

SESSION 2024

**AGRÉGATION
CONCOURS EXTERNE**

Section
ÉCONOMIE ET GESTION
Option
SYSTÈME D'INFORMATION

Étude de cas sur la gestion des entreprises et des organisations

Cette épreuve consiste en l'étude d'une situation pratique relative au domaine de l'option choisie par le candidat.

Durée : 5 heures

Lexique SQL autorisé.

L'usage de tout autre ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

Tournez la page S.V.P.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie. Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EAE	8031A	103	7050

CONCOURS DE L'AGRÉGATION EXTERNE

ÉCONOMIE ET GESTION

SESSION 2024

Étude de cas sur la gestion des entreprises et des organisations

Option : Système d'information

CAS TRANSCO

Un acteur européen de la logistique	2
La mutation du système d'information	3
Dossier 1 - La dimension stratégique du système d'information	6
Dossier 2 - Le projet PIIoT	7
Dossier 3 - Les applications liées aux nouveaux projets	8
Annexe 1 - Extrait d'interview du vice-président exécutif IT chez TransCo	10
Annexe 2 - De multiples initiatives numériques	11
Annexe 3 - Les cinq étapes d'une expédition de marchandises	13
Annexe 4 - Les palettes intelligentes (PI) par IoT (PIIoT)	14
Annexe 5 - Les protocoles utiles à l'IoT	16
Annexe 6 - La réservation en ligne de camions via une place de marché	19
Annexe 7 - Extrait du schéma relationnel du projet de réservation en ligne de camions	20

Lexique SQL autorisé. L'usage de tout autre ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela le (la) conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il lui est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

Le (la) candidat(e) est invité(e) à définir les principaux concepts mobilisés dans ses réponses.

CAS TRANSCO

Un acteur européen de la logistique

Une longue histoire en logistique industrielle

La société TransCo est l'un des grands acteurs mondiaux dans le secteur des solutions de *supply chain* multimodales. En Europe, elle occupe une position dominante dans le domaine de la logistique automobile, qui est son domaine d'activité initial depuis plus de 70 ans. Aujourd'hui, l'entreprise compte près de 15 000 collaborateurs et possède des filiales présentes dans 47 pays formant un réseau mondial intégré et 300 agences commerciales réparties à travers le monde. En 2022, l'entreprise réalise un chiffre d'affaires d'environ 5 milliards d'euros.

TransCo se présente comme une société spécialisée dans les *supply chains* complexes. Ses clients sont des professionnels, demandeurs de prestations sur mesure, à qui elle offre des solutions de transport multimodal : rail, maritime, routier et aérien. Elle commercialise des prestations de transport à des clients de tous secteurs : aéronautique, industrie, agroalimentaire, santé, beauté, mode et équipements hors gabarit. Elle reste néanmoins le *leader* européen dans le secteur automobile : chaque année, elle transporte en effet plus de 5 millions de véhicules.

Un secteur concurrentiel

Le secteur de la logistique est fortement internationalisé et les concurrents sont nombreux. S'ajoutent à cet environnement compétitif les exigences des clients qui sont de plus en plus élevées. La contrainte économique est très présente et toute évolution de l'offre de prestations doit répondre à une équation complexe.

Traditionnellement, le métier de transporteur était décrit comme une activité qui fonctionnait grâce aux bordereaux ainsi qu'aux tampons et où le déroulement des prestations pouvait être soumis à des aléas fréquents. Progressivement, sous la pression de la concurrence et des exigences des clients, les offres ont intégré une plus grande traçabilité quant au statut des marchandises, jusqu'à atteindre le temps réel. Parallèlement, la qualité des prestations de livraison s'est accrue. Par exemple, les plages horaires prévues pour les livraisons sont désormais plus réduites, facilitant ainsi les opérations de chargement et déchargement des marchandises.

La mutation du système d'information

Au fil des années, TransCo a abandonné peu à peu l'utilisation de formulaires papier et de carnets de factures pour adopter un système d'information numérique. Cette transition a été réalisée pour répondre aux exigences concurrentielles et prendre en compte les opportunités technologiques tout en respectant les contraintes financières du secteur. Comme l'indique le président du directoire de l'entreprise : « *Nous renforçons la dimension numérique de nos offres. Nous pensons que cela nous permettra de nous positionner sur de nouveaux marchés auxquels nous pouvions difficilement accéder jusqu'ici, car trop fragmentés* ».

Aujourd'hui, le système d'information de TransCo intègre les problématiques de mobilité, de numérisation des processus et d'ouverture aux acteurs externes, partenaires ou clients. Cette politique est accompagnée par des démarches d'expérimentation et d'innovation, ainsi que par l'investissement dans des accélérateurs de start-up.

Les caractéristiques du système d'information

Le système d'information de TransCo est centralisé. Depuis 2013, TransCo a fait le choix de la virtualisation. Les infrastructures tournent sur *Linux* et *Windows*. Mais l'entreprise possède très peu d'équipements en propre. La majeure partie des serveurs est hébergée dans un cloud privé opéré par une grande entreprise de service du numérique (ESN) française, dans une logique de *IaaS (infrastructure as a service)*. À l'inverse, beaucoup d'applications sont basées sur des développements spécifiques réalisés en interne pour répondre aux besoins métiers et pour des raisons historiques. La même instance d'une application est partagée par toutes les zones géographiques. Ce choix constitue un gain en termes de ressources tout en répondant à un besoin métier. De nombreuses données, sur l'envoi, le contenu... doivent être partagées entre les différents pays de départ, d'arrivée et de transit.

