



Gestion des actifs d'entreprise et numérisation des systèmes ferroviaires

Améliorer les activités d'exploitation et de maintenance ferroviaires en combinant les fonctionnalités d'un jumeau virtuel à la gestion intelligente et à la norme ISO 55001 au bénéfice des actifs et des services opérationnels – dans un cadre normalisé numérique intégré au système de production ferroviaire.

Table des matières

Orientation de l'industrie	2
Cadre normalisé numérique	2
Avantages des actifs numériques et des jumeaux virtuels pour l'exploitation ferroviaire	3
Stratégie numérique	6
Gestion intelligente des actifs d'entreprise	7
Solutions numériques aux défis courants du transport ferroviaire	8

Depuis le passage du premier train de passagers il y a près de 200 ans au Royaume-Uni, de Darlington à Stockton, les grandes priorités du secteur ferroviaire ont toujours été l'acheminement rapide des marchandises vers les marchés ainsi que la prestation de services de transport de passagers sûrs, fiables et abordables. À l'échelle mondiale, la pression s'accroît pour optimiser les infrastructures existantes, pour la plupart conçues et construites il y a plusieurs années et qui approchent de leur fin de vie. Confrontés aux restrictions budgétaires et aux attentes croissantes des passagers, des intervenants et des actionnaires, les propriétaires et les exploitants d'infrastructures doivent plus que jamais trouver des moyens efficaces de prolonger la vie des actifs existants et d'améliorer les systèmes ferroviaires déjà en place.

Il est donc nécessaire d'investir dans les infrastructures ferroviaires pour remplacer les actifs désuets (y compris les trains) et préparer l'environnement ferroviaire à l'avenir, dans l'intérêt des utilisateurs comme des propriétaires. La numérisation sera la clé pour optimiser ces investissements en matière de sécurité, de qualité opérationnelle et de disponibilité. En outre, les propriétaires et les exploitants d'infrastructures devront adopter une approche holistique pour intégrer harmonieusement les actifs de remplacement aux infrastructures en place et offrir des services continus et fiables à l'échelle du réseau.

Les propriétaires et les exploitants doivent tenir compte de la multitude des besoins émergents des intervenants de tout genre. Ces attentes, qui dépassent généralement la prestation de services sûrs, fiables et confortables, doivent être satisfaites pour s'assurer que le réseau de transport ferroviaire offre des avantages continus aux passagers et aux intervenants. De plus en plus, les intervenants recherchent des services technologiques, au bénéfice des passagers, notamment des voitures équipées de Wi-Fi, des systèmes de billetterie cybersécuritaires et l'intégration fluide des tarifs aux autres réseaux de transport. La sensibilisation politique et sociale accrue aux enjeux environnementaux exige la mise en œuvre d'un transport plus vert et faible en émissions de carbone face aux pressions visant la réduction de l'empreinte carbone durant le cycle de vie complet.

Si l'accès plus équitable au transport ferroviaire est d'une importance croissante dans la prise de décision, ce sont les principes environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) qui guident l'activité commerciale, particulièrement pour les gouvernements et les autres

acheteurs. Le rôle des technologies de pointe est déterminant pour alléger ces pressions. Il sera important que les propriétaires et les exploitants créent les conditions qui permettront aux réseaux existants d'adopter les nouvelles technologies en toute agilité.

Les propriétaires et les exploitants d'infrastructures sont confrontés à certains défis plus généraux qui peuvent être résolus par la numérisation. Ces défis comprennent:

- Comment les exploitants peuvent-ils offrir des services sûrs et fiables, tout en tenant compte des attentes plus élevées des passagers en matière d'expérience améliorée?
- Comment le secteur du transport ferroviaire peut-il attirer de nouvelles générations d'utilisateurs et de travailleurs, réduire les temps de déplacement et offrir des services abordables?
- Les propriétaires et les exploitants peuvent-ils réduire les pertes dans les opérations, accélérer les réparations et éliminer les temps d'arrêt non nécessaires?
- Comment est-ce possible de réaliser des opérations rentables?
- Comment les propriétaires peuvent-ils assurer la ponctualité?
- Les systèmes de transport ferroviaire existants peuvent-ils être modernisés?
- Comment les objectifs zéro émission nette peuvent-ils être atteints en conformité aux facteurs ESG?

Hausse de la rentabilité et de la satisfaction des clients au moyen de systèmes de production ferroviaire résilients soutenus par un cadre normalisé numérique

En s'appuyant sur les fondements de la gestion normalisée des actifs, selon la norme ISO 55001 – Gestion des actifs par exemple, et en intégrant la numérisation au système de transport ferroviaire, les propriétaires et les exploitants auront la chance de tirer une valeur supplémentaire des infrastructures existantes. En conceptualisant le réseau ferroviaire sous forme de « système de production » composé de quatre processus clés – préparation au trajet du client, gestion des actifs d'infrastructures, prestation des services et de l'information au client et gestion des actifs de matériel roulant –, il devient évident que les processus clés propres au système de production doivent être passés en revue dans leur ensemble s'il y a lieu de maintenir la rentabilité et la satisfaction du client. Un cadre normalisé numérique compatible au système de production permettra de gérer les données à l'échelle des quatre éléments du système et jouera un rôle déterminant dans l'exécution réussie et efficace des activités d'exploitation et d'entretien ferroviaires.

