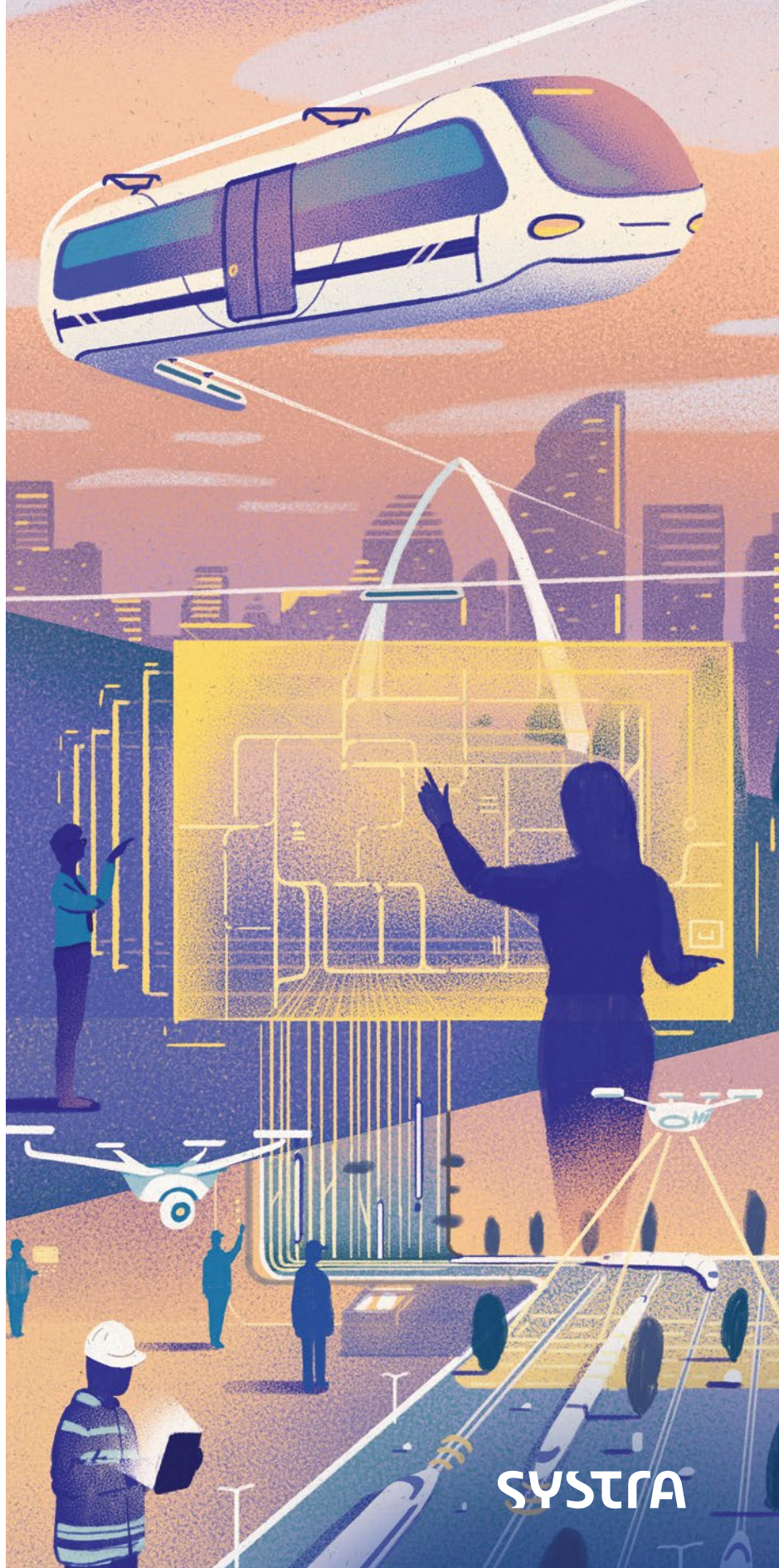


# ASSET MANAGEMENT

Valoriser pour durer

VU PAR  
SYSTRA  
ET  
Usbek & Rica



SYSTRA

# Et si prédire était une science exacte ?

**Nicolas Massart**

directeur technique  
et innovation  
de SYSTRA

Si le terme asset management reste récent, le concept de gestion de patrimoine existait déjà sous l'Antiquité. Dans les années 2000, pour faire face aux nouveaux défis de l'économie globalisée, l'asset management se structure par des normes et des standardisations et son application s'étend de plus en plus de domaines. En interrogeant différents acteurs de l'écosystème, nous avons cherché à montrer la diversité et l'étendue des possibilités offertes par l'asset management, restituées dans ce cahier.

« Mieux vaut prévenir que guérir », cet adage pourrait à lui seul synthétiser l'apport essentiel de l'asset management. Une simplification, certes, mais qui révèle le changement de paradigme à l'œuvre dans de nombreux secteurs, celui de la mobilité plus particulièrement. Face aux crises qui définissent notre époque, qu'elles soient sanitaires, environnementales, économiques ou sociétales, on demande toujours davantage aux infrastructures et à leurs gestionnaires. La performance n'est plus seulement d'ordre technique, opérationnel ou financier, elle doit aussi être durable. Mais qu'entend-on par durabilité ? Est-ce le seul accomplissement des objectifs carbone ? Ou bien, au sens plus large, la capacité à optimiser la performance des infrastructures, aujourd'hui comme demain, à créer de la valeur, à répondre aux changements à venir, à s'adapter aux défis émergents ?

Par essence, l'anticipation ne s'invente pas, elle se prépare. C'est donc une question d'outil, mais aussi de culture et d'organisation. Pour « gérer » des actifs, il faut d'abord les connaître, puis les comprendre, et enfin les confronter à une multitude de scénarios pour prendre des décisions éclairées et au moment le plus opportun. L'asset management est donc bien plus qu'une méthode : c'est un dialogue. Entre des expertises, des données, des temporalités, des priorités. L'asset management rassemble différentes parties prenantes autour d'un enjeu essentiel : comment faire en sorte que nos infrastructures actuelles répondent toujours aux besoins de demain ?

Ces quelques pages vous éclaireront, nous l'espérons, sur ce sujet structurant, au centre des défis majeurs que doit relever aujourd'hui l'ingénierie.

ARTICLE

**Les multiples valeurs de l'infrastructure**

p. 6

ARTICLE

**Bâtir pour les générations futures**

p. 10

INTERVIEW CROISÉE

**Concevoir pour durer**

p. 12

INFOGRAPHIE

**L'asset management, une histoire de temps**

p. 14

INTERVIEW CROISÉE

**Les infrastructures peuvent-elles suivre le rythme de l'innovation ?**

p. 20

ARTICLE

**Les données, clé de voûte de l'infrastructure**

p. 22

ARTICLE

**Scénariser le monde**

p. 25

NEW UTOPIA

**Promenade dans la ville de 2075**

p. 28

# Les multiples valeurs de l'infrastructure



## TEXTE

Renée Zachariou

## ILLUSTRATION

Dan Matutina

1- Hanif, N., Lombardo, C., Platz, D., Chan, C., Machano, J., Pozhidaev, D. et Balakrishnan, S., eds., *Managing Infrastructure Assets for Sustainable Development: A Handbook for Local and National Governments* (New York, United Nations, 2021).

« Dans ce modèle, l'objectif est de maintenir la performance opérationnelle tout au long du cycle de vie et d'investir de manière responsable pour améliorer l'équilibre coût-performance-risque. »

**Q**u'est-ce que la valeur d'une infrastructure ? Est-elle nécessairement financière ? Dans un secteur où de multiples acteurs collaborent, on devine que différentes définitions coexistent. La définition de valeur est propre à chacun d'eux et constitue le point de départ de toutes démarches d'asset management.

## DÉFINIR ET AUGMENTER LA VALEUR FINANCIÈRE VIA L'ASSET MANAGEMENT

L'asset management est l'ensemble des activités qui permet de gérer les actifs d'une organisation pour en générer la valeur optimale, tout en maintenant l'équilibre entre le niveau de performance, les risques et les coûts. Dans le cas des infrastructures, ces actifs sont le plus souvent matériels, mais ils peuvent aussi être intangibles et financiers, domaine où est né l'asset management. Dans le monde des transports, on pense aux bâtiments (gares, dépôts ...), aux réseaux (rails, caténaires ...) et au matériel roulant (trains).

La valeur s'apprécie, tout d'abord, à partir des coûts, que les modèles financiers évaluent concomitamment afin d'atteindre un optimum entre Capex et Opex. Le Capex (« capital expenditure ») correspond au total des investissements, tandis que l'Opex (« operational expenditure ») représente les dépenses de fonctionnement. Dans ce modèle, l'objectif est de maintenir la performance opérationnelle requise tout au long du cycle de vie et d'investir de manière responsable pour améliorer l'équilibre coût-performance-risque, et donc accroître la valeur créée.

L'optimum Capex-Opex définit ainsi les arbitrages à réaliser pour une valeur de service donnée, sur la durée de vie de l'actif. John Hardwick, directeur exécutif asset management à l'agence gouvernementale Transport for New South Wales, privilégie cette approche en mettant l'accent sur une vision à long terme. « Pour la puissance publique, c'est le coût total qui importe. Et ce qui prime, c'est le service que l'on offre aux utilisateurs et à la communauté. »

## AU-DELÀ DE LA VALEUR FINANCIÈRE : SERVIR LES UTILISATEURS

On touche ici à une autre valeur : la valeur de service. Dans un guide à destination des acteurs publics publié en avril 2021<sup>1</sup>, l'Organisation des Nations unies distingue ainsi la valeur de service et la valeur financière d'un actif. La première correspond au « niveau de service qu'un ou plusieurs actifs fournissent aux usagers, aux propriétaires, à la collectivité et aux citoyens », tandis que la seconde se rapporte au coût d'acquisition et de fonctionnement.

Les deux définitions sont complémentaires plutôt que concurrentes selon Thomas Paineau, directeur d'investissement senior chez Meridiam, une société française indépendante d'investissement, dont la mission est de « développer, construire et exploiter à long terme des infrastructures durables qui améliorent la qualité de vie des populations ». « Nous observons bien sûr la dimension financière, car nous avons des comptes à rendre à nos investisseurs. Mais cette valeur ne va se concrétiser que si l'infrastructure contribue positivement aux Objectifs de développement durable (ODD, 17 objectifs définis par l'ONU depuis 2000). »

Non seulement plusieurs définitions de la valeur coexistent, mais celle-ci n'est pas figée dans le temps. Si l'on revient aux méthodes comptables traditionnelles, la valeur d'un actif est un montant qui se déprécie dans le temps, pour représenter l'usure. Néanmoins, un pont de cent ans assurant toutes ses fonctionnalités aura la même valeur de service qu'un pont neuf. Il occasionnera cependant des coûts de maintenance plus importants.

