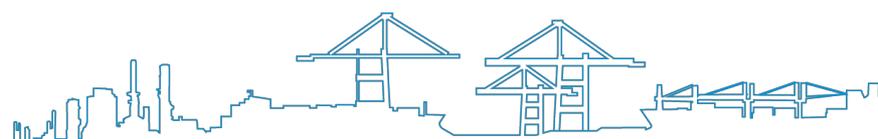
Le paragraphe précédent a exposé en quoi la blockchain contribue à authentifier l'information fournie par les IoT et permet la sécurisation des échanges de données entre les IoT.

La blockchain permet également une interaction beaucoup plus forte entre les IoT en autorisant le transfert de valeur. Par exemple, il est possible d'imaginer une voiture autonome venant se connecter par elle-même à une borne de recharge et la rémunérant automatiquement pour l'électricité consommée à l'aide de crypto-monnaie.

Concernant l'échange de données numériques, le concept de smart-contracts promet des avancées importantes en permettant notamment la valorisation de données jusqu'à présent non exploitées. En plus de l'authentification de ces données, des smart-contracts offrirait à tout utilisateur de pouvoir mettre à disposition des données pour leur exploitation, sans pour autant donner la possibilité de les recopier et les conserver.

En effet, dans le fonctionnement actuel de la technologie, une organisation (Google, Facebook,...) collecte les données, les conserve et les soumet à ses systèmes d'analyse pour obtenir un résultat particulier. Dès lors que les données ont été collectées, elles sont détenues par cette organisation qui peut en faire ce qu'elle en veut ou, dans le pire des cas, des tiers peuvent également accéder à ces informations faute d'une protection suffisante. La confiance que les utilisateurs allouent à cette organisation est donc primordiale. Toutefois, comme le principe de confiance ne suffit pas, il a été nécessaire de réglementer ce domaine. Mais si la réglementation prévoit des sanctions en cas de faute, elle ne peut garantir formellement que les organisations la respecteront ou ne tenteront pas de s'en affranchir en profitant de pays plus laxistes.

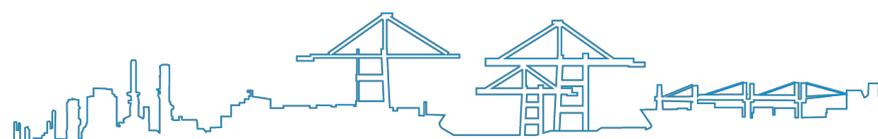
L'utilisation de smart-contracts résout ce risque. En effet, ces programmes autonomes, enregistrés sur une blockchain, sont immuables et peuvent être audités afin de s'assurer qu'ils font bien ce qu'ils sont censés faire et pas autre chose. Notamment, le fait qu'ils n'utilisent les données qu'un utilisateur met à leur disposition que dans le seul but de calculer un résultat qui est anonymisé avant d'être collecté. Ainsi, seul le résultat est collecté, et non les données sources qui demeurent la propriété pleine et



entière de l'utilisateur. La blockchain garantit ce traitement des données bien plus fortement qu'une réglementation et un risque de sanctions. De plus, si ce résultat présente une valeur marchande, cela signifie que les données qui en constitue la matière première sont elles aussi valorisables. Les blockchains, ou les surcouches de paiement sur blockchain tels que le réseau Lightning-Network, sont le type de technologie la plus adaptée au micro-paiement en cas de mise à disposition de données.

Supposons, par exemple, qu'un système collecte les horaires et les lieux de travail ou de rendez-vous d'un individu. Ces informations permettent d'anticiper ses besoins de déplacements, mais cela nécessite aujourd'hui qu'une organisation, telle que Google par exemple, collecte ces données. En croisant les données de milliers d'utilisateurs, Google sait alors quelles seront les difficultés de circulation, quels itinéraires alternatifs emprunter et, dans l'avenir, quelle quantité de véhicules de transports en commun autonomes déployer à chaque instant avec leurs itinéraires optimisés. Mais sachant qui fait quoi, qui rencontre qui, Google peut également proposer ces informations à des agences de recrutement, d'études de marché, de services commerciaux, d'analyse financière, etc. L'information, pourtant confidentielle, de rencontres répétées entre deux dirigeants de sociétés cotées peut permettre d'anticiper un rapprochement et un gain substantiel si des positions boursières sont prises avant que le marché n'en ait connaissance. Cette information a donc une grande valeur pour des fonds d'investissement.