Durant l'exploitation et l'entretien des infrastructures, l'orchestration des données doit reposer sur une base solide et être fondée sur les composantes essentielles suivantes:

- Génération des données;
- Distribution des données;
- Traitement des données;
- Stockage des données pour appuyer adéquatement chaque étape du système de production des activités d'exploitation et d'entretien.

Traditionnellement, les données liées à l'exploitation et à l'entretien d'un réseau ferroviaire sont recueillies et analysées après les faits. La gestion intelligente des actifs d'entreprise et la modernisation des systèmes par la numérisation des activités d'exploitation et d'entretien permettront aux équipes de consolider les analyses de données et les processus de science des données pour en faire des tableaux de bord de salle de commande et détecter les mauvais fonctionnements avant qu'ils ne causent des défaillances. On parle ici d'exploitation et d'entretien prédictifs selon l'état. La numérisation produit les données cruciales plus rapidement par l'automatisation et l'informatique; les utilisateurs ont ainsi une compréhension plus opportune des situations et disposent de l'information pour y réagir en prenant des décisions plus rapides et plus éclairées. Le recours aux mégadonnées et à la science des données, par exemple, appuie la sensibilisation accrue à l'état des actifs, laquelle en retour améliore la fiabilité et la sécurité.

L'accessibilité aux connaissances qui se dégagent des données améliorées et prédictives peut également engendrer une réduction des coûts d'exploitation et d'entretien. Pour ce faire, l'analyse et l'itération des données permettront de mieux comprendre et de mieux évaluer les répercussions d'un problème potentiel avant qu'il ne cause des dommages.

Réflexion: Les propriétaires et les exploitants d'infrastructures ferroviaires n'ont pas encore atteint le plein potentiel de la prestation aux clients et aux investisseurs de services sûrs et de qualité offrant un rapport qualité-prix évident. La gestion numérique des actifs propose une approche globale dont l'étendue, la profondeur et l'accent sur le cycle total de vie permettront aux gestionnaires d'infrastructures de réaliser ce potentiel. La mise en œuvre d'un système numérique de jumeau à jumeau et son intégration au cadre normalisé numérique permettent de diriger, de contrôler et d'optimiser les résultats d'exploration et d'entretien.

Utilisation des actifs numériques du système de production pour générer des données susceptibles d'optimiser les résultats

Les défaillances d'actif ou d'équipement entraînant un arrêt du service ont des répercussions non négligeables sur les passagers (et les finances du propriétaire ou de l'exploitant). Parallèlement, les coûts de réparation des actifs vieillissants augmentent avec le temps en raison de nombreux facteurs, y compris la hausse des coûts de main-d'œuvre, les perturbations de la chaîne d'approvisionnement et la qualité des pièces fabriquées.

La figure 1 illustre le coût exponentiel d'un entretien réactif ou planifié; la ligne optimale de couleur marine démontre les économies à long terme (un avantage pour le propriétaire) générées par une planification initiale et l'ajout de capteurs aux jumeaux numériques, avec application de la science des données et des techniques d'analytique de l'entretien prédictif selon l'état. L'investissement initial en matière de jumeaux numériques pourrait également améliorer la fiabilité (un avantage pour l'utilisateur et le propriétaire).

La numérisation des actifs existants est aussi susceptible de générer une importante valeur pour les fonctions d'exploitation et d'entretien ferroviaires. Le cadre normalisé numérique permet aux techniciens de « voir » chaque actif au moyen d'étiquettes d'actif, y compris les détails comme les spécifications du fabricant et les numéros de pièces.

Alors que le manuel d'utilisation numérisé devient la norme des fabricants pour tout nouvel équipement, la numérisation des anciens manuels papier permettra aux opérateurs sur le terrain d'avoir un accès en temps réel aux instructions détaillées d'entretien à partir de leur tablette numérique ou téléphone intelligent.

Jumelée à la recherche de pièces et aux instructions de commande, la numérisation permettra aux techniciens de commander des pièces en temps réel. Le temps requis pour remettre les actifs en état de fonctionnement est ainsi réduit. La disponibilité instantanée des instructions constitue également un avantage en permettant à toutes les équipes d'appliquer les instructions de manière uniforme, quel que soit leur emplacement.

