

L'IA AU SERVICE DE LA MAINTENANCE FERROVIAIRE (1/3)

CONTEXTE

SNCF Voyageurs est la société du Groupe SNCF dédiée au transport ferroviaire de bout en bout de voyageurs en France et en Europe. Elle propose des solutions de mobilité écologique pour les déplacements du quotidien comme pour les voyages longue distance.

Au cœur de la performance de SNCF Voyageurs, la direction du Matériel assure au quotidien la maintenance de 17 000 trains, garantissant sécurité, qualité et expertise technique. La maintenance prédictive est depuis plus de 10 ans au service de l'excellence opérationnelle.

PROJET

La **performance** du diagnostic automatique et la détection de pannes à partir des données **repose aujourd'hui sur l'expertise et le retour d'expérience des spécialistes métier**, et sur des milliers d'heures de travail pour transcrire en règles métier et en algorithmes cette connaissance.

- **L'utilisation de l'IA accélère la mise en œuvre de la maintenance prédictive**, notamment pour les nouveaux trains très équipés en capteurs et systèmes de diagnostic.

Description du projet

Le projet d'un **apprentissage automatique à partir des données** a commencé dès 2015, lorsque SNCF Voyageurs a commencé à traiter en masse les données en vue du télédiagnostic. Ce qui avait commencé sur un parc restreint avec des macros Excel allait clairement devenir la norme, avec l'ambition de traiter de nombreuses causes de pannes sur de multiples catégories de matériels roulants.

L'approche initiale a été de s'appuyer comme pour l'expertise humaine sur **l'apprentissage supervisé**, en utilisant les données de retour d'expérience, initialement sur quelques centaines de pannes jusqu'à prendre en compte plus de 100 000 opérations de maintenance corrective sur des générateurs diesel-électrique.

En utilisant une technique d'**apprentissage non supervisé** couplée au retour d'expérience terrain, SNCF peut désormais se préparer avec confiance à superviser les futurs TGVM qui produiront chacun plus d'un To de données par quinzaine !



Interview de
Cyril VERDUN

Directeur de l'Ingénierie de Maintenance à la direction du Matériel, SNCF Voyageurs

Rédaction:
philippe.de_laharpe@sncf.fr

Un projet interne



Ingénierie du Matériel

L'IA AU SERVICE DE LA MAINTENANCE FERROVIAIRE (2/3)

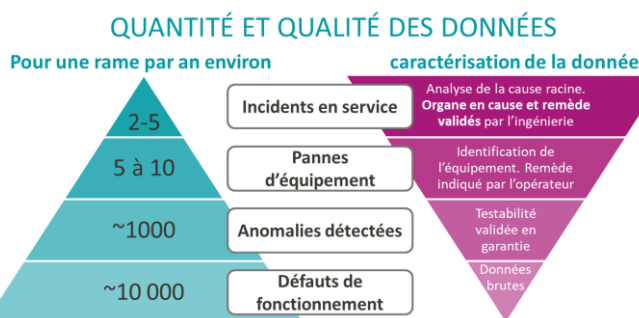
PROJET

Approche Data / IA

L'approche initiale a été d'utiliser les journaux d'événements des engins avec un apprentissage supervisé, mais elle s'est heurtée à la nécessité d'un volume important de données de qualité pour l'apprentissage : le dataset d'apprentissage initial, avec moins de 450 pannes impactant le service commercial pour une flotte de 200 rames de banlieue était clairement insuffisant; à l'inverse, les données de 100 000 interventions correctives sur RégioIis (de tous niveaux de gravité) étaient nombreuses, mais n'avaient pas fait l'objet d'une mise en qualité aussi soignée que les dossiers de retour d'expérience des incidents commerciaux !

Or il n'est pas envisageable de demander au personnel de maintenance de passer plus de temps à remplir des dossiers qu'à dépanner les engins, une nouvelle approche était donc nécessaire.

Les données de capteur sous forme de séries temporelles des engins les plus modernes ont permis une nouvelle approche en utilisant les algorithmes de clustering.

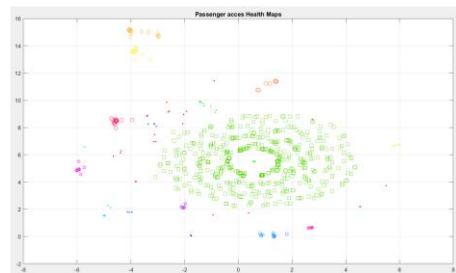


Sur les trains modernes, de nombreux systèmes embarqués enregistrent des données de fonctionnement. Dans le cas des portes d'accès sur Régio2N par exemple, tous les cycles d'ouverture / fermeture sont ainsi enregistrés à chaque gare: tension, courant, déplacement... une myriade de données pour l'ensemble des portes d'une flotte de trains de banlieue ! Le même principe vaut pour les cycles de fonctionnement des pantographes, batteries, compresseurs, climatisations ou encore toilettes.