Imaginons à présent qu'un smart-contract propose à ses utilisateurs d'accéder aux données de leur agenda afin d'anticiper leurs déplacements. Ce smart-contract utiliserait ces données pour en extraire un résultat consistant en un agrégat de flux de personnes d'une zone à une autre sans qu'il soit possible, à partir du moment où il y a plusieurs individus, de retracer le parcours complet d'un individu. Par exemple, un individu va d'un point A à un point J en passant par le point C et le point F, le programme distinguera les flux A-C, C-F et F-J et les mélangera avec d'autres individus dont les flux seraient B-C, C-E, E-F et F-G, etc. Il ne serait alors plus possible de savoir quel parcours complet réalise l'individu ayant fait A-C au départ. Ces résultats pourraient donc ensuite être analysés dans le même système que celui de Google pour aboutir aux mêmes anticipations de conditions de circulation et de besoins d'offre de transport. Dans cet exemple, les données de l'agenda seraient « utilisées » par un smart-contract, c'est-à-dire un programme autonome immuable dont un audit préalable a prouvé qu'il accède aux données pour réaliser des calculs sans les conserver et que les résultats qu'il produit ne permettent pas d'identifier l'utilisateur initial. Enfin, la mise à disposition des données d'un utilisateur pourrait lui permettre d'être récompensée (rémunérée) en Tokens (jetons d'une blockchain). Ces tokens lui permettant par la suite d'acheter les services procurés par les résultats du smart-contract, à savoir une proposition d'itinéraire alternatif ou une offre de transport adaptée à ses horaires.



## 6. LES PRATIQUES A VENIR DANS L'UTILISATION DES ECHANGES DE DONNEES INFORMATIQUES AU SECTEUR DE LA LOGISTIQUE ET DU TRANSPORT

### 6-1) Le développement de préconisations automatisées d'optimisation des flux

Il a ainsi été démontré dans la partie précédente que les smart-contracts sur blockchain peuvent être utilisés par des systèmes d'intelligence artificielle afin d'acquiescer des données et de vendre leur service en pleine autonomie. Mais pas seulement : les smart-contracts permettent également à ces systèmes d'IA de payer eux-mêmes leur hébergement sur des serveurs distribués<sup>2</sup>. Enfin, les smart-contracts permettent aux Intelligences Artificielles de collaborer entre elles et d'échanger de la valeur et de l'information.

Illustrons ceci dans le domaine du transport :

Des données sont générées par les chargeurs et les transporteurs, en provenance d'applications de transaction, via des API ou directement sur une blockchain, que ce soit d'IoT de géolocalisation, ou d'EDI, etc. Par exemple, un entrepôt a référencé toutes les livraisons que doivent venir prendre en charge les transporteurs pour alimenter des commerçants d'une région. Or d'autres chargeurs ont également des marchandises à livrer à ces mêmes commerçants.

Si l'on souhaite optimiser les flux, il faudrait que toutes ces données soient transmises à une organisation centralisatrice qui utiliserait son propre algorithme pour proposer une solution optimale.

A présent, imaginons que toutes ces données soient transmises sur des serveurs de stockage en cloud, chiffrées et inutilisables en l'état mais authentifiées par un protocole blockchain.

Des smart-contracts sur une blockchain ouverte permettent d'utiliser ces données, et rémunèrent les fournisseurs de ces données ainsi que les serveurs de stockage.

Un algorithme d'intelligence artificielle utilise ces smart-contracts pour accéder aux données de transport, développe sa capacité à comprendre les flux et vend, via un smart-contract, ses préconisations d'optimisation des flux et chargements.

Les revenus générés lui permettent de financer son hébergement sur des serveurs.

Cette IA peut également interagir avec une autre IA spécialisée par exemple sur les difficultés de circulation ou les prévisions météo pour acquiescer davantage de données et améliorer ses résultats.

---

<sup>2</sup> Des smart-contracts organisent actuellement des réseaux distribués et autonomes de stockage de données (projet SIA) et de serveurs de calculs (Projet iExec) dont les utilisateurs rémunèrent les fournisseurs en crypto-monnaie.



Enfin, le potentiel d'innovation des smart-contracts de blockchain permet d'envisager le développement de l'internet physique.

« L'internet physique est un système logistique global tirant profit de l'interconnexion des réseaux d'approvisionnement par un ensemble standardisé de protocoles de collaboration, de conteneurs modulaires et d'interfaces intelligentes pour une efficacité et une durabilité accrues. »<sup>3</sup>

L'objectif de l'internet physique est d'optimiser les coûts grâce à une analyse des flux. Reposant sur la mutualisation et l'interconnexion entre les chargeurs, cette analyse permet d'augmenter sensiblement le taux de remplissage des camions et de réduire les kilomètres parcourus à vide et les temps d'attente.

