

Un acteur industriel au service du bien commun

LES CAHIERS D'EXPERTISE

GR^oUPE
RATP



SOMMAIRE

01

UNE MODERNISATION CONTINUE DES RÉSEAUX AU SERVICE DES VOYAGEURS

- 6 Créer ou moderniser des réseaux de transport public
- 10 Maintenir et moderniser un réseau tout en l'exploitant
- 12 Informer et guider les voyageurs à l'ère de la data et du temps réel
- 14 **FOCUS > MF19**
Un défi hors normes

02

UNE GESTION DES ACTIFS INTÉGRÉE, PERFORMANTE ET DURABLE

- 16 Entretenir le patrimoine public avec rigueur et agilité
- 19 Piloter le cycle de vie des actifs dans une vision de long terme
- 22 Être proactifs sur l'intégration des enjeux climatiques
- 24 Valoriser les espaces au service de la ville et des voyageurs
- 25 **FOCUS > Lyon**
Engagés pour un réseau plus performant

03

UN ÉCOSYSTÈME INDUSTRIEL ÉTENDU ET COMPLEXE

- 26 Des solutions construites avec et pour les autorités organisatrices
- 28 Fédérer et stimuler les partenaires industriels
- 31 **FOCUS > Western Sydney Airport**
RATP Dev prend fermement pied en Australie



LE GROUPE RATP, UN ACTEUR INDUSTRIEL AU SERVICE DE L'INTÉRÊT GÉNÉRAL

Créer une nouvelle ligne de métro, automatiser une ligne existante, étendre un réseau de tramway ou électrifier un parc de bus : ces réalisations mobilisent des savoir-faire techniques et logistiques pointus. Des expertises qui sont déployées par le groupe RATP pour des projets menés au bénéfice des voyageurs, des collectivités et des territoires. En Île-de-France, un investissement exceptionnel porté par Île-de-France Mobilités permet de mener à bien des projets de grande ampleur, tant du point de vue de la modernisation des matériels que de l'extension du réseau. Dans ce contexte, les opérations d'entretien, de modernisation ou d'extension des réseaux sont toujours mises en œuvre en limitant au maximum les perturbations pour les voyageurs. Dans le domaine de l'entretien et de la maintenance, le Groupe se distingue par sa capacité à entretenir les actifs pour en faire un usage le plus durable et rationnel possible. Ainsi le groupe RATP a avant tout vocation à mettre ses capacités industrielles au service de l'intérêt général. C'est ce qui le rend unique et lui donne tout son sens.

LA RATP, ACTEUR INDUSTRIEL DE RÉFÉRENCE, PORTÉ PAR L'EXCELLENCE DE SES SAVOIR-FAIRE



Sylvie Buglioni
Directrice projets,
technique et industriel,
directrice digital et
innovation, membre
du Comex

Face à la diversité et à la complexité de ses infrastructures – anciennes, modernes, de toutes tailles –, le groupe RATP relève un défi majeur : garantir la performance du réseau tout en préparant son avenir. Cette exigence se traduit par une mobilisation constante de ses expertises au service des voyageurs et d'une vision d'efficacité durable.

Pour relever ce défi, la RATP structure ses actions autour de politiques transversales, pensées pour répondre aux enjeux immédiats tout en construisant une ambition industrielle de long terme, s'appuyant sur son modèle d'organisation intégré, associant exploitation, maintenance et ingénierie, et inscrit ses projets dans une dynamique d'amélioration continue, nourrie par les retours d'expérience, la coordination des disciplines et le développement des compétences humaines.

Forte de ces atouts, la RATP, au-delà des prolongements de lignes de métro et de tramway, engage des chantiers de rénovation en profondeur sur ses lignes actuelles. Le programme MF19 en est une illustration emblématique : il prépare l'arrivée de nouveaux trains sur la moitié du réseau parisien, avec des travaux d'infrastructure, la modernisation des systèmes de transport, l'intégration de systèmes serviciels (pour des trains connectés) et l'adaptation des ateliers de maintenance.

Le Groupe mène également des opérations industrielles complexes dans les territoires urbains denses, comme l'opération Belgrand – Saint-Fargeau. Par ailleurs, les défis techniques qu'il relève renforcent sa reconnaissance en tant qu'acteur central d'un écosystème industriel à la fois riche et innovant. Cette position légitime son rôle de partenaire exigeant, capable de challenger ses interlocuteurs industriels afin de concevoir des systèmes sûrs, performants et économiquement maîtrisés sur leur cycle de vie – notamment dans les domaines du matériel roulant, de la signalisation et des systèmes de transport.

Il est essentiel de souligner que derrière toutes les premières mondiales, toutes les innovations techniques, tous les défis relevés avec succès par le groupe RATP, et derrière la qualité de service produite quotidiennement au service des voyageurs, sans oublier le haut niveau de maintenance du matériel roulant et des infrastructures, il y a des femmes et des hommes. Si l'entreprise est reconnue pour l'excellence de son expertise industrielle, c'est avant tout parce qu'elle a su développer, valoriser et transmettre des compétences humaines qui représentent une richesse inestimable. De plus, parce que le groupe RATP est vaste et qu'il favorise les parcours transverses, nos différents métiers se connaissent, se respectent et travaillent ensemble en bonne intelligence, animés par un sens très ancré du collectif et de la fierté partagée.

Partout où elle intervient, la RATP met ses capacités industrielles au service des voyageurs et des territoires, avec une ambition constante : offrir une mobilité fiable, durable et innovante.

Quelques dates clés

1956

Mise en service, sur la ligne 11, du premier métro sur pneumatiques au monde.

1977

Mise en service du RER A, né d'un projet conjoint entre la RATP (à l'ouest) et la SNCF (à l'est). Une innovation pionnière à l'échelle mondiale par son modèle d'intégration urbaine et son interopérabilité.

1991

Mise en service d'Orlyval, première ligne de métro entièrement automatique en Île-de-France. Ce système préfigurait le fonctionnement d'autres lignes automatisées du métro parisien, comme la ligne 14 (mise en service en 1998).

1979

Mise en service du pilotage automatique sur la ligne 11, une première mondiale sur une ligne de métro ferré.

2015

Lancement du programme Bus2025 (en partenariat avec Île-de-France Mobilités), l'un des plus ambitieux programmes d'électrification de flotte d'autobus jamais entrepris en Europe.

2022

Après sept années de travaux, mise en service de la ligne 4 prolongée et automatisée. C'est la première fois en France (et l'une des premières en Europe) qu'une ligne centenaire est transformée en ligne 100% automatique. L'automatisation a été réalisée sans interruption majeure du service.

2024

Entre avril et juin, donc dans les temps pour recevoir les Jeux olympiques et paralympiques de Paris, mises en service de trois lignes prolongées : la ligne de tramway T3b, la ligne de métro 14 (avec renouvellement du système de pilotage automatique) et la ligne de métro 11.

2025

Premiers déploiements du matériel roulant MF19 sur la ligne 10 du métro parisien.

01

UNE MODERNISATION CONTINUE DES RÉSEAUX AU SERVICE DES VOYAGEURS

Étendre l'offre de service, enrichir l'expérience voyageur, fluidifier les circulations en modernisant les actifs : partout où il intervient, le groupe RATP transforme l'ambition en résultats tangibles. Ses réalisations, souvent considérées comme des références mondiales, prouvent que savoir-faire industriel et service aux voyageurs sont au cœur des préoccupations du Groupe.

DEPUIS 2012, EN ÎLE-DE-FRANCE*



+ 31

KILOMÈTRES
DE LIGNES
DE MÉTRO

+ 24

STATIONS
DE MÉTRO



+ 72

KILOMÈTRES
DE LIGNES
DE TRAMWAY

+ 131

STATIONS
DE TRAMWAY

* Prolongements et créations de lignes conduits ou accompagnés par le Groupe depuis 2012.

Créer ou moderniser des réseaux de transport public

Compte tenu de sa complexité, de sa dimension multidisciplinaire et des investissements qu'il mobilise, tout projet de création, de prolongement ou de modernisation d'une ligne de transport public ferré représente un immense défi technique et organisationnel. En phase de conception, il s'agit de construire le programme fonctionnel du projet, puis d'identifier les solutions techniques pour y répondre, en définissant les cahiers des charges des matériels roulants et en pensant l'ensemble des infrastructures et des systèmes : gares et stations, signalisation, contrôle-commande, télécommunication, billettique, etc. Puis, une fois le projet lancé, il faut savoir concilier gestion des risques, tenue des délais et maîtrise des coûts. Le groupe RATP a déjà largement démontré sa capacité à relever avec succès de tels challenges, par exemple à Florence (lancement d'un réseau de tramway) ou à Johannesburg (mise en service du train régional le plus rapide d'Afrique), et il va continuer à valoriser son expertise à Casablanca et à Belgrade.

UNE SUCCESSION DE PARIS AMBITIEUX ET TOUJOURS TENUS

Le réseau francilien représente en soi une référence incontournable. Sur ce territoire particulièrement étendu, dense et complexe, la RATP peut faire valoir un nombre inégalé de *success stories* et de premières mondiales, notamment en matière de prolongement de lignes. On citera ce qui a été mis en œuvre sur la ligne 4 – centenaire – du métro parisien (automatisation de la ligne sans interruption majeure), mais aussi les exploits accomplis sur les lignes 14 et 11, dont les longueurs ont été doublées depuis leur mise en service. Si ces projets

ont été salués comme de véritables prouesses, c'est parce qu'en plus des prolongements proprement dits, ils ont comporté tout un volet de modernisation et/ou d'automatisation. Et durant les travaux, le groupe RATP est parvenu à maintenir l'exploitation et à réduire au minimum les interruptions temporaires de circulation. Les projets menés à bien sur le tramway T3b (un nouveau tronçon de 3,2 kilomètres et sept nouvelles stations créées) et sur le tramway T1 (prolongement à l'est et à l'ouest, et rénovation de l'ensemble des stations de la ligne) témoignent également de ce savoir-faire unique.