## VALORISER L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN

« Pour nous, il n'y a pas vraiment d'arbitrage a priori entre le Capex et l'Opex, car nous suivons les projets sur le long terme, pour vingt-cinq ans, et sur des infrastructures qui ont une durée de vie de plus de soixante ans »,

poursuit Thomas Paineau. Une réflexion sur le long terme inclut nécessairement la prise en compte du risque climatique dès la phase de conception de l'infrastructure. Meridiam était ainsi impliqué dans le financement d'un tunnel sous le port de Miami, une zone souvent touchée par les typhons. En ajoutant 1 % au prix de construction afin de mettre en place des portes permettant de sceller l'entrée du tunnel en cas de montée des eaux, des dizaines de millions de dollars ont été, et vont être, économisés sur la durée de vie de l'infrastructure.

## UNE VISION INTÉGRÉE DE LA VALEUR

L'asset management ne se focalise donc pas sur l'actif proprement dit, mais sur la valeur que l'actif peut fournir à son gestionnaire, conformément à la norme ISO 55001 (voir page 15). John Hardwick donne l'exemple du remplacement des systèmes de signalisation ferroviaire dans le sud-ouest de l'Australie. Plusieurs options étaient envisageables : dépenser 800 millions de dollars australiens pour se limiter à la mise à jour du système existant ou passer à une nouvelle technologie digitale pour un coût additionnel de 450 millions. L'innovation technologique permettait de limiter le temps que les opérateurs passent sur les rails (enjeu de sécurité) et augmentait le nombre de trains pouvant circuler sur la ligne (enjeu de service). En prenant tous ces éléments en compte via une approche d'asset management, c'est la seconde possibilité qui a été retenue.

« Regrouper l'information venant de plusieurs sources, pour permettre [...] d'échanger sur les options et de privilégier les objectifs de performance à long terme. »

La grande force de l'asset management est ainsi de regrouper l'information venant de plusieurs sources (services financiers, responsables maintenance, équipes opérationnelles, études de satisfac-

tion clients...), pour permettre aux ingénieurs et aux équipes de gestion des actifs, dès le début, d'échanger sur les options et de privilégier les objectifs de performance à long terme.

## LA VALEUR PATRIMONIALE DE L'INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT

L'infrastructure de transport a également une valeur patrimoniale, et l'asset management est d'ailleurs parfois traduit par « gestion du patrimoine ». Selon le dictionnaire Larousse, le patrimoine est un « bien que l'on tient par héritage de ses ascendants » : preuve que l'asset management est avant tout un travail collectif sur le temps, pour bâtir, faire fructifier son réseau et son patrimoine au bénéfice des générations futures.

Dans cette optique, Jean-Bruno Delrue, président de Mesea, mainteneur de la Ligne à grande vitesse Sud Europe Atlantique (LGV SEA) Tours-Bordeaux, indique travailler étroitement avec Lisea, concessionnaire de la LGV SEA : « Nous avons mis en commun des moyens financiers et humains afin de développer conjointement une démarche de connaissance approfondie de l'évolution de nos installations dans le temps, qu'il s'agisse de géométrie voie ou de santé de nos équipements de signalisation. » Hervé Le Caignec, président de Lisea, abonde en ce sens et donne des exemples de collaborations. Il indique ainsi que « pour sa connaissance de l'inventaire du patrimoine, Lisea s'appuie en grande partie sur des outils développés par Mesea (GMAO<sup>2</sup>) ».

## LA VALEUR DE LA COLLABORATION

Avoir une approche holistique de toutes les facettes d'une infrastructure, de ses valeurs, différentes pour chaque acteur, permet d'engager des conversations éclairées avec les décideurs et les investisseurs. Joubert Flores, ancien directeur de la maintenance du métro de Rio (Brésil) et actuel vice-président de l'Union internationale des chemins de fer en Amérique latine, devait ainsi convaincre les autorités publiques d'investir dans certains éléments du métro de Rio. « En analysant l'ensemble du réseau, nous avons identifié 51 actifs à moderniser, dont 8 présentaient un risque élevé de défaillance. Cela nous a permis de prioriser l'investissement. » En effet, si nous nous sommes concentrés dans ce cas précis sur la valeur de l'infrastructure, ses dysfonctionnements ont aussi un impact. Il peut être financier, en cas de pénalités fixées par l'autorité de tutelle et/ou de baisse des recettes des usagers si l'infrastructure perd en performance, économique, avec une augmentation des Opex si les actifs sont très défaillants, mais aussi réputationnel.

Adopter une organisation efficace d'asset management est un défi audacieux et exigeant, qui implique de transformer la culture des parties prenantes et de réviser les perspectives de plusieurs acteurs.

## QUAND LA VALEUR EMOTIONNELLE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT DEVIENT VIRALE !

Les Numtots (New urbanist memes for transit-oriented teens, Nouveaux memes urbanistes pour les adolescents orientés transport en français) sont des fans de transport et d'urbanisme qui partagent sur Internet des images virales : plan du métro ré-imaginé, photomontages racontant la vie dans les transports en commun. Si leur humour est parfois hermétique, leur attachement et leur engagement en faveur de réseaux de transport expriment néanmoins la valeur émotionnelle, qui va au-delà de la seule valeur servicielle, des transports publics.



Le coût du cycle de vie entier d'un matériel roulant correspond à 2,5 à 3 fois<sup>1</sup> son coût d'acquisition.



Avec l'installation d'un système de détection des défaillances sur les caténaires, un opérateur européen indique 8 à 10 %<sup>2</sup> de gain de coût sur les activités de maintenance.

1- Évaluation SYSTRA.

2- UITP (2019). « Digitalisation and Asset Maintenance ».

## LA VALEUR DE L'INFRASTRUCTURE

Selon Hervé Le Caignec, président de Lisea, concessionnaire de la LGV SEA (Ligne à grande vitesse Sud Europe Atlantique) et Jean-Bruno Delrue, président de Mesea, mainteneur de la LGV SEA Tours-Bordeaux

**J.B.D.** Une infrastructure de transport est avant tout un ouvrage de service public, destiné aux utilisateurs individuels et aux entreprises. Sa valeur d'usage est donc primordiale. En revanche, il est impensable d'en décorrélérer la dimension financière. Une infrastructure de transport se gère sur le temps long, et l'optimisation de son coût global démarre dès sa conception, ce qui implique la mise à bord de l'exploitant-mainteneur dès cette étape, c'est pleinement l'esprit du projet LGV SEA. Il faut optimiser l'effort de maintenance et son impact sur l'ouvrage pour en garantir la sécurité et la performance afin de repousser les opérations de renouvellement au plus loin.

**H.L.C.** Dans le cas de la LGV SEA, la valeur de l'infrastructure peut se mesurer selon de multiples critères. Pour répondre aux enjeux climatiques, elle permet de favoriser un report modal en faveur du train entre Paris et les principales métropoles du Sud-Ouest. Le transfert des trains à grande vitesse sur une ligne dédiée permet également une importante libération de capacités sur la ligne classique, susceptible de favoriser le développement des services régionaux TER ou du fret ferroviaire. Enfin, la LGV SEA est au service des dynamiques territoriales sur toute la façade Atlantique et le Grand Sud-Ouest de la France. En phase d'exploitation, nous continuons aussi de suivre l'impact du projet à travers deux observatoires, l'un environnemental et l'autre socio-économique.

2- GMAO : Gestion de maintenance assistée par ordinateur.

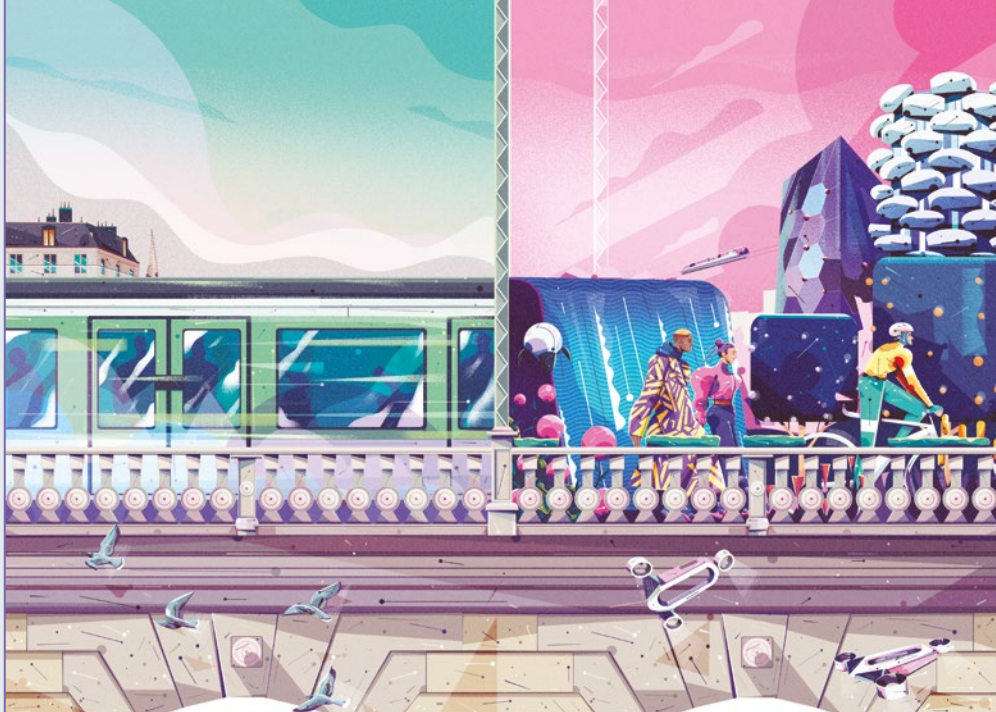
# Bâtir pour les générations futures

## TEXTE

Sophie Kloetzli

## ILLUSTRATION

Joe Waldron



**L**es objectifs de développement durable nous invitent à allonger la durée de vie de nos infrastructures, mais aussi à réfléchir à leurs usages dans l'intérêt des prochaines générations. Dans quels cas a-t-on davantage intérêt à prolonger ou à transformer leur utilisation ?