Toutefois la contrainte de mutualisation des données constitue l'obstacle principal à la diffusion de cette révolution du monde du transport. En organisant, structurant et fluidifiant les échanges de données grâce aux smart-contracts comme cela a été expliqué précédemment, cet obstacle pourrait enfin être levé.

## 6-2) L'intérêt de la valeur probatoire procurée par le protocole blockchain

L'une des problématiques majeures de la logistique est liée à la preuve de livraison. La traçabilité d'une marchandise ne peut être réalisée sans l'assurance que la marchandise a bien transité par les différentes étapes planifiées.

La lettre de voiture, seul document légal et obligatoire permettant d'établir la preuve de transport, présente néanmoins certains défauts. Le principal de ces derniers est la nécessité d'obtenir une signature validant, par exemple, la bonne livraison au bon destinataire. Pourtant, rien ne permet au transporteur de vérifier que la signature est exacte, ni que le signataire est bien habilité à signer. Nombre de documents comportent ainsi des signatures non conformes ou des références illisibles

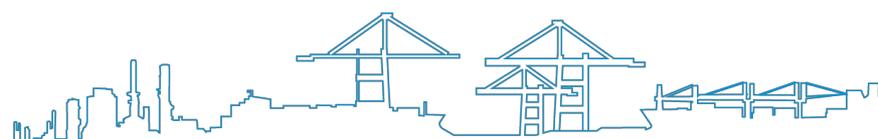
Le protocole de clé privée liée à une adresse publique de la blockchain offre une solution innovante à cette problématique d'apport de preuve. En effet, chaque détenteur de « portefeuille » blockchain, défini par une adresse publique, est identifié par cette même adresse. Pour pouvoir utiliser cette adresse (ce portefeuille), il doit disposer de la clé privée qui a généré cette adresse publique.

Par conséquent, si le détenteur du couple clé privé / adresse publique est identifié au sein de la chaîne logistique, l'utilisation de son portefeuille vaut signature dans la mesure où il est le seul à disposer de la clé privée.

Les enregistrements de l'utilisation de son portefeuille sur la blockchain pourront, le cas échéant, servir de preuve d'une transaction correspondant, par exemple, à une livraison ou une réception. Toutefois cette « preuve » est en réalité une valeur

---

<sup>3</sup> Eric Ballot



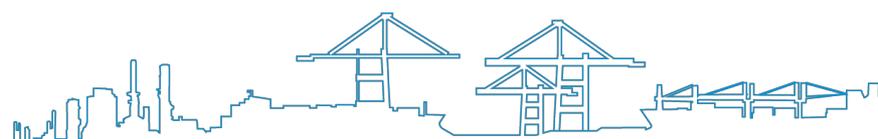
probatoire et non une « preuve légale » dans la mesure où elle n'est pas reconnue comme telle juridiquement. Cela signifie qu'en cas de litige, un juge reconnaîtra sans difficulté cette transaction sur la blockchain comme recevable pour juger de la réalité de l'opération, même si elle ne fait pas l'objet d'un constat d'huissier.

La Banque centrale européenne a créé un groupe de travail sur les blockchains en août 2016 et a lancé une initiative de recherche conjointe avec la Banque du Japon. La France a adopté deux projets de loi reconnaissant la technologie Blockchain en 2016 et 2017. Ces lois sont liées à l'utilisation de la Blockchain comme moyen d'enregistrer efficacement des titres financiers et d'améliorer leur authentification de propriété. La première étape a été l'adoption de la loi du 6 août 2015 (également dénommée "loi Macron 2") qui habilite le gouvernement français à autoriser par ordonnance l'utilisation de la technologie blockchain pour l'émission et l'enregistrement d'un nouveau type de titres de créance : les "mini-bonds". Cette règle prévoyait que l'émission et le transfert de "minibonds" pouvaient être enregistrés dans une technologie d'enregistrement blockchain et que l'enregistrement d'un transfert de "mini-bond" par cette technologie constitue un contrat légal écrit en droit français. La reconnaissance juridique française de la technologie Blockchain a franchi une nouvelle étape après l'adoption de la loi "Sapin 2" en décembre 2016. Dans la loi Pacte, qui devrait être votée en décembre 2018, de nouvelles clarifications concernant notamment l'utilisation de la blockchain comme preuve sont attendues. Il s'agit d'avoir un droit opposable à ce qui est écrit dans la blockchain ainsi que de préciser les questions relatives à la propriété.

