



Projet HISA : Hinterland International Seine Axis

Version diffusable en ligne



Février 2022

Sommaire

Introduction	3
Partie 1. L'hinterland et la recherche et développement	4
Partie 2. L'hinterland de l'axe Seine	5
Partie 3. L'intelligence artificielle dans le transport de marchandises : focus sur le transport ferroviaire	7
Conclusion	10



Introduction

Dans le contexte de la mondialisation, de la croissance soutenue du commerce international et de la délocalisation de la production au cours des dernières décennies, les acteurs économiques deviennent des acteurs centraux dans le façonnement des territoires. La notion d'hinterland dans le vocabulaire scientifique et commercial permet de comprendre le changement général des espaces de circulation dans ce nouveau cadre. Ainsi, elle tend à être redéfinie dans un cadre de réseaux mondiaux et régionaux, influencé par l'intermodalité et des infrastructures complexes.

Tout port possède un hinterland plus ou moins étendu c'est-à-dire une zone d'influence économique, basée sur les relations commerciales et sur une logistique de transport entre ce territoire et le transfert de marchandises multiples. L'hinterland de l'axe Seine repose sur une potentialité dynamique spatiale et économique du territoire entourant la voie d'eau en reliant diverses zones de développement aux ports du Havre, de Rouen et de Paris (HAROPA) afin d'internationaliser leur production.

Mesurer la dynamique des flux internationaux au sein d'un hinterland, ici celui de la vallée de la Seine, s'effectue à l'aide des indices de performance logistique (LPI), qui composent un outil d'évaluation comparative interactif créé pour identifier les défis et les opportunités auxquels les différents pays sont confrontés en matière de performance logistique commerciale. L'indice prend en compte six variables.

Fort de cet indice, il est plus facile de suivre l'évolution de l'axe Seine au sein des marchés internationaux, et, ainsi, d'opérer une analyse de la compétitivité de la chaîne de valeur et de la digitalisation des processus dans la logistique intermodale. Il s'agit de proposer une amélioration et une optimisation des processus existants dans l'hinterland des ports HAROPA, afin d'assurer l'acheminement des produits aux clients finaux par les distributeurs à moindre coût et dans le meilleur respect de l'environnement. Pour y parvenir, les nouvelles technologies constituent un moyen important qui ajoutent une valeur aux différents services logistiques proposés au sein de l'hinterland de l'axe Seine. Par ailleurs, il ne s'agit pas d'une simple application de solutions informatiques, mais également d'une innovation technologique répondant aux besoins des acteurs économiques de l'axe de Seine. Pour l'illustrer les techniques numériques améliorant la chaîne de valeur dans le domaine de la logistique, il est possible de citer : la digitalisation des processus, l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) et de la blockchain, etc.

Ainsi, le rapport explique de quelle manière les nouvelles technologies et la recherche et développement (R&D) ont été appliquées au sein de l'axe Seine, notamment pour améliorer l'intermodalité, principalement *via* le fret ferroviaire. Il propose une analyse de l'hinterland des ports HAROPA Ports, ainsi que les principales filières productives sur son aire d'influence dans un cadre de l'utilisation des nouvelles technologies. Dans cette optique, la recherche et développement (R&D) sera un outil de recherche permettant l'analyse des nouvelles technologies au sein de la logistique des transports, notamment dans l'environnement ferroviaire.

La première partie propose une analyse de la notion d'hinterland dans le cadre de la compétitivité internationale. Elle sera illustrée par de nombreux cas pour lesquels les améliorations logistiques ont permis d'accroître cette compétitivité. Fort de ces résultats positifs, la deuxième partie propose une analyse de la situation géoéconomique de l'axe Seine en se focalisant sur les principales filières qui animent économiquement cet hinterland. Chemin faisant, cette partie s'achèvera par une analyse de la logique de transport et de la transformation numérique.

La troisième partie propose un état de l'art sur l'IA en insistant sur son rôle dans le changement des modèles dans la logistique de transport, notamment dans le secteur ferroviaire. Elle montrera de quelle manière elle améliore l'agilité des processus et la compétitivité *via* la qualité des services. Elle sera illustrée par les méthodes potentiellement utilisables afin d'optimiser la logistique et le transport au sein de l'hinterland des ports HAROPA. Au-delà, l'IA peut être également une solution d'optimisation pour les filières économiques, notamment dans le secteur des transports.