Inaugurée en 1900, la ligne 1 du métro parisien transporte aujourd'hui 750 000 passagers par jour d'est en ouest de la capitale. Si elle a fait l'objet de nombreux travaux en plus de cent vingt années d'existence, dont son automatisation en 2013, elle met en lumière le grand âge de nos infrastructures. Une longévité qui ne va pourtant pas de soi, souligne Fanny Lopez, historienne de l'architecture et des techniques, et maîtresse de conférences à l'école d'architecture Paris-Est. « Nous vivons sur des infrastructures qui ont pour beaucoup près d'un siècle. La question de l'obsolescence se pose. Que ce soit pour le réseau viaire ou énergétique, pour les centrales nucléaires ou hydroélectriques, on a tendance à penser que leur gigantisme est synonyme de permanence, mais elles sont en réalité fragiles. » Routes, ponts routiers ou ferroviaires, centrales nucléaires... Plusieurs infrastructures révèlent des faiblesses potentielles ou avérées qui appellent à une surveillance accrue – mais ciblée – et à une meilleure anticipation des défaillances pouvant survenir, avec une réelle gestion des actifs.

## RÉUTILISER ET ANTICIPER

Dans un contexte de changement climatique, de tensions sur certaines ressources en matières premières et d'inflation des coûts énergétiques, la durabilité de nos infrastructures pourrait prendre demain une importance encore plus grande, voire stratégique. Ingrédients phares du béton, le sable et le gravier (dont la demande mondiale s'élève entre 40 et 50 milliards de tonnes par an selon l'ONU) risquent de venir à manquer dans le futur<sup>1</sup> alors que des crises d'approvisionnements se font déjà sentir dans certaines régions du monde. Face à ces tendances globales, l'économie circulaire gagne du terrain. Ainsi, Colas, filiale du groupe Bouygues, met en œuvre le recyclage de matériaux de construction routière, issus notamment de ses carrières et gravières (granulats, béton prêt à l'emploi), convaincue que « la maîtrise des ressources clés que sont les granulats et le bitume est essentielle pour la réalisation des travaux

routiers »<sup>2</sup>. Favorisant de la même façon l'utilisation de matériaux secondaires, Vinci, pour sa part, a développé via sa filiale Eurovia « un procédé innovant de rénovation à très fort taux de recyclage des chaussées » qui « a permis de porter à 70 % le taux de recyclage des agrégats issus du rabotage des chaussées et a été remis en œuvre localement dans le nouveau revêtement routier »<sup>3</sup>.

Réutiliser les matériaux ne suffit pas. Il faut également anticiper les nouvelles conditions de vie pour adapter les infrastructures dès maintenant et améliorer leur résilience, à l'heure où les événements climatiques extrêmes se multiplient. Une gestion proactive du risque passe notamment par la maintenance prédictive (grâce au déploiement de capteurs par exemple (IoT), de jumeaux numériques, ainsi que de répliques virtuelles et interactives des infrastructures. À la pointe de ces technologies, Singapour a mis en place dès 2014 une modélisation détaillée de la ville incluant l'intégralité de son réseau routier grâce à la technologie 3D LiDAR (télédéttection par laser). Cette gestion centralisée des infrastructures routières est capable de détecter en amont les défaillances telles que des nids-de-poule, afin de réduire l'accidentologie d'une part, mais aussi d'engendrer une meilleure planification des développements futurs, grâce à des simulations détaillées pour fluidifier les déplacements (quelles seraient les conséquences de la fermeture d'une route, de la création d'un rond-point...).

## REPENSER LES USAGES

Chercheur à l'université de Leeds au Royaume-Uni et spécialiste de la gouvernance des transports, Greg Marsden revient sur la manière dont la crise de la Covid-19 a réduit la mobilité. Malgré la levée des restrictions sanitaires début 2022, le trafic routier en semaine au Royaume-Uni n'atteint que 91 % de son niveau pré-pandémie dans le pays en raison de la progression du télétravail, dont on sait que les effets transformateurs à terme sont encore loin d'être stabilisés. Aussi, la question posée est : comment penser la construction de nouvelles infrastructures, considérant des usages qui peuvent se voir modifiés de façon progressive, ou à l'inverse plus brutale ? Cette réflexion autour des usages évolutifs des infrastructures est aujourd'hui au cœur des préoccupations et ne se limite pas au secteur des transports. Spécialiste des infrastructures énergétiques, Fanny Lopez estime que « nous sommes à un moment historique, car beaucoup d'infrastructures, notamment les objets de l'électricité et des télécoms, connaissent des mutations importantes ». Par exemple : « Les vieux centraux téléphoniques, qui font partie de ces services publics devenus "obsoletés" à l'ère de la digitalisation, et qu'il serait inutile de maintenir en état de fonctionnement, ou encore certaines centrales thermiques et nucléaires dont la fermeture définitive a déjà été programmée. »

Même si cela est moins observé que dans le secteur du bâtiment pour lequel des appels à la réversibilité et à la mutabilité commencent à se multiplier, les infrastructures peuvent aussi être amenées à se transformer sur le long terme, à l'image de la navette Orlyval reliant l'aéroport d'Orly à Antony en région parisienne. Rendue caduque en 2024 par le Grand Paris Express (prolongement de la ligne 14 sud) pour sa fonction exclusive de desserte d'aéroport, la liaison actuelle pourrait être reconvertie. Parmi les nombreuses options à l'étude, l'une d'entre elles examine sa transformation en une ligne de métro desservant les communes traversées par l'infrastructure, grâce à l'ajout de nouvelles stations entre Orly et Antony. D'autres approches sont également explorées : reconversion en piste cyclable ou piste réservée pour des navettes autonomes.

Pour Greg Marsden, les opérations de renouvellement sont de vraies opportunités pour repenser les fonctions d'un ouvrage. Ces évolutions peuvent par exemple accompagner, dans certains cas, la progression des mobilités douces ou l'apaisement des espaces. « Il arrive qu'un pont routier doive fermer pour travaux en raison de défaillances. La question est alors de savoir si nous avons besoin de réhabiliter ce pont et de le remettre en service ou s'il pourrait être converti pour accueillir les cyclistes et les piétons, en fonction des besoins. » Ce type de réorientation des usages existe dans le temps long de l'infrastructure et de l'évolution des villes. On peut citer à cet égard le cas du High Line Park à Manhattan (New York), un parc urbain suspendu aménagé dès 2006 sur une portion désaffectée des anciennes voies ferrées aériennes, ou encore une autoroute inutilisée de Séoul métamorphosée dès 2017 en un gigantesque jardin suspendu. Durables, nouvelles ou entièrement transformées, à l'heure de la transition écologique, les infrastructures peuvent évoluer. Preuve que celles-ci ne sont pas figées et savent aussi se réinventer pour s'adapter aux nouveaux usages.

« La question est alors de savoir si nous avons besoin de réhabiliter ce pont [...] ou s'il pourrait être converti, pour accueillir les cyclistes et les piétons »

**Greg Marsden**

chercheur à l'université de Leeds, Royaume-Uni

1- Zhong, X., Deetman, S., Tukker, A. et al., « Increasing material efficiencies of buildings to address the global sand crisis », *Nat. Sustain.* (2022).

2- « Les matériaux », Colas, [en ligne].

3- « Optimiser les ressources grâce à l'économie circulaire », Vinci, [en ligne].

# Concevoir pour durer

TEXTE Pascal Beria

**L**es nouveaux impératifs de durabilité et d'adaptabilité dans le temps des infrastructures de transport ont-ils changé la manière de concevoir les projets neufs ? Comment l'asset management s'imbrique-t-il dans cette phase de conception initiale ? Les métiers ont-ils changé leur manière de collaborer ?

Denis Andlauer



Etienne Malouin



Etienne Malouin, directeur de gestion des actifs de la Société de transport de Montréal

Denis Andlauer, directeur principal, stratégies de transport de CDPQ Infra, filiale de la Caisse de dépôt et placement du Québec, Canada

## Quels sont les apports de l'asset management et comment contribue-t-il selon vous à penser le temps long de l'infrastructure ?

**Denis Andlauer** Un projet d'infrastructure se fonde sur une étude des besoins à cinquante ou soixante ans au moins. L'asset management cherche à anticiper, dès sa conception, la manière dont cette infrastructure va être utilisable dans le temps et comment un actif en devenir peut s'inscrire dans un espace géographique et temporel. Aujourd'hui, nous mobilisons, pour y parvenir, des données de statistiques démographiques sur vingt ans. C'est une échelle un peu courte, aussi, nous nous appuyons également sur des projections et nous écoutons les aspirations des utilisateurs.

**Etienne Malouin** À Montréal, il existe une grande sensibilité à l'acceptabilité sociale. Dans le cadre d'une nouvelle infrastructure, le gestionnaire d'actifs ne peut évidemment pas se contenter de tirer un trait d'un point à un autre sur une carte. La projection dans les usages est essentielle pour comprendre l'environnement de l'infrastructure et connaître son impact sur la vie des communautés environnantes.

## Comment concilier le court terme des contraintes budgétaires avec la nécessaire évolutivité des infrastructures à plus long terme ?

**E.M.** C'est une question complexe. Lorsqu'on conçoit une infrastructure, on aimerait toujours le faire en intégrant toutes les évolutions techniques, normatives ou liées à l'évolution de nos modes de vies afin de pouvoir la modifier facilement. Mais comment bien appréhender toutes les interventions à venir sur le temps long ? C'est un compromis permanent, dirigé notamment par le marché. On peut se questionner dès la conception d'une infrastructure sur la disponibilité des matériaux dans la durée. Mais même avec la volonté d'anticiper sur cinquante ans, il faut rester agile pour rebondir au cas où le marché ne pourrait plus assurer la fourniture de certains matériaux.

**D.A.** Faire une dépense au départ sans trop se poser de questions pour la suite, c'est une tendance naturelle. C'est très difficile de faire accepter un surcoût de Capex en espérant une économie potentielle sur le long terme. Il y a un exemple flagrant. Dans un métro, les actifs qui s'usent le plus, ce sont les marches d'escalier. Il y a deux solutions. Faire des marches en béton ou en granit. L'écart de prix est conséquent. En tant qu'opérateur, je sais que les marches en béton sont fragiles et qu'elles doivent être réparées régulièrement dans un hiver montréalais assez rude. Faire le choix du granit est plus pérenne, mais il a un impact financier important. Dans le cadre des études préliminaires du Réseau Express Métropolitain de Montréal Est, c'est pourtant ce choix qui a été fait parce que nous sommes convaincus de l'économie réalisée sur le long terme.

« Mais même avec la volonté d'anticiper sur cinquante ans, il faut rester agile pour rebondir au cas où le marché ne pourrait plus assurer la fourniture de certains matériaux. » **E.M.**

## Concrètement, comment intégrez-vous cette dimension de durabilité dans les projets d'infrastructures auxquels vous participez ?

**D.A.** Nous partons du principe qu'un réseau de transport est structurant. Si notre projet a du sens pour le collectif, il va générer les mobilités adéquates sur le territoire et articuler de la bonne manière la façon dont on y vit. On

ne crée pas une infrastructure pour répondre seulement à ce qui existe déjà, mais pour qu'elle suscite la création de nouvelles dynamiques en ville, de nouveaux bassins de vie. Nous sommes convaincus d'être une sorte de catalyseur de nouveaux urbanismes, et c'est cet apport qui nous permet de créer de la valeur pour le collectif.

