

Trains Drone

Présentation pour le cours de Technologies 5G

Marie Brunetto, Brian Biendou

5ème année ISS - INSA Toulouse

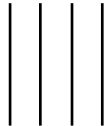
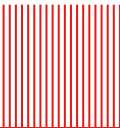


Qu'est ce qu'un train drone ?



Définition de drone

“Un drone est au sens strict un **appareil sans pilote à bord**. Il est **généralement piloté à distance** par un opérateur humain, mais peut avoir un **degré** plus ou moins important **d'autonomie** (par exemple pour éviter des collisions ou gérer les conditions aérologiques). Un drone est avant tout une **plateforme de capteurs mobiles**. C'est un engin d'observation, d'acquisition et de transmission de données géolocalisées.”



Définition de Train Drone

Terme principalement utilisé par la SNCF pour la création d'un train autonome en juillet 2019

ÉCONOMIE > ENTREPRISES > INDUSTRIES

LA SNCF DÉVOILE UN TRAIN DRONE INTELLIGENT PILOTABLE À DISTANCE

Pascal Samama Le 10/07/2019 à 13:41



Après 18 mois de recherches et d'essais, SNCF et ses partenaires ont réalisé la première circulation d'un train conduit à distance - SNCF

Après 18 mois de recherches et d'essais, SNCF et ses partenaires ont réalisé la première circulation d'un train drone, une locomotive conduite à distance.

Figure 1 - Article de Juillet 2019 sur le nouveau transport autonome

Définition de Train Drone



Figure 2 - Le “train drone”

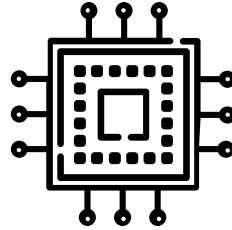
- Depuis Juillet 2019
- Conçu par la SNCF, l'Institut de Recherche Railenium, Actia Telecom, le CNES et Thales
- Entre Villeneuve-Saint-Georges et Juvisy (île de France)
- Communication par satellite et LTE

Mais plus de nouvelles de “trains drone” après 2019...

Sommaire



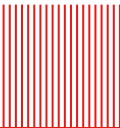
Avantages et
Inconvénients



Technologies
Utilisées



Projets
d'automatisation
dans le ferroviaire





Avantages et limitations





Pourquoi la France investit-elle dessus?



**Réduction de la
dépendance humaine**



Efficacité



Sécurité



Durabilité

Trains Drones

vs

Trains Classiques



Efficacité

- Optimisation des trajets
- Réduction des interventions humaines et des retards
- Planification de trajets sur les horaires fixes
- Nécessité de conducteurs pour chaque trajet
- moins flexible pour éviter les retards

Sécurité

- Réduction des erreurs humaines
- Détection via capteurs
- Détection d'obstacles et réactions dépendant des conducteurs

Durabilité

- Optimisation de la consommation d'énergie via l'IA
- 10-20% 12 à 25 kWh par kilomètre
- Consommation d'énergie optimisée de façon limitée
- 15 et 30kWh par kilomètre 500-1000 passagers

Accessibilité

- Permet de desservir les zones isolées sans coûts supplémentaires liés au personnel
- Moins rentable pour les zones peu fréquentées en raison des coûts de personnel





Défis et Limitations



Infrastructure : Besoin d'adapter les infrastructures ferroviaires existantes.



Réglementation



Dépendance Technologique : Risques de pannes et de cybersécurité.

Réglementation en France, pour les transports en commun :



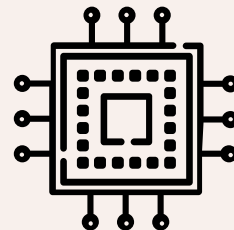
Depuis 1er Septembre 2022, les véhicules autonomes ne peuvent circuler que s'ils appartiennent à un système de transport routier automatisé (STRA).