Les exigences de traçabilité et de fiabilité des prestations ont eu pour conséquence une ouverture de la plupart des applications de l'entreprise, même vieillissantes. L'entreprise a mis en place des flux EDI (échanges de données informatisés), une architecture « Enterprise Application Integration »¹ (EAI) et des « Application Programming Interface »² (API) pour s'intégrer avec les systèmes d'information des clients et leur donner accès aux données liées à la traçabilité, aux données opérationnelles pour produire des indicateurs, et aux documents. L'entreprise a mis en place des portails permettant aux clients d'accéder à des informations sur leurs marchandises et de récupérer leurs documents réglementaires, comme les CMR (Convention sur le contrat de transport international de marchandises par route).

¹ Intégration d'applications d'entreprise, en français

² Interface de programmation d'application, en français

La place de la DSI

La direction des systèmes d'information compte en interne 150 personnes à la DSI Groupe et 60 personnes dans les pays et régions. Le recrutement des talents est un défi majeur. Pour lancer les projets d'innovation, la DSI travaille avec différentes ESN. Ces partenariats permettent un apprentissage des nouvelles technologies et une capitalisation sur les clouds publics des ESN. Leurs plateformes sont souvent bien équipées sur le plan technologique. TransCo est également partie prenante dans deux accélérateurs de start-up, à Paris et à Londres.

TransCo souhaite proposer des services innovants à ses clients, tout en gardant la maîtrise de ses coûts. Dans ce but, la DSI Groupe a créé une équipe IT début 2016 baptisée *Customer Task Force*³. Cette équipe suit le client, de son intégration à la mise en production, avec une période de quelques semaines de suivi post-production. La polyvalence et la connaissance métier, comme celle des SI, sont primordiales pour cette équipe. Une matrice de décision permet d'estimer si les besoins du client restent standards – dans ce cas, un coût d'intégration classique est appliqué –, ou sont plus spécifiques, par exemple si le client souhaite des indicateurs non disponibles pour suivre ses flux logistiques - dans ce cas, le coût d'intégration dépendra des développements nécessaires.

De multiples projets numériques

Ces dernières années, l'entreprise a mis sur pied de multiples projets ayant une incidence directe sur le système d'information. Certains sont en cours d'expérimentation, d'autres ont donné lieu à un large déploiement.

Ces projets concernent tout aussi bien le travail en mobilité avec le déploiement d'applications mobiles des chauffeurs, le suivi de l'efficacité opérationnelle via les technologies de big data, le lancement de nouvelles offres commerciales pour la réservation en ligne de camions et le transport de véhicules d'occasion, ou le renforcement de la qualité du processus d'emballage de la chaîne du froid. Enfin, un projet très prometteur porte sur la traçabilité des palettes, basé sur l'Internet des objets (*IoT*) : Palettes Intelligentes IoT (PIIoT).

D'après la directrice de la DSI Groupe de TransCo, les perspectives d'évolution sont nombreuses et potentiellement créatrices de valeur pour la société : *“L'étape suivante consistera à automatiser les échanges d'informations en temps presque réel grâce à un dialogue entre les différents systèmes d'information à l'aide d'interfaces applicatives. De plus, des algorithmes d'intelligence artificielle sont utilisés pour optimiser les processus, tels que l'optimisation des itinéraires. Plus généralement, à partir des données de nos systèmes, nous explorons de nouvelles voies d'optimisation opérationnelle en utilisant des technologies de big data.”*

³ Groupe de travail « Clients »

La crise sanitaire, qui a obligé les entreprises et la société dans son ensemble à des adaptations inédites, a été l'occasion de montrer la résilience du secteur des transports. Cette crise a également mis en lumière le rôle essentiel joué par le numérique. Selon le Président de TransCo, la crise sanitaire a montré que les métiers de la logistique avaient des opportunités pour *“plus d'efficacité, d'intelligence, de technologie et de numérique”*. Dans le transport, cela se traduit par de multiples défis : réduire les kilomètres parcourus en sous-capacité de remplissage, mieux anticiper les pics d'activités, réduire les temps d'attente excessifs des conducteurs au chargement comme au déchargement, etc.

Dans le même temps, le secteur du transport doit répondre à un impératif de meilleur respect de l'environnement, qui passe par l'arrêt programmé de certaines motorisations à énergies fossiles ou la multiplication des Zones à Faibles Émissions de CO2. L'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050 reste un défi entier.

Dossier 1 - La dimension stratégique du système d'information

Le métier de transporteur induit une manipulation significative d'informations de toute nature, qui doivent être rapidement transmises et actualisées. Ces échanges d'informations impliquent de nombreux acteurs : clients, fournisseurs et partenaires. Toutes ces caractéristiques de l'activité de TransCo donnent à son système d'information un caractère stratégique.

TRAVAIL À FAIRE	
1.1	Identifiez les missions et domaines d'activité portés par la DSI de TransCo, ainsi que les possibles risques induits pour l'entreprise.
1.2	Proposez les grands axes stratégiques du schéma directeur des systèmes d'information de TransCo.
1.3	Classez les différentes initiatives numériques menées par TransCo selon le niveau de transformation qu'elles induisent. Identifiez si tous les niveaux de transformation proposés par le modèle de N. Venkatraman en 1994 sont mis en œuvre par TransCo.
1.4	Analysez la création de valeur induite par le déploiement du projet PIIoT.