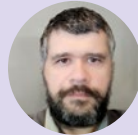
« On ne crée pas une infrastructure pour répondre seulement à ce qui existe déjà, mais pour qu'elle suscite la création de nouvelles dynamiques en ville, de nouveaux bassins de vie. » **D.A.**

## En pratique, comment anticiper au mieux l'évolutivité des infrastructures ?

**D.A.** L'évolutivité est encore un autre sujet. Si je prends l'exemple de nos bureaux, ils ont été construits comme des pièces fermées. Nous sommes ensuite passés en *open space*, puis en mode *coworking* et aujourd'hui les bureaux doivent devenir des lieux de vie. Cela interroge la manière dont un actif doit être conçu pour durer. Pour les infrastructures de transport, on passe beaucoup de temps sur les analyses fonctionnelles pour identifier ces besoins et y répondre de manière appropriée. Cela limite un peu les erreurs, mais sur le long terme, il y aura toujours une part d'imprévu. Il faut l'accepter.



**Catherine Laplante**,  
économiste en transports  
et gestion des actifs  
principale à SYSTRA Canada



**Paulo Nunes**,  
manager Pôle Ingénierie  
de maintenance & Asset  
Management à SYSTRA France



**Ghita Khettab**,  
responsable Asset Management,  
Groupe SYSTRA



**John Hardwick**,  
directeur exécutif Asset  
Management à Transport  
for New South Wales

## Comment définissez-vous l'asset management et qu'en attendez-vous ?

**Paulo Nunes** L'asset management couvre un champ large, et nos clients en ont parfois leur propre définition. L'asset management étudie les actifs afin qu'ils fonctionnent le plus longtemps possible et au meilleur coût. Prenons l'exemple d'une vieille voiture qui répond encore au besoin pour lequel elle a été créée, mais dont le moteur montre des signes de faiblesse. Dois-je investir 2 000 euros dans son moteur, alors que le véhicule en entier en vaut potentiellement autant, ou est-ce que je réalise une nouvelle acquisition ?

**Catherine Laplante** Pour mon équipe au Canada, l'approche par l'asset management intervient encore plus tôt. Notre rôle est d'accompagner les décideurs dès le moment de la conception de l'infrastructure de transport : quel équipement va-t-on choisir et quels seront les impacts de ce choix ? Nous travaillons sur l'équilibre entre coûts et risques et établissons le « point mort » de l'investissement. Dans le jargon économique, le point mort désigne l'instant où une entreprise atteint son seuil de rentabilité. Il symbolise le moment où elle ne réalise ni gains ni pertes sur son activité. L'objectif premier de l'asset management est de collecter une information claire, fiable et structurée pour prendre les meilleures décisions possible, qu'il s'agisse d'investissement ou de maintenance. C'est un mode opératoire qui doit être initié par la direction et irriguer toute l'entreprise. En d'autres termes, un vrai changement de culture.

## Qui dit temps dit futur. Comment crée-t-on des modèles qui prennent en compte les évolutions futures des besoins ou des actifs ?

**P.N.** Je veux tordre le cou à l'idée que l'on peut tout prévoir. Je suis statisticien de formation, donc je crois beaucoup à la modélisation du futur en se basant sur le passé, mais cela reste une question de probabilités. À court terme, on peut prédire avec un fort niveau de confiance, mais plus on avance dans le temps et plus c'est difficile. L'asset management est une approche itérative, même si l'on s'appuie sur des actifs que l'on connaît, on doit mener de nouvelles inspections tous les deux ou trois ans pour soutenir nos analyses.

## Le changement climatique est-il un critère pour mettre en place une démarche d'asset management ?

**C.L.** Bien sûr. Si j'ai une vision à trente ans pour un réseau ferré avec des changements climatiques attendus, par exemple des pluies de plus en plus abondantes qui peuvent être dommageables, il faut les prendre en compte. On doit estimer l'impact coût sur le cycle total, se demander s'il est nécessaire de modifier certains matériaux. Le changement climatique devient une composante additionnelle dans l'asset management.

**P.N.** Il y a quelques années, le réseau ferroviaire dans la Vallée de Chevreuse en Ile-de-France a été impacté par de fortes pluies. La plateforme a été emportée par le cours d'eau. Il faut donc procéder à des améliorations au fil du temps et faire le balancier entre risque et opportunité pour décider quand remplacer un équipement.

Les infrastructures de demain sont d'abord celles d'aujourd'hui. L'asset management est un levier qui permet d'en extraire le maximum de valeur et de les faire durer. Toute démarche d'asset management part d'une connaissance approfondie de nos actifs, de leur fonctionnement et de leur cycle de vie. Ainsi, la stratégie d'aide à la décision viendra s'appuyer sur des éléments tangibles et réels. Cela suppose donc d'acquiescer et de structurer les données qui leur sont attribuées. Il n'est pas question ici de consommer de la donnée à tout-va, mais de trouver le bon dosage entre la fréquence et la précision pour alimenter le bon cas d'usage.



**Ignasi Oliver**,  
responsable Digitalisation  
et Innovation Métro au TBM  
(Transports Metropolitans  
de Barcelona)

L'asset management est un dialogue. C'est même un langage commun, avec pour alphabet les données. Ce qui est essentiel, c'est certes d'être capable de collecter ces données, en les rendant intelligentes, mais aussi de les comprendre et surtout de les redistribuer selon la pertinence. Vous pouvez bien avoir les meilleurs jeux de données du monde, si personne n'en saisit l'utilité, cela n'a aucun impact sur l'efficacité de la gestion des actifs. Qui dit langage dit bien entendu culture. L'asset management, c'est être capable, à partir d'un système de collecte et de traitement des données, de construire une culture propice à l'innovation et à l'interface. C'est la plus grande révolution organisationnelle de ces dernières années. Nous faisons dialoguer des actifs, des métiers, des acteurs, des usagers même, et tous ces échanges décuplent notre capacité à prendre des décisions et à orienter nos choix en fonction de nos objectifs stratégiques.

La valeur d'une infrastructure de transport réside dans le service qu'elle offre à l'utilisateur, pas dans les actifs en eux-mêmes. Au fil du temps, les attentes vont évoluer, et nous restons attentifs à y répondre. Pour la collectivité de New South Wales, il est important d'offrir à tous la possibilité de se déplacer dans de bonnes conditions. Par exemple, s'il n'y a pas d'ascenseur dans les gares, elles restent donc inaccessibles à une partie de la population. Pour atteindre notre objectif de service, nous sensibilisons toutes les personnes qui travaillent sur notre réseau à l'approche par l'asset management : 30 000 employés et 100 000 contractuels, des financiers aux équipes terrain en passant par les ressources humaines. L'asset management nous permet de mieux connaître et penser le réseau de transport sur toute sa durée de vie. Cela nous aide à prioriser les investissements tout en contrôlant les risques, avec une vision systémique. Notre objectif : un système de transport qui soutient le développement économique et sert le public.



**Marc-Olivier Maillefaud**,  
directeur Général  
de SYSTRA Brésil

Les infrastructures de transport ont une durée de vie très longue. Elles peuvent connaître des changements majeurs comme une privatisation, un changement d'opérateur, une renationalisation, des opérations de modernisations importantes, un partage entre plusieurs opérateurs ou plusieurs types de services. A cet effet, l'asset management doit être un outil central pour faciliter ces transitions et assurer la continuité de la qualité de service.



## L'asset management en 2 notions clés

### Asset management (gestion d'actif) :

L'asset management est une approche formalisée qui permet de gérer les actifs d'une organisation en prenant les décisions en fonction de différentes visions temporelles afin d'en générer la valeur optimale. Permettre de trouver le juste équilibre entre les objectifs de toutes les parties prenantes de l'organisation est un enjeu majeur de cette démarche. Cet équilibre se situe entre la gestion des coûts, la maîtrise des risques et des performances. En cartographiant chacun des actifs qui compose une infrastructure ou un portefeuille d'activités, il devient possible de piloter précisément ces objectifs tout au long de leur cycle de vie.

## Les grandes équations

### AM = performance + risque + coût

L'asset management vise une performance maîtrisée, en garantissant le plus haut niveau de sécurité et la disponibilité des services de transport.

### AM = investissement + maintenance

L'asset management facilite la convergence de deux approches : l'investissement initial et la maintenance.

### AM = Totex (Capex + Opex)

L'asset management prend en compte le Capex et l'Opex par une gestion du Totex (« total expenditure ») dans une recherche d'optimum, mais jamais au détriment de l'une des deux approches.

### AM = Greenfield + Brownfield

L'asset management s'applique aussi bien aux projets dits « Greenfield » (projets neufs) que « Brownfield » (infrastructures existantes). Le Greenfield intègre l'asset management dès la conception : tous les acteurs apportent leurs contributions, et les enjeux sont multiples (financiers, environnementaux, techniques, sociétaux, planning...). Le Brownfield, lui, cherche des possibilités d'optimisation de coûts et des améliorations de performance : l'asset management intervient alors pour évaluer les opportunités.

## Une brève histoire de l'asset management

### - 2500 avant J.-C.

Les papyrus d'Abousir, retrouvés au nord de l'Égypte, sont des documents administratifs qui inventorient l'équipement de deux temples, les missions des prêtres et la liste des offrandes quotidiennes. Ne serait-ce pas des premiers registres d'actifs ?

### 1868

Création de la *Foreign and Colonial Government Trust* à Londres, une institution financière orientée long terme, considérée aujourd'hui comme la première société de gestion d'actifs.

### 1984

La chercheuse Penny Burns utilise le terme d'asset management dans un plan de transport en Australie. Une première dans ce secteur. Aujourd'hui, elle préside la *Talking Infrastructure Association*, qui vise à améliorer les prises de décisions dans le transport pour les rendre plus « aptes à l'avenir ».

### 2004

Le *British Standards Institute* (BSI), en collaboration avec l'*Institute of Asset Management* (IAM), publie les « Publicly Available Specification 55 ». Ce standard structuré autour du cycle d'amélioration continue instigue la nécessité de contrôler l'alignement et l'intégration des objectifs dans la gestion des infrastructures.

### 2014

Publication du standard international ISO 55001 encourageant les entreprises à définir des objectifs à long terme. L'Institut français d'Asset Management industriel (IFRAMI) est en charge du contrôle de son application pour la France, et l'Institute of Asset Management (IAM) au Royaume-Uni se charge du monde anglo-saxon.