On observe, aux Etats-Unis, une tendance à la reconnaissance juridique de la technologie Blockchain qui devrait se poursuivre dans plusieurs Etats (Arizona, Nevada, Delaware). En juin 2018, le tribunal Internet de Hangzhou en Chine a décidé que l'utilisation de la technologie de la blockchain pour le dépôt de preuves peut être légalement admis au cas par cas. Mais en septembre 2018, la Cour Populaire Suprême de Chine a étendu cette directive à l'ensemble du pays, considérant que la blockchain peut désormais être légalement utilisée pour authentifier les preuves dans les litiges juridiques.

### 6-3) La simplification de la traçabilité par l'authentification du transfert de responsabilité

L'utilisation des IoT, tels que des GNSS, dans le tracking des marchandises permet de savoir où elles se trouvent. Et en fonction du lieu où elles sont, on peut en déduire qui les détient et à quelle date elles pourront être livrées.



Mais le plus efficace est de savoir directement qui les détient, c'est-à-dire qui les a pris en charge et en est responsable. En effet, le traceur de géolocalisation peut être détaché de la marchandise et cette dernière n'est alors plus suivie.

Le tracking de la responsabilité de la prise en charge d'une marchandise a plus de sens que de savoir où elle se trouve. Or ce tracking de responsabilité peut justement se faire, sans IoT, grâce à la blockchain. Il suffit pour cela de générer sur une blockchain publique, un token ou un colored coin représentant une marchandise (ou un lot). Ce dernier est alors transféré à chaque fois que la marchandise change de main.

Il suffit pour cela que chaque acteur d'une chaîne logistique dispose d'un portefeuille blockchain pour accepter le token de prise en charge de la marchandise. Par exemple, lorsqu'un chargeur confie une marchandise à un transporteur, il lui transfère le token correspondant. Le transporteur l'accepte et cette acceptation vaut signature de prise en charge. Dès lors, les acteurs de la chaîne logistiques savent qui a pris en charge la marchandise et l'objectif du transporteur est de se défaire de son token de responsabilité auprès du destinataire. La transmission du token à ce dernier établira la preuve de livraison.

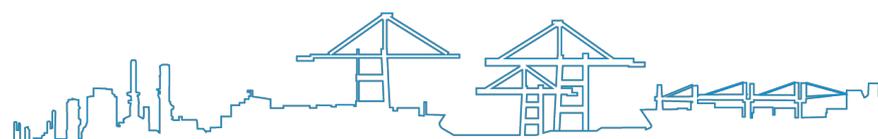
Cette solution, développée par Ownest, est par exemple utilisée par Carrefour pour tracer ses Rolls en Ile-de-France. En effet, les rolls partent des entrepôts de Carrefour pleins de marchandises, à destination des différents magasins. Dans le même temps, les transporteurs doivent récupérer les rolls vides et les retourner aux entrepôts. Mais, ils sont parfois stockés en magasin ou chez le transporteur, retournés dans un autre entrepôt que celui de départ, ou plus simplement perdus ou volés. Les pertes, vols ou rétentions occasionnent, outre leur coût de remplacement, des goulets d'étranglement empêchant la préparation des livraisons, faute de rolls disponibles.

Grâce au suivi de la responsabilité de prise en charge, Carrefour sait en temps réel qui détient quelle quantité de rolls et repère les rétentions. Les pertes et vols sont fortement réduits car les acteurs sont individuellement responsabilisés sur les quantités qu'ils reçoivent et transmettent. Les erreurs sont donc très limitées.

Il est à noter que ce type de solution, entièrement numérique, ne nécessite pas la mise en place d'infrastructure matérielle coûteuse. Les téléphones portables des acteurs sur le terrain suffisent à faire fonctionner une application dédiée.

En outre l'utilisation d'une blockchain ouverte permet de délivrer une valeur probatoire de l'acceptation de la prise en charge d'une marchandise sans avoir besoin de faire appel à un tiers de confiance. Par exemple, la société proposant cette solution ne collecte pas les données liées aux transferts de responsabilité et n'a pas le rôle de tiers de confiance. Ce ne sont pas non plus les systèmes d'informations de Carrefour qui prouvent l'effectivité de la transaction, car en tant que juge et partie, cette « preuve » de Carrefour n'aurait aucune valeur.

