

# Le métro automatique, solution aux enjeux de mass transit

La part de la population mondiale vivant dans de grandes métropoles est appelée à croître fortement, nécessitant la mise en place de transports collectifs très capacitaires. Le métro automatique est une des réponses. Eurogroup consulting publie une étude comparant les performances de ce mode de transport dans le monde. Décryptage.

La question du mass transit n'a jamais été aussi essentielle : actuellement, 55% de la population mondiale vit dans des villes, contre 34% en 1960. La part sera de 68% en 2050. La gestion des déplacements entre zones d'habitation et lieux de travail devient un enjeu central. Un rapport, publié en mai 2023 par Eurogroup Consulting, compare les performances du métro automatique dans les grandes métropoles. Pour réaliser son étude, le cabinet de conseil français s'est basé sur les lignes de métro automatique dans le monde aux niveaux GoA3 et GoA4, excluant les lignes avec des systèmes d'accompagnement à la conduite pour les conducteurs ou les technologies comme le Maglev. Les lignes étudiées sont des dessertes urbaines et non des liaisons entre les centres-villes et les aéroports.

L'étude n'a toutefois pu se pencher que sur 29 des 66 lignes existant dans le monde, en raison de la disponibilité des données (lire aussi page 34 l'entretien avec Aurélien Gué).

Dans le classement, la France occupe une bonne place. Les lignes de Lille sont ainsi considérées comme les meilleures dans leur capacité à répondre aux attentes des usagers. Ce sont elles qui ont la meilleure fréquence en heure de pointe (une minute seulement pour la ligne 1). En matière de distance interstations, c'est le métro de Lausanne M2 qui se distingue pour sa proximité (avec 465 mètres de distance moyenne entre

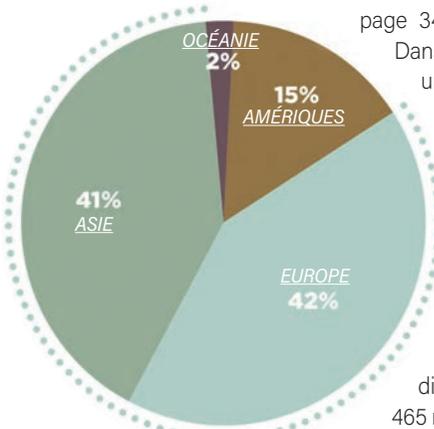
les stations). À l'opposé, à Dubaï ou à Vancouver, la distance dépasse largement le kilomètre. En matière de vitesse commerciale, le record est établi par le métro de Nuremberg (les lignes U2 et U4) qui atteint 54 km/h en moyenne. Par comparaison, la ligne 14 du métro parisien circule à 39 km/h. Sur le plan du confort, et des attentes des passagers, c'est la ligne D du métro lyonnais qui arrive devant les autres (avec un taux de satisfaction de 98,6%).

Rappelant que la crise sanitaire a modifié les habitudes de déplacement, notamment en raison du télétravail, les auteurs du rapport pointent la nécessité de mettre en place « des solutions de transport flexibles et adaptables à la demande en temps réel. » Tout en prenant en compte la dimension environnementale : les transports, deuxième contributeur de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, se doivent d'être de plus en plus décarbonés. Pour toutes ces raisons, le métro automatique peut apporter une solution pertinente.

## Plus sûr et plus écologique

Le rapport rappelle les avantages bien connus du métro automatique : il permet une fréquence plus élevée que les métros avec conducteurs et peut s'adapter en temps réel aux besoins des usagers. Sa capacité de transport peut s'élever jusqu'à 20% de places en plus qu'un métro avec conducteur, notamment grâce au retrait de la cabine. Et certains trains peuvent être doublés. Sur le plan écologique, il est moins émissif grâce à une consommation d'électricité

Répartition par zone géographique : 83% des lignes de métro automatique sont situées en Europe et en Asie.