### Ingénierie (actifs matériels)

- Actions concrètes sur le réseau
- Plan de gestions d'actifs (AMP)
- À 0-5 ans

## Mise en œuvre du plan d'action

### CONSEIL

Scénarios d'investissement/ de maintenance selon objectifs et état du réseau (performances/coûts/risques) et contraintes (budgétaires/ techniques/humaines).

- Plan d'investissement
- À 0-20 ans

### Conduite du changement (actifs immatériels)

- Adaptation des organisations et des ressources numériques
- Plan d'exécution des tâches (EAM)
- À 0-18 mois

## Analyse des données

### REGISTRE D'ACTIFS

- Études qualitatives
  - État des actifs
  - Statut de fonctionnement
  - Historique de maintenance
- Études quantitatives
  - Âge
  - Valeur comptable

### Modèles de vieillissement

BIM, Jumeau numérique, Excel, GIS, OTTS, GMAO ...

## Système de communication

Cloud, GPS, Bacnet, NFC

## Investissement/ Maintenance

### Risques

Arrêt de service, ralentissement, sécurité, réputation...

### Coûts

Maintenance, remplacement, réparation, pénalités...

### Performance

Tonnage annuel/Train par jour, fréquence des arrêts, durée des arrêts, vitesse moyenne...

## Collecte des données

### CAPTEURS ET IoT<sup>1</sup>

- Localisation
- Identifiant unique
- Coordonnées statiques (GPS, taille, capacité, conséquences d'une défaillance)

# L'asset management, une histoire de temps

Projeter le cycle de vie dès la phase de conception, prolonger la durée de vie d'un automatisme de conduite ou d'une voie ferrée... La gestion des infrastructures de transport est intimement liée à la notion de temps. Justement, le but de l'asset management est précisément d'appréhender les différentes temporalités des actifs.

Comment l'asset management s'inscrit-il dans le temps qui passe ? Comment le définir ? Posons les bases du sujet.

## Le cycle de vie de l'asset management

Pour que le cycle de l'asset management fonctionne, la première étape est de bien connaître ses actifs et de mettre en œuvre les outils de mesure nécessaires sur le terrain. La deuxième étape consiste à regrouper ses actifs dans un registre digital, avec leurs caractéristiques fixes et évolutives. Ces deux étapes structurent l'information de l'état des actifs, prérequis pour suivre leur évolution dans le temps et aider à la troisième étape du cycle : la prise de décision. Pour préparer le remplacement des actifs juste avant la fin de leur vie utile, les équipes d'asset management interviennent en recommandant des opérations d'investissement et de maintenance sur le terrain. Cet exercice requiert de doser entre les activités d'inspection et de maintenance patrimoniale. Plus globalement, pour pérenniser la durée de vie des actifs, la culture de l'asset management doit être partagée entre tous les acteurs qui participent, à un moment donné, à la naissance ou à la vie de l'infrastructure de transport : gestionnaire d'infrastructure, exploitant, mainteneur, investisseur, autorité organisatrice, ressources humaines...

1- Internet of Things, Internet des Objets

## L'asset management : pour quoi faire ?

En plus d'augmenter la valeur des infrastructures, l'asset management permet de :

Connaître l'état du réseau

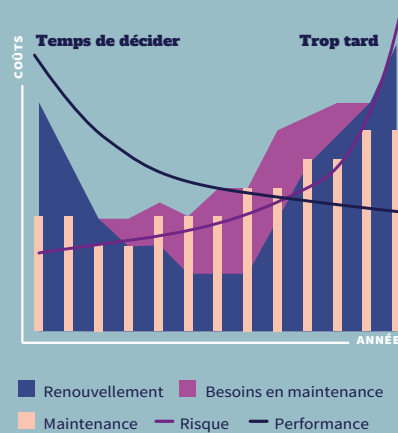
## 30 ans

C'est l'âge moyen des voies et des aiguillages du réseau ferroviaire en France, contre 15 ans chez son voisin allemand. Avec un quart des voies qui dépassent leur durée de vie normale, le réseau français est vieillissant, avec des conséquences visibles sur la qualité de service et sur les charges d'entretien<sup>1</sup>.

1- Rapport au Premier ministre, Jean-Cyril Spinetta, *L'Avenir du transport ferroviaire*, 15 février 2018.

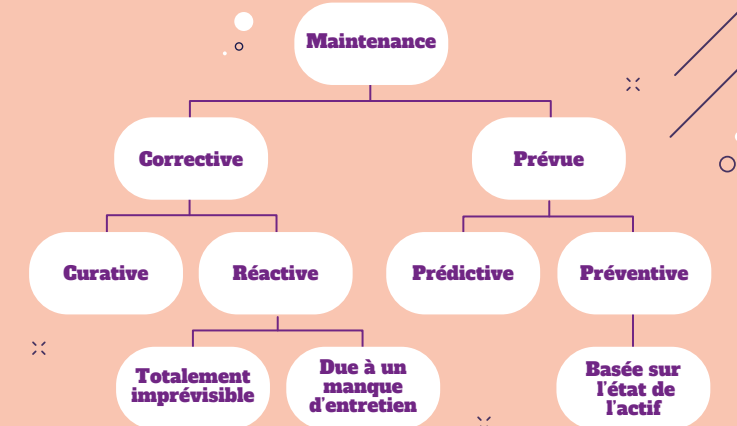
## Agir au bon moment en modélisant le cycle de vie

Pour contrôler et limiter les défaillances, l'asset management est indispensable pour construire des analyses précises de l'état des actifs et intervenir au moment optimal sur ceux-ci.



## Augmenter la sécurité et la disponibilité sur le réseau

Effondrement du pont de Gênes en 2018, chute d'une pièce sur le pont Larocque entraînant le blocage de la voie et l'immobilisation de 170 bateaux sur ce corridor maritime, effondrement du viaduc de la marginal Pinheiros à Sao Paulo en 2018... Afin de réduire l'exposition aux risques d'accident ou de remplacement hâtif des actifs, superviser et être en mesure d'intervenir en prévention plutôt qu'en réaction est fondamental. Il s'agit d'un enjeu majeur à la fois pour la sécurité des usagers et pour une meilleure valorisation des actifs, qu'elle soit opérationnelle ou financière. Lorsque l'équilibre entre performances, coûts et risques est atteint, et la capacité à prévenir les besoins actuels et futurs de l'organisation maîtrisée, la maturité de l'asset management est éprouvée.



## Illustration : les gains d'efficacité sur un réseau ferroviaire

Les indicateurs servent de métrique pour quantifier la performance du maintien des actifs au quotidien et la performance de la planification à court et moyen terme.

Actifs	Interventions	Indicateurs
<b>RÉSEAU (500 KM)</b> Réseau de transport Modèle de revenus Modèle de dégradation du réseau	Entretien correctif de base Inspection partielle de la voie Inspection détaillée de la voie	<b>Indicateurs de performance</b> - Disponibilité de la voie - Tonne-km transportés - Revenus au kilomètre
<b>VOIE</b> Modèle de génération de revenus		<b>Indicateurs de risque</b> - Occurrence et gravité des défaillances
<b>RAIL</b> Modèle de dégradation		<b>Indicateurs financiers</b> - Coûts d'opération - Coûts d'inspection - Coûts de maintenance - Profit
<b>TRAVERSES</b> Modèle de dégradation		<b>Indicateurs de maintenance</b> - Nombre d'inspections - Nombre d'interventions mineures - Remplacement - Rupture de service

# Les infrastructures peuvent-elles suivre le rythme de l'innovation ?

TEXTE

Guillaume Renouard

**A** lors que la question de la gestion de l'obsolescence des objets high-tech prend de l'ampleur dans nos sociétés, qu'en est-il de celle des infrastructures de transport ? Comment captent-elles les opportunités offertes par les innovations technologiques ? Comment se renouvellent-elles, au travers non seulement de leurs ouvrages, mais aussi de leurs systèmes ?



**Christelle Chichignoud**



**Thomas Chauvière**

Réponses de deux experts SYSTRA, [Christelle Chichignoud](#) directrice Développement durable et [Thomas Chauvière](#) directeur de l'Innovation

**Les infrastructures constituent la partie « figée » des villes. Elles s'inscrivent dans le temps long, tandis que les flux, les usages et les technologies, eux, sont évolutifs. Comment fait-on pour réconcilier ces deux temporalités ?**

**Christelle Chichignoud** Il ne me semble pas que ces deux notions soient antinomiques. Mettre en place une infrastructure de transport implique de penser son évolution dans le temps, d'anticiper les usages et les pratiques qui vont venir s'y greffer au fil des années. Une infrastructure, ce n'est pas seulement un bel objet technique, elle est mise au service d'un territoire, d'une communauté, et doit rester viable des décennies après sa construction.

**Thomas Chauvière** J'ajouterais que si la partie physique de l'infrastructure peut être vue comme figée, ce n'est en réalité pas le cas. Certains composants du système de transport évoluent aussi dans le temps. Prenons le métro parisien. Au début, les trains étaient en bois, puis ils ont évolué vers des trains en acier pour limiter les risques d'incendie ; certaines lignes ont été automatisées pour répondre à l'augmentation de la demande et permettre un trafic plus ponctuel ; les systèmes d'information voyageurs ont été améliorés pour mieux renseigner les usagers. Autant d'évolutions qui sont venues renforcer la « colonne vertébrale » de l'infrastructure, en adaptation permanente pour répondre aux évolutions des usages.

**Gérer l'évolution de l'infrastructure dans le temps implique aussi de penser la fin de son cycle de vie. Comment cette question de l'obsolescence est-elle prise en compte en matière d'infrastructure ? Y a-t-il un indice d'obsolescence ou de réparabilité ?**

**T.C.** Je ne suis pas sûr que la notion d'obsolescence s'applique ici, une infrastructure n'étant pas un pot de yaourt doté d'une date de péremption ! L'enjeu de l'asset management, c'est plutôt d'inclure toutes les variables qui vont permettre de mettre en œuvre les évolutions nécessaires de l'infrastructure au fil du cycle de vie. Cela implique les questions de vieillissement, l'aspect normatif ou des questions plus techniques comme l'obsolescence des logiciels utilisés dans l'exploitation de l'infrastructure. Il convient plutôt d'avoir une vision transverse pour assurer la fiabilité du service, pour se projeter et fixer des stratégies d'adaptation aux nouveaux usages à moyen et long terme. Encore une fois, il s'agit d'articuler temps court et temps long.

**C.C.** Je pense également que parler d'obsolescence pour une infrastructure n'est pas la bonne approche. Cela réduit la complexité du sujet et les enjeux qui en résultent à un aspect purement technique. Or, les infrastructures sont pensées pour accompagner un territoire, faciliter les déplacements au service d'une dynamique de mobilité.