Partie 1. L'hinterland et la recherche et développement

La première partie débute par la définition de la notion complexe d'hinterland. Elle propose de montrer l'évolution du terme qui, initialement, correspond à une zone terrestre au sein de laquelle un port vend ses services et interagit avec ses utilisateurs. Il s'agit d'une zone au sein de laquelle un port réalise l'essentiel de son activité, et qui regroupe l'ensemble des clients directement liés au port, et les zones terrestres, dont il tire et distribue le trafic. De fait, avec l'accroissement du processus de mondialisation des échanges ces vingt dernières années, la notion a été complétée par des analyses en réseaux, matérialisant les relations de plus en plus complexes entre les différents ports locaux, nationaux, régionaux et mondiaux. Ainsi, l'efficacité logistique au sein d'un hinterland définit le rang de son ou ses ports au sein des échanges de biens. Ce qui complexifie cette recherche d'efficacité est qu'elle demeure liée aux spécificités régionales de chaque hinterland. De fait, quelque chose qui marche ailleurs ne marchera pas forcément ici.

L'état de l'art introduit toute cette complexité de la notion d'hinterland, puisque, malgré de nombreuses ressemblances entre les différents hinterlands, il existe des caractéristiques régionales à prendre systématiquement en compte si l'on souhaite améliorer sa performance logistique. Il insiste sur les différences culturelles des différentes écoles scientifiques (anglo-saxonne, française, *etc.*). Le développement de la notion tend à montrer que la performance logistique d'un hinterland dépend de la capacité intermodale du ou de ses ports qui doit organiser des liaisons ferroviaires, fluviales, routières, voire aériennes. Ainsi, il est possible de mettre en évidence la manière dont un port devient un hub.

Progressivement, l'étude propose de se concentrer sur les relations entre le ou les ports et son ou leur hinterland, notamment en se concentrant sur les jeux des différents acteurs. L'objectif est de comprendre de quelle manière un transport intermodal des marchandises peut se mettre en place efficacement. Pour ce, plusieurs exemples internationaux sont cités : Shanghai, Rotterdam, Barcelone, Long Beach and Los Angeles, Veracruz. L'étude de cas s'achève par celui du Havre.

Afin de rendre plus efficace son hinterland, HAROPA est aidé par une structure institutionnelle appelée Vallée de la Seine, dont la clé de voûte est bien entendu la capitale, Paris, principalement métropole économique du fleuve. Grâce à HAROPA, Paris est indirectement connecté à environ 700 ports répartis dans le monde entier, ce qui fait du complexe portuaire le cinquième d'Europe du Nord. Pour maintenir cette compétitivité, l'hinterland dispose d'un système de transport et de logistique global, capable de fournir un service complet de bout en bout. Le trafic conteneurisé, transporté par voie terrestre en provenance du Havre, est assuré à 86 % par la route, 9 % par le ferroviaire et 5 % par la voie d'eau. Le Havre est épaulé également par Rouen qui possède d'un positionnement compétitif pour desservir à moindre coût un bassin de production et de consommation de 200 km de rayon, allant de la Picardie au Cotentin et englobant notamment l'Île-de-France et la région Centre. Spécialisé dans les vrac, il est actuellement le premier port européen pour l'exportation de céréales.

La technologie du futur dans les transports est marquée par la collecte et l'analyse des données, les systèmes électriques et autonomes, la robotisation et l'automatisation des processus et la collaboration entre les entreprises du secteur pour atteindre l'objectif de la satisfaction du client au moindre coût. La recherche d'une matrice modale de transport de marchandises plus respectueuse de l'environnement implique de développer pleinement le potentiel de modes tels que le rail et le transport par voie d'eau, qui génèrent des émissions par tonne nettement inférieures à celles du transport routier. Le développement du transport ferroviaire de marchandises est un élément permettant d'améliorer les performances logistiques. Pour cela, les entreprises ferroviaires et leurs fournisseurs ont lancé des investissements, des incubateurs de start-up et des recherches pour développer de nouvelles solutions numériques pour gérer leurs activités. La digitalisation du rail offre un large éventail de services et d'applications potentiels à court et moyen terme. De nouvelles solutions dans les services d'information sur le fret, la vidéosurveillance, les infrastructures intelligentes, la surveillance des actifs, les systèmes de signalisation et les systèmes de contrôle automatisé des trains ont pour objectif commun d'améliorer l'efficacité des opérations et de servir le client plus efficacement.