Dossier 2 - Le projet PIIoT

Le projet de traçabilité des palettes soulève un grand enthousiasme auprès des acteurs du service infrastructure et de nombreux usages sont envisagés dans un foisonnement d'idées qui n'augure rien de mauvais.

Les protocoles à employer pour faire fonctionner le projet doivent tenir compte des impératifs particuliers d'une société de transport internationale. Un expert a produit une liste de protocoles qui pourraient convenir.

Concernant le choix du protocole réseau, IPv6 s'est imposé immédiatement. TransCo s'est vue attribuer le préfixe IPv6 2001:db8:efc0::/48 (l'adresse a été remplacée dans le cadre de ce sujet de concours par une adresse d'exemple conforme à la RFC 3849). Pour la démonstration de faisabilité (*Proof Of Concept* ou POC), il a été décidé de réserver le dernier sous-réseau de ce préfixe à cet usage.

TRAVAIL À FAIRE	
2.1	Exposez les avantages à utiliser IPv6 plutôt qu'IPv4 dans le cadre du projet PIIoT.
2.2	Détaillez le calcul de l'adresse du sous-réseau destiné à accueillir la démonstration de faisabilité.
2.3	Proposez le ou les protocoles parmi ceux proposés en annexe qui vous paraissent pertinents pour établir les communications entre les palettes et les serveurs de TransCo dans le cadre de ce projet. Justifiez votre proposition.

Les palettes intelligentes communiqueront avec les serveurs de TransCo par l'intermédiaire de services *web* RESTful. Les serveurs HTTP de TransCo acceptent les versions 1.1 et 2 du protocole. Les données transférées seront codées en Concise Binaire Object Representation (CBOR), défini dans le RFC 7049, ce qui permet de représenter les structures de Java Script Object Notation (JSON) mais suivant une représentation binaire, plus compacte.

TRAVAIL À FAIRE	
2.4	Représentez, à l'aide d'un schéma du modèle OSI commenté, l'articulation des différents protocoles à mettre en œuvre pour faire fonctionner l'infrastructure envisagée.

Dossier 3 - Les applications liées aux nouveaux projets

Le projet PIIoT

Le projet de traçabilité des palettes par *IoT* (projet PIIoT) repose sur une application objet qui sera développée en Java.

Cette application gèrera l'intégralité du processus de transport de palettes depuis l'expéditeur jusqu'au destinataire. Elle permettra d'établir les devis, de commander une expédition de palettes et de suivre leur expédition effective jusqu'à réception. L'application intégrera donc le suivi des palettes et de leur position géographique tout au long du transport. Chaque position sera établie grâce aux coordonnées GPS de la palette.

TRAVAIL À FAIRE	
3.1	Modélisez l'ensemble des données de l'application PIIoT de gestion de la traçabilité des palettes intelligentes à l'aide d'un diagramme de classes.
3.2	Implémentez une méthode permettant de retracer l'historique, par ordre chronologique, des pointages d'une palette intelligente pour un intervalle de dates et d'heures donné, en précisant pour chaque pointage les coordonnées GPS ainsi que le pays concerné.

Le projet de réservation en ligne de camions

Le projet de réservation en ligne de camions via une place de marché prendra la forme d'une application développée autour d'une base de données. Actuellement en phase de conception, cette application gère les camions des partenaires de TransCo. Or, il s'agira également d'y intégrer les camions appartenant à TransCo. Pour ces derniers, il sera nécessaire de conserver certaines informations les concernant, comme le numéro de châssis ou la date de mise en circulation (informations sans intérêt pour les camions des transporteurs partenaires). En outre, en cas d'accident de la route impliquant un de ses véhicules, TransCo contactera son assurance en précisant le numéro de police d'assurance du camion concerné. Pour les autres véhicules, TransCo n'interviendra pas car chaque partenaire se chargera de gérer ses sinistres.

TRAVAIL À FAIRE	
3.3	<p>Vérifiez, à l'aide de requêtes SQL, la capacité du modèle actuel à construire les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Le coût moyen des réservations par client parisien (nom, adresse) pour l'année 2023 (trié par ordre décroissant de ce coût). b) Les camions (immatriculation, date de mise en circulation), triés par ordre alphabétique des types, qui n'ont jamais été réservés et qui ne roulent pas au gazole. c) Pour chaque partenaire (raison sociale, nom et adresse mail du contact), le coût total des réservations 2023 lorsque ce coût est inférieur à 40 000 €. d) La liste chronologique des réservations 2024 facturées mais non encore réglées, avec le nom et le numéro de téléphone des clients concernés.
3.4	<p>Modifiez le modèle de données pour y intégrer les camions TransCo puis proposez une solution d'implémentation dans la base de données.</p>

Annexe 1 - Extrait d'interview du vice-président exécutif IT chez TransCo. Adapté de : <https://www.cio-online.com/>

« *Ma mission principale est d'accélérer la transformation du SI de TransCo et de le resynchroniser avec la transformation de la société [...] qui évolue autour de trois axes : la bascule d'un marché assuré vers un marché concurrentiel, l'internationalisation et la globalisation de son mode de fonctionnement, le développement de nouveaux modèles économiques. La transformation de l'IT doit servir ces trois axes.* »