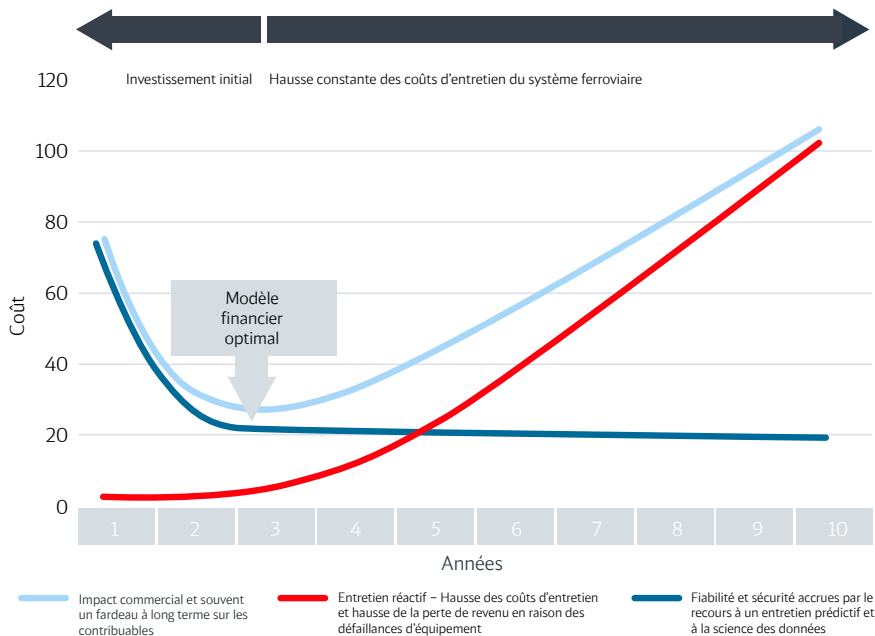


Figure 1: Scénarios de modèle financier avec et sans gestion intelligente des actifs d'entreprise

La gestion en ligne et numérique des actifs favorise un seul point de vérité à l'intention des organisations d'exploitation et d'entretien. Tous les utilisateurs disposent donc d'une information exacte, uniforme et à jour pertinente à leur rôle, qu'il s'agisse d'un rôle de gestion ou sur le terrain. Elle permet la visualisation des données, au moyen des tableaux de bord, afin de gérer la performance quotidienne par rapport aux indicateurs de rendement clés et d'améliorer l'accès à l'information importante pour les personnes en mesure d'apporter rapidement les modifications.

Pour les nouveaux projets, un environnement de données commun (EDC) et un modèle d'information intégré peuvent soutenir les étapes d'ingénierie et de construction au moyen de l'ingénierie des systèmes

de systèmes basée sur les modèles (MBSoS). Le MBSoS propose une vue d'ensemble à 360 degrés (en 2D ou en 3D) des exigences essentielles ainsi qu'une modélisation et une simulation qui favorisent des solutions de conception de qualité pour les étapes de construction et d'exploitation et d'entretien du projet. À l'étape de l'exploitation et de l'entretien, l'analyse des données améliorées recueillies par la numérisation contribue également à éclairer les décisions d'investissement et la sélection de produits plus appropriés.

Le déploiement des outils numériques propose une mesure d'atténuation face à certains des défis courants des propriétaires d'infrastructures ferroviaires. La figure 2 ci-dessous présente une liste de défis, ainsi que leurs mesures d'atténuation numériques

Les actifs intelligents peuvent réduire l'impact des défis courants dans les réseaux ferroviaires.

Défis courants	Atténuation avec les outils numériques	Délai de mise en œuvre	Bénéfices vs coûts
1. Actifs vieillissants	Capteurs IdO aux fins de détection prédictive des défaillances	▼	★★★★ / \$\$
	Science des données et analytique aux fins de prévision de l'état des actifs	▲	★★★★ / \$\$\$\$
2. Manque de compétences numériques	Réalité augmentée et réalité virtuelle aux fins de formation, d'assistance à la réparation et d'instructions à distance	▼	★★★★ / \$\$
3. Pénurie de main-d'œuvre	Systèmes automatisés pour les opérations et les installations	▲	★★★★ / \$\$\$\$
4. Chaîne d'approvisionnement en retard dans la numérisation	Gestion des actifs d'entreprise/suivi par IRF	▲	★★★★ / \$\$\$\$
5. Perturbations de services imprévues	Analyse des mégadonnées Capteurs IdO (température, vibration, bruit, etc.)	▼	★★★★ / \$\$
6. Hausse des coûts d'entretien	Automatisation des réparations de routine comme la robotique	▲	★★★★ / \$\$\$
7. Réparations non coordonnées	Jumeau numérique et aperçu de l'état de l'actif à partir d'un point unique	▼	★★★★ / \$\$\$
8. Anomalies ou fonctionnement inhabituel de l'équipement	Apprentissage machine pour la détection hâtive des problèmes, p. ex., vibration, bruit, température	▼	★★★★ / \$\$
9. Retards de train	Alertes automatiques aux passagers	▼	★★★★ / \$\$
10. Alertes de pollution, de bruit et de vibration	Capteurs IdO liés aux tableaux de bord	▼	★★★★ / \$\$
11. Services aux passagers	Systèmes de tarification intégrée	▲	★★★★ / \$\$\$\$
12. Portes	Détection de présence	▼	★★★★ / \$\$
13. Chauffage et climatisation	Optimisation de la circulation d'air pour la santé et le confort des passagers	▼	★★★★ / \$\$
14. Mauvais fonctionnement des escaliers mécaniques ou des ascenseurs	Alertes numériques aux passagers sur les téléphones intelligents, capteurs IdO	▼	★★★★ / \$\$

Figure 2: Défis courants pouvant être atténués par une intervention numérique

Avantages des jumeaux virtuels

Il est avantageux pour les propriétaires et les exploitants d'infrastructures d'adopter la numérisation dès les premières étapes d'un projet de système de transport en commun.