Plus globalement, la R&D joue un double rôle dans la logistique du transport, mais également dans la construction d'une veille technologique et concurrentielle au service de transport international multimodal.

Partie 2. L'hinterland de l'axe Seine

La vallée de la Seine est un axe fluvial stratégique reliant le premier ensemble portuaire national (ports du Havre et de Rouen) à la région Île-de-France, dont le bassin versant représente 15 % de la superficie de la France métropolitaine. La Vallée de la Seine a été officiellement définie par le décret du 22 avril 2013. Elle compte neuf départements : la Manche (50), le Calvados (14), l'Eure (27), la Seine-Maritime (76), les Yvelines (78), le Val-d'Oise (95), les Hauts-de-Seine (92), Paris (75) et Seine-Saint-Denis (93). Elle s'étend sur 27 850 km², et assure la gestion de 500 km de voies navigables, comprenant une majorité de voies à grand gabarit. Le bassin de la Seine représente plus de 40 % du trafic fluvial national en tonnes, soit 23,7 millions de tonnes de marchandises transportées, et plus de 50 % du trafic en tonnes-km en 2019.

Au sein de ce bassin fluvial, le projet l'axe Seine a été mis en place pour propulser les régions Normandie et d'Île-de-France dans la compétitivité internationale. Constitue à la fois le premier territoire industriel (715 000 emplois) et le premier territoire logistique de France (235 000 emplois) (INSEE 2020). Les acteurs institutionnels, portuaires et économiques se sont organisés pour faire évoluer le développement industriel stratégique de la Vallée de la Seine.

La modernisation des infrastructures portuaires ferroviaires et fluviales constituent un axe majeur de du projet de l'axe Seine, qui vise, en outre, une approche globale et intégrée du développement, cherchant une complémentarité économique forte entre plateformes productives normandes et franciliennes.

La Vallée de la Seine contient des filières stratégiques pour le made in France, telles que l'industrie pharmaceutique, le secteur automobile, le secteur de la chimie, le secteur de la cosmétique et de la parfumerie,

La Vallée de la Seine est certes l'un des territoires les plus industrialisés de France, mais elle dispose également de la plus forte concentration d'entreprises de la filière transport et logistique. Sur ce territoire, on compte 40 plateformes multimodales et 163 000 emplois dans le secteur en 2016. Toutefois, la logistique dans la Vallée de la Seine ne se limite pas au transport de marchandises qui circulent par les voies navigables, routières ou ferroviaires. Elle comprend également le stockage, la manutention de la marchandise, le conditionnement et certaines étapes de transformation des produits, notamment lors des ruptures de charge liées à l'acheminement des marchandises. La logistique dans l'axe Seine intègre une dimension productive créatrice de valeurs. Le projet de logistique a pris une approche multiforme avec des approches d'approvisionnement des sites de production, la logistique interne, la distribution aux clients qui incorpore la logistique urbaine ou « du dernier kilomètre », et la rétro-logistique pour le traitement, le recyclage et la valorisation des produits en fin de vie et des déchets.

Dans ce cadre, le fret ferroviaire retire les camions des routes et augmente l'aire de l'arrière-pays logistique d'un port, réduisant ainsi les dommages causés aux infrastructures et les émissions de carbone, ce qui fait du rail le moyen le plus écologique pour transporter des marchandises par voie terrestre. Les nouvelles technologies sont en train de réinventer la manière, dont ils transportent les marchandises dans l'espoir d'atteindre de nouveaux niveaux de sécurité, de répondre à une demande en pleine expansion et d'améliorer le service à la clientèle. Néanmoins, les transformations profondes que les transports ferroviaires connaissent, nécessitent des efforts en matière de R&D.

Les acteurs de la région de la Vallée de la Seine (les filières, les transporteurs et professionnels du secteur de la supply chain) doivent de fait réagir et s'adapter rapidement à de nouvelles formes de transport, principalement basées sur les nouvelles technologies, dont la principale est l'intelligence artificielle, qui permet de révolutionner la gestion du fret en utilisant de manière optimale le réseau ferré.