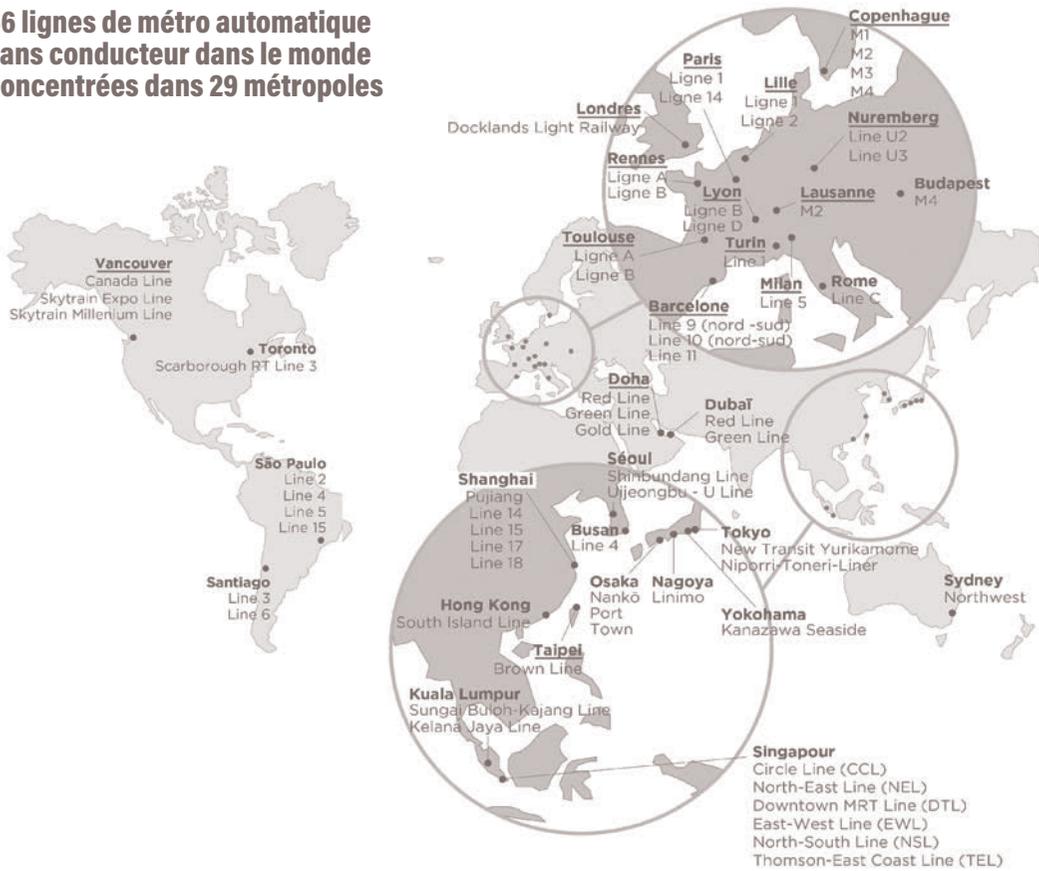
© Eurogroup consulting



Métro de Dubaï.

© Vesselin Coglier

**66 lignes de métro automatique sans conducteur dans le monde concentrées dans 29 métropoles**



© Eurogroup consulting

optimisée, en particulier au freinage et à l'accélération. Et enfin, sa sécurité est renforcée, en raison de portes palières (même si certains métros automatiques n'en disposent pas, comme à Barcelone ou Nuremberg) empêchant les intrusions sur les voies ou les accidents graves de voyageurs.

**Coûteux mais rentable**

Même si le coût d'installation est conséquent, le métro automatique dégage ensuite une rentabilité d'exploitation : - 30% de dépenses opérationnelles selon le rapport d'Eurogroup Consulting. « Cette rentabilité est obtenue grâce à l'augmentation de la qualité de service permettant d'apporter davantage de voyageurs, aux économies d'énergie ou à la réduction du nombre de trains », écrivent les auteurs du rapport. Les principaux gains proviennent de la flexibilité apportée dans les ressources humaines.