« Plutôt que d'obsolescence, je préfère donc parler de durabilité. »

**La technologie peut-elle être mise au service de cette durabilité ? Quelles sont les innovations les plus prometteuses, selon vous ?**

**T.C.** Bien sûr, on modernise en permanence nos infrastructures avec de nouvelles technolo-

gies. L'automatisation des réseaux de métro a, par exemple, tiré profit des technologies numériques modernes. Autre exemple, de nouvelles technologies se sont développées pour répondre à l'enjeu de détection de défauts de rail ou de problèmes de géométrie de la voie, sources de scénarios redoutés dans les infrastructures ferroviaires. Il s'agit par exemple de solutions basées sur les propriétés des fibres optiques ou de solutions d'auscultation reposant sur l'analyse spectrale ou la reconnaissance d'images. En intégrant ces solutions innovantes à des infrastructures neuves ou existantes, on parvient à garantir la continuité du niveau de performance et de sécurité.

À l'heure actuelle, la principale nouveauté réside dans la gestion des données, avec un meilleur usage de celles qui existent et la génération de nouvelles données à travers le potentiel de l'Internet des objets (IoT) : des alliés de taille pour faire de la maintenance prédictive ! Il s'agit alors d'« écouter » nos infrastructures, de modéliser et de simuler leurs comportements à partir de ces données, ceci pour mieux les « connaître » et apporter plus de valeur (coût de maintenance, sécurité, performance des réseaux) sur tout le cycle de vie.

**C.C.** La technologie reste avant tout un support pour répondre aux enjeux de durabilité. Il est important de bien identifier au préalable les problèmes que les gestionnaires de l'infrastructure cherchent à résoudre. Une fois ce besoin bien défini, toutes les technologies peuvent être légitimes, tant que leur utilité et leurs avantages ont été démontrés. La clé réside alors dans la façon dont les équipes en charge de l'exploitation et de la maintenance vont arriver à s'approprier ces technologies et à définir leurs propres cas d'utilisation.

« In fine, on est bel et bien sur une adoption constante de nouvelles technologies, qui viennent renforcer les activités de l'asset management. »

# Les données, clé de voûte de l'infrastructure

TEXTE Guillaume Renouard

ILLUSTRATION Dan Matutina



**L**a capacité d'anticipation est une notion clé dans la gestion des actifs. En la matière, les données constituent une ressource fondamentale pour piloter le futur.

80 % des émissions de CO<sub>2</sub> d'un actif sont déterminées par les choix réalisés en phase de conception d'une infrastructure. Ceci étant posé, on comprend d'emblée l'importance de bien penser les projets en amont, surtout lorsqu'ils s'appliquent à des ouvrages susceptibles de durer au moins un siècle, comme une ligne de métro, un pont ou un viaduc. Technique, réglementation, usages... Toutes les composantes doivent être passées en revue pour rendre l'infrastructure la plus viable possible dans le temps.

Pour ce faire, les données sont une ressource vitale, en ce qu'elles permettent justement de se projeter sur l'intégralité du cycle de vie de l'actif, à travers la construction d'un actif virtuel à sa conception, voire d'un jumeau numérique de l'infrastructure. L'actif virtuel devient alors valorisable de la même manière que l'actif physique que l'on se doit de gérer. En irriguant tous les systèmes d'information, les données contribuent à rendre nos infrastructures de transport plus intelligentes, plus performantes et, surtout, à réduire leur impact sur notre environnement.

## UN ACTIF VIRTUEL AU SERVICE DE L'ACTIF PHYSIQUE

« Aujourd'hui, grâce à des techniques comme le Building Information Modeling (BIM), on peut construire l'actif virtuel avant l'actif physique, et les données jouent un rôle fondamental dans cette conception. Plus celles-ci sont qualitatives, et utiles, plus on obtient un actif virtuel intelligent, qui va nous permettre de simuler, de tester

le niveau d'efficacité en phase d'exploitation », résume Éric Pruvost, responsable des services d'ingénierie digitale chez SYSTRA.

Ce « jumeau descriptif », comme l'appelle Éric Pruvost, constitue une représentation structurée en 3D, basée sur les données de l'actif, que l'on qualifie aussi de « référentiel technique ». Il captera tout au long du cycle de vie, grâce aux données, l'évolution de l'infrastructure. Cette capitalisation permettra en retour d'affiner les outils de simulation, et donc la conception de nouvelles infrastructures. Un cercle vertueux nourri par les données.

Au lieu de naviguer à vue, on acquiert ainsi une connaissance enrichie de l'actif grâce aux « données chaudes » qui remontent de l'actif physique (Scada<sup>1</sup>, IoT<sup>2</sup>...) pour pouvoir le comprendre (analyse, modélisation) et *in fine* l'exploiter et le maintenir efficacement en fonction de son évolution prévue.

## QUELS SONT LES ENJEUX POUR LA COLLECTIVITÉ ET LA CIRCULATION DES DONNÉES ?

La gestion des données nécessite un vrai savoir-faire, pour fiabiliser et industrialiser leur collecte. Leur circulation et leur exploitation impliquent de travailler sur le long terme, car il s'agit de gérer un volume massif de données (structurées ou non), générées par un ensemble de sources d'information souvent non interconnectées. Le premier défi consiste donc à sélectionner les données pour leur fiabilité et leur pertinence. « On doit raisonner en fonction des besoins du client et du potentiel de création de valeur. Ce n'est pas parce qu'il est possible de faire quelque chose qu'on doit le faire. Un exemple : quelles données remonter pour limiter

les risques de défaillance d'un appareil de voie ou de rupture d'un rail ? À quelle fréquence ? Se poser ce type de questions permet d'éviter de se retrouver à stocker d'immenses quantités de données, avec un coût énergétique prohibitif, pour une information inutile *in fine*. L'expertise métier est ici fondamentale pour sélectionner les bonnes données en fonction des problèmes qu'on cherche à résoudre et développer un service et des solutions digitales qui apportent de la valeur », résume Éric Pruvost.

Un autre point d'attention concerne l'évolution de l'actif physique au cours de son cycle de vie : à mesure que les installations fixes subissent des améliorations, des opérations d'entretien, des extensions et des réparations, de nouvelles données viennent s'y agréger. La réplique virtuelle doit naturellement suivre ces évolutions afin de continuer à refléter la réalité de l'actif tel qu'opéré et maintenu. Pour permettre à des acteurs multiples de collaborer à la mise à jour du référentiel technique, la continuité des données à toutes les échelles doit être assurée, avec en outre l'emploi de formats d'échanges ouverts. C'est la condition *sine qua non* pour s'assurer que l'actif virtuel demeure accessible et qualitatif dans le temps.

## QUI POSSÈDE ET GÈRE LES DONNÉES ?

Puisque les données revêtent une importance stratégique, se pose logiquement la question de leur collecte et de leur gouvernance : qui en est responsable ? Qui les exploite ? Qui en est propriétaire ? « En tant qu'ingénieurs, nous participons à la création de données et sommes là pour superviser la construction de l'actif physique sur la base de l'actif numérique. Nous demeurons garants des données jusqu'à leur livraison au client », explique Éric Pruvost. Les choses sont plus complexes et ouvertes en phase opérationnelle, où l'absence de référentiel technique, même documentaire, reste la norme, et où l'arrivée de l'actif virtuel et sa valeur associée nécessitent de définir des règles de gouvernance pour augmenter la performance des actifs.

« Ce n'est pas parce qu'il est possible de faire quelque chose qu'on doit le faire. »

Éric Pruvost responsable des services d'ingénierie digitale, SYSTRA

1- Système de contrôle et d'acquisition de données. 2- Internet of Things : Internet des Objets.

« Pour permettre à des acteurs multiples de collaborer à la mise à jour du référentiel technique, la continuité des données à toutes les échelles doit être assurée, avec en outre l'emploi de formats d'échanges ouverts. »

« Les gros gestionnaires d'infrastructure, comme la SNCF, ont leurs propres équipes d'ingénierie pour maintenir à jour ces données-là, mais ce n'est pas forcément le cas d'une petite collectivité qui gère une ligne de tramway, par exemple. Cette dernière serait susceptible de préférer déléguer la gestion, l'exploitation et la maintenance de son infrastructure à un opérateur privé, ce qui pourrait générer une dépendance à l'opérateur. En possession des données réelles d'exploitation, celui-ci sera en effet dans une position favorable lors de futurs appels d'offres. Il est donc capital que le gestionnaire conserve la propriété du système d'information qui gère le référentiel technique permettant le processus d'exploitation. Le cœur de l'évolution de cette gouvernance tourne autour de l'émergence des actifs virtuels, dont la valeur ne va cesser de croître, et que les propriétaires d'infrastructures doivent impérativement s'approprier. »

### UN EXEMPLE PRATIQUE : LA SOLUTION SYSTRA CARBONTRACKER

La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> constitue un enjeu majeur, notamment dans l'industrie des transports, qui compte pour un cinquième des émissions mondiales. Pour répondre à cet enjeu, et à titre d'exemple, SYSTRA a développé son outil Carbontracker. Celui-ci permet de mesurer en temps réel l'impact CO<sub>2</sub> des décisions prises en phase de conception sur l'ensemble du cycle de vie d'actifs, à l'échelle d'une infrastructure de transport.

« Les défis auxquels nous avons fait face pour développer Carbontracker relèvent principalement de la science des

données liée à l'expertise métier. Nous avons également profité de l'amélioration des technologies pour permettre une meilleure interopérabilité des données, même si beaucoup de travaux restent à faire pour exploiter pleinement la valeur des données des projets. La solution permet de répondre à deux grands objectifs : la mise en œuvre, sur nos projets, de processus de management du carbone en phase de conception, fondés sur les données de l'actif virtuel. Mais également la possibilité d'offrir aux maîtres d'ouvrage les moyens de piloter leur trajectoire carbone sur la base d'ambitions chiffrées de réduction d'émissions », conclut Éric Pruvost.

### LE JUMENT NUMÉRIQUE, GRAAL DE LA GESTION D'ACTIFS

Là où le BIM permet de modéliser sous forme virtuelle des données physiques, le jumeau numérique constitue l'étape suivante. Le concept renvoie à un système d'information centré sur des données interopérables des actifs, permettant une mise en relation de l'actif virtuel avec les données de terrain (Scada, IoT...). Il offre ainsi la possibilité de développer, au travers d'une visualisation dynamique 3D, un processus, un produit ou un service. À ce stade, le jumeau numérique confère une vision enrichie de l'actif, favorisant déjà l'optimisation des opérations, en ayant par exemple une analyse plus exhaustive des incidents.