LA LIGNE 14 MÉRITE SA MÉDAILLE OLYMPIQUE

Étendre au nord et au sud la ligne 14, colonne vertébrale du futur Grand Paris Express – plus de 14 kilomètres supplémentaires, huit nouvelles gares, un nouveau centre de maintenance et de remisage, un remplacement complet du système de pilotage automatique – en étant au rendez-vous des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris : encore un exploit qui a marqué les esprits.



25
CENTRES BUS
D'ÎLE-DE-FRANCE
CONCERNÉS
PAR LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE



FUTUR MÉTRO DE BELGRADE : RATP DEV APORTE SA COMPÉTENCE D'OPÉRATEUR AMONT

RATP Dev accompagne le secrétariat aux Transports publics de la Ville de Belgrade et BMV (Beogradski Metro i Voz) dans la conception fonctionnelle et les spécifications du futur métro automatique de la capitale serbe, le plus important projet d'infrastructure jamais mené dans le pays (trois lignes pour un total de 69 km et 69 stations). Chargé de veiller à ce que le futur réseau réponde aux meilleures normes internationales, RATP Dev accorde une attention particulière à l'expérience voyageur, à la sécurité et à la qualité des prestations d'exploitation et de maintenance, ainsi qu'à l'optimisation globale des coûts.

L'AUTOMATISATION, UNE EXPERTISE À PART ENTIÈRE

L'automatisation intégrale (GoA4) d'une ligne de métro apporte un bénéfice substantiel aux territoires et aux voyageurs : elle permet de faire circuler davantage de trains, de façon fluide et en toute sécurité. Mais une telle évolution relève d'une gageure technique et organisationnelle, à fortiori s'il s'agit d'automatiser une ligne en exploitation. Sur ce terrain, l'expertise du groupe RATP en fait un des leaders dans le monde, ce dont témoignent plusieurs réalisations majeures. La mise en service de la ligne 14, en 1998, ligne « nativement automatique », constituait déjà une première mondiale en termes de performances et de capacité de transport, comme celle opérée ensuite à Riyad (Arabie saoudite) par RATP Dev. Puis en 2012, lorsque la RATP a réussi l'automatisation à 100 %

de la ligne 1, une ligne centenaire ultrafréquentée, elle a franchi un cap que beaucoup estimaient infranchissable. La performance a été réitérée en 2024 avec la ligne 4, automatisée et étendue de trois stations tout en faisant circuler des trains de trois générations différentes. La même année, la ligne 14 a été modernisée avec la migration inédite d'un système de pilotage automatique existant vers un système d'une nouvelle génération. Bientôt, un nouveau défi sera relevé sur la ligne 13, toujours en exploitation, mais avec un niveau de complexité supplémentaire : une fourche, et pour la première fois, une ligne ferrée, et non à pneus. À l'heure où, de par le monde, de nombreux réseaux vont engager des projets d'automatisation, ces succès fournissent au groupe RATP de solides références. C'est ainsi, par exemple, que RATP Dev va contribuer à automatiser la ligne A du métro de Lyon (voir page 25).

L'exploitation d'une ligne automatique s'appuie sur des compétences humaines uniques. Et là encore, le groupe RATP fait référence : ses superviseurs de trafic aux postes de commande centralisés et les équipes en station, notamment, démontrent quotidiennement leur expertise, en Île-de-France comme ailleurs dans le monde. Le professionnalisme et le haut niveau de technicité des équipes de maintenance permettent également de garantir un service de qualité.



Métro de Riyad
en Arabie saoudite.

TOUTE UNE INTELLIGENCE DES SYSTÈMES

Le haut niveau d'expertise technologique qui caractérise le groupe RATP dans le domaine des systèmes – en particulier dans le système d'automatisation de l'exploitation des trains de type CBTC (*communication-based train control*) – explique en grande partie son leadership mondial en matière d'automatisation de lignes existantes. Lié à l'excellence reconnue de son ingénierie interne et à sa capacité à tirer le meilleur parti de son écosystème industriel, ce leadership est également renforcé par les synergies qui peuvent être développées entre projets et entre filiales : c'est ainsi, notamment, que la ligne 14 du métro parisien a migré vers un système d'automatisation de l'exploitation des trains (GoA4) assez proche de celui utilisé par RATP Dev pour le métro de Riyad (Arabie saoudite).



Conducteur dans une rame de la ligne 5 du métro parisien.

L'ŒIL DE L'EXPERT

David Bonvoisin

Directeur de l'unité des systèmes
du transport ferroviaire



« En matière de sécurité, la barre est placée très haut »

La sécurité ferroviaire est un monde d'hyper-déterminisme, et si nous sommes des experts de l'automatisation, c'est parce que nous maîtrisons toute la chaîne d'équipements, de process, de logiciels et d'interconnexions qui concourent à la sécurité. En phases d'études amont, nous avons des ingénieurs spécialisés qui identifient toutes les situations potentiellement dangereuses en recherchant l'ensemble des causes possibles. Nous intégrons tout cela dans les spécifications des systèmes, puis nous vérifions que toutes les barrières de protection sont mises en œuvre avec les bons niveaux de profondeur, de rigueur, de robustesse, etc. Une équipe de 70 agents se consacre exclusivement à ces sujets de sécurité, et parce que le groupe RATP a fait le choix historique d'aller au-delà de ce que prévoit la réglementation, nous avons développé des méthodologies, des compétences et tout un dispositif de contrôle interne qui nous permettent de challenger nos partenaires industriels.

UN SYSTÈME DE CONDUITE INTERCHANGEABLE ET INTÉGRÉ

OCTYS* est un système de conduite (de technologie CBTC) spécifié par la RATP en collaboration avec le monde industriel pour l'exploitation en GoA2 (conduite semi-automatique) des lignes du métro parisien. La caractéristique majeure d'OCTYS réside dans la standardisation de sa structure et de ses interfaces, ce qui permet de ne pas dépendre d'un unique fournisseur pour acquérir les systèmes des trains, des infrastructures et de la radio pour une même ligne.

Il a été déployé depuis le début des années 2000 sur les lignes 3, 5 et 9, puis sur les lignes 6 et 11 du métro parisien. À l'occasion du programme MF19 (*voir pages 14-15*), une démarche de standardisation renforcée appelée OCTYS 2030 est lancée. Le déploiement d'OCTYS 2030 en cours sur la ligne 12 est également prévu sur les lignes 8 et 7. Ce produit, dont chaque lot est proposé par au moins deux fournisseurs, rend possible une migration ultérieure en GoA4 (conduite entièrement automatique).

* OCTYS : Open control of trains, interchangeable & integrated system.

Maintenir et moderniser un réseau tout en l'exploitant

Au cours des dernières années, le groupe RATP a plusieurs fois illustré sa capacité à mener d'importants projets de maintenance, de modernisation et de prolongement sur des lignes exploitées, en réussissant à minimiser les impacts pour les voyageurs : c'est ce qui a été fait sur la ligne 1 du métro parisien, puis sur les lignes 4, 11, 12 et 14 ; et c'est ce qui sera fait prochainement pour l'automatisation de la ligne 13 à Paris, ainsi que pour celle de la ligne A du métro de Lyon.

Cette compétence s'appuie sur une logique organisationnelle extrêmement poussée. L'essentiel des interventions s'effectue en effet durant la nuit, pendant les quelques heures d'interruption de trafic, ou à minima aux moments où l'affluence est la plus faible, c'est-à-dire durant les deuxièmes parties de soirée, les week-ends ou les vacances.

BUS2025 : UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE MAJEURE, AU BÉNÉFICE DES VOYAGEURS

En 2015, Île-de-France Mobilités (financier et propriétaire des véhicules) et le groupe RATP s'étaient donné dix ans pour convertir la grande majorité du parc bus exploité par la RATP à l'électrique et au biométhane. Cet objectif a été atteint, et si l'aventure industrielle de Bus2025 fait aujourd'hui figure de référence internationale en matière de transition énergétique d'un réseau de surface aussi important, c'est parce que cette transformation inédite, qui a impacté à la fois la flotte, les centres bus et les processus d'exploitation, a été réalisée sans aucune interruption de service. Pour y parvenir, les équipes projet et celles de l'exploitation et de la maintenance ont su se coordonner au mieux, notamment en prévoyant des remisages provisoires. En parallèle, tout un programme a été déployé pour adapter les compétences des équipes à ces nouveaux équipements, que ce soit en termes de conduite, de maintenance ou de respect des réglementations en vigueur.



La planification et la coordination sont donc millimétrées, et le groupe RATP a développé tout un savoir-faire en matière de massification et de mutualisation des interventions.

De plus, toujours dans l'idée d'optimiser les temps d'intervention, les équipes du groupe RATP et de ses entreprises partenaires mettent en œuvre des techniques de travaux rapides et modulaires, notamment dans une logique de pré-assemblage des éléments avant installation. Élaborés et appliqués dans un souci d'amélioration continue, ces modes opératoires tirent constamment parti des retours d'expérience.





Automatisation de la ligne 4 du métro parisien : pour la réfection des quais entre 2016 et 2018, chacune des 27 stations a été fermée trois jours (rehaussement) ou trois mois (reconstruction) ; mais jamais deux stations consécutives n'ont été fermées simultanément afin de réduire au maximum l'impact pour les voyageurs.