Un **système de transport routier automatisé** est caractérisé par :

- Ensemble de véhicules **hautement ou totalement automatisés**(*)
- Ensemble **d'installations** sécurisé et intervention à distance
- Déploiement sur des **itinéraires ou des zones prédéfinis**,
- **Présence de règles** d'exploitation, d'entretien et de maintenance,



Technologies Utilisées

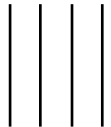
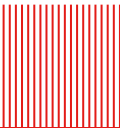




Portée de la définition de l'autonomie

L'autonomie dans les transports peut concerner:

- Les transports en commun (trains, métro, tramway, bus, avion, téléphérique...)
- Les transports de marchandises (camion, bateau, trains)
- Les transports individuels (voiture)





Cinq niveaux d'autonomie

GoA: Grades of Automation. 5 niveaux utilisés pour estimer l'autonomie d'un transport public

- **GoA 0** : Pas d'autonomie
- **GoA 1** : Manuel
- **GoA 2** : Semi Automatique (STO)
- **GoA 3** : Sans Conducteurs (DTO)
- **GoA 4** : Sans Surveillance (UTO)

Pour l'automobile, SAE J3016 définit niveaux d'autonomie



Cinq niveaux d'autonomie

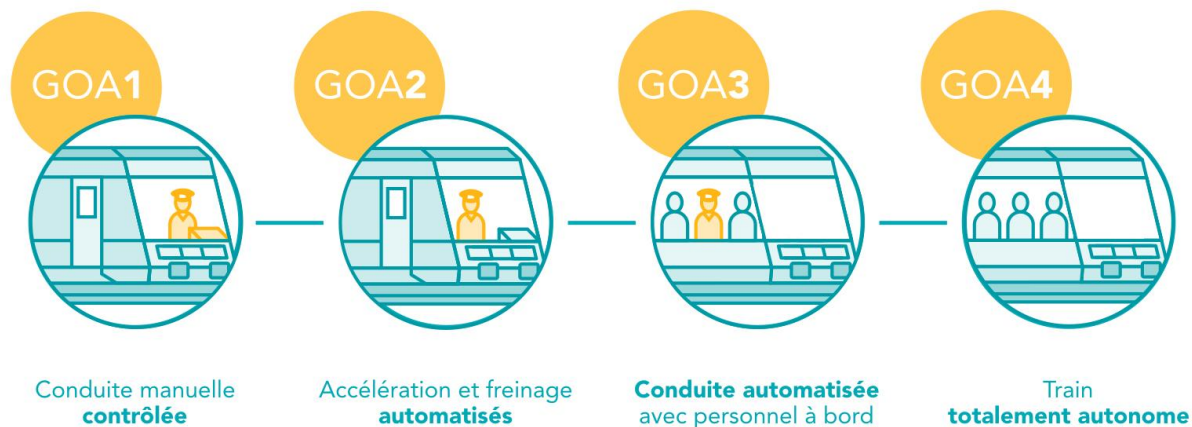


Figure 3 - Les niveaux d'autonomie illustrés

Technologies Utilisées



Figure 3 - Projet TC rail de la SNCF

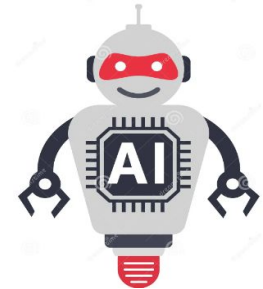


Capteurs

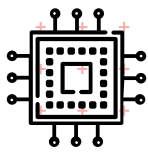


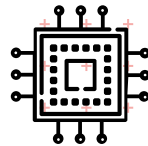
Communication Satellite

5G
LTE



IA





Communications-Based Train Control (CBTC)