En croisant les données de terrain avec les données de base du référentiel technique ou celles issues de projets d'infrastructure passés, on peut alors faire de la maintenance prédictive très efficacement, qui peut se baser sur des technologies d'intelligence artificielle ou de machine learning. Il devient notamment possible de détecter que les portes d'une rame de métro commencent à se refermer plus lentement, un changement imperceptible pour l'œil humain, mais qui indique un risque de défaillance future. On peut immédiatement déterminer si un simple ajustement technique permettra de corriger le problème ou si l'on doit effectuer une réparation préventive qui évitera une potentielle interruption du service. On obtient ainsi une infrastructure intelligente, capable de s'auto-analyser en permanence pour prévenir les dysfonctionnements éventuels, d'anticiper les pannes, de surveiller l'usure et de limiter les incidents.

# Scénariser le monde

TEXTE

Arnaud Pauchenne

**P**ratiquer l'asset management, c'est avant tout adopter une démarche prospectiviste, gérer l'incertitude et ainsi planifier toutes les actions qui y mènent. C'est la capacité de projeter une vision sur l'évolution des organisations, des processus et des compétences pour scénariser le monde que l'on veut voir se concrétiser. Cela pose la question de la maturité des acteurs : sont-ils tous prêts à anticiper les bouleversements à venir ?

### L'ASSET MANAGEMENT : UN CHANGEMENT CULTUREL

De la réaction à la prédiction, l'asset management a permis de transformer en profondeur la manière d'appréhender le cycle de vie des actifs : un défi sur le plan technique, mais surtout sur le plan culturel pour aligner toutes les parties prenantes. D'après Ignasi Oliver, responsable Digitalisation et Innovation Métro au TBM (Transports Métropolitains de Barcelone), « pour prendre de bonnes décisions, il faut de l'information. Collecter des données est la première étape. Mais il faut ensuite savoir comment les utiliser et être prêt à assumer les transformations nécessaires. La brique technique est un élément de preuve de l'efficacité de l'asset management. Mais c'est la culture d'entreprise autour de ces questions qui est le vrai déclencheur ».

Une analyse partagée par Katia Luce, ingénieure Solutions à IBM Maximo (logiciel de gestion d'actifs d'entreprises), qui voit aussi un changement se produire dans la manière d'appréhender non seulement la maintenance, mais également l'organisation au sens large : « Avec l'asset management, tout le monde peut prendre part à l'élaboration d'un même scénario. Il n'y a plus les acteurs du terrain d'un côté, les décideurs de l'autre. Ceux qui l'ont compris sont ceux qui réussissent le mieux : ils mettent tous les acteurs concernés autour du même scénario pour aligner à la fois leur culture, leurs processus et leurs compétences sur ce même objectif. C'est vraiment le fait d'instaurer une culture de l'asset management qui fait la différence d'un point de vue efficacité. Chez les opérateurs les plus convaincus, l'asset management est un vrai levier de transformation transversal. »

« Avec l'asset management, tout le monde peut prendre part à l'élaboration d'un même scénario. Il n'y a plus les acteurs du terrain d'un côté, les décideurs de l'autre. » **Katia Luce** Ingénieure Solutions, IBM Maximo

## INFORMATION PARTAGÉE, AVENIR ÉCLAIRÉ

L'asset management a permis en quelques années de décloisonner l'information et de la partager pour en faire un levier de croissance et une aide à la décision. Pour Ignasi Oliver, les bénéfices sont déjà perceptibles : « Digitaliser ses infrastructures, comme le propose l'asset management, ce n'est pas un outil, c'est un changement radical dans la façon de penser et d'agir. Nous avons appris à connaître nos infrastructures, ce qui a renforcé les compétences de chacun et a aussi un peu rééquilibré le rapport de forces avec les constructeurs. Auparavant, ils étaient les seuls à détenir le savoir sur leurs pièces. Aujourd'hui, nous sommes davantage dans une logique d'échange, ils acceptent nos retours d'expérience. Collecter toute cette donnée nous a aussi permis de mettre en relation les métiers entre eux, de faire dialoguer les expertises. Cette dynamique alimente l'innovation et valorise l'information, récoltée par les uns au bénéfice de tous. »

Cette logique d'ouverture et de mutualisation permet aux organisations de dépasser les limitations initiales posées par des infrastructures complexes, mélangeant des actifs aux degrés de digitalisation hétérogènes. Pour Katia Luce, le succès de l'asset management est aussi dû à une prise de conscience

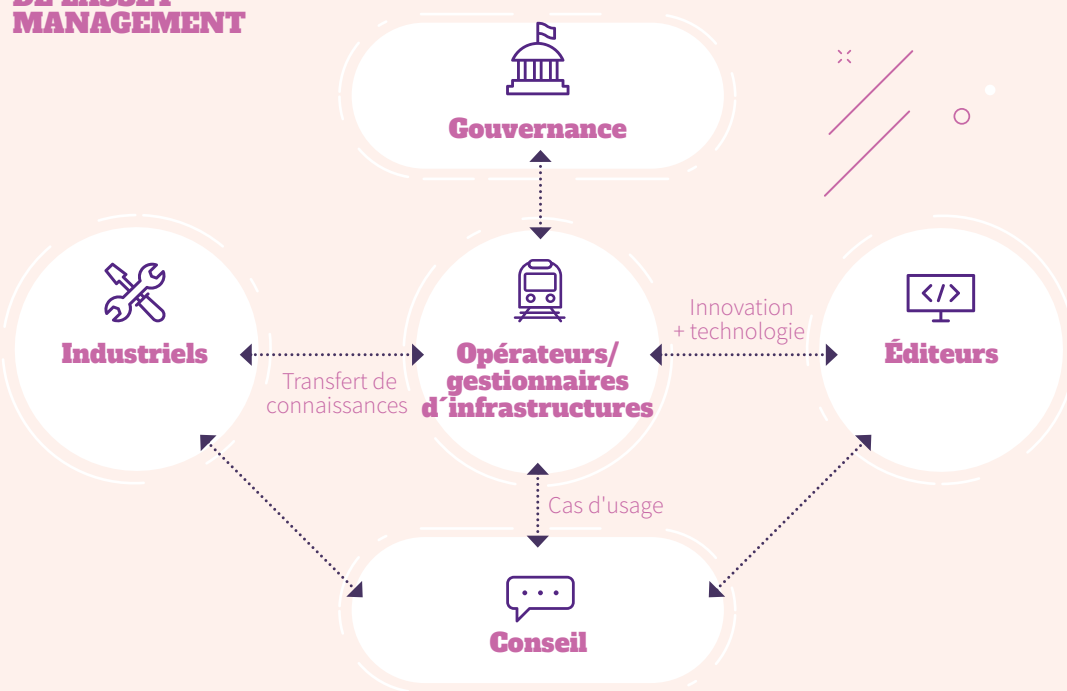
de ses bénéfices : « La démocratisation de ces outils est évidente. Ce n'est plus une option pour les opérateurs, et même si chaque infrastructure a un modus operandi qui lui est propre, l'asset management est devenu un mode d'action que les techniciens s'attendent à retrouver d'entreprise en entreprise. Ils en connaissent les bénéfices concrets dans leur quotidien : optimisation de leurs tâches, pilotage facilité... L'asset management n'aurait pas pu se développer s'il n'avait pas avant tout été plébiscité par ceux qui en bénéficient le plus. »

« Cette dynamique alimente l'innovation et valorise l'information, récoltée par les uns au bénéfice de tous. »

### Ignasi Oliver

responsable digitalisation et innovation métro au TBM

## LES ACTEURS DE L'ASSET MANAGEMENT



## L'ASSET MANAGEMENT, OUTIL DE GOUVERNANCE ?

Après avoir révolutionné la maintenance, contribué à abolir les silos, créé des interfaces entre des métiers, le stade de maturité ultime de l'asset management est d'accueillir autour de la table de nouveaux acteurs, soucieux d'atteindre les objectifs environnementaux inscrits dans les stratégies des entreprises. « Chez IBM, il est évident que le futur de l'asset management intègre la maintenance durable », commente Katia Luce. « Que peut-on faire de toutes ces données récoltées ? Penser une maintenance au service de l'environnement, en optimisant les déplacements, en pilotant les bons indicateurs, en les reliant aux consommations d'énergie ou de ressources naturelles. Avec l'intensification des obligations de reporting sur ces aspects, il est évident qu'il faudra bientôt savoir mesurer et analyser toutes les composantes d'un réseau de transport dans sa globalité. »

« L'asset management peut devenir un levier pour une grande partie des objectifs stratégiques », poursuit-elle. « Ce n'est plus une question de capteurs ou de plateforme, mais une question de vision et de gouvernance, dont chacun peut se saisir à sa manière. Pour certaines entreprises, la gouvernance est très intégrée, et nos interlocuteurs se situent à un haut niveau stratégique. Pour d'autres, cela reste un outil au service des opérations, et nous dialoguons donc avec des métiers spécifiques. Cela crée une réalité à plusieurs vitesses : ceux qui ont fait du management de la donnée issue des actifs un vrai levier de transformation, et ceux qui n'y voient qu'un intérêt en termes d'optimisation de la maintenance. »

L'asset management : un support à la stratégie des opérateurs, donc, mais aussi un élément clé central dans d'autres logiques non pécuniaires. « L'asset management est un levier d'innovation dans tous les domaines », plaide Ignasi Oliver. « La gestion d'actifs n'intéresse plus seulement les responsables de maintenance et les DSI (Directeurs des systèmes d'information). On peut en faire un outil au service de l'expérience client, de la responsabilité sociale et environnementale, des politiques de ressources humaines... Il faut se permettre d'expérimenter, encore et toujours, car les solutions pour atteindre les ambitions de durabilité de nos entreprises sont encore à inventer. Nous testons en permanence : nous avons lancé une expérimentation autour de la surveillance de la température des rails grâce à l'IoT. Nous ne savons pas encore ce que cette nouvelle masse de données nous permettra de développer, mais nous gagnons chaque jour en connaissance de notre réseau. Mieux connaître, c'est mieux gérer, et tous nos métiers viennent se nourrir de cette connaissance. »

## 3 QUESTIONS À

Marta Miralpeix, business development manager chez Smart Motors, solution de digitalisation de l'asset management, née d'un projet de recherche universitaire mené en 2006 autour du métro de Barcelone

### Comment a évolué le secteur de l'asset management ?

Au début, lorsqu'on parlait d'utiliser les données issues des actifs du rail pour créer de la valeur pour les opérateurs ferroviaires, on nous regardait comme des extra-terrestres. Il n'y avait pas vraiment de département auquel s'adresser chez les opérateurs : pour les DSI, c'était un problème de maintenance, pour la maintenance, un problème de SI, et pour les fabricants, ce n'était pas un problème du tout. Mais petit à petit, les opérateurs ont commencé à se structurer par rapport à ces solutions, grâce à un travail de sensibilisation pour en montrer les bénéfices concrets et les implications pour les métiers.