UN OUTIL INDUSTRIEL MAÎTRISÉ DANS SES MOINDRES ROUAGES

Une telle excellence opérationnelle est rendue possible par le dialogue permanent qui prévaut, au sein du groupe RATP, entre les métiers de la conception, de l'exploitation et de la maintenance. Mais elle tient aussi à une connaissance particulièrement approfondie de toutes les composantes de l'outil industriel – infrastructures, matériel roulant, systèmes, sécurité... –, à une compréhension extrêmement fine et détaillée de leur architecture, de leur fonctionnement et de leurs interactions. Enfin, parce que des interruptions de trafic restent parfois indispensables, le Groupe et ses filiales sont devenus experts pour prendre en considération les besoins des différents acteurs (voyageurs, riverains, entreprises dont les salariés utilisent les lignes concernées, etc.) de façon à ce que les scénarios proposés aux autorités organisatrices représentent les meilleurs compromis, en tenant compte des enjeux financiers. Une communication claire et précise sur les interventions, les alternatives et les dispositifs de substitution est systématiquement mise en place.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Tony Mailly-Dufresne
Project management officer



« Organiser, planifier, coordonner : une question de méthodologie et de technologie »

Tout projet commence par un diagnostic approfondi de l'existant : quel est l'état des ouvrages et des systèmes, comment s'organisent les flux voyageurs, y compris dans les couloirs des stations ? Connaître et maîtriser, cela est primordial pour pouvoir définir le programme fonctionnel, séquencer les opérations, les découper en briques successives qui s'articulent au mieux et entre lesquelles l'exploitation reste possible, en toute sécurité. Nos méthodes de management de projet intègrent ces enjeux, que la fonction ordonnancement-pilotage-coordination, ou OPC, déploie dès les phases de conception, puis tout au long des projets. Nos OPC intègrent les contraintes de l'exploitation et de la maintenance pour construire différents scénarios de phasage des travaux qui répondent aux exigences de délais, d'offre de transport, de coûts, de sécurité, etc. Ces scénarios sont alimentés par les analyses de risques afin de contenir les impacts des éventuels aléas, et font appel à de nombreuses compétences opérationnelles de l'entreprise et à des outils numériques très puissants, de plus en plus connectés au BIM* et aux jumeaux numériques.

* Building Information Modeling.



Informer et guider les voyageurs à l'ère de la data et du temps réel

Fournir aux voyageurs des renseignements exacts, accessibles et en temps réel, y compris dans des écosystèmes multimodaux complexes regroupant différents opérateurs : voilà qui est crucial pour simplifier les déplacements, enrichir l'expérience de mobilité et *in fine*, renforcer encore l'attractivité du transport public. La RATP a toujours fait figure de précurseur dans ce domaine. D'abord par le soin apporté à la qualité de sa signalétique, puis en développant, au fil des décennies, des technologies et des modes opératoires de plus en plus efficaces. Aujourd'hui, le grand sujet, lorsqu'on parle d'information voyageurs, c'est la (big) data. Et là encore, le groupe RATP et ses filiales ont su prendre une longueur d'avance lorsqu'il s'agit de tirer le meilleur parti possible des technologies de recueil, de traitement et de rediffusion des données. Ce qui permet de construire et de déployer des solutions – clés en main, modulables ou sur mesure – adaptées aux besoins de chaque réseau.

DU « CONCENTRATEUR UNIQUE » AUX YEUX ET AUX OREILLES DES VOYAGEURS

Ainsi, pour le réseau francilien, la RATP a mis en place la base de données Aciv (Acquisition et concentration des données d'information voyageurs). Ce « concentrateur unique » alimente l'ensemble des médias et des systèmes diffusant de l'information voyageurs, de manière sécurisée et cohérente.

Dans la même logique, RATP Dev a créé l'écosystème digital Explore, une plateforme *software as a service* (SaaS) qui propose toute une palette de fonctionnalités : recherche d'itinéraires multimodale, guidage en temps réel, alertes infos trafic, etc. Ces fonctionnalités sont diffusées sur de multiples canaux digitaux – sites Web, applis mobiles, médias sociaux, QR codes – ainsi que via les bornes, la sonorisation et les écrans déployés sur le réseau. Sans oublier les outils et les sources d'information grâce auxquels les agents accueillent

AUTOLINEE TOSCANE : ORCHESTRA EN ACTION

Avec 1000 lignes et 38 000 points d'arrêts, la gestion des données transport de la Région Toscane représentait un défi de taille que RATP Dev a relevé grâce à sa solution Orchestra. Branché directement aux outils d'information voyageurs, Orchestra agrège un très grand volume de données théoriques (lignes, arrêts, parcours et horaires prévus) et temps réel (perturbations et horaires des prochains passages). Ces données sont traitées, mises en forme et diffusées jusqu'aux voyageurs via un écosystème entièrement repensé, incluant sites Web, applis mobiles et affichage. Difficulté supplémentaire : le réseau était auparavant exploité par 22 sociétés différentes, ce qui a nécessité de mettre en place tout un process de standardisation et d'intégration des données.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Bastien Perroy

Data scientist R&D, responsable du Passenger Cognition Lab



« Après avoir rendu le métro lisible dans l'espace, nous le rendons prévisible dans le temps »

L'information voyageurs est une expertise historique du groupe RATP. Notre signalétique réseau a inspiré de nombreux opérateurs dans le monde, établissant des standards qui font encore référence. Aujourd'hui, cette excellence continue à se développer autour de notre capacité à intervenir sur l'ensemble de la chaîne d'information : des données de transport jusqu'au fond de carte de notre application MaaS*, nous pouvons investir chaque composante quand nécessaire. Notre force réside dans l'alliance entre l'expertise de nos équipes de design, qui excellent dans le domaine du sensible, et nos compétences industrielles. Les écrans SysPad et Panam illustrent cette synergie : un design pensé pour l'expérience voyageur, adossé à une architecture facilement maintenable et que nous contrôlons. Cette approche intégrée accompagne une mutation profonde de nos métiers. Après avoir rendu le métro lisible dans l'espace, nous le rendons prévisible dans le temps. C'est le nouveau territoire de design de l'information voyageurs, que ce soit via nos processus industriels, nos services ou nos standards graphiques.

* Mobility as a service.



Déployés peu à peu dans les gares RER depuis 2018, les écrans panoramiques SysPad (photo page 12) ont reçu un prix dans la catégorie « Traffic and Public Transport » lors des IIID Awards 2023. Ils ont été conçus et mis au point par la même équipe à laquelle on doit les écrans Panam sur les quais du métro (ci-dessus).

les voyageurs, les orientent et répondent à leurs questions. Disponible en marque blanche, Explore permet à chaque autorité organisatrice de se l'approprier et de construire – accompagnée par RATP Dev – une solution sur mesure, parfaitement adaptée à ses besoins.



Les plans indicateurs lumineux d'itinéraire, ou Pili, étaient résolument novateurs lors de leur apparition en 1937. Devenus iconiques, ils ont été présents dans les stations de métro jusqu'aux années 2000.



FOCUS

MF19 : un défi hors normes

Pour le compte d'Île-de-France Mobilités, qui a investi 3 milliards d'euros pour le matériel roulant et 4 milliards d'euros pour adapter les infrastructures, la RATP a commandé à Alstom une nouvelle génération de matériel roulant destinée à remplacer progressivement les rames des séries MF67, MF77, MF88 sur huit lignes du métro parisien. La mise en service débutera fin 2025 sur la ligne 10 et se poursuivra jusqu'en 2033.

La RATP a piloté le processus d'achat du matériel roulant, depuis le recueil des besoins jusqu'à l'industrialisation en passant par l'écriture des spécifications techniques et le suivi des procédures d'appels d'offres, etc. Puis elle a suivi les industriels – constructeur et équipementiers – durant les phases de développement et d'industrialisation, et elle continuera à les suivre tout au long de la production.

Simultanément, une très vaste opération transverse a été lancée pour faire en sorte que le réseau – stations, tunnels, voies, systèmes, etc. – puisse accueillir ces nouvelles rames. Le MF19, permettra une maintenance renforcée (prédictive et corrective) grâce à la multitude de données fournies par ce train ultraconnecté.

Par son ampleur, par sa complexité technique et logistique comme par les innovations technologiques qu'il introduit, ce programme requiert une agilité et une flexibilité exceptionnelles, ainsi qu'une coordination industrielle parfaitement orchestrée. La RATP va veiller à introduire le MF19 en perturbant le moins possible l'exploitation des lignes en service.

UNE EXPÉRIENCE VOYAGEUR AMÉLIORÉE !

L'arrivée de cette nouvelle génération de trains va se traduire par une amélioration significative de l'expérience voyageur : régularité et fiabilité du service, ergonomie et confort des assises, silence de fonctionnement, ventilation réfrigérée, information voyageurs, vidéoprotection embarquées de dernière génération, etc. Sans compter que le MF19 est économe en énergie, notamment grâce à son système de freinage régénératif.



EN CHIFFRES

DANS LES DIX ANS À VENIR

8

LIGNES DE MÉTRO CONCERNÉES
(LIGNES 3, 3BIS, 7, 7BIS, 8, 10,
12 ET 13).

Jusqu'à 410

RAMES LIVRÉES POUR LES
8 LIGNES DE MÉTRO CONCERNÉES,
SOIT 50 % DU PARC DE MATÉRIEL
ROULANT DU MÉTRO PARISIEN.