Le modèle d'information intégré devrait être introduit progressivement aux étapes d'ingénierie et de construction du projet. Ainsi, la pleine valeur des avantages sera réalisée en utilisant le jumeau virtuel tel que construit du système de transport en commun durant les étapes d'exploitation et d'entretien. En combinant les fonctionnalités de simulation virtuelle des premières étapes de planification et de construction au cadre normalisé numérique intégré à l'étape de la mobilisation du système de production, il est possible de créer un système ferroviaire numérique et automatisé dédié aux activités d'exploitation et d'entretien.

Un jumeau virtuel, également nommé jumeau numérique, est une reproduction numérique intelligente d'un actif corporel, y compris de ses processus et de ses systèmes, et est continuellement nourri des données de terrain. Le soutien des jumeaux virtuels nécessite de multiples équipes; ce soutien permettra d'offrir des services ferroviaires hautement fiables et sûrs au moyen de la gestion numérique des actifs et des méthodes d'entretien prédictif basées sur la modélisation et sur une prise de décision guidée par les données au sein du cadre normalisé numérique. La création d'un système de transport ferroviaire intelligent passe par la combinaison de la gestion numé-

rique des actifs, des capacités de simulation virtuelle et des données tirées des opérations en temps réel.

Dans le contexte global du système de production du réseau ferroviaire, la numérisation de l'information relative aux actifs génère des données améliorées sur les actifs – des données qui peuvent être analysées jusqu'au niveau du composant. Cette information détaillée et ciblée favorise un dépannage plus rapide au niveau du système ou du composant et permet de suivre et de comprendre l'exploitation des actifs et leur position par rapport à l'intervalle ciblé de paramètres de performance opérationnelle fiable.

Dans un environnement de réseau ferroviaire numérique, les données et les indicateurs peuvent être suivis au moyen d'outils visuels, comme des feux de circulation, où le rouge, le vert ou le jaune représentent l'état de l'actif dans une carte du réseau consolidé. Lorsque les équipes d'exploitation et d'entretien sont en mesure de constater visuellement l'état de chaque actif, cela permet d'effectuer des réparations proactives afin d'éviter les défaillances plus importantes, et d'optimiser les résultats financiers comme l'illustre la figure 1 présentée précédemment.

Les jumeaux virtuels ont aussi l'avantage de soutenir l'évaluation du cycle de vie en mettant à l'épreuve de multiples scénarios pour optimiser la sélection des actifs, des matériaux, des sources d'énergie ainsi que leur impact environnemental tout au long des cycles de construction, d'exploitation et d'entretien, et ce, beau-



Figure 3: Aperçu du réseau numérique de la salle de commande (2D)

coup plus rapidement qu'à l'aide des méthodes traditionnelles. Les jumeaux virtuels contribuent également à la formation, à l'engagement et à la consultation des intervenants, y compris la réalité augmentée (RA) et la réalité virtuelle (RV), en plus d'exécuter des simu-

lations de planification de réseau optimal, des initiations à la sécurité, des simulations de réparation, des directives de réparation à distance, la visualisation des services publics cachés durant les travaux d'excavation et de réparation et de nombreux autres cas d'usage.

Stratégie de numérisation du système de production au moyen d'un cadre normalisé numérique

Dans les réseaux ferroviaires existants, le développement d'une stratégie de numérisation impliquera de définir des objectifs et des priorités en tirant parti de la technologie et en établissant des systèmes de production par l'adoption des normes comme ISO 55001 et ISO 19650 (Modélisation des données du bâtiment) selon les environnements de données communes. Pour assurer la numérisation efficace du système de production, il est nécessaire de mettre en place un cadre normalisé numérique avec jumeaux virtuels des actifs pour assurer le suivi en temps réel et tirer plus rapidement parti des mégadonnées, ainsi que des capteurs d'Internet des objets (IdO) pour raccourcir les délais de dépannage et réduire la probabilité de problèmes inattendus dans le réseau ferroviaire. Notre diagramme conceptuel du système de production et du cadre normalisé numérique est illustré à la figure 4.

Le système de production est composé de quatre processus clés, comme l'indique la figure 5. Ils sont :

1. Préparation au trajet du client;
2. Gestion des actifs d'infrastructures;
3. Trajet du client et information sur le client;
4. Gestion des actifs de matériel roulant

Pour atteindre les résultats désirés à l'échelle du système, la planification, l'orientation et l'exécution doivent être pris en compte dans chaque processus clé.

