

L'intelligence artificielle en milieu industriel, levier de transformation et facteur d'innovation du groupe RATP

Par **Côme BERBAIN**

Directeur de l'Innovation du groupe RATP

Et **Yohan AMSTERDAMER**

Responsable du « programme intelligence artificielle » du groupe RATP

Le groupe RATP conçoit, exploite et maintient des modes de transport variés (bus, tram, métro, RER, bateau, câble) répondant aux besoins de mobilité des voyageurs, en Île-de-France, mais également dans d'autres villes en France et à l'international.

Face à une adaptation longue des infrastructures industrielles dans le temps et à une demande toujours plus forte de transport, le groupe RATP se doit d'être capable d'actionner tous les leviers technologiques comme le numérique et l'intelligence artificielle afin de permettre une amélioration aussi bien de l'excellence opérationnelle que de l'expérience client.

Un programme d'innovation au service des clients et des acteurs du transport

Dans un contexte où la France et l'Europe souhaitent se positionner comme des acteurs majeurs de l'intelligence artificielle (IA), notamment dans le secteur des transports et de la mobilité, le groupe RATP a engagé un programme stratégique pour faire de l'IA un des piliers de sa transformation numérique.

L'histoire de « l'intelligence machine » à la RATP est ancienne : on peut la retracer dans un *continuum* qui va du contrôle automatique des aiguillages aux premiers systèmes d'aide à la conduite, des systèmes automatiques de vente aux capteurs équipant les infrastructures et les matériels roulants, jusqu'aux systèmes permettant la planification et l'optimisation de la production de l'offre de transport.

La création de lignes de métro automatiques puis l'automatisation de lignes de métro, tout en maintenant le service, sont devenues des marqueurs des capacités du Groupe et ont été l'occasion de repenser l'ensemble de la chaîne opérationnelle : de la conception à l'exploitant, jusqu'au mainteneur et l'expérience des voyageurs. Pour cela, la RATP s'est appuyée sur la recherche opérationnelle et un premier type d'IA : l'IA déterministe ou « symbolique ».

Aujourd'hui, la valeur potentielle des données, l'amélioration de la performance des algorithmes et le développement de la puissance informatique permettent d'ouvrir et d'explorer de nouveaux champs d'application : c'est l'ère de l'IA statistique ou « connexionniste ». Dans le milieu industriel, cette IA ouvre la voie vers la modélisation de nouvelles classes de phénomènes, une théorisation plus rapide et locale des plus complexes d'entre eux, voire l'augmentation de la performance des modèles déterministes existants.

Ainsi, un « programme intelligence artificielle » a été initié et structuré en 2018 afin d'adresser ces enjeux autour de plusieurs axes définis à partir des besoins métiers des collaborateurs et l'analyse des besoins de nos clients, conformément aux valeurs du Groupe de responsabilité et d'inclusion.

Quatre axes ont été priorisés :

- Augmenter la performance de la production industrielle de l'offre de transport :
 - par une appréhension plus fine et en temps réel des phénomènes de perturbations du trafic et des imprévus d'exploitation ;
 - par une modélisation en temps réel, à la maille du réseau multimodal, du besoin de mobilité et des flux de voyageurs pour optimiser l'allocation des moyens de production.
- Assurer une maintenance plus proactive et efficiente de l'appareil industriel afin d'améliorer la disponibilité et le fonctionnement des équipements :
 - par la consolidation de connaissances contextualisées et locales du comportement des équipements du réseau (par exemple : matériels roulants, infrastructures, espaces d'accueil voyageurs, dispositifs d'information voyageurs, etc.) ;
 - par l'identification de corrélations entre causes, conséquences, symptômes de défaillances et opérations de maintenance.
- Agir sur l'expérience client en proposant un voyage engageant et personnalisé, adapté aux différents usages :
 - par la compréhension des caractéristiques, des attentes et des besoins clients à chaque étape de leur parcours, notamment au travers de l'information voyageur ;
 - par une capacité à outiller les acteurs du service client du Groupe, pour davantage de satisfaction personnelle et d'efficience.
- Améliorer le sentiment de sécurité pour nos voyageurs, nos collaborateurs et nos sites industriels afin de détecter, qualifier et prévenir les risques :
 - par la valorisation des données vidéo en temps réel issues du réseau de vidéoprotection.