40 %

DES VOYAGES RÉALISÉS
ANNUELLEMENT SUR LE RÉSEAU
SE FERONT AVEC LES TRAINS MF19,
SOIT PRÈS DE 600 MILLIONS
DE TRAJECTS PAR AN.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Franck Samyn

Directeur du programme OMF19



« Un matériel unique, un planning ambitieux »

Le MF19 a été conçu comme un matériel générique, un « couteau suisse » capable de s'adapter à toutes nos lignes et à leurs environnements historiques. Avec, à la clé, de grosses économies pour notre autorité organisatrice. Et comme cela le rend relativement simple à construire, nous savons que le constructeur va tenir ses cadences de production, ce qui représente un vrai défi pour nous. Car notre réseau doit absolument être au rendez-vous d'un planning ultraserré : en à peine six ans et demi, nous allons intégrer environ 350 rames qui arriveront en flux continu et que nous devrons déployer sur huit lignes différentes. Mais nous relevons ce défi avec sérénité, notamment parce que nous avons su anticiper toutes les phases du programme, en commençant par la conception et le développement des équipements.



MATÉRIEL ROULANT

Collaboration avec le constructeur et les équipementiers, pour le compte de l'autorité organisatrice, sur la conception et la production.



INFRASTRUCTURES

Mise au gabarit du train MF19 : travaux de voie (ripage ou bourrage), travaux de quai (rescindement), adaptation des tunnels



STATIONS

Élargissement, ajout d'accès pour optimiser les temps d'évacuation, renforcement des systèmes incendie, etc.



ATELIERS DE MAINTENANCE

Deux nouveaux ateliers seront créés, et trois autres transformés avec un programme de formation des équipes de maintenance.



SYSTÈMES DE TRACTION ET D'ÉNERGIE

Ajout de postes de redressement, adaptation des postes haute tension, etc.



INFORMATION VOYAGEURS ET VIDÉOPROTECTION EMBARQUÉES

Déploiement d'un système de transmission de données sol embarqué (TDSE), etc.



SYSTÈMES DE TRANSPORT

Adaptation de la signalisation, du pilotage automatique, des postes de commande centralisés, des systèmes d'assistance à la conduite et d'automatisation, etc.

LES GRANDS CHANTIERS DU PROGRAMME

02

UNE GESTION DES ACTIFS INTÉGRÉE, PERFORMANTE ET DURABLE

Le soin apporté à la maintenance des actifs et la recherche du meilleur équilibre économique à long terme, piliers d'une gestion responsable, revêtent une importance toute particulière dans le domaine des transports publics. Cette démarche, qui figure depuis toujours au cœur du modèle RATP, s'ouvre aujourd'hui à de nouveaux enjeux, entre adaptation climatique et réinvention des espaces urbains.



Entretenir le patrimoine public avec rigueur et agilité

De la rame de RER à l'escalier mécanique, du poste d'aiguillage au portillon d'accès : depuis toujours, le groupe RATP a fait le choix stratégique d'internaliser en grande partie la maintenance de ses infrastructures et du matériel roulant qui circule sur ses réseaux. Non seulement cela représente un gage de relative indépendance vis-à-vis des fournisseurs – et de maîtrise des coûts –, mais cela a permis de développer des savoir-faire techniques particulièrement poussés. Au fil de son histoire, l'entreprise s'est ainsi dotée de sites, de compétences et d'équipements d'autant plus précieux qu'elle veille à les faire constamment évoluer. Sur ce terrain, le groupe RATP affiche une autre

PROCESSUS OUTILLÉS ET JUMEAUX NUMÉRIQUES

La direction du matériel roulant ferroviaire (MRF) du groupe RATP et RATP Infrastructures ont lancé récemment des programmes intitulés respectivement Magellan et Galaxie. Principe : équiper l'ensemble des acteurs de la maintenance de processus de référence communs et d'outils digitaux unifiés pour la gestion des opérations dont ils ont la charge. Ce qui permet de centraliser et mutualiser les connaissances et les méthodologies, mais aussi de construire des plans de performance communs, dans une optique de hiérarchisation et de priorisation des actions. Par ailleurs, le gestionnaire d'actifs a lancé une démarche de transformation digitale autour du BIM, ou *Building Information Modeling*. L'idée est de centraliser progressivement les données techniques sous la forme de jumeaux numériques, en commençant par le bâtimentaire, de façon à faciliter la planification des opérations, le partage des informations et l'optimisation des coûts et des délais.

grande force : celle d'être une entreprise qui intègre l'ingénierie, l'exploitation et la maintenance courante et patrimoniale. De quoi conforter les synergies entre des équipes métiers qui se connaissent bien et ont culturellement l'habitude de travailler ensemble : l'ingénierie intègre la maintenabilité dans ses conceptions, les équipes de maintenance courante consultent l'ingénierie dès lors qu'elles font face à une problématique complexe, la maintenance patrimoniale articule au mieux ses opérations avec la maintenance courante.

Le groupe RATP a pu faire de la gestion d'actifs intégrée une référence mondiale en matière d'expertise industrielle grâce à la taille et à l'intensité d'utilisation du réseau francilien. Ses équipes ont en effet la responsabilité d'une quantité exceptionnelle de matériels roulants et d'infrastructures couvrant tous les domaines du transport urbain sur toutes les phases de vie des actifs, d'âges très variés et extrêmement sollicités par l'exploitation (fréquences, charge voyageurs, etc.). À titre d'exemple, depuis sa récente extension, la ligne de tramway T3b

transporte à elle seule davantage de voyageurs que les huit lignes du tramway de Strasbourg ! Ainsi, parce qu'elle a su adapter ses activités de maintenance à ces enjeux et à ces volumes, la RATP dispose d'un socle inégalé de retours d'expérience.

LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE, ENTRE IA ET EXPERTISES HUMAINES

Anticiper les pannes en surveillant l'état réel des équipements, et ainsi réduire les arrêts non planifiés tout en optimisant les coûts d'entretien : les bénéfices de la maintenance prédictive sont évidents, la puissance de l'intelligence artificielle ouvrant bien des horizons. Plusieurs applications sont déjà opérationnelles sur le réseau francilien, notamment pour la surveillance du système de fermeture des portes des trains sur le RER A, ou encore pour la prévention des arrachages de caténaires. Afin que cette démarche donne des résultats fiables et réellement utiles, le groupe RATP et ses filiales l'appréhendent de façon très pragmatique. Les cas d'usage sont ainsi systématiquement étudiés avec les opérationnels, dont l'expérience s'avère indispensable pour identifier les sujets les plus pertinents.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Pierre Herriau
Président de RATP
Maintenance Services



« Un savoir-faire industriel complémentaire au reste du Groupe »

RATP Maintenance Services est la filiale du groupe RATP spécialisée dans la maintenance d'équipements d'accessibilité – escaliers mécaniques, trottoirs roulants et ascenseurs – et de systèmes de protection des biens et des personnes. Sur les marchés RATP comme chez nos autres clients, nous sommes choisis pour notre savoir-faire parmi les prestataires. Nous travaillons notamment pour Aéroports de Paris, pour les Hôpitaux de Paris et ceux de l'Est francilien, le ministère de l'Intérieur, des sociétés privées telles que OPMobility (ex-Plastic Omnium), ainsi que pour les villes de Paris, de Saint-Cloud, de Puteaux ou encore de Villejuif. Nous comptons aujourd'hui 110 clients, et notre activité se développe d'année en année.



RATP CAP ATELIERS CHAMPIONNET : EXPERTS EN MAINTENANCE MULTI-MARQUE ET MULTI-MATÉRIEL

RATP Cap Ateliers Championnet se distingue par des compétences à la fois spécialisées et étendues dans la maintenance des transports urbains. Ses activités couvrent notamment la maintenance et le dépannage des bus, la maintenance des équipements industriels, des équipements électroniques embarqués non liés à la sécurité ferroviaire, des climatisations embarquées, ainsi que celle des rampes destinées aux personnes à mobilité réduite, ou encore des systèmes de recharge électrique pour les bus (notamment les bornes). Ses clients sont les acteurs du transport public, tant internes à la RATP qu'externes.

Dotée, *in situ*, de moyens industriels puissants, la filiale déploie aussi ses techniciens experts pour mener diverses missions de maintenance en Île-de-France et au-delà. Elle peut également assurer en voirie le dépannage des bus à Paris et dans la petite couronne, ainsi que le montage des pneumatiques de bus et de tramways.

OPSERVE, PAR RATP DEV : POLYVALENCE, PERFORMANCE ET SIMPLICITÉ D'USAGE

Avec la démocratisation des équipements connectés (capteurs, IoT, etc.), les opérateurs de transports disposent d'un volume croissant de données, que ce soit sur les infrastructures ou sur le matériel roulant. Partant de ce constat, RATP Dev a créé Opserve, une solution digitale modulaire en mode *software as a service* (SaaS) conçue pour optimiser l'exploitation et la maintenance des réseaux de transport urbains et ferroviaires. Pensée par des opérateurs pour des opérateurs et autorités organisatrices de la mobilité, cette solution s'adapte à tous les contextes métiers et systèmes existants. Ses capacités analytiques et prédictives permettent d'optimiser la performance opérationnelle et financière, et *in fine* d'améliorer l'expérience des voyageurs.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Alain Charlet

Directeur de RATP Cap Ateliers
Championnet



« Nos clients font confiance à notre savoir-faire »

Nous avons remporté très récemment un appel d'offres lancé par l'autorité organisatrice de transport de l'agglomération de Rennes. Nous déployons des collaborateurs sur place pour réaliser des échanges standards de boîtes de vitesses et de moteurs de bus. Si nous avons été choisis, c'est tant grâce à la solidité de la marque RATP que pour la reconnaissance de nos savoir-faire. Cette réussite repose sur la synergie entre l'ADN industriel de la RATP et notre agilité opérationnelle de filiale. Ce premier succès, au-delà de l'Île-de-France et en dehors du Groupe, marque une étape clé : nous comptons l'exploiter pleinement pour accélérer notre développement et conquérir de nouveaux marchés.