Afin de faire du cadre un schème potentiel capable d'orienter et d'optimiser les opérations ferroviaires, de plus amples considérations doivent être données aux quatre ressources de production qui composent les actifs corporels du système ferroviaire, notamment la main-d'œuvre, les infrastructures ferroviaires, le matériel roulant et les consommables. Chaque ressource est associée à une matrice RACI claire (réalisateur, approbateur, consulté et informé).

De même, le cadre normalisé numérique illustré à la figure 4 propose un cadre évolutif, orienté sur les données et les applications d'exploitation et d'entretien qui s'appuient sur les processus clés. L'orchestration efficace des données (génération de données, distribution de données, traitement de données et stockage de données) à l'échelle des quatre ressources de production augmentera la capacité de gérer et d'optimiser les opérations ferroviaires.

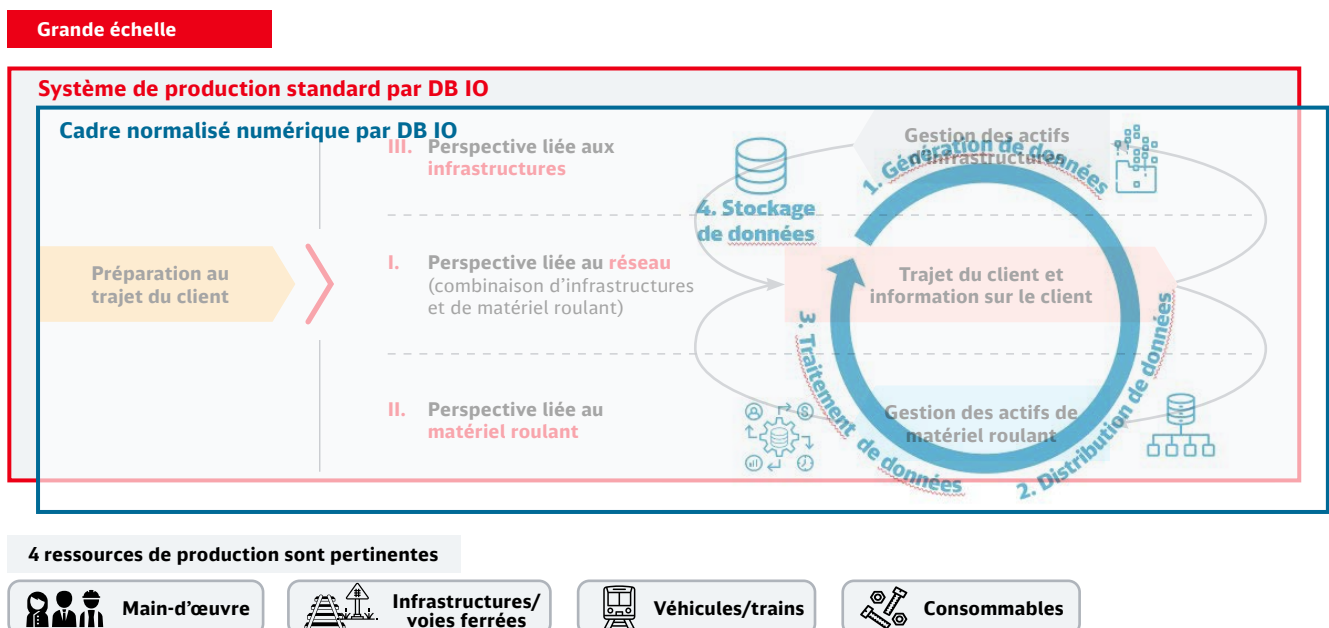


Figure 4: Cadre normalisé numérique par DB IO

En détail : Stratégie de gestion intelligente des actifs d'entreprise

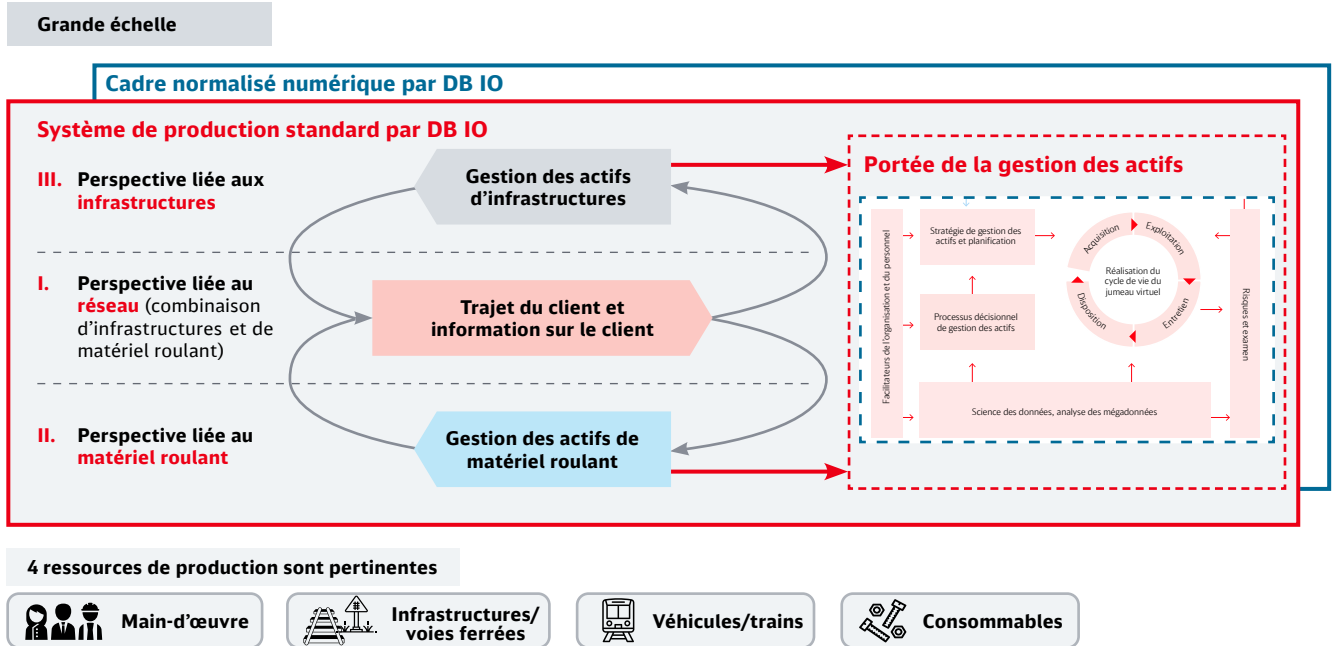


Figure 5 : Système de production et cadre normalisé numérique par DB IO : version détaillée

La gestion des actifs d'entreprise est déployée à l'échelle de l'organisation pour protéger les investissements dans les actifs, les systèmes, les ressources ainsi que l'inventaire d'actifs essentiels.