De la connaissance des experts vers des outils et services au bénéfice des voyageurs et des collaborateurs

Le savoir-faire et la connaissance des experts du transport ont été informatisés progressivement. Ceci a permis d'automatiser des processus « métier » comme superviser et réguler une ligne de métro, des tâches complexes comme la construction des horaires et des plannings des conducteurs, et également des tâches simples, mais répétitives, comme la vente de titres de transport. Cette informatisation a permis d'accompagner la hausse de la demande de mobilité et également la satisfaction des clients et des collaborateurs.

Cette connaissance d'expert est développée, acquise et maintenue par un long processus d'essais/erreurs, de transmissions, d'observations, d'expériences,... qui ont permis une théorisation experte solide et maîtrisée. Tout l'enjeu a été de « traduire » cette connaissance vers la machine pour qu'elle puisse l'exécuter. Le Groupe a mis en œuvre ce principe de théorisation à maintes reprises sur des phénomènes déterminés.

Mais comment modéliser et décrire les phénomènes aléatoires et statistiques comme les perturbations de trafic, la survenue d'un incident, les usages et les besoins voyageurs en évolution continue ?

C'est sur ces sujets que l'IA vient proposer des réponses adaptées en s'appuyant sur des données en grand nombre et en permettant la modélisation de nouveaux phénomènes. Tout l'enjeu réside dans la manière de produire ces données, de les acquérir, de les qualifier, de les comprendre et de leur donner du sens pour en permettre une interprétation et une analyse opérationnelle. Le rôle de l'expert et la connaissance métier et terrain sont encore une fois au centre. Cette expertise humaine intervient sur l'ensemble du cycle de vie des données : de la conception et l'ingénierie

à l'exploitation et la maintenance des infrastructures de transport et des systèmes informatiques industriels. Ce sont ces mêmes experts qui sont à la genèse, la production et l'interprétation de ces données, qui valident le comportement et les sorties de ces modèles : c'est l'expert qui apprend à l'IA en fin de compte, avec l'appui d'un nouvel expert des mathématiques et de l'informatique, le *datascientist*.

Ce processus permet, au passage, de formaliser et de capitaliser une connaissance métier parfois cantonnée à l'expertise individuelle issue de l'expérience personnelle, ce qui facilite la transmission de connaissances et la performance collective. L'un des premiers projets du programme IA au service de la régulation du trafic sur le RER B en est un exemple emblématique. Face à une perturbation du trafic donnée, les actions de régulation entreprises par les aiguilleurs et les chefs de régulation reposent sur un cadre de sécurité ferroviaire, mais aussi sur leurs expériences et vécus personnels. L'analyse que ces experts métiers font de la situation et la décision qu'ils prennent comme étant la « meilleure possible » relèvent de connaissances peu formalisées et transmises par la pratique. Confronter ces experts métiers à l'IA a permis de formaliser, théoriser, modéliser et généraliser ces « bonnes pratiques ».

Les systèmes déterministes permettent donc de représenter, décider, planifier, optimiser alors que l'IA, elle, permet d'analyser et de prévoir à partir des données. C'est cette combinaison des systèmes déterministes existants et de l'IA probabiliste qui va permettre de construire les outils d'aide à la décision, à l'exploitation et à la maintenance de demain, ainsi que d'améliorer la qualité de service et l'expérience des clients de la mobilité : le secteur industriel a besoin de l'ensemble de la chaîne de fonctions.

Le secteur industriel implique donc la coexistence de plus en plus importante de ces deux mondes de l'IA et ils ne pourront être dissociés. Le premier monde fait intervenir un expert ingénieur alors que le second introduit comme acteur incontournable l'expert métier. C'est ce binôme d'experts qui devient l'entraîneur de l'IA du second monde.

De l'intelligence des données vers la connaissance des experts

L'informatisation et l'automatisation massives du secteur des transports et de la mobilité a pendant ce même temps établi des systèmes de plus en plus complexes et générant de plus en plus de données, qui sont autant de potentiels pour l'IA d'approcher de nouvelles classes de phénomènes que l'expert ne peut rendre intelligibles avec ses connaissances existantes.