Piloter le cycle de vie des actifs dans une vision de long terme

Par sa culture d'une gestion saine au service de l'intérêt général, parce que ses équipes ont toujours eu à cœur de prendre soin de leur outil de travail, et surtout par son caractère intégré, qui met les métiers de la maintenance en étroite connexion avec ceux de l'ingénierie et de l'exploitation, le groupe RATP a développé une capacité à optimiser la durée de vie de ses actifs. Cela s'applique au matériel roulant : grâce à sa vision d'ensemble sur le cycle de vie des trains (métro, tramway et RER) et à l'attention particulière qu'il porte à la maintenabilité dans le temps et à la gestion des obsolescences, le groupe RATP parvient à dépasser largement les durées de vie annoncées par les constructeurs. De même pour les bus : une maîtrise poussée des remises à niveau techniques, conjuguée à une expertise historique en matière de maintenance et de réparation, permet de gagner de précieuses années.

PLUSIEURS GÉNÉRATIONS DE MATÉRIELS COHABITENT

Le Groupe veille à rationaliser l'utilisation de ses parcs de matériel roulant, notamment en faisant cohabiter plusieurs générations de matériels sur un même réseau et en mettant en œuvre des mécanismes de « cascades » lorsque de nouveaux trains ou bus sont mis en service. Cela se traduit par une amélioration globale du rapport service/coût, et si le programme Trains Pneu du métro parisien (*voir page suivante*) en est un parfait exemple, cette pratique est également courante au sein des parcs de bus gérés par le groupe RATP.

Dans le même esprit, et selon des logiques similaires – maintenance courante, remises à niveau, optimisation des renouvellements partiels, etc. –, RATP Infrastructures gère et prolonge la durée de vie de ses actifs.

Réalisation d'une soudure de rails à l'occasion du prolongement de la ligne 14 du métro parisien.

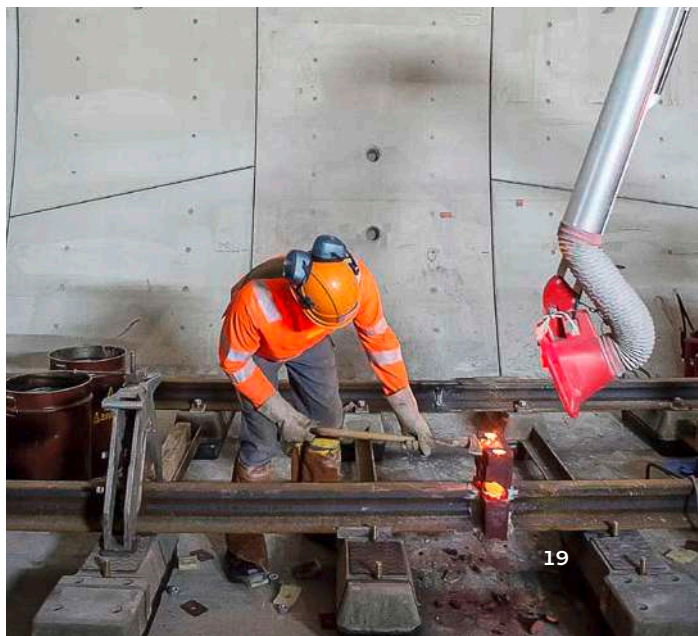
L'ŒIL DE L'EXPERTE

Caroline Nouzarède
Directrice de la gestion opérationnelle des actifs – RATP Infrastructures



« Faire durer et moderniser au bon moment, en recherchant l'optimum économique »

En Île-de-France, nous avons formalisé et outillé des « plans de gestion des familles d'actifs », pour lesquels nous avons documenté des durées de vie de référence et défini des méthodologies d'optimisation du cycle de vie pour la quasi-totalité de notre patrimoine : voies, ouvrages, caténaires, postes de redressement, escaliers mécaniques, etc. Ces plans de gestion sont adossés à différentes stratégies patrimoniales, et c'est ainsi que nous parvenons à faire durer nos actifs très longtemps, en les modernisant au bon moment pour mettre leurs performances à niveau, notamment en termes de sécurité.



LA MEILLEURE SOLUTION N'EST PAS TOUJOURS LA PLUS COÛTEUSE

Gérer durablement un patrimoine collectif, cela signifie aussi rechercher le « juste nécessaire ». Sur cet enjeu, le groupe RATP a pu acquérir une vraie crédibilité technico-économique auprès de ses donneurs d'ordres, qui ont confiance en la capacité des experts RATP à identifier des solutions adaptées à la réalité du terrain. Le caractère intégré de l'entreprise – connaissance mutuelle et interactions constantes entre ingénierie, exploitation et maintenance – représente un atout décisif pour cibler les priorités, les retours d'expérience opérationnels étant mis à profit pour déterminer ce qui sera réellement utile à l'usage. Cela confère aussi une légitimité au groupe RATP pour challenger les industriels : éviter les « sur-spécifications » en phase de conception, n'acheter le mieux-disant technologique que s'il est prouvé que le rapport bénéfice/coût sera au rendez-vous, etc.

Cette notion de « dépense à bon escient » s'applique également à la maintenance des actifs. C'est ainsi que sont très couramment mises en pratique les méthodes de *condition-based maintenance*, de *reliability-centered maintenance* et de *risk-based maintenance*, qui visent à optimiser la maintenance des équipements en tenant compte de leur état réel, de leur criticité pour la fiabilité du système et des risques associés à leur défaillance.

Trois générations
de matériel
roulant dans
l'atelier de
maintenance
et de remisage
de la ligne 14
à Saint-Ouen.



PROGRAMME TRAINS PNEU : UN CAS D'ÉCOLE

En 2014, de nouveaux trains (des MP14) ont dû être commandés pour se préparer au prolongement des lignes 11 et 14 du métro parisien. La question s'est alors posée de savoir quoi faire de ceux qu'ils allaient remplacer. Si les trains de la ligne 11 – des MP59 datant des années 1960 – étaient arrivés en fin de vie, ce n'était pas du tout le cas pour la ligne 14, sur laquelle circulaient notamment des trains MP89 mis en service à partir de 1997. C'est pourquoi la direction du matériel roulant ferroviaire (MRF) du groupe RATP a fait le choix de concevoir et de mettre en œuvre un vaste programme de « *cascading* », consistant notamment à transférer les MP89 de la ligne 14 vers les lignes 4 et 6, la logique générale étant de remplacer les trains d'une génération par ceux des générations suivantes. Le défi technique et logistique était particulièrement complexe : il fallait gérer les interdépendances créées entre toutes les lignes concernées et procéder à un certain nombre de modifications sur les trains avant de les transférer d'une ligne à l'autre. Mais le jeu en valait la chandelle. « *En termes d'amortissement et de bonne utilisation des actifs dans la durée, c'est quand même largement plus vertueux que de jeter des trains qui avaient vingt-cinq ou trente ans et d'en racheter de nouveaux* », résume Côme Berbain, directeur du matériel roulant ferroviaire. CQFD.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Rémy Foret

Directeur de l'innovation,
du digital et du développement
durable – RATP Infrastructures



« Nous expérimentons le réemploi et le recyclage de façon très pragmatique »

Nous avons pour stratégie de développer activement le réemploi et le recyclage des matériaux et des équipements. À titre d'exemple, nous menons plusieurs expérimentations sur les composants de la voie : le traitement pour réemploi du ballast usagé, la valorisation matière des rails pour produire de nouveaux rails ou le recyclage en granulats du béton issu des traverses déposées. L'objectif est de minimiser notre empreinte carbone et de consommer le moins possible de nouvelles ressources lorsque nous construisons ou renouvelons nos actifs. Nous cherchons à codévelopper ces expérimentations avec des industriels, de façon à nous assurer que nos objectifs de performance environnementale pourront être atteints et en permettre ensuite l'industrialisation. Nous nous sommes par exemple associés avec un industriel pour trouver une solution pragmatique et industrialisable afin de valoriser le manganèse issu des cœurs des appareils de voie en permettant son réemploi pour produire de nouveaux cœurs.



Voies et aiguillages à l'atelier de La Villette à Paris.

LA FABRICATION ADDITIVE AU SERVICE DE L'OPTIMISATION INDUSTRIELLE

Plusieurs équipes du groupe RATP recourent à la fabrication additive, ou impression 3D, pour différents usages. D'une part, lorsque certaines modifications sont étudiées, notamment sur le matériel roulant, des pièces peuvent être imprimées pour prototypage de façon à vérifier la pertinence de leur conception avant une éventuelle fabrication en série. Mais ce procédé se prête aussi à la fabrication en petites séries de pièces de rechange en polymère qui ne sont plus disponibles sur le marché (parce qu'elles ne sont plus fabriquées et/ou parce que leurs fabricants n'existent plus), ce qui s'avère parfois très utile pour prolonger la durée de vie de certains matériels. Enfin, les équipes des ateliers de maintenance, par exemple, peuvent concevoir puis imprimer des outils « maison » répondant à des usages spécifiques.

Être proactifs sur l'intégration des enjeux climatiques

Le réchauffement climatique n'est plus une perspective lointaine : il se traduit dès aujourd'hui par une augmentation des vagues de chaleur, ainsi que par des épisodes de précipitations extrêmes qui génèrent des risques d'inondations et de crues. Sans compter d'autres phénomènes tels que les sécheresses, les feux de végétation ou les mouvements de terrain liés au retrait-gonflement des sols argileux.