En ce qui concerne l'exploitation, les infrastructures et le matériel roulant peuvent être munis de capteurs qui enregistrent et partagent l'information pour favoriser la prise de décisions basées sur les données dans les opérations ferroviaires. Ces données permettent aux opérateurs de salles de commande de voir les alertes et de réagir aux conditions hors norme (p. ex., la glace) afin d'alerter rapidement les équipes d'exploitation de façon dynamique. Les trains munis de capteurs fournissent des données recueillies à l'échelle du système ferroviaire pour appuyer l'exploitation et l'entretien numériques. Généralement, de tels actifs sont considérés comme des actifs intelligents.

Lorsque la gestion des actifs d'entreprise est combinée aux actifs intelligents, les propriétaires de chemins de fer peuvent tirer profit des économies potentielles découlant d'interventions plus ciblées et généralement moins fréquentes.

Alors que l'entreprise du propriétaire prend de la maturité, des outils comme un jumeau virtuel peuvent prendre en charge une variété de tâches dans l'éventail

d'activités d'exploitation et d'entretien. Il peut, entre autres, s'agir de la modélisation de la demande des clients, des calendriers d'entretien pour les travaux planifiés et non planifiés et de la capacité des équipes sur le terrain de proposer des interventions, de rediriger l'achalandage du réseau et de fournir de l'information dynamique et accessible aux passagers.

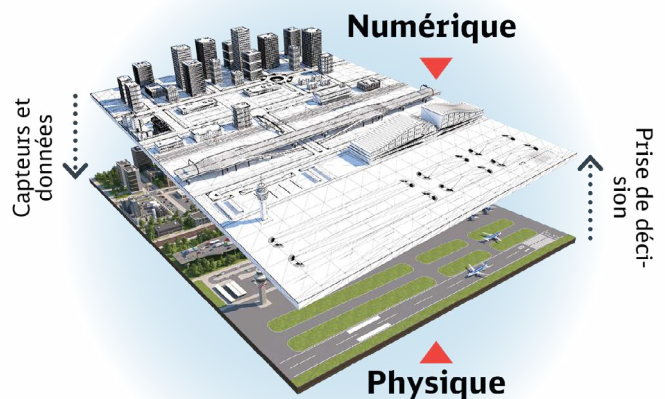


Figure 6 : Jumeau virtuel dans le réseau ferroviaire (3D)