L'accroissement et la concentration du trafic de marchandises dans l'axe Seine nécessitent l'utilisation d'un système d'information performant dans toute la chaîne logistique. Le processus hautement informatisé des opérations logistiques en fait un terrain idéal pour la mise en œuvre et la mise à

l'échelle des technologies de l'intelligence artificielle. En termes d'applications pour l'automatisation et les systèmes intelligents, le projet HAROPA présente un scénario idéal.

Partie 3. L'intelligence artificielle dans le transport de marchandises : focus sur le transport ferroviaire

L'augmentation de la conteneurisation a été un catalyseur majeur de la croissance des échanges, la standardisation des équipements de transport et de manutention ayant permis de réduire les coûts unitaires de transport et d'améliorer l'efficacité. Les effets sur l'économie et l'environnement des mouvements de marchandises entre les ports et l'hinterland, y compris le trafic de conteneurs et en vrac, suscitent une dynamique dans le transport ferroviaire plus important et stratégique.

Le transport ferroviaire est une solution adaptée à l'industrie, qui doit se concentrer sur une chaîne d'approvisionnement agile, rentable et résiliente. Le système offre également des possibilités d'exécution de transport porte-à-porte mieux définies, ce qui réduit la vulnérabilité de la chaîne logistique. De fait, le transport ferroviaire est un atout logistique important. Pourtant, en France, le fret ferroviaire est sous-utilisé. Il ne concerne que 9,9 % des marchandises en 2021, contre 89 % par route. L'idée de ce rapport est de mettre en avant les solutions apportées par l'IA afin de dynamiser ce type de fret.

Le rapport propose de faire un point sur l'état de l'art existant au sujet de l'IA et la logistique du transport ferroviaire, notamment sous l'angle des start-up qui proposent des solutions innovantes. L'intelligence artificielle peut apporter une contribution importante à la révolution de la mobilité. Dans le cadre d'une mobilité en réseau intelligent, les personnes se déplaceront d'un lieu à l'autre, et les marchandises seront transportées de manière économe en ressources. Des experts en plateformes de systèmes d'apprentissage (*learning systems*) décrivent dans un rapport récent ce qui serait le moyen le plus sûr, le plus souple et le plus économique de se déplacer sur la route, sur les rails, sur l'eau ou dans les airs. Toutefois, il existe de nombreux obstacles à l'adoption généralisée des IA dans le monde. Les principaux freins sont la mauvaise qualité des données, le manque d'information solide, la crainte du remplacement d'emploi et la transformation de l'entreprise sous l'effet du processus de numérisation. Néanmoins, l'IA apporte également de nombreux avantages dans la gestion logistique, comme calculer et comparer les coûts de transport, prédire les flux de commandes, planifier les tournées, mettre en relation les transporteurs et les donneurs d'ordre, assurer la maintenance et l'entretien, ainsi que réaliser une sectorisation.

Le transport maritime tente déjà quelque temps d'intégrer des outils de type IA dans la gestion des ports, notamment au niveau des flux de marchandises. Par exemple, l'une des principales difficultés du transport de marchandises par conteneur est de répertorier les conteneurs, de les identifier et de prévenir les différents partenaires de la chaîne logistique, et ce dans tous les ports du monde. Les avantages de l'IA dans l'industrie du transport maritime comprennent, sans s'y limiter, l'amélioration de l'analyse pour la prise de décision, l'automatisation, la sécurité, l'optimisation des itinéraires et l'efficacité accrue.

Le transport routier de marchandises (TRM) a également intégré des IA dans la gestion des flottes aux poids lourds. Elle est aussi utilisée dans l'amélioration du confort de conduite des engins de transports routiers de marchandises. Par exemple, l'IIA permet de donner les informations à un moment précis des positions des camions, du temps de conduite ou d'immobilisation et sur le comportement des conducteurs.

Le transport aérien de marchandises a déployé des IA tout au long de la chaîne de fret aérien, par exemple pour les projections, la surveillance optique des processus, l'entretien des véhicules, l'emballage des conteneurs et la détection de la fraude. Toutefois, de nombreuses thématiques sont à prendre en compte pour améliorer le transport de marchandises. Ainsi, l'IA a un rôle important à jouer dans le domaine de la réduction du temps de traitement des marchandises, du respect de la chaîne du froid et des règles de sécurité des opérations, de la digitalisation des processus et des supports, de manière à optimiser et fiabiliser les opérations, du stationnement des équipements en piste, de la traçabilité des marchandises et du matériel, des emprunts et de la gestion des matériels, ainsi que de l'environnement de travail. C'est dans cette optique qu'Air Canada a constitué un laboratoire d'IA au printemps 2019. Pour finir, les Aéroports de Paris (ADP), notamment l'aéroport Charles de Gaulle, ont développé de tels outils numériques en France. Le rapport propose d'approfondir cet exemple, *via* le pôle Innovation hub.