La surveillance et la maintenance des infrastructures s'adaptent à cette nouvelle donne. Pour prévenir les déformations ou dégradations liées aux vagues de chaleur, les dispositifs de maintenance préventive des voies ferrées et du matériel roulant ont été renforcés. C'est ainsi, entre autres, que le contrôle des systèmes de ventilation et des circuits de refroidissement est aujourd'hui systématisé en amont des périodes de canicule, ou encore que des tournées de surveillance des infrastructures et équipements les plus exposés sont renforcées en période estivale. De plus, le groupe RATP fait évoluer ses référentiels techniques et ses spécifications, intégrant les projections climatiques dans les nouvelles conceptions pour rendre ses infrastructures plus résilientes.

Par ailleurs, aux côtés des autorités organisatrices, le groupe RATP et ses filiales accélèrent la modernisation du matériel roulant afin d'améliorer le confort thermique des voyageurs : des dispositifs de ventilation réfrigérée et de climatisation sont ainsi déployés progressivement dans les métros, les RER, les bus et les tramways du réseau Île-de-France Mobilités.

DES PLANS SPÉCIFIQUES POUR SE PRÉPARER AUX INONDATIONS

Dès le début des années 2000, la RATP avait déjà engagé un vaste plan destiné à protéger ses réseaux souterrains franciliens face aux phénomènes de crues de la Seine ou de la Marne, avec des protections mises en place sur plus de 400 points d'entrée d'eau potentiels. Ce PPRI (plan de protection du risque inondation) est régulièrement testé et renforcé. Des exercices sont également organisés chaque année, en coordination avec les grands opérateurs urbains (SNCF, Enedis, RTE et Ville de Paris).

De plus, la RATP a prévu une organisation de gestion de crise structurée autour de sa permanence générale, capable de coordonner l'ensemble des actions en cas d'événements majeurs. Un plan de continuité d'activité spécifique au risque d'inondation, mis en place dès 2012, fait intervenir différents dispositifs techniques tels que des pompes de relevage automatiques dans les tunnels et les stations, ou encore des sacs anti-inondation, qui se gonflent d'eau en cas d'arrivée d'eau dans les stations pour canaliser les ruissellements et maintenir les stations ouvertes et sûres.

L'EAU, UNE RESSOURCE À PRÉSERVER

Le réchauffement climatique ayant pour effet d'engendrer des situations de stress hydrique qui montent en fréquence et en intensité, l'eau devient une ressource de plus en plus précieuse. Le groupe RATP multiplie donc les initiatives visant à récupérer les eaux de ruissellement, ainsi que celles qui s'infiltrent dans les infrastructures (les eaux d'exhaure), dans le but de les utiliser pour différents usages tels que le lavage des trains ou l'arrosage de plateformes engazonnées de tramway.



Intervention sur un système de ventilation réfrigérée dans une rame de la ligne 14 du métro parisien. Moins énergivore que la climatisation classique, la ventilation réfrigérée permet de rafraîchir l'air des espaces intérieurs de quelques degrés par rapport à la température de l'air extérieur pour apporter aux voyageurs un confort optimisé.

L'ŒIL DE L'EXPERT

David Courteille

Directeur technique de la gestion opérationnelle des actifs – RATP Infrastructures



« Surveillance, diagnostics, renforcements : nous agissons sur tous les fronts »

Pour protéger nos infrastructures des canicules, nous conjugons veille météorologique et surveillance renforcée de nos équipements. C'est ainsi que la température des rails aériens, mesurée en temps réel via des capteurs connectés, est intégrée dans un modèle prédictif interne. Dès que les seuils critiques sont atteints, différentes mesures sont prises pour garantir la sécurité ferroviaire, à commencer par la réduction de la vitesse des trains sur certains secteurs du réseau. Nous avons également équipé nos ascenseurs de films antichaleur ou de dispositifs de régulation thermique, de façon à éviter d'avoir à les arrêter pendant des périodes chaudes. Et parmi les mesures que nous prenons pour préparer notre réseau à faire face à de fortes pluies, nous avons notamment renforcé certains ouvrages qui avaient été identifiés comme potentiellement vulnérables, en revoyant aussi les dispositifs d'écoulement des eaux pour augmenter leur capacité.

UNE PROBLÉMATIQUE MONDIALE

Via sa filiale RATP Dev, le groupe RATP déploie dans de nombreuses villes du monde des solutions de résilience climatique adaptées aux spécificités locales. C'est ainsi que RATP Dev Casablanca (qui exploite quatre lignes de tramway et un réseau de bus à haut niveau de service dans la capitale économique du Maroc) a pris un certain nombre de mesures préventives et techniques destinées à faire face à des températures pouvant dépasser les 45 °C et à des précipitations exceptionnelles. Ou encore qu'au Caire, RATP Dev Mobility Cairo, en charge de la ligne 3 du métro et du train électrique léger (LRT), a intégré à son plan de continuité d'activité les impacts potentiels des inondations, des tempêtes de sable et des vagues de chaleur. Ce savoir-faire, éprouvé à l'international, constitue une ressource précieuse pour accompagner d'autres territoires dans leurs propres démarches d'adaptation.

Valoriser les espaces au service de la ville et des voyageurs

À travers RATP Solutions Ville, sa filiale de services urbains, et RATP Real Estate et RATP Habitat, ses filiales immobilières, le groupe RATP valorise, conçoit, transforme, construit et gère des sites tertiaires et des infrastructures industrielles ou logistiques dédiées aux services urbains – centres bus, ateliers ferrés, gares routières, Data Centers, etc.

En optimisant leur durabilité et en accompagnant leur transition énergétique (électrification ou passage au GNV de centres bus par exemple) le Groupe, acteur majeur de la mobilité et de la ville durable, contribue à l'amélioration du cadre de vie et à la résilience des villes face au changement climatique.

En 2024 a été créé RATP Solutions Industrielles. Cette nouvelle structure s'appuie sur les savoir-faire historiques du groupe RATP, notamment de RATP Real Estate, en matière de gestion des sites industriels. Elle est chargée de la gestion bâtiminaire de centres bus et de sites de maintenance et de remisage du tramway nouvellement exploités par RATP Cap Île-de-France et par RATP Dev.

Dans le contexte de l'ouverture à la concurrence, RATP Solutions Industrielles a aussi vocation à accompagner les filiales d'exploitation dans leur réponse aux appels d'offres.

BELGRAND – SAINT-FARGEAU : D'UN BESOIN INDUSTRIEL À UN PROJET D'AMÉNAGEMENT URBAIN

L'arrivée de nouveaux métros dans le cadre du programme MF19 nécessite des ateliers de maintenance adaptés à une nouvelle génération de matériel roulant. C'est dans ce contexte que la RATP restructure en profondeur l'un de ses grands terrains parisiens, situé rue Belgrand, dans le 20^e arrondissement.

Cette restructuration est l'occasion de repenser entièrement le site. En concertation avec la Ville de Paris et la Mairie du 20^e arrondissement, la RATP conçoit un projet urbain comprenant – en plus des ateliers – un jardin public en pleine terre, ainsi qu'environ 100 logements, dont la moitié de logements sociaux, des locaux d'activité et des commerces en rez-de-chaussée ; avec RATP Solutions Ville en tant que copromoteur. Le projet sera exemplaire en matière environnementale : il se conformera au nouveau PLU bioclimatique de Paris et répondra aux ambitions RSE du groupe RATP. À titre d'exemple, le besoin en eau potable sera réduit de 77 % (soit une économie de 3000 m³/an) grâce au réemploi des eaux d'exhaure de la station Porte de Bagnolet pour tous les usages ne nécessitant pas d'eau potable : sanitaires, nettoyage des bâtiments et des trains, arrosage des surfaces végétalisées, etc. Par ailleurs, afin de lutter contre l'îlot de chaleur urbain, le projet prévoit de multiplier par 12 les surfaces végétalisées, soit 5000 m² en toiture et 1400 m² en pleine terre créés.





FOCUS

Lyon : engagés pour un réseau plus performant

C'est à l'issue d'une mise en concurrence historique que, depuis le 1^{er} janvier 2025, et pour une durée de dix ans, RATP Dev est devenu le gestionnaire des modes lourds du réseau TCL (Transports en commun lyonnais) de SYTRAL Mobilités, l'autorité organisatrice des transports de Lyon et de sa région*. RATP Dev assure donc l'exploitation et la maintenance des rames et l'entretien des infrastructures de quatre lignes de métro dont deux automatiques, sept lignes de tramway et deux lignes de funiculaire, ainsi que de la liaison Rhônexpress vers l'aéroport. Ce succès historique a été complété par l'inauguration des navettes fluviales Navigône en juin 2025.

En outre, RATP Dev va assurer une mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage sur les projets d'automatisation de la ligne A, de modernisation des lignes C et D, de mise en service des nouvelles lignes de tramway (T9, T10, TEOL) et de prolongement de la ligne de tramway T6.

* SYTRAL Mobilités, officiellement nommée « Autorité organisatrice des mobilités des territoires lyonnais » (AOMTL), est un établissement public local chargé d'organiser, de piloter et de développer les transports sur près de 1,9 million d'habitants dans 262 communes de la métropole de Lyon et du département du Rhône, ainsi que dans certaines communes de l'Ain et de la Loire.