Afin d'innover, TransCo s'est doté d'un incubateur interne, la TransCo Innovation Factory « *où les salariés ou groupes de salariés peuvent venir avec un projet, le présenter devant un comité auquel la DSI est associée. Les contributions sont relativement larges (impression 3D, IA, IoT, etc.). Si le projet est retenu, TransCo l'accompagne pour démarrer un PoC.* »

« *Je vois deux changements importants [concernant la DSI]. Les DSI auparavant faisaient tout en propre même s'ils avaient recours à des forces externes. Aujourd'hui, l'offre du marché est mature pour reprendre ses métiers. La seconde évolution est que les DSI n'ont plus le monopole de l'introduction des technologies dans l'entreprise. Leur rôle est d'accepter cela et non pas de chercher à le contrôler, et de gérer cette dualité en apportant une valeur ajoutée de leur côté.* »
Ainsi, « *j'ai lancé un plan pour repositionner l'IT dans la chaîne de valeur qui, par son histoire, a conservé des métiers comme la maintenance et le développement des applicatifs [...] que le marché sait très bien gérer à des coûts concurrentiels. Il faut donc abandonner ces métiers pour aller plus haut dans la chaîne de valeur, c'est-à-dire l'innovation. Dans ce schéma, la DSI change pour avoir une logique d'assembleur et non de manufacturier. Cela signifie d'articuler les efforts autour de 4 compétences : le design d'architecture, la direction de projets avec un changement de culture pour renforcer la responsabilité du résultat, le pilotage des contrats de service et enfin, la capitalisation du savoir-faire métier et la connaissance des évolutions technologiques sur le marché. La DSI doit donc être capable de [créer un effet de levier avec] les technologies, de les positionner et de les assembler dans le paysage des systèmes de la société.* »

Sur le plan technologique, il y a deux enjeux : « *L'un plus visible où l'on retrouve les technologies qui permettent de mieux garantir la traçabilité, comme par exemple l'Internet des objets. L'autre plus interne et donc moins visible, qui regroupe l'ensemble des technologies qui permettent de préparer les systèmes [historiques] pour accueillir ces innovations externes. Ce point-là est essentiel pour assurer les nouveaux modèles économiques.* » « *Sur le plan applicatif, le SaaS ne fait plus débat, car cela permet de rester dans un standard qui de plus apporte une évolution fonctionnelle rapide. Par contre, tout le monde partageant le même service Saas, il n'y a plus ce côté différenciant et c'est là qu'intervient l'aspect assembleur en allant chercher des technologies et solutions complémentaires. Le cloud en tant que ressources IaaS et PaaS est utilisé nativement par les équipes de l'innovation et de la plateforme digitale. Pour ce qui concerne les systèmes gérés par la DSI en mode infogéré, nous regardons activement comment basculer une partie de notre architecture classique sur du cloud public.* »

Annexe 2 - De multiples initiatives numériques

Les multiples projets mis en place par TransCo ces dernières années se caractérisent par la diversité de leurs finalités et les parties prenantes concernées, aussi bien internes qu'externes. Certains projets ont été largement déployés alors que d'autres sont encore en phase de démonstration de faisabilité.

Application mobile pour les chauffeurs

Une nouvelle application pour smartphone a digitalisé un processus clé pour les chauffeurs de TransCo. L'attestation de livraison est désormais signée électroniquement sur le smartphone du conducteur, ce qui était auparavant fait sur papier avec des données qui étaient saisies quelques jours plus tard dans un logiciel. La signature électronique permet ainsi une facturation immédiate exempte d'erreurs de ressaisie. Ce nouveau processus de facturation apporte de considérables améliorations en termes de trésorerie et de satisfaction client.

Plateforme pour le transport transfrontalier de voitures d'occasion entre professionnels

30 % des véhicules d'occasion achetés en Europe font l'objet d'un transport transfrontalier. TransCo veut faciliter et accélérer les transactions internationales en connectant tous les acteurs de la chaîne de transport de véhicules d'occasion (loueurs, gestionnaires de flottes, mandataires, concessionnaires, etc.). La plateforme pilotée par TransCo gèrera les différentes étapes de la vente, telles que le stockage du véhicule, le transport, l'évaluation, ainsi que les formalités liées à la carte grise. TransCo pourrait ainsi répondre aux besoins de transport transfrontalier des sociétés de leasing (telles que ALD en France et Auto1 en Allemagne) et les constructeurs automobiles qui vendent des véhicules d'occasion. À terme, des prestations annexes (nettoyage du véhicule, réparation...) pourront être effectuées par TransCo ou par des partenaires affiliés.

Place de marché pour la réservation en ligne de camions

TransCo souhaite proposer un service de réservation en ligne de camions qui réunira ses propres camions et ceux d'autres transporteurs. Cette place de marché permettra une mise en relation de différents transporteurs avec des entreprises industrielles qui ont besoin de faire transporter leurs marchandises. Avec cette application de réservation en ligne de camions, les clients pourront instantanément connaître le coût de la prestation.