Le balayage des autres secteurs de transport permet de se focaliser désormais sur la valeur ajoutée qu'apporte l'IA dans le secteur du transport ferroviaire. Pour faire face à la menace des « super-camions », les chemins de fer devront faire des progrès considérables en matière de technologie et d'exploitation. Il ne suffira pas de suivre l'évolution de la technologie du transport routier : les chemins de fer doivent chercher à être résilients, à s'adapter au marché et à s'orienter vers l'avenir.

Dans cet aspect, l'utilisation d'une plateforme d'IA, dont la mission est d'optimiser la planification et la maintenance des transports, les objectifs du fret ferroviaire se résument à trois éléments : la maximisation de la capacité, l'efficacité des itinéraires et le ciblage des consommateurs. La logistique des chemins de fer s'efforce d'utiliser l'IA et l'analyse des données à grande échelle pour améliorer son efficacité opérationnelle. Cela permettra non seulement de réduire les coûts de maintenance, mais également de réduire la charge de la maintenance des actifs.

L'IA peut améliorer la fabrication, l'exploitation et la maintenance pour les opérateurs ferroviaires et les gestionnaires d'infrastructures. L'un des exemples les plus parlants de l'utilisation de l'IA dans la technologie ferroviaire est sa contribution à l'automatisation de l'exploitation des trains (ATO). L'ATO transfère la responsabilité de la gestion des opérations du conducteur au système de contrôle des trains, avec des degrés d'autonomie variables. Elle peut ainsi être perçue comme un levier pour améliorer la gestion, réduire les coûts et renforcer la compétitivité par rapport aux concurrents directs ou aux autres modes de transport.

Grâce à l'utilisation de l'internet des objets (IoT) et l'IA la maximisation de la capacité et à une meilleure planification des itinéraires est possible. La maximisation de la capacité signifie, tout d'abord, qu'il faut cesser d'expédier des conteneurs vides. Les cas de trains qui arrivent à destination pleins et reviennent vides, sont fréquents. Cette pratique est néfaste tant pour l'économie que pour l'environnement, puisque ces trains ne transportent que de l'air. L'IA et l'IoT peuvent aider les

prestataires de services logistiques et les transporteurs à distribuer les conteneurs quand et où ils sont nécessaires. En outre, elle peut suivre l'itinéraire optimal à emprunter entre deux destinations. Ces technologies transformeront le rail en profondeur et l'aideront à développer ces services. Par exemple, aujourd'hui, l'IA peut utiliser la puissance des données fournies par des capteurs placés sur des trains ou des composants d'infrastructures critiques, pour extraire des informations au bon moment et recommander des actions de maintenance.

Par ailleurs, les données produites par les infrastructures ferroviaires et les sous-systèmes critiques des trains aident les fabricants d'équipements à construire une représentation numérique des entités ou systèmes physiques, connue sous le nom de « digital twin ». Avec l'utilisation du digital twin dans les terminaux maritimo-ferroviaires et le port sec la collecte et la combinaison des données de plusieurs sous-systèmes, tels que le système d'exploitation du terminal, les portes d'accès, les unités de contrôle de la grue ou les caméras, transmet les informations aux opérateurs en temps réel, leur permettant de repérer et de corriger immédiatement toute irrégularité dans le mouvement de la marchandise, en vrac ou conteneurs, en 3D via une commande à distance.

Les outils et la volonté sont là, et de nombreuses entreprises de fret ferroviaire et de fournisseurs de logistique examinent ces options. La technologie Communication Based Train Control (CBTC) est de plus en plus utilisée dans les premiers stades du marché des trains autonomes en plaçant la technologie de signalisation dans les métros et les trains légers à travers le monde. Toutes ces technologies, et bien d'autres encore, sont adoptées par plusieurs nouvelles entreprises de fret ferroviaire et de logistique qui ont reconnu l'opportunité de la technologie dans le secteur ferroviaire.