EN CHIFFRES



4 LIGNES DE MÉTRO, DONT 2 AUTOMATIQUES,
102 RAMES,
70 KILOMÈTRES DE VOIES



7 LIGNES DE TRAMWAY,
107 RAMES,
71 KILOMÈTRES DE LIGNES



2 LIGNES DE FUNICULAIRE



LIAISON AÉROPORTUAIRE RHÔNEXPRESS :
6 RAMES ET 4 STATIONS
SUR 13 KILOMÈTRES DE LIGNE

L'ŒIL DE L'EXPERT

Denis Tassin
Expert technique,
responsable d'offres,
gestion des actifs –
RATP Dev



« Une référence majeure, pour le présent et pour l'avenir »

Si ce contrat revêt une importance stratégique particulière, c'est tout simplement parce que le réseau de transport public de Lyon est le deuxième plus important de France. Compte tenu des enjeux, nous nous sommes beaucoup investis – et nous avons beaucoup investi – pour vérifier dans le détail l'état des installations avant leur reprise. C'est une pratique systématique lorsque RATP Dev reprend un réseau existant, et en l'occurrence, sur un réseau relativement ancien comme celui de Lyon, cela s'est avéré extrêmement utile, à la fois pour nous et pour l'autorité organisatrice. Nous avons notamment pu identifier de nombreuses sources d'amélioration que nous sommes d'ores et déjà en train de mettre en œuvre, conformément à nos référentiels de maintenance et notre expertise. L'autre fait notable à souligner, c'est que SYTRAL Mobilités nous a aussi confié une mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage pour d'importants projets à venir : automatisation de la ligne A, modernisation des lignes C et D, extension des lignes de tramway, etc. Nous avons pu prouver que nous disposons des compétences *ad hoc*, notamment sur le sujet particulièrement complexe qu'est le renouvellement d'un système de signalisation.

03

UN ÉCOSYSTÈME INDUSTRIEL ÉTENDU ET COMPLEXE



Qu'il s'agisse de conseiller, de préconiser, d'évaluer ou d'ajuster, le groupe RATP joue un rôle d'acteur pivot, garant de l'efficacité collective. Reconnues et appréciées par tous ses interlocuteurs, son expertise éprouvée et sa fine connaissance des systèmes nourrissent des relations de confiance avec les autorités organisatrices comme avec les industriels. C'est ainsi qu'il contribue à une dynamique collaborative, porteuse de valeur pour l'ensemble de ses filiales et de ses parties prenantes.

Des solutions construites avec et pour les autorités organisatrices

La valeur ajoutée du Groupe RATP s'exprime aussi bien dans la conception des nouveaux systèmes de transport – les projets dits *greenfield** – que dans l'évolution de systèmes existants, dits *brownfield**. En amont, ses experts accompagnent les autorités organisatrices de transport (AOT) dans le dimensionnement, la définition et l'optimisation des infrastructures. Et tout au long des projets, ils apportent un appui précieux en matière d'exploitation et de maintenance, depuis les études d'avant-projet jusqu'aux audits de performance. Ce travail s'effectue toujours en collaboration étroite avec les AOT, de plus en plus demandeuses

de transparence. L'objectif partagé est clair : optimiser les investissements et les coûts, tout en plaçant l'intérêt du voyageur au cœur de la démarche. Il s'agit de trouver, ensemble, le juste équilibre entre les dépenses engagées – pour la collectivité comme pour les usagers – et le niveau de service rendu. Cette relation de confiance s'inscrit dans la durée et se traduit par une coconstruction à chaque étape, de l'émergence des besoins d'investissement jusqu'au pilotage opérationnel des projets. Concevoir des systèmes que l'on saura maintenir et exploiter dans la durée, c'est garantir la pertinence des choix et la crédibilité des engagements pris.



UN ALLIÉ PRÉCIEUX POUR LE GRAND PARIS EXPRESS*

La mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) confiée à RATP Infrastructures par la Société des Grands Projets (SGP)** s'articule en quatre grandes phases.

- **En phase de conception (avant-vente) :** prescrire des besoins, en notifiant des points d'attention au vu du savoir-faire de la RATP en matière d'exploitation des infrastructures ; émettre des avis techniques sur les solutions proposées par la maîtrise d'œuvre.
- **En phase de réalisation :** contrôler, vérifier la conformité de ce qui est livré par les titulaires techniques (ce qui permet à la SGP d'intégrer des notifications de réserve).
- **Lors des essais :** vérifier la conformité des fonctionnalités fournies par l'ensemble des infrastructures.
- **Transfert en gestion technique :** une fois les infrastructures mises en exploitation, en assurer le maintien en conditions opérationnelles.

* Un nouveau métro automatique autour de Paris ; quatre nouvelles lignes et deux extensions, 200 km de tunnels et 68 gares créés ou transformés d'ici 2031.

** Établissement public à caractère industriel et commercial (Epic), maître d'ouvrage du Grand Paris Express.

*Projet « greenfield » : création *ex nihilo* d'une ligne (ou d'un réseau) ; projet « brownfield » : prolongement, modernisation et/ou automatisation d'une ligne ou d'un réseau préexistant(e).

L'ŒIL DE L'EXPERT

Stéphane Garreau

Directeur du pôle Gestion d'infrastructure du Grand Paris



« Une AMO experte sur toutes les phases projet »

Aux yeux de la SGP, nous avons une vraie légitimité, car nos interlocuteurs constatent que, forts de notre historique d'intégrateur des différentes solutions techniques, nous pilotons les sujets de façon extrêmement précise. Notre valeur ajoutée, c'est que puisque nous allons récupérer les infrastructures, et compte tenu de notre expertise sur toutes les phases du projet, nous savons ce qui doit être fait en amont pour qu'en aval, le rapport qualité/coût délivré à la SGP et aux voyageurs soit le plus favorable possible.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Gautier Brodeo

Directeur de l'ADO-IE, Agence de développement opérationnel et d'ingénierie d'exploitation-maintenance



« Notre métier : proposer un accompagnement global à nos clients »

Nous sommes des « experts généralistes », assurant des prestations d'étude, de conseil et d'assistance technique. Habités aux environnements complexes (en zone dense et souvent en exploitation), nous faisons l'interface entre le groupe RATP et les projets de RATP Dev, notamment, mais aussi ceux de RATP CAP Île-de-France, de Systra, voire des autorités organisatrices et des industriels. Notre grande force, c'est notre capacité à comprendre rapidement une problématique fonctionnelle et/ou technique pour mobiliser sans délai les expertises *ad hoc* au sein du Groupe, en assurant des prestations d'étude, de conseil et d'assistance technique. Nous l'avons démontré avec des succès avérés en Île-de-France, mais aussi un peu partout dans le monde.



Bus électrique en circulation dans Paris.

Fédérer et stimuler les partenaires industriels

Au fil des collaborations, des liens étroits se sont noués entre le groupe RATP et ses principaux coacteurs industriels. Propices à des modes de fonctionnement coopératifs, ces relations de confiance et de reconnaissance mutuelle permettent à chacun d'apporter son expertise pour résoudre des problématiques souvent complexes.

Grâce à une maîtrise d'ouvrage et à une maîtrise d'œuvre intégrées, le Groupe est capable de travailler en boucles courtes, d'ajuster en temps réel les orientations d'un chantier face aux imprévus techniques. Ce fonctionnement agile, crucial pour respecter les engagements pris vis-à-vis des clients, repose sur un dialogue permanent avec les industriels, notamment à travers le partage des retours d'expérience.

ENTRE AUTONOMIE, VISION PARTAGÉE ET SAIN CONCURRENCE

De plus, parce qu'elles ont acquis une très fine connaissance des équipements, des infrastructures et des systèmes dont elles ont la responsabilité, ainsi qu'une expertise avérée en termes de pilotage de projets, les équipes du groupe RATP se sont forgé une légitimité technique qui leur permet d'être

L'ŒIL DE L'EXPERT

Nicolas Cartier

Directeur de la maintenance des bus



« L'offre européenne de bus électriques nous doit beaucoup »

Nous expliquons aux constructeurs les fonctionnalités que nous attendons pour les inciter à les intégrer dans leur feuille de route de conception des bus. C'est très instructif pour eux, car nous sommes assez représentatifs des attentes du marché ; et c'est avantageux pour nous : cela concourt à ce que les offres qu'ils nous proposent ensuite soient en cohérence avec nos cahiers des charges, moyennant un prix de revient maîtrisé puisque nos attentes sont déjà intégrées. Il faut ainsi rappeler qu'en 2014, au moment où nous avons lancé notre programme Bus2025, aucun constructeur européen ne proposait de bus électrique. Dès le début du programme, nous avons donc indiqué aux constructeurs ce que nous souhaitions : de la charge lente, 200 km d'autonomie, etc. Cela a très bien fonctionné, puisqu'au moment de lancer les processus d'achat de nos bus, l'offre européenne – et française en particulier – s'était développée.

précises et exigeantes vis-à-vis des industriels avec lesquels elles travaillent. De ce point de vue, l'entreprise a su trouver le bon équilibre entre trois impératifs : garder suffisamment d'autonomie pour assurer la maintenance de ses actifs et faire évoluer les produits ; partager avec ses « prestataires techniques » une vision sur le long terme, en leur donnant de la visibilité sur les plans de charge ; et préserver un environnement concurrentiel, indispensable notamment pour stimuler l'innovation. Enfin, dans le cadre des consortiums, qui l'associent parfois avec des entreprises concurrentes, le groupe RATP cultive des relations fondées sur le respect, l'enrichissement mutuel et la recherche d'une réussite collective.