Casque de réalité mixte

L'application s'adresse aux employés des entrepôts de TransCo qui travaillent pour les clients de l'industrie médicale : dans ce secteur, les normes de qualité sont centrales, surtout lorsqu'il faut respecter la chaîne du froid. Équipés de casques de réalité mixte Microsoft HoloLens, les employés peuvent interagir avec les informations numériques spatiales, telles que les manuels d'utilisation et les protocoles de travail. La réalité mixte contribue ainsi à améliorer le contrôle

de la qualité, fait gagner un temps précieux dans l'expédition et réduit le risque d'erreurs, en particulier pour les médicaments critiques.

Le projet efficience opérationnelle par le Big Data

TransCo a automatisé la collecte, le traitement et la diffusion de ses indicateurs opérationnels en utilisant la solution développée par une start-up française, ForePaaS. Préalablement, une personne de TransCo était totalement dédiée à la collecte des données issues des plateformes logistiques. C'était un travail fastidieux et également générateur de risques, puisque le processus reposait sur une seule personne. Pour moderniser et automatiser ce processus de collecte de données, TransCo a écarté une solution classique de *business intelligence* et opté pour une solution de type Big Data intégrant des données non structurées, comme des photos, de la cartographie et des fichiers audios. Plusieurs solutions ont été évaluées, et c'est finalement la plateforme de ForePaaS, particulièrement ergonomique, qui a été choisie.

Le projet de palettes intelligentes (PIIoT)

Les palettes de transport sont aujourd'hui majoritairement réutilisables, répondant ainsi à un double objectif de réduction des coûts et de durabilité. Cependant, elles peuvent être difficiles à localiser et se perdre n'importe où sur la planète. TransCo souhaite améliorer la traçabilité de ses palettes en offrant une visibilité sur leur emplacement et sur l'état de leurs stocks, en réduisant les stocks de réserve et en facturant les palettes consignées. La solution *IoT* s'appuiera sur des capteurs de géolocalisation intégrés aux palettes pour gérer les alertes et surveiller leur état partout dans le monde. Par exemple, une alerte sera générée lorsqu'une palette restera immobilisée de manière prolongée.

L'*IoT* peut également favoriser l'automatisation de l'inventaire actuellement effectué manuellement. Le défi majeur reste l'investissement conséquent nécessaire pour équiper des millions d'objets, sans compter les coûts récurrents pour les flux sur des réseaux à faible débit. Cependant, l'expérience qui pourra être acquise à travers ce projet est essentielle et permettra à TranCo de travailler à définir des cas d'usage rentables.

Annexe 3 - Les cinq étapes d'une expédition de marchandises

1. La préparation

Quel que soit le mode de transport : multimodal, intermodal, route, voie ferrée, aérien, maritime, un conditionnement adapté est la clé d'une expédition réussie. L'emballage choisi garantit une manutention en toute sécurité lors du chargement et du déchargement. Le conditionnement par palettisation, box cartonné ou container assure aux marchandises une sécurité absolue pendant tout le voyage.

2. L'identification de la marchandise

Source d'erreurs fréquentes, les identifications défectueuses provoquent des livraisons erronées ou des pertes de marchandises. Les étiquettes et documents de transport comportent obligatoirement :

- les coordonnées exactes de l'expéditeur ;
- celles du destinataire ;
- le nombre de colis dans le colis ;
- le poids global et le volume des colis ;
- pour certaines marchandises fragiles ou dangereuses, les instructions de manipulation expédiées avec un pictogramme explicite.

Le numéro de téléphone du destinataire facilite la livraison. Le "connaissance" ou "*bill of lading*" sert de preuve du chargement et de la livraison en cas de litige.

Des étiquettes RFID donnent la possibilité de suivre à l'instant T l'expédition. Tous les acteurs de la chaîne logistique sont ainsi informés.

3. Le contrôle des expéditions avant envoi

Chaque expédition subit un contrôle physique externe (emballage – pictogrammes). Les documents de transports sont vérifiés pour conformité.

4. Les expéditions internationales

Les expéditions internationales comprennent une séquence de dédouanement et des documents établis par un courtier en douane. Préalablement, l'expéditeur contracte une assurance couvrant les risques de son expédition. Les solutions d'assurance s'adaptent aux volumes, au mode de transport, à la destination.

5. La livraison

La livraison clôt l'expédition. Néanmoins, la relation entre les parties, elle, ne s'arrête pas à la prise en main du colis par le destinataire. Des recours ou plus simplement des retours sont toujours possibles.

Annexe 4 - Les palettes intelligentes (PI) par IoT (PIIoT)

Depuis plusieurs années, TransCo propose à ses clients (secteur automobile, aéronautique, etc.) un système de boîtes solides, pliables et réutilisables destinées à transporter des pièces détachées. L'utilisation de ces emballages réutilisables permet aux clients de réduire considérablement l'usage d'emballages jetables tout au long de leur *supply chain*, mais également de réduire significativement le nombre de camions sur les routes puisque ces bacs et conteneurs pliables permettent un taux de chargement des camions optimisé.

Les palettes à usage unique utilisées par le passé, et parfois encore aujourd'hui, sont des palettes perdues à un coût fixe. Actuellement, un réseau de six centres TransCo assure la gestion des emballages, des commandes, de la collecte, du chargement et du transport des emballages réutilisables. Remplaçant ces emballages jetables, les emballages réutilisables permettent d'offrir une *supply chain* plus durable et optimale.