Ainsi, la blockchain, apporte des solutions qui simplifient et rendent plus efficaces les échanges des réseaux logistiques et contribue à replacer la responsabilité, et la confiance qui en découle, au cœur de son bon fonctionnement.



## GLOSSAIRE

### **Blockchain fermée**

Base de données d'enregistrements de transactions gouvernée par une entité (une entreprise ou un groupe d'utilisateurs), dont l'accès est réservé à un nombre limité de participants identifiés. La sécurisation est assurée par le contrôle d'accès à la base de données et ne nécessite donc pas l'utilisation d'une cryptomonnaie pour rémunérer des mineurs validant les transactions.

### **Blockchain ouverte**

Base de données d'enregistrements de transactions, non gouvernée, ouverte à tout participant et sécurisée par un protocole d'incitation économique (de type proof-of-work ou proof-of-stake) dans lequel des « mineurs » indépendants valident les blocs de transactions.

### **Geofencing**

Géorepérage, fonction d'un logiciel de géolocalisation qui permet de surveiller à distance la position et le déplacement d'un objet et de prendre des mesures, telles qu'émettre une alerte, si la position ou le déplacement s'écarte de certaines valeurs fixées d'avance.

### **GNSS**

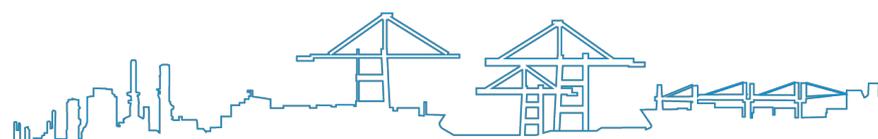
Global Navigation Satellite System, système global de positionnement par satellite, incluant les systèmes GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU.

### **Hachage cryptographique (fonction de)**

Fonction mathématique calculant, pour toute valeur numérique entrée, une valeur numérique de taille unique, imprévisible (il est impossible de prévoir le résultat obtenu en cas de modification de la valeur entrée) et déterministe (la même valeur entrée aboutira toujours au même résultat).

### **Hash cryptographique**

Empreinte cryptographique. Résultat d'une fonction de hachage cryptographique présentant trois caractéristiques : taille unique,



imprévisible (il est impossible de prévoir le résultat obtenu en cas de modification de la valeur entrée) et déterministe (la même valeur entrée aboutira toujours au même résultat).

## **IA ou AI**

Intelligence Artificielle

## **IdO / IoT**

Internet des Objets / Internet of Things

## **LPWAN**

Low Power Wide Area Network, pour réseau basse consommation & longue distance (réseau d'IoT)

## **Mineur**

Individu ou entreprise, indépendant, non identifié, tentant de calculer le hash d'un bloc de transaction correspondant à une contrainte particulière afin de toucher une récompense en « validant » ce bloc et toutes les transactions qu'il contient.

## **Nœud du réseau**

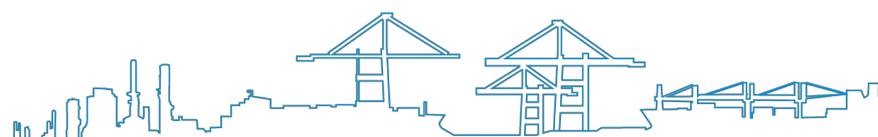
Un nœud d'un réseau blockchain est une instance logicielle connectée au réseau au travers d'autres nœuds. Un nœud peut envoyer au réseau de nouvelles transactions, relayer les transactions qui transitent et miner les blocs.

## **Pair-à-pair** (peer-to-peer, « P2P »)

Modèle de réseau informatique où chaque entité (« nœud ») du réseau est à la fois client et serveur contrairement au modèle client-serveur.

## **PoW** (Proof-of-Work)

Preuve de travail. Protocole de validation de bloc de transaction par calcul de hash cryptographique sous condition de résultat.



**Smart-contract**

Programme autonome qui, une fois démarré, exécute automatiquement des conditions définies au préalable et inscrites dans la blockchain. L'avantage de mettre en place un smart-contract dans une blockchain réside dans la garantie que les termes du contrat ne pourront pas être modifiés.

**Token** (Jeton)

Actif numérique émis et échangeable sur une blockchain. Créé par un smart contract. Il possède les caractéristiques d'une cryptomonnaie, mais peut représenter un droit d'usage d'un produit ou service.

**UNB** (Ultra-Narrow Band)

Technologie en bande étroite utilisé par Sigfox (réseau d'IoT)