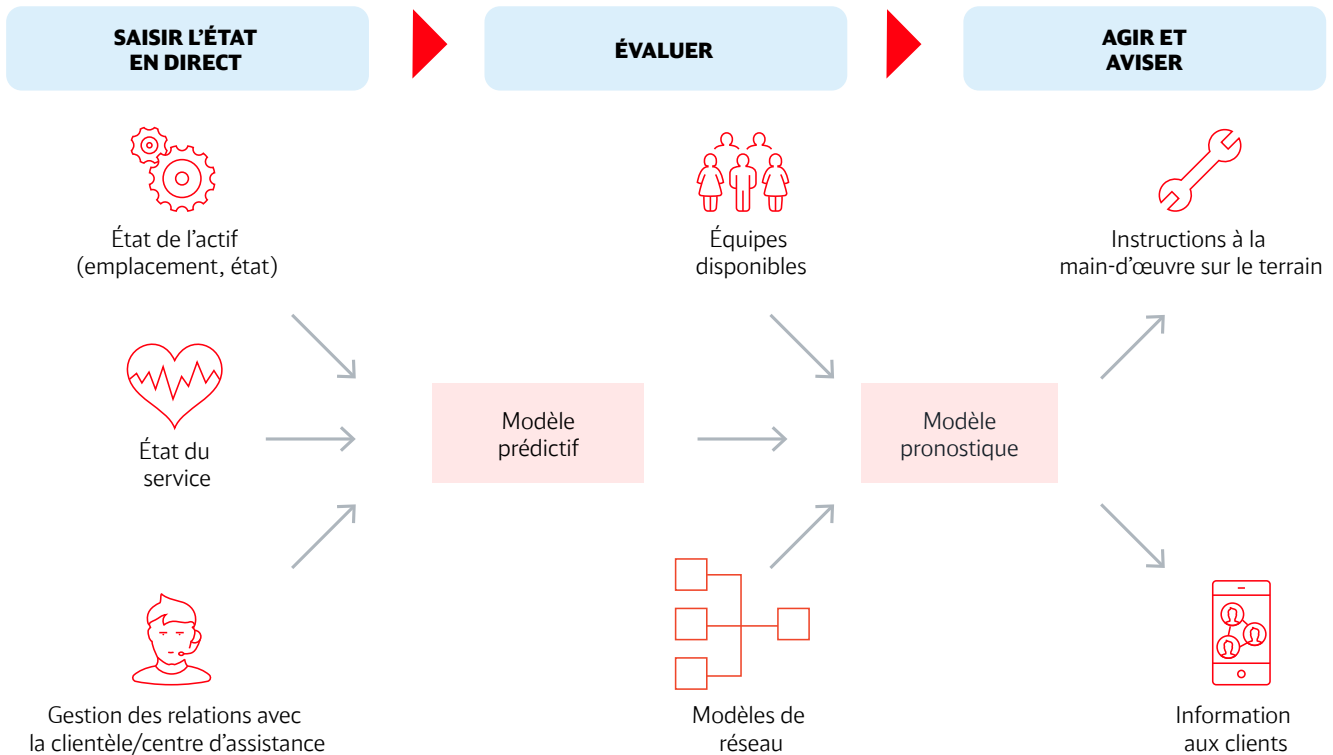


Figure 7: Gestion intelligente (numérique) intégrée des actifs d'entreprise, courtoisie de l'Institute of Asset Management

La mise en place d'une carte de gestion intelligente des actifs d'entreprise nécessite la création de plans et de politiques fondamentaux à l'échelle de l'organisation, notamment:

- Politique de gestion des actifs;
- Guide sur les systèmes de gestion des actifs;
- Politiques sur les actifs;
- Carte sur les infrastructures intelligentes;
- Exigences liées à l'information sur les actifs;
- Stratégie sur la cybersécurité;
- Ontologie des actifs;
- Plans de gestion et d'atténuation des risques.

Afin que les équipes responsables des activités d'exploitation et d'entretien déjà en place puissent contribuer aux services ferroviaires améliorés, il est important d'harmoniser toutes les équipes de l'organisation. L'établissement d'une culture collaborative à l'échelle des opérations dépend fortement de la création et de l'application d'une vision provenant de la haute direction de l'entreprise. La transition vers la gestion intelligente (numérique) des actifs et des stocks évolue généralement sur deux à cinq ans, ce qui accorde suffisamment de temps pour l'engagement des employés, la définition des objectifs, l'allocation de budget, ainsi que la conception et la mise en place de l'architecture numérique nécessaires à la modernisation des systèmes sous-jacents.

Les données tirées des jumeaux virtuels peuvent également être optimisées pour favoriser l'intégration aux systèmes de demandes d'entretien, elles peuvent ainsi contribuer à déterminer les réparations prioritaires, à détecter plus rapidement l'emplacement problématique et à former de nouvelles équipes d'exploitation et d'entretien.

L'intégration aux systèmes de gestion des demandes d'entretien crée également un lien entre les actifs corporels et l'historique opérationnel dont l'analyse permet de cerner les éléments courants d'échec ou nécessitant des réparations de routine.



Figure 8: Jumeau virtuel dans le réseau ferroviaire (2D)

Les jumeaux virtuels donnent aux propriétaires d'actifs les moyens de mieux envisager, concevoir, bâtir, exploiter, entretenir et gérer presque tous les éléments de l'environnement bâti. Ces nouvelles fonctionnalités permettent aux équipes de simuler des conditions en vue d'améliorer la conception, d'appliquer la science des données, d'utiliser les fonctions d'analyse prédictive et de voir l'information de manière plus claire en visualisant tout le cycle de vie du projet (p. ex., conception, construction, mise en service, exploitation et entretien).

Les résultats peuvent être très larges, comme la réduction des coûts d'exploitation, l'amélioration continue de l'efficacité opérationnelle et un apprentissage plus approfondi du comportement des actifs dans le réseau ferroviaire intégré. La figure 9 saisit la valeur stratégique découlant des jumeaux virtuels.