Cependant, ces contenants réutilisables sont souvent malmenés, volés ou égarés. Ils finissent par devenir une source de dépenses et d'inefficacité importantes alors qu'une bonne traçabilité de leur usage permettrait d'y remédier très simplement. Comme l'indique le Président de TransCo : *« L'un de nos plus grands défis est la perte des palettes au cours des processus logistiques. En raison des échanges nationaux et internationaux, des centaines de millions de palettes circulent dans le monde entier. Cela représente une valeur énorme. Notre activité se concentre essentiellement sur les sources durables, l'amélioration de l'efficacité, la réduction du gaspillage et la collaboration entre les chaînes d'approvisionnement dans le but de réduire les coûts et l'impact environnemental. »*

TransCo souhaite à présent améliorer la traçabilité de ses emballages réutilisables, notamment au niveau des palettes. Il s'agit ainsi d'optimiser la gestion du parc de palettes réutilisables : visibilité sur la localisation et l'état des stocks, diminution du stock de réserve, facturation des palettes consignées...

L'évolution de cette gestion réside dans la mise en place d'une électronique pré-intégrée dans la palette associée à une interface web via laquelle il sera possible de gérer les alertes et contrôler ces palettes intelligentes (PI) partout dans le monde.

L'ajout de connectivité aux palettes a pour objectif de résoudre de nombreux problèmes rencontrés quotidiennement par les logisticiens, les responsables d'entrepôt, les magasiniers ou les responsables des achats.

La solution *IoT* que souhaite mettre en place TransCo fournira des données relatives aux déplacements des palettes. De plus, un module intégré permettra de numériser toutes les données d'expédition, lesquelles sont jusqu'ici collectées de manière traditionnelle par et chez les clients.

À partir de ces données, des informations pourront être obtenues sur les dommages et les pertes affectant les marchandises.

La solution visera plusieurs objectifs tels que :

- fiabiliser le suivi des palettes sur le réseau (emplacement et volume) ;
- fluidifier les flux logistiques dans le réseau (identification et localisation) ;
- réduire les temps d'arrêt d'une palette (optimisant la productivité) ;
- réduire le temps requis pour manipuler une palette (optimisation de la productivité) ;
- réduire les coûts de perte d'une palette (économie d'échelle) ;
- éliminer les risques lors du transport et du stockage.

Les principales fonctionnalités attendues des palettes intelligentes (PI) concernent ainsi :

- la localisation : la palette peut être localisée avec précision grâce au GPS à tout moment, n'importe où dans le monde ;
- l'inventaire : la position, la nature, le volume contenu sur les palettes, la température, le niveau d'humidité, le poids, etc. peuvent être inventoriés dans le monde entier en quelques secondes pour surveiller l'état de conditionnement des marchandises ;
- le planning de livraison : les retards et les changements de direction pendant le transport sont mis à jour en temps réel ;
- la responsabilité des dommages : si la palette et/ou son contenu sont endommagés pendant le transport ou la manutention, l'identification de la partie responsable est facilitée ;
- des alertes en direct : la palette alertera en temps réel si un événement défini se produit pendant la surveillance, comme son déplacement ou son immobilité, son changement de température, son ouverture ou sa fermeture, etc.

La palette intelligente (PI) aura ainsi les caractéristiques suivantes :

- une intégration interne robuste pour maximiser sa durabilité ;
- un positionnement GPS précis grâce aux nouvelles technologies IoT ;
- une batterie sur plusieurs années (garantie de 5 ans) ;
- un service mondial grâce à des réseaux sans-fil adaptés.

La transmission des données collectées passera par le réseau de l'objet et le *cloud* du fournisseur réseau qui sera choisi.

Annexe 5 - Les protocoles utiles à l'IoT

Dans le cadre des études préliminaires du projet PIIoT, la DSI de TransCo a fait appel à un expert qui a fourni les informations qui suivent.

Il existe plusieurs protocoles de communication sans fil qui pourraient être adaptés pour suivre des containers transportés à travers le territoire, en fonction des besoins spécifiques de votre application. Voici quelques exemples de protocoles qui pourraient être considérés :