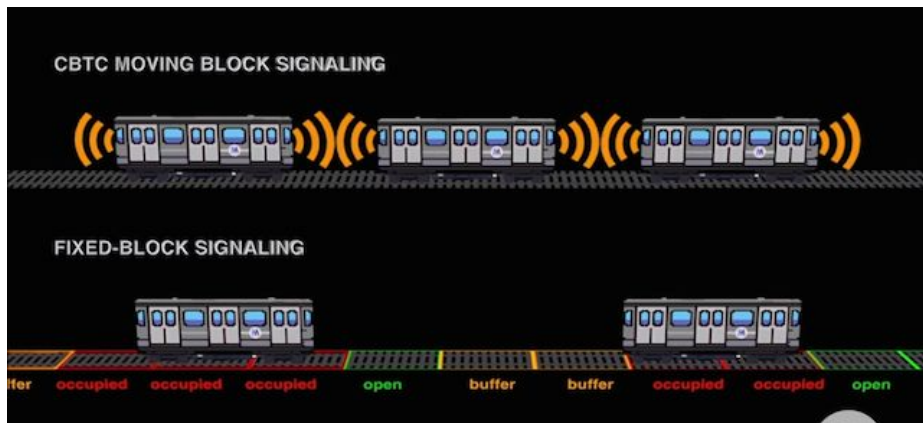
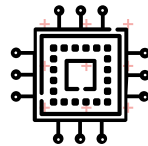


Figure 4 - Différence CBTC / Fixed Block

CBTC utilisé dans lignes 1 et 14 du métro parisien, mais encore peu répandu en France

Réduit risques de collision et augmente fréquence de rames possible



Communications-Based Train Control (CBTC)

Deux standards de CBTC

ETCS

European Train Control System
Standard européen définissant
système de sécurité pour trains
autonomes

PTC

Positive Train Control
par Federal Rail Administration
(Etats Unis)

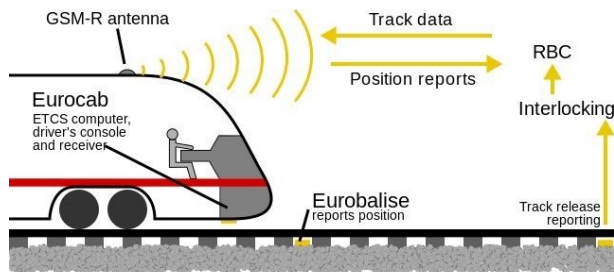
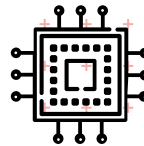


Figure 5 - ETCS niveau 2 et 3



Utilisation de la 5G

En septembre 2024, Hitachi prévoit d'intégrer de la technologie 5G pour faire du CBTC dans le réseaux de transport de New-York et de Hong-Kong

La CBTC se repose actuellement sur de la radio ou du Wi-Fi

Certains avantages sont à relever :

- Une augmentation croissance de **points d'accès**
- Une **bande passante** qui s'alloue de plus en plus pour la 5G
- Une meilleure technologie pour une utilisation en **tunnels**



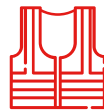
Des projets d'automatisation dans le ferroviaire





Métros français

Plusieurs lignes de métro français sont automatisées. Certaines lignes existantes prévoient également un passage l'autonomie



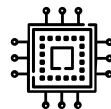
Divers



Toulouse,
Paris, Lille,
Lyon, Rennes



Depuis 1983



VAL Véhicule
Automatique
Léger



GoA4



Figure 6 - Prochaine Ligne C du métro toulousain



Trains autonomes en Allemagne

Autonomous Regional Train Evolution
(ARTE): Train autonome opéré à distance
pour transport de passagers



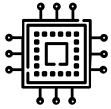
Alstom, DLR
Uni Technique
Berlin



Salzgitter



Tests en
Septembre
2024



Train à
passagers



GoA4

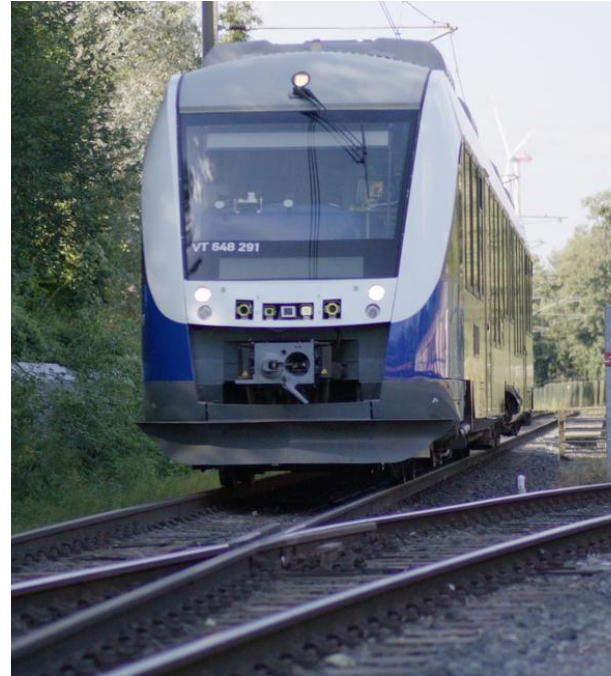
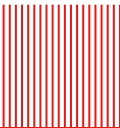