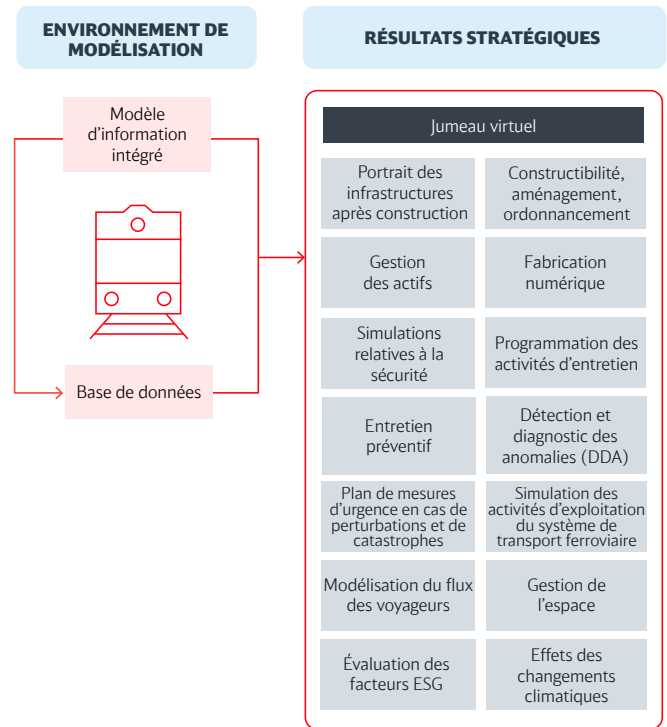


Figure 9: Valeur stratégique dérivée des jumeaux virtuels développés pour les réseaux ferroviaires

Des solutions numériques aux défis ferroviaires courants

Les propriétaires et les exploitants d'infrastructures ferroviaires qui entreprennent une stratégie de numérisation profiteront d'améliorations opérationnelles et financières considérables en matière de fiabilité, de sécurité, d'exploitation, d'entretien et de durabilité des actifs d'infrastructures ferroviaires. L'approche combinée de l'intégration des jumeaux virtuels et de la gestion intelligente des actifs d'entreprise améliore la normalisation et favorise les fonctionnalités prédictives, ainsi que l'accélération des délais de réparation tout au long du cycle de vie (p. ex., conception, construction, mise en service, exploitation et entretien) des actifs et des systèmes.

L'application de la technologie numérique aux environnements ferroviaires a grandement évolué au cours des dernières années. Les pratiques exemplaires peuvent être adoptées progressivement au fil du temps, laissant aux propriétaires ferroviaires le temps d'amortir le coût de l'investissement sur plusieurs années. Les opérations de Calgary Transit, du TGV, de DB, de SMRT et du Shinkansen en sont des exemples. Ils ont tous adopté des systèmes de collecte automatique des données pour assurer le suivi de leur état. L'information tirée des actifs ferroviaires est recueillie automatiquement à l'aide de voitures opérées à distance munies de capteurs. Les renseignements utiles sont recueillis aux fins d'entretien préventif, de suivi de l'état des actifs et d'optimisation des ressources.

Lecture associée: [Des systèmes de transport ferroviaire numériques, intelligents et intégrés – de la réalisation de projet à l'exploitation](#)

Deutsche Bahn



Stefan Schöllmann

Directeur des technologies
DB International Operations

Stefan.Schoellmann@db-eco.com



Janna Piorr

Vice-présidente
DB International Operations

Janna.Piorr@db-eco.com

WSP



Jennifer Verellen

**Vice-présidente principale,
responsable mondiale,
Transport ferroviaire et
transports collectifs**
Systèmes de transport
WSP au Canada

Jennifer.Verellen@wsp.com



Lucy Casacia

Vice-présidente
Solutions numériques et intelligentes
WSP au Canada

Lucy.Casacia@wsp.com



Keith Anthon

Directeur technique
Réalisation numérique, Transport
ferroviaire et transports collectifs
WSP au Canada

Keith.Anthon@wsp.com

Dassault Systèmes



Corinne Bulota

**Vice-président,
Infrastructures,
énergie et matériaux**
Dassault Systèmes

Corinne.Bulota@3ds.com



Stéphane Aubert

**Consultant principal,
valeur commerciale**
Infrastructure, énergie et
matériaux

Stephane.Aubert@3ds.com



DB International Operations

DB International Operations offre des services d'exploitation et d'entretien dans le cadre de projets ferroviaires en dehors de l'Europe. À titre de membre du Deutsche Bahn Group, l'un des plus importants fournisseurs de transport et de mobilité au monde, nous contribuons à l'exploitation et à l'entretien des infrastructures et du matériel roulant dédiés au transport de passagers et de marchandises pour assurer durabilité, fiabilité, innovation et rentabilité.

DB International Operations
Part of DB E.C.O. Group
EUREF Campus 21/22
10829 Berlin, Germany

io.deutschebahn.com