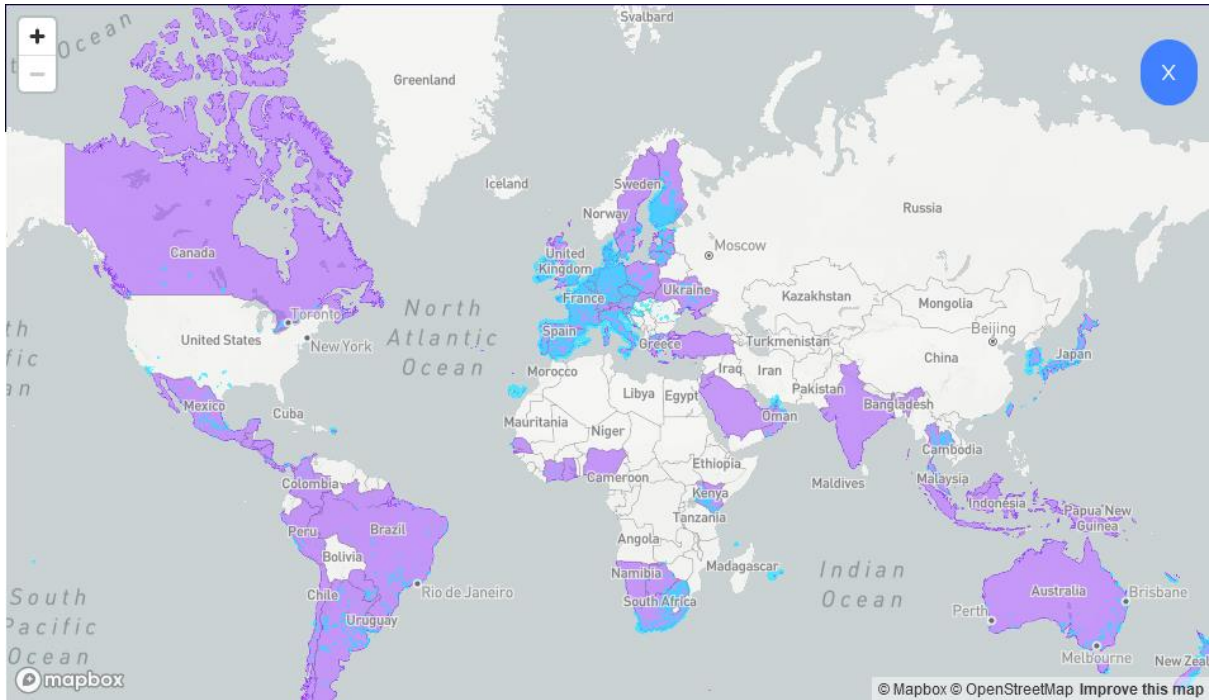
1. *GPS (Global Positioning System)* : Le GPS est un système de géolocalisation par satellite qui permet de déterminer la position d'un appareil avec une précision de quelques mètres. Il peut être utilisé pour suivre les containers et obtenir des informations sur leur position en temps réel. Il est disponible dans le monde entier. Cependant, il peut y avoir des problèmes de couverture dans certaines régions, en particulier en milieu rural ou dans des endroits avec de nombreux obstacles, tels que les forêts ou les bâtiments en béton.
2. *GSM (Global System for Mobile Communications)* et évolutions ultérieures (3GPP) : Le GSM est un standard de téléphonie mobile qui permet la transmission de données à faible débit et la géolocalisation via les réseaux cellulaires. Il peut être utilisé pour suivre les containers et envoyer des alertes en cas de déplacement non autorisé ou de problème. Il est disponible dans de nombreux pays à travers le monde. Cependant, la couverture peut être limitée dans certaines régions, en particulier dans les zones rurales ou éloignées. L'évolution des normes et technologies (3G et au-delà) a permis la création de plusieurs technologies de communication sans fil qui ont été conçues pour l'internet des objets (IoT) dont certaines sont basées sur les normes de téléphonie mobile 4G (LTE) et 5G. Elles permettent de transmettre des données à faible débit entre des appareils distants, tels que des capteurs et des actionneurs, et sont particulièrement adaptées aux applications qui nécessitent une faible consommation d'énergie et une grande portée. On retiendra notamment celles connues sous les noms suivants :
 - a. *NB-IoT (Narrowband Internet of Things)* et
 - b. *LTE-M (LTE for Machines)*.
3. *Sigfox* : Sigfox est un réseau dédié à l'Internet des objets qui utilise la technologie sans fil pour connecter des objets connectés à Internet. Sigfox se concentre sur la simplicité, l'efficacité en termes de consommation d'énergie et la longue portée, ce qui le rend approprié pour les applications IoT qui requièrent des transmissions de données à faible débit, telles que les applications de suivi, de surveillance et de gestion de la maintenance. Le réseau Sigfox est basé sur la technologie Ultra NarrowBand (UNB), qui permet d'économiser de la bande passante sans fil et de la consommation d'énergie. Cela signifie que les objets connectés peuvent transmettre des données avec une longue durée de vie de la batterie et une portée considérable, même dans des zones difficiles à couvrir.
4. *LoRa (Long Range)* : LoRa est un standard de communication sans fil qui permet de couvrir de grandes distances avec peu d'énergie. Il peut être utilisé pour suivre les

containers et transmettre des données à faible débit, par exemple des informations sur la température ou l'humidité.

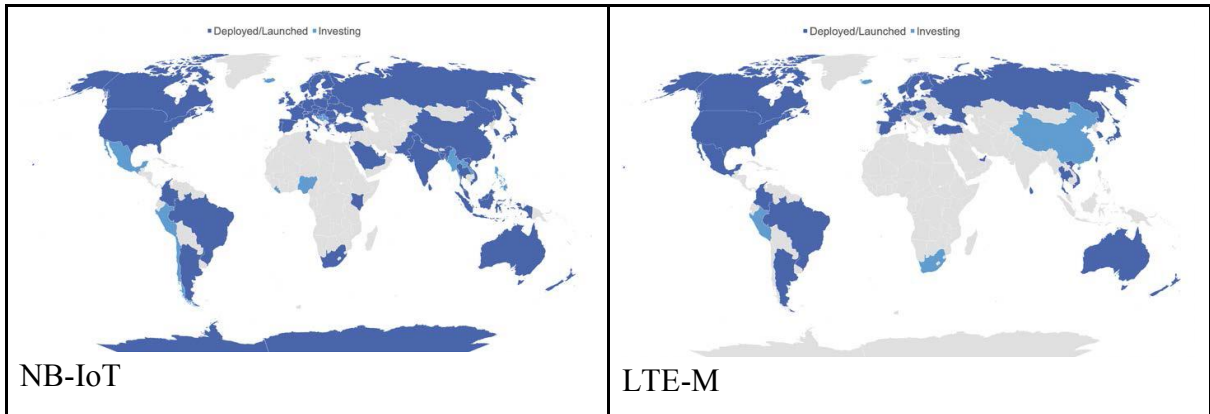
5. LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) est un protocole de communication sans fil basé sur la technologie LoRa qui permet de couvrir de grandes distances avec peu d'énergie. LoRaWAN peut être employé, par exemple, dans les applications de suivi de l'environnement, de gestion de la maintenance ou de surveillance de la santé. La couverture des protocoles LoRa et LoRaWAN dépend de la présence de ces réseaux sur place, qui sont gérés par des opérateurs de réseaux privés ou publics. Cependant, globalement, LoRa et LoRaWAN sont disponibles dans de nombreuses régions.