LE RAIL OPEN LAB BOOSTE L'INNOVATION FERROVIAIRE

Le Rail Open Lab est une association d'open innovation dédiée au secteur ferroviaire. Créée en 2020 sur l'initiative de quatre membres fondateurs (le groupe RATP, SNCF Réseau, le Serce – syndicat des entreprises de la transition écologique et numérique – et la Fédération des industries ferroviaires), elle rassemble aussi une trentaine d'industriels, de start-ups, de PME-ETI et d'acteurs de la recherche. Son rôle : accélérer et tester sur le terrain en cycles courts (quatre mois) des solutions innovantes contribuant à améliorer la maintenance, l'exploitation, la durabilité et l'efficacité du ferroviaire. Grâce à un écosystème et à une plateforme collaborative, les acteurs peuvent développer ensemble des cas d'usage concrets – lunettes connectées, géolocalisation de chantiers, capteurs IA, etc. – et les expérimenter en conditions réelles d'exploitation. *« C'est du gagnant-gagnant entre gestionnaire d'infrastructures et industriel, souligne Raphaël Blanchard, directeur des projets et de l'ingénierie au sein de RATP Infrastructures. Car une fois qu'une solution est ainsi éprouvée et validée dans un environnement ferroviaire de référence, elle bénéficie d'un "label" de la SNCF et de la RATP, qui sont deux entreprises reconnues mondialement. »*

L'ŒIL DE L'EXPERTE

Sylvie Buglioni

Directrice projets, technique et industriel, directrice digital et innovation, membre du Comex



« Des ambitions qui mettent au défi les industriels »

Nous avons une MOA au service de l'intérêt des autorités organisatrices, aussi bien pour définir un système global d'exploitation adapté aux enjeux du réseau que pour piloter des mises en service en continuité d'exploitation. De plus, nous avons des expertises industrielles et digitales qui font notre légitimité pour réussir nos projets, mais aussi pour maintenir nos actifs dans le temps. Dans ce cadre, nous challengeons nos industriels et nous sommes extrêmement exigeants pour garantir la performance de service et l'optimum de coûts. En contrepartie, nous leur fournissons de très belles vitrines et nous faisons progresser la filière ferroviaire, ce que les industriels sont les premiers à reconnaître. Ils savent que notre histoire et notre immense champ de retours d'expérience font de nous un donneur d'ordres « pas comme les autres », et ils apprécient que nous ayons une maîtrise d'œuvre sachante, une conduite de projet agile et une maîtrise d'ouvrage professionnelle capable de réaliser les arbitrages à la croisée des contraintes techniques et des enjeux d'exploitation.

Station Coteaux Beauclair sur la ligne 11 du métro parisien, à la limite des communes de Rosny-sous-Bois et Noisy-le-Sec.



« ENTREPRISE ÉTENDUE » : UNE DÉMARCHE FORMALISÉE POUR RENFORCER LES SYNERGIES AVEC LES FOURNISSEURS

Sous le pilotage de Daniel Ruston, directeur des achats et de la logistique, le groupe RATP déploie actuellement une démarche visant à instaurer un nouveau cadre de dialogue avec les fournisseurs, favorisant la coconstruction et la co-innovation. Cette initiative, dite « Entreprise étendue », correspond aux enjeux du nouveau plan quinquennal d'investissement du Groupe en Île-de-France, après une période durant laquelle les investissements ont consisté de façon importante à étendre des lignes, avec l'objectif de contribuer à la réussite des Jeux de Paris 2024.

Ce nouveau plan se focalise sur la modernisation et l'entretien patrimonial du réseau existant. Nouveau matériel roulant, nouveaux systèmes de pilotage, nouveaux ateliers de maintenance, programme ambitieux de rénovation des gares

et des stations, politique de gestion par famille d'actifs (voir page 19) : les investissements vont accélérer. C'est dans ce contexte que le Groupe cherche à renforcer l'intégration de ses fournisseurs stratégiques dans sa performance et dans sa création de valeur.

Pour cela, quatre leviers sont activés : tout d'abord, distinguer clairement les activités relevant de l'entreprise étendue ; ensuite, mettre en responsabilité des groupes associant de façon transverse les prescripteurs techniques, les mainteneurs, la logistique et les achats, afin de construire en amont la meilleure stratégie et de piloter son déploiement avec les fournisseurs ; puis organiser régulièrement des « revues de performance stratégique » avec les fournisseurs, afin d'observer le niveau de performance atteint et d'identifier des axes communs de progression ; et enfin, intégrer la démarche « Entreprise étendue » dans une vision globale de la filière ferroviaire, notamment dans une optique de mise en commun des efforts et percées.

MAINTENANCE, CONDUITE : UN CENTRE DE FORMATION DÉDIÉ AUX VÉHICULES À HYDROGÈNE

En mars 2025, le centre de formation dédié aux véhicules de transport public à hydrogène, créé par RATP Dev à la Roche-sur-Yon (Vendée), a reçu ses premiers « élèves ». Cette formation, construite par la chaire partenariale RATP Dev – CNAM, s'adresse aux techniciens de maintenance de bus et cars du groupe RATP amenés à travailler sur les véhicules à hydrogène. Un second volet, axé sur les économies d'énergie, notamment l'écoconduite, verra le jour dans les mois à venir. Ce centre est implanté sur le site stratégique d'Atinéa, projet phare destiné à faire émerger un pôle d'excellence dédié aux énergies décarbonées et aux mobilités du futur.





FOCUS

Western Sydney Airport : RATP Dev prend fermement pied en Australie

En décembre 2022, RATP Dev a remporté le contrat d'exploitation et de maintenance de la ligne Sydney Metro – Western Sydney Airport. Il s'agit d'une ligne de métro automatique destinée à devenir la colonne vertébrale de l'ouest de la plus grande métropole australienne (près de 6 millions d'habitants).

Pour répondre à l'appel d'offres de Sydney Metro, RATP Dev a constitué un consortium avec des partenaires constructeurs (Webuild et Siemens Mobility) et financier (Plenary Group).

Dès 2020, c'est-à-dire avant le démarrage effectif de l'appel d'offres, un bureau local avait été ouvert, de façon à faire connaître RATP Dev des autorités de transport australiennes et de l'ensemble des forces présentes dans l'industrie ferroviaire et la construction d'infrastructures.

Puis une fois le consortium formé et retenu, RATP Dev a mobilisé à Sydney une « équipe cœur » constituée d'experts en exploitation, en maintenance et en intégration de métro automatique, ainsi qu'en montage contractuel PPP (partenariat public-privé). Cette équipe a été largement soutenue par les compétences des directions centrales au siège parisien.

RATP Dev, qui assurera l'exploitation et la maintenance de la future ligne durant quinze ans à partir de la mise en service, influence positivement la phase de conception, d'abord en fournissant ses exigences détaillées, puis en revoyant et challengeant les solutions techniques proposées par les partenaires. Objectif : faire en sorte que ce qui est livré optimise à la fois la performance – pour atteindre, voire dépasser les KPIs contractuels – et le coût complet de possession sur le cycle de vie, grâce notamment à l'optimisation des procédures de maintenance.

L'ŒIL DE L'EXPERT

Denis Masure
General Manager
Australia & New Zealand –
RATP Dev



« Une première référence, et de nombreuses opportunités à saisir »

Nous apportons un regard à la fois neuf et très mature sur les problématiques auxquelles fait face l'Australie dans le domaine du rail urbain. Cela ne concerne pas que la métropole de Sydney : des perspectives de développement se sont ouvertes aussi à Melbourne, toujours dans le domaine du métro automatique. En tout cas, nous avons à présent une solide équipe locale, et nous mobilisons des expertises qui nous positionnent de manière très visible auprès de nos clients pour de futures opportunités.

EN CHIFFRES



23

KILOMÈTRES DE LONG



6

STATIONS



12

RAMES

Directeur de la publication : Jimmy Brun.

Suivi de la production éditoriale : Clément Bocognani, Sandrine Courtois,
Agnès Desmarest-Coulon, Anne Jacquinot.

Rédacteur : Pierre Michaud.

Conception-réalisation : **BABEL**

ISSN 3077-3687

Crédits photo : couverture, Yanis Ourabah/RATP · Page 5, (portrait) Xavier Chibout/
RATP · Page 7, Estelle Revesche-Pucharski/RATP · Page 8, DR · Page 9, Hamdi Chref/
RATP, (portrait) Sébastien Borda · Page 10, Éric Touze/RATP · Pages 10-11,
Bruno Marguerite/RATP, (portrait) Hamdi Chref/RATP · Page 12, Hamdi Chref/RATP
· Page 13, Estelle Revesche-Pucharski/RATP, (portrait) Pierre Charlier, Collection RATP
· Page 14, (haut et bas) Xavier Chibout/RATP · Page 15, (portrait) Gilbert Lasne/RATP
· Page 16, Cyrus Cornut/RATP · Page 17, (portrait) DR · Page 18, Xavier Chibout/RATP,
(portrait) Zoé Kramer · Page 19, (portrait) Gilbert Lasne/RATP, Bruno Marguerite/RATP
· Pages 20-21, Bruno Marguerite/RATP, (portrait) Gilbert Lasne/RATP · Page 23
Hamdi Chref/RATP, (portrait) Sébastien Borda/RATP · Page 24, Bruno Marguerite/RATP
· Page 25, Yanis Ourabah/RATP, (portrait) DR · Pages 26-27, Gilbert Lasne/RATP,
(portrait haut) Gilbert Lasne/RATP, (portrait bas) Sarah Vincent/RATP
· Page 28, Estelle Revesche-Pucharski/RATP, (portrait) Bruno Marguerite/RATP
· Page 29, Cyrus Cornut/RATP, (portrait) Xavier Chibout/RATP · Page 30, Photothèque
RATP Dev, DR · Page 31, Transport for NSW, (portrait) A.A. Schipper.

Imprimé en France par le Groupe des Imprimeries Morault sur papier
Splendorgel Extra White (FSC Mixte), Octobre 2025.