Exploitation

Afin d'identifier des groupes de systèmes au fonctionnement similaire, un grand nombre d'indicateurs mathématiques (« features ») sont calculés pour l'ensemble des cycles de fonctionnement. Ils permettent dans un premier temps d'écartier des anomalies (cycle corrompu, anomalie due à une cause externe), puis de faire ressortir des caractéristiques particulières; pour une porte cela peut être la vitesse de translation, le courant maximal du moteur, la position en fin de course...

Enfin, une opération de clustering permet de regrouper automatiquement les systèmes par groupe de comportement dans l'espace à N dimensions des différents indicateurs utilisés.



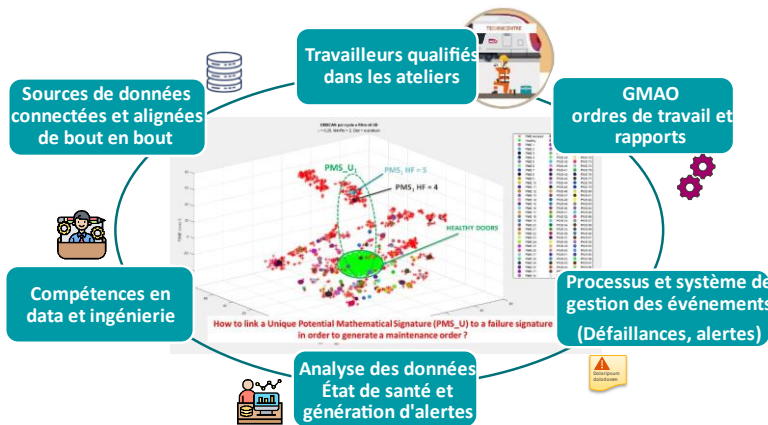
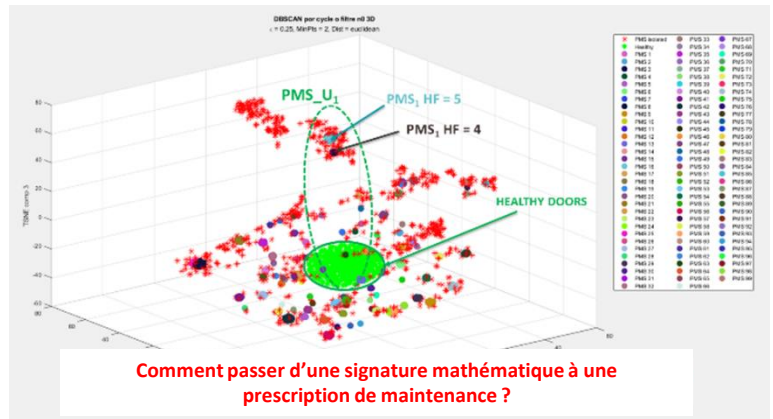
L'IA AU SERVICE DE LA MAINTENANCE FERROVIAIRE (3/3)

PROJET

Exploitation (suite)

Toute la difficulté consiste ensuite à identifier à quoi correspondent les différents clusters de données / les différentes signatures pour les relier à des états de fonctionnement qui ont du sens pour le maintenir.

C'est là où l'intégration globale des informations tout le long de la chaîne de valeur de la maintenance prend son sens.



Lors d'un signalement de dysfonctionnement, les ordres de travail et les comptes-rendus d'intervention sont liés au signalement, ainsi qu'aux déclencheurs éventuels.

Cela permet de lier sans ambiguïté les signatures mathématiques aux défauts constatés. Cela permet aussi de s'assurer que le cluster principal est bien celui des systèmes sains

Bénéfices métier et Conclusion

Alors que les précédentes mises en œuvre de la maintenance prédictive ont nécessité plusieurs années de retour d'expérience ainsi qu'une expertise technique approfondie sur le fonctionnement des systèmes concernés, l'usage du clustering permet de définir très rapidement des critères de surveillance, et de détecter dès les premiers mois d'exploitation les fonctionnements qui s'éloignent de la normale (au sens à la fois mathématique et pratique !).

Cette technique va permettre au Matériel et à SNCF Voyageurs de prendre en main plus rapidement la maintenance des nouveaux trains (RER NG, TGV M...), et de continuer à monter en qualité sur les 2500 trains déjà surveillés par télédiagnostic. Sur les lignes où la maintenance prédictive est en place, c'est jusqu'à 3x moins de pannes en service commercial !