### Qu'est-ce qui a provoqué cette prise de conscience ?

Un changement dans le type d'interlocuteurs, je pense. Autour de la deuxième moitié des années 2010, on a commencé à voir arriver davantage de personnes avec une culture de l'innovation, à des postes plus transverses, avec des approches projet. Pour autant, si la logique de l'innovation s'est généralisée, dans beaucoup de cas, il faut encore franchir la barrière de l'expérimentation et du POC (*Proof of Concept*). La plupart du temps, l'interlocuteur est convaincu de l'intérêt de digitaliser son actif, mais il doit faire un vrai travail de conviction auprès des métiers.

### C'est donc plutôt une question de culture ?

Absolument. D'ailleurs, on le voit dans la manière dont ces solutions sont aujourd'hui intégrées aux appels d'offres. Elles ne viennent pas toutes seules, mais sont couplées à des demandes de *soft skills* et de programmes de formation pour accompagner le changement. On observe une vraie prise de conscience de la part des opérateurs et une volonté de repenser leurs organisations des métiers autour de ces démarches. Si les outils technologiques sont les mêmes pour tous, les possibilités qu'ils ouvrent sont très différentes selon les choix de gouvernance qui sont faits par les opérateurs et leur niveau de maturité face à l'asset management. La question est donc moins « que peut-on faire » que « que veut-on en faire ? ».



# Promenade dans la ville de 2075

**À** quoi ressemblerait une ville où la gestion et la maintenance des infrastructures se feraient en temps réel, de manière fluide et sans heurt ? Où le système de transport s'auto-réparerait et s'optimiserait en permanence ? C'est ce que nous avons cherché à explorer dans cette fiction, qui nous plonge dans les coulisses de la ville imaginaire d'Aloepolis.

26 avril 2075. Le soleil se lève sur Aloepolis et Sarah s'apprête à quitter son appartement. Comme la plupart des immeubles de notre ville, le sien est recouvert de biofaçades autorégénératives qui consomment le CO<sub>2</sub> et absorbent la chaleur. Deux atouts primordiaux, compte tenu de la hausse critique des températures depuis le début du siècle.

Nul besoin de descendre dans la rue pour entamer son trajet : Sarah emprunte l'une des nombreuses passerelles reliant les immeubles les uns aux autres, constituant de véritables artères aériennes. Ces passerelles comportent des voies réservées aux piétons et d'autres pour toutes sortes de véhicules ultralégers. Sarah préfère cette option : elle récupère un vélo électrique en co-partage, géré par la municipalité, à l'une des bornes disponibles en haut de son immeuble. Aussitôt, elle se met en route, dans un flot de cyclistes, de trottinettes et de voiles électriques (sortes de planches à voile roulantes, poussées à la fois par le vent et par un système de propulsion électrique).

La température commence déjà à grimper en ce début de matinée, mais Sarah ne souffre pas de la chaleur : chaque passerelle comprend des rangées d'arbres qui apportent une ombre apaisante. En 2075, la nature a repris ses droits, à Aloepolis comme dans la plupart des villes, et se mêle à des innovations ingénieuses : la passerelle qu'emprunte Sarah est par exemple recouverte de cellules photovoltaïques. L'électricité qu'elle produit est injectée

dans le réseau électrique de la ville pour alimenter les habitations en énergie. Un exemple d'optimisation énergétique parmi d'autres. Pour éclairer les magasins, on recourt également à des algues fluorescentes plutôt qu'à l'électricité.

Sarah admire le paysage. Elle n'a pas besoin de se soucier d'un éventuel problème sur la route. Comme chaque matin, son application de mobilité personnalisée, Fluumob, vérifie en amont et en temps réel l'usure des freins de son vélo, ainsi que l'intensité du trafic et les bandes ouvertes à la circulation en fonction du rythme de la ville. S'adaptant à l'humeur de Sarah (à cette heure, heureuse et contemplative) et au temps dont elle dispose (sans urgence aujourd'hui), Fluumob l'envoie faire un léger détour par la passerelle Amaryllis, qui longe tout l'est de la ville et offre, depuis les hauteurs, une vue imprenable sur la mer.

Parfois, Fluumob lui propose de gagner le niveau du sol pour prendre place à bord d'un mobile autonome, lorsqu'elle doit relier des points très éloignés. Les voies d'Aloepolis paraîtraient bien étranges à un habitant du début du siècle ! Plus de feux tricolores aux croisements, plus d'accidents, plus d'embouteillages : intégrés au système de transport de la municipalité, les véhicules sont tous reliés au cloud central d'Aloepolis, qui, à coups d'algorithmes et de calculs millimétrés, mêlant planification en temps réel et optimisation de flotte, organise harmonieusement la circulation et la consommation d'énergie.

Le béton et le goudron ont disparu. Les sols sont à présent uniquement composés de matériaux naturels qui absorbent la chaleur, limitent l'imperméabilisation et récupèrent l'eau du ruissellement. La nuit, davantage d'espace est donné au transport de marchandises, tandis que dans la journée, tandis que dans la journée, la surface disponible est majoritairement ré-allouée aux mobilités douces au niveau des lieux de vie qui rythment la ville... et les trottoirs s'élargissent ! Une

## TEXTE

Guillaume Renouard

## ILLUSTRATION

Joe Waldron

adaptation de chaque instant pour rendre Aloepolis plus agréable, conviviale et autosuffisante.

Outre les véhicules autonomes et les mobilités douces, les habitants d'Aloepolis se déplacent à l'aide du métro souterrain, en place depuis plus de cent ans, mais qui a su se moderniser en ajoutant un excellent système aérien et une connexion au cloud central, véritable plateforme gérant d'innombrables sources de données connectées.

Les passagers y jouent le double rôle d'usagers et de mainteneurs : ceux qui le souhaitent peuvent en effet participer à un programme récompensé par la ville. Pour voyager gratuitement, il leur suffit de mettre une paire de lunettes ou de lentilles connectées durant leur trajet. Celles-ci font automatiquement remonter des données utiles à la maintenance (temps d'ouverture des portes du métro, infiltrations d'eau dans les espaces souterrains, escalators défectueux...).

D'autres capteurs sont invisibles pour les usagers : chaque moyen de transport de la ville possède, en effet, un petit capteur transmettant ses données en temps réel au cloud central. Accessible au quartier général du TVA (Transport de la ville d'Aloepolis, un établissement public relié à la municipalité), cet orchestrateur virtuel ressemble à une grande salle remplie de serveurs, qui reçoivent, calculent et envoient des alertes. Une équipe de maintenance expérimentée s'y relaie en permanence. Le mainteneur de 2075 se déplace beaucoup moins que son homologue du passé. Lunettes et gants de réalité augmentée lui permettent d'opérer à distance et de veiller au bon fonctionnement de l'infrastructure sans quitter son poste.

Ainsi, à chaque respiration, et grâce au travail combiné de l'homme et de la machine, la ville se transforme, s'adapte à son nouvel environnement. Les capteurs des stations de métro transmettent en continu les évolutions de la température, pour que le serveur commande aux systèmes de ventilation d'augmenter le souffle. Les capteurs jouent le rôle de synapses et indiquent au cloud central les signes de vieillissement du matériel pour qu'il soit envoyé en réparation avant panne. Le réseau de transport évolue pour permettre une fluidité et une capillarité parfaite de la circulation.

L'immeuble où se rend Sarah est, comme tous ceux d'Aloepolis, un bâtiment multi-usage rassemblant logements, espaces de travail collaboratifs, salles de sport, garages et même écoles. Sa façade est composée de membranes en ETFE (éthylène tétrafluoroéthylène), inspirées des termitières, qui optimisent l'isolation en agissant comme un poumon, se soulevant quand il fait trop chaud et se refermant quand le thermomètre descend trop bas. Sa toiture imite

quant à elle la forme d'une fleur de lotus, ce qui permet à la fois de récupérer les eaux de pluie et de maximiser la diffusion de la lumière.

Sarah rejoint ses collègues au 18<sup>e</sup> étage. Sa collègue Émilie, qui habite l'immeuble d'en face, est venue en empruntant un système hybride entre la tyrolienne et le téléphérique qui relie les immeubles proches, tandis que Marc enlève tout juste sa combinaison de sécurité : il fait partie des quelques habitants amateurs de sensations fortes qui choisissent de se déplacer en planeur.

Aujourd'hui, ils doivent travailler ensemble sur un projet d'exposition original : un musée du monde d'avant, dans lequel sera reconstituée la façon dont la ville et ses infrastructures fonctionnaient il y a cinquante ans. Autrement dit, un système de transport dépourvu de dispositifs de pilotage, de maintenance et de communication les plus modernes, avec un cabinet de curiosités sur les outils de l'époque du mainteneur et des gestionnaires d'infrastructure.

Sarah a déjà réuni quelques idées en la matière, qu'elle compte aujourd'hui exposer à ses collègues : armoire contenant d'épais dossiers, véhicules d'auscultation de maintenance (qui assuraient jadis la mission aujourd'hui remplie par les drones, les superlunettes et les lentilles connectées des passagers), espaces de stockage des pièces de rechange (désormais oubliés grâce à une meilleure gestion des actifs), tenues de travail, chaussures de sécurité et outils manuels disparus de longue date, remplacés par des robots autonomes. Les idées ne manquent pas, et Sarah n'a aucun doute : les visiteurs sortiront quelque peu déboussolés de ce voyage temporel.



#### SYSTRA

##### DIRECTION DE PROJET

Maud Bernard  
Ghita Khettab

##### CONTRIBUTEURS

Yohan Amsterdamer  
Thomas Chauvière  
Christelle Chichignoud  
Anne Forges  
Diana-Luz Houdayer-Laborde  
Sandra Lang  
Catherine Laplante  
Marc-Olivier Maillefaud  
Paulo Nunes  
Éric Pruvost  
Lovan Pushparatnam  
Avril Tourmen

#### USBK & RICA

##### DIRECTION ARTISTIQUE ET COORDINATION

Ninon Douhard  
Adeline Murier

##### JOURNALISTES

Pascal Beria  
Sophie Kloetzi  
Arnaud Pauchenne  
Guillaume Renouard  
Renée Zachariou

##### ILLUSTRATEURS

Dan Matutina  
Joe Waldron  
Marcin Wolski  
(couverture)

##### IMPRIMEUR

Aubin Imprimeur

##### SECRÉTARIAT DE RÉDACTION

Sophie Loubier  
Tagline

##### TRADUCTION

Melisande Fitzsimons  
Tagline

# SYSTRA

systra.com in 

JUIN 2022