Figure 7 - Projet ARTE en Septembre 2024





Conclusion : Quel futur à attendre pour l'autonomie des transports en commun ?



Conclusion



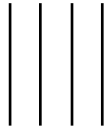
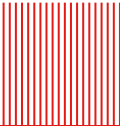
De l'autonomie déjà
présentes pour de
nombreux systèmes de
trains (métro, suburbains)



L'autonomie de niveau
GoA4 est actuellement en
développement et prévu
pour le transport de
passager, mais reste limité
par les lois



L'absence de supervision
humaine peut également
diminuer la flexibilité face
à des situations d'urgence
imprévues, qui restent
mieux gérées par une
présence humaine.





Merci pour votre attention

Avez vous des questions ?



Sources et références

- Source slide 3 : <https://www.cnil.fr/fr/definition/drone>
- Source slide 4 et 5 : https://www.bfmtv.com/economie/entreprises/industries/la-sncf-devoile-un-train-drone-intelligent-pilotable-a-distance_AN-201907100027.html
- Source slide 7 : https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_train_operation (yes it's wiki but official source is not free)
- Source slide 8 : <https://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/systemes-de-transport-routier-automatisees-a734.html>
- Source slide 9 : <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/trains-trains-autonomes-seront-avantages-usagers-78217/>
- Source slide 11 : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/transport-routier-automatise-connecte>
- Source slide 15 : <https://www.transportshaker-wavestone.com/la-sncf-se-lance-dans-la-nouvelle-revolution-ferroviaire-le-train-autonome/>
- Source slide 18 : <https://www.railwaysignalling.eu/introduction-cbtc-system-description>
- Source slide 19 : <https://www.hitachi.com/New/cnews/month/2024/09/240919a.html>
- Source slide 21 : https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tro_automatis%C3%A9#Syst%C3%A8mes_automatis%C3%A9s_de_niveau_3
- Source slide 22 : <https://www.alstom.com/fr/press-releases-news/2024/9/alstom-pionnier-de-lautomatisation-des-trains-regionaux>
- source slide : <https://www.railprofessional.com/magazine/sept-2019/autonomous-trains-whats-driving-this>
-





Références Figures

- Figure 1 : [https://www.bfmtv.com/economie/entreprises/industries/la-sncf-devoile-un-train-drone-intelligent-pilotable-a-distance AN-201907100027.html](https://www.bfmtv.com/economie/entreprises/industries/la-sncf-devoile-un-train-drone-intelligent-pilotable-a-distance_AN-201907100027.html)
- Figure 2 : <https://www.actu-transport-logistique.fr/archives/ferroviaire/la-sncf-fait-rouler-son-premier-train-drone-520756.php>
- Figure 3 : <https://www.transportshaker-wavestone.com/la-sncf-se-lance-dans-la-nouvelle-revolution-ferroviaire-le-train-autonome/>
- Figure 4 : <https://www.railwaysignalling.eu/introduction-cbtc-system-description>
- Figure 5 : [https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-ertms-and-how-does-it-work/etcs-levels-and-modes en](https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-ertms-and-how-does-it-work/etcs-levels-and-modes_en)
- Figure 6 : https://documents.toulouse.fr/AToulouse/atoulouse_mars2023/version_accessible/la-ville-en-actions/la-ligne-c-sur-les-rails.html
- Figure 7 : <https://www.alstom.com/press-releases-news/2024/9/alstom-pioneers-automated-regional-trains>
- Icones issues de Slidesgo