Certains ports maritimes ont une répartition modale proche de 50 % en faveur du rail, tandis que d'autres ont des pourcentages beaucoup plus faibles de rail dans le transport de leur hinterland. La plupart des ports sont situés à proximité de nœuds urbains qui exercent une forte pression sur le réseau routier, ce qui fait du recours accru au fret ferroviaire un choix nécessaire. Inversement, pour les opérations de fret ferroviaire, une part importante des marchandises transportées sur les voies, notamment sur les marchés à forte croissance comme le trafic intermodal, passe par le port. L'amélioration des connexions port-rail à plus grande échelle, tant en termes d'infrastructures que d'opérations, est par conséquent cruciale pour accroître la part du fret transporté par rail. Pour l'illustrer, plusieurs ports ont déjà adopté ce type d'approche : Rotterdam, Hambourg, Anvers, Shanghai, et Long Beach and Los Angeles.

En tant que précurseurs de l'innovation, les start-up et leurs technologies contribuent de façon spectaculaire à raccourcir les délais d'innovation. Par exemple, elles ont commencé à synthétiser les données et les mesures embarquées en temps réel sous forme de tableaux de bord de haut niveau, d'alertes pour mettre en évidence les tendances, et permet aux ingénieurs de maintenance et aux gestionnaires de surveiller les performances opérationnelles de leur matériel roulant et de leurs actifs linéaires. Ils utilisent ces outils combinés pour aider à prendre les décisions opérationnelles et stratégiques les plus éclairées possibles.

Certaines start-up travaillent dans la visibilité de la chaîne d'approvisionnement qui aide à mettre en œuvre la technologie IoT dans les opérations ferroviaires de fret dans le monde entier, en plus des solutions qui consolident, sécurisent et accélèrent les tests de sécurité des freins. Les systèmes qu'ils

développent, permettent l'interconnexion locale de différents dispositifs sans câblage, ouvrant ainsi de nouvelles opportunités dans la surveillance de l'état et de la composition des trains et améliorant l'ensemble des opérations ferroviaires.

De plus, il existe des start-up spécialisées dans le fret ferroviaire qui proposent aux entreprises ferroviaires une plateforme logicielle d'apprentissage profond basée sur l'IA, qui automatise les tâches d'inspection visuelle effectuées par les humains avec une précision de niveau équivalent à celle des humains. Ainsi, un certain nombre de tâches, pouvant être dangereuses pour les humains, pourront être réalisées avec une même précision par des machines équipées d'une IA.

Toutefois, la technologie seule ne suffira pas à provoquer les changements radicaux nécessaires. Les acteurs de l'écosystème de la mobilité, qu'ils soient fournisseurs de services, publics ou privés, devront collaborer de nouvelles façons et devront : choisir leur IA parmi celles existantes ou en créer, gérer leurs données, et surtout gérer leur écosystème.

Conclusion

Le projet HISA a montré l'importance stratégique des hinterlands et leur évolution dans le cadre de l'internationalisation des flux de marchandises des ports de l'axe Seine. Ces évolutions nécessitant des aménagements quasi constants afin de favoriser la multimodalité des systèmes de transport et de la chaîne logistique. L'étude menée dans le cadre du projet HISA a permis de mettre en lumière les atouts et les potentiels de l'hinterland de l'axe Seine afin d'élargir leur influence vers le Nord et l'Est de la France et de l'Europe, vers les autres ports de la Northern Range notamment belges et néerlandais. Parmi les développements possibles, l'usage de nouvelles technologies digitales permettra de rendre cet hinterland beaucoup plus compétitif au niveau international. Grâce à l'implication des entreprises du bassin d'emploi de Caux Seine Développement, nous avons pu constater l'importance de l'intelligence artificielle dans la supply chain pour accompagner la transformation digitale des chargeurs, commissionnaires et logisticiens. Le projet HISA a également dressé un état des lieux des différentes solutions que propose à ce jour l'intelligence artificielle afin d'optimiser le transport de marchandises et de réduire son impact carbone, et de potentiellement améliorer la compétitivité de l'axe Seine au niveau européen. Le travail de recherche mené dans le cadre du projet HISA insiste sur la nécessité de diversifier le déploiement des technologies digitales (IA, IoT, blockchain, etc.) et notamment dans le cas du transport ferroviaire comme maillon clé de la multimodalité de l'axe Seine