En effet, certains espaces de connaissance experte sont restés incomplets, inexplorés ou sous exploités par manque de robustesse ou de théorie suffisante, ou encore non accessibles par manque d'existence, d'accès ou de qualité des données. La capacité à prédire un retard sur une ligne ferroviaire en fonction du trafic en est un premier exemple. L'identification fine des précurseurs et des modes de défaillance des systèmes de nouvelle génération en est un autre. De plus, la corrélation entre ces défaillances et le contexte d'exploitation et d'opérations de maintenance va aussi accélérer la constitution de cette nouvelle connaissance. Pour prendre un dernier exemple, on peut citer la faculté à modéliser et anticiper au plus proche du terrain en temps réel les flux de voyageurs en fonction de l'offre ; la période de crise sanitaire l'a réaffirmé.

L'IA pose néanmoins des questions de formalisation et d'intelligibilité de cette nouvelle connaissance. Mais l'important est-il toujours de théoriser ou de savoir interpréter et déclencher les meilleures actions ? Si l'IA peut établir finement les classes d'incidents des équipements industriels, l'expert métier, lui, n'a pas besoin de comprendre le modèle mais d'appréhender les variables explicatives prépondérantes qui vont lui permettre de déclencher les bonnes opérations de maintenance au bon moment et d'agir à moyen terme sur son ingénierie de maintenance.

Le projet au service de la régulation du trafic sur le RER B déjà évoqué en est un exemple. La constitution du modèle de perturbation s'appuie sur des variables explicites comme l'écart à l'heure de pointe, la typologie de l'offre de transport en cours...

Cette capacité d'analyse locale et profonde permet donc de créer de la connaissance dans certains domaines encore peu explorés, répondant de complexités nouvelles, ou d'aller encore plus loin. L'IA statistique permet ainsi, dans certains cas, d'accélérer la modélisation de ces phénomènes. Mais cette connaissance est générée sous une forme nouvelle qui implique un changement de culture important. L'ingénierie des données constitue le champ d'expertise révélateur de ce changement de conception et de structuration de la connaissance. La difficulté relève de la dualité que cette expertise nécessite : le binôme ingénieur et métier. Sa mise en pratique en entreprise va contraindre à repenser les parcours de carrière, d'une part, et accélérer la mise en pratique de la conduite de projets agiles, d'autre part, afin de rompre les frontières entre prescripteurs, réalisateurs et utilisateurs.

Ainsi, la complexité croissante des systèmes et le besoin continu de prendre en compte le contexte associé aux usages rendent incontournables ces nouveaux gisements de connaissances. À celles-ci de nous informer, de nous apprendre, pour atteindre de nouvelles performances et de nouveaux services ! C'est le juste retour que les données et l'IA vont fournir à l'expert !

L'intelligence artificielle, un processus apprenant favorisant l'innovation

L'intelligence artificielle introduit une pensée nouvelle sur les processus d'apprentissage de l'entreprise. Elle propose un cercle vertueux entre l'apprentissage que peut réaliser l'expert vers les machines et le juste retour que les données peuvent lui apporter. Dans un sens, cela permet d'automatiser certaines tâches et opérations pour gagner en efficacité et en service dans un secteur de la mobilité où la demande et l'exigence sont grandissantes. Et dans l'autre, cela permet d'accéder à de nouvelles fonctions et de nouvelles connaissances qui vont servir l'expert, les opérateurs et les clients.

Dans les faits, c'est une dynamique qui s'opère dans un processus apprenant continu, qui bénéficie à l'excellence opérationnelle et à l'expérience client du secteur du transport. Cela fait repenser le processus de conception des systèmes d'information ainsi que la chaîne opérationnelle, pour passer d'un modèle statique et déterministe à un modèle apprenant et probabiliste.

Le monde industriel comporte tout de même un facteur limitant : l'accès, la qualité, la qualification, voire même l'existence de la donnée et de son historique. Cela nécessite un changement dans l'ingénierie des données et des systèmes d'information. Cette transformation va être progressive, néanmoins, l'existence de la donnée n'est pas toujours de l'ordre du possible ni la connaissance experte toujours en expansion. Par exemple, disposer d'un nombre suffisant d'images 2D de chaque catégorie de défauts de *boggie* pour spécialiser un dispositif de reconnaissance automatique n'est pas réaliste ! Il faut donc toujours établir le bon curseur entre l'IA déterministe et l'IA statistique afin d'apporter la meilleure solution à la problématique posée. Et même lorsqu'elles existent, comme les données vidéo et la vision artificielle, il n'est pas toujours simple, voire souhaitable de s'en servir.

Un processus apprenant favorise et stimule l'innovation ! Plus les connaissances expertes et celles de la machine s'étendent, plus les idées, les besoins et les concepts innovants émergent.