(suite de l'annexe 5 page suivante)

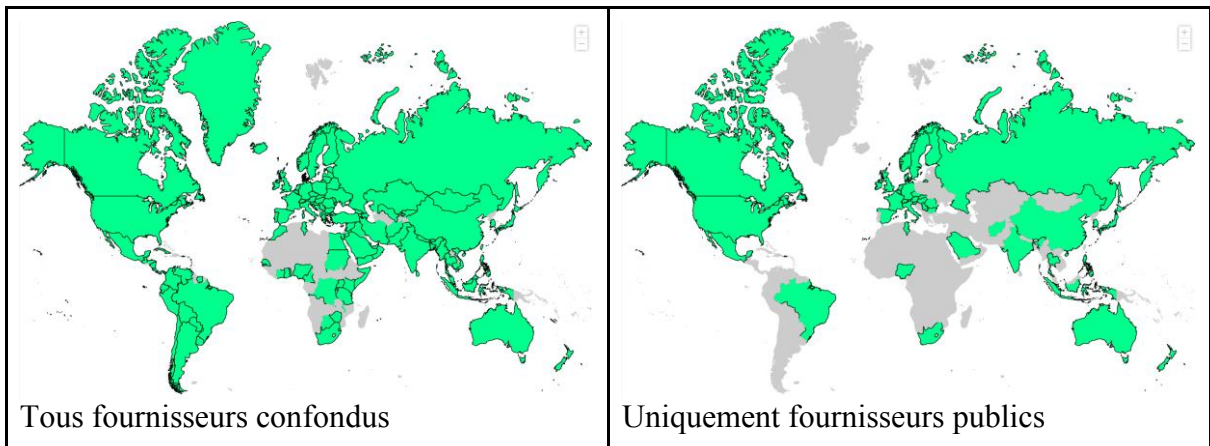
Carte de la couverture Sigfox (source sigfox.com) :



Cartes des couvertures NB-IoT et LTE-M (source Global mobile Suppliers Association) :



Cartes de la couverture LoRa et LoRaWAN (source LoRa Alliance) :



Annexe 6 - La réservation en ligne de camions via une place de marché

TransCo souhaite étoffer sa gamme de services numériques dans le transport routier de marchandises en lançant un service de réservation de camions en ligne : les siens et ceux de partenaires. TransCo compte ainsi gagner de nouveaux clients.

TransCo s'appuie sur une start-up spécialisée dans le fret routier, qu'elle a rachetée à ses fondateurs. Grâce à ses algorithmes, cette entité permettra de réduire très fortement le temps passé pour les devis et commandes de prestations de transport de marchandises.

« Pour développer ce service, nous allons inciter les transporteurs qui travaillent avec nous à se référencer sur cette plateforme et nous allons lancer ce service à l'international », souligne le président du directoire de TransCo. Il sera d'abord disponible en Pologne et en Belgique, puis un déploiement est prévu notamment en Russie. *« Si notre service trouve son marché à l'échelle européenne, ses ventes pourront se compter en centaines de millions d'euros d'ici trois à cinq ans ».*

Ainsi, TransCo va booster l'activité de la start-up en mettant en contact des industriels qui ont besoin de faire livrer des marchandises et des transporteurs. Grâce à cette application de réservation en ligne de camions, le client connaîtra très facilement le coût de la prestation.

Annexe 7 - Extrait du schéma relationnel du projet de réservation en ligne de camions

CLIENT (idCli, nomCli, adresseCli, codePostalCli, villeCli, telCli, mailCli)
idCli : clé primaire

TYPECAMION (idType, libelleType, PTAC, volumeMax, carburant)
idType : clé primaire

PTAC : Poids Total Autorisé en Charge

PARTENAIRE (idPartenaire, raisonSocialePartenaire, nomContact, mailContact)
idPartenaire : clé primaire

CAMIONPARTENAIRE (idCamion, immat, marque, modèle, puissance, idType, idPartenaire)
idCamion : clé primaire
idType : clé étrangère en référence à num idType de TYPECAMION
idPartenaire : clé étrangère en référence à idPartenaire de PARTENAIRE

RESERVATION (idResa, dateResa, montantResa, idCli, idCamion)
idResa : clé primaire
idCli : clé étrangère en référence à num idCli de CLIENT
idCamion : clé étrangère en référence à idCamion de CAMIONPARTENAIRE

FACTURE (idFacture, dateFacture, dateReglement, idResa)
idFacture : clé primaire
idResa : clé étrangère en référence à idResa de RESERVATION