« Alors qu'il faut plusieurs semaines pour organiser l'ajout d'un train supplémentaire du point de vue des ressources humaines, le métro automatique peut s'adapter en temps réel ; le superviseur n'a qu'à actionner un bouton pour ajouter ou retirer un train depuis sa console » pointe l'étude. « Le métro automatique a pu être présenté comme un briseur de grève », souligne de son côté le géographe Xavier Bernier, auteur de *l'Atlas des mobilités et des transports* (éd. Autrement). Et il ajoute : « Le métro automatique demande un personnel important pour la régulation, sans oublier la gestion des stations. Enlever l'individu de la gestion des transports tient du fantasme ». À Paris, l'automatisation des lignes 1 et 4 a conduit la RATP à redéployer les conducteurs sur d'autres lignes ou à leur confier des postes d'encadrement leur assurant une promotion sociale. ■

Antoine PECQUEUR



# « Le métro automatique est le trottoir roulant d'une ville »

**Directeur conseil d'Eurogroup Consulting, Aurélien Gué revient sur la réalisation et les conclusions de l'étude.**



## Ville, Rail & Transports. Quel a été le point de départ de cette étude sur les métros automatiques dans le monde ?

**Aurélien Gué.** Face à l'extension des métropoles, le mass transit est devenu un enjeu crucial. Nous avons ainsi souhaité nous intéresser à l'un des modes de transport les plus pertinents pour gérer le flux de passagers. Désormais, lorsque les villes lancent de nouvelles lignes, elles choisissent gé-

néralement le métro automatique. Ce marché est en plein développement.

Au cours des cinq dernières années, le nombre de lignes de métros automatiques est passé de 40 à 66. Nous avons néanmoins été confrontés à une difficulté d'accès aux données car peu d'études ont été consacrées à ce sujet ; l'UITP (International Association of Public Transport) réalise un benchmark, mais les performances sont anonymisées. De plus, il y a beaucoup d'opacité dans la gestion des transports des pays asiatiques. Pour réaliser notre benchmark, nous avons interrogé à la fois les autorités régulatrices et les exploitants.

Il nous semblait essentiel de nous intéresser aux performances des infrastructures et à leur exploitation, à leur qualité, à leur fiabilité. Nous avons aussi dû pondérer les résultats, entre des lignes anciennes et d'autres, toutes neuves, pour que les résultats soient le plus juste possible.

## VRT. Comment se positionnent les opérateurs français sur ce marché en pleine expansion ?

**A. G.** Keolis et la RATP sont les deux premiers acteurs du marché au niveau mondial. Cela tient peut-être à l'impulsion créée il y a 40 ans par le VAL à Lille, premier métro automatique au monde. Il y a aujourd'hui un éclatement du marché français du fait de l'ouverture à la concurrence. Les acteurs étrangers se montrent prudents, car les marges sont très réduites en France. Ce qui n'est pas le cas dans les pays asiatiques, où, d'ailleurs, Keolis et la RATP exploitent différentes lignes.

Les pays du Moyen-Orient sont aussi en première ligne, en raison de leurs capacités à investir. Le métro automatique

nécessite des investissements conséquents même si cet aspect n'est pas analysé directement dans notre étude. L'Amérique du Nord est, pour sa part moins concernée par ce phénomène, le bus ou le métro classique y étant encore largement privilégiés.

On y trouve seulement des rames automatiques pour relier les centres-villes aux aéroports. Nous n'avons pas pris en compte ce type de ligne, de même que nous n'avons pas inclus les technologies comme le Maglev, trop différents des métros automatiques de niveau GoA3 ou GoA4 pour permettre une juste comparaison des performances.

## VRT. Pourquoi, selon vous, cet engouement pour le métro automatique ?

**A. G.** Le métro automatique, c'est le trottoir roulant d'une ville. Il est performant lorsqu'on peut le prendre facilement et quand les fréquences sont élevées.

En revanche, je crois moins à son utilisation comme une sorte de RER, à l'instar de ce que font certains pays du Moyen-Orient, où les rames parcourent des distances colossales avec des arrêts très espacés.

En outre, autant les projets de lignes nouvelles (dite greenfield) sont évidents, autant l'automatisation de lignes existantes (dites brownfield) pose davantage question. L'opération est complexe, coûteuse.

Là tout du métro automatique, c'est son image de modernité. Il va devenir extrêmement rare de construire de nouvelles lignes de métro non automatisées.

## VRT. Quid de l'impact écologique ?

**A. G.** Il y a quantité de données sur la pollution dans les stations de métro, mais nous avons eu beaucoup plus de mal à obtenir des renseignements sur la consommation d'énergie en fonction de l'utilisation des rames. Je pense qu'on peut aller beaucoup plus loin sur cet aspect.

L'intelligence artificielle pourrait jouer un grand rôle en permettant d'adapter les rames en fonction du nombre de voyageurs.

Le souci, c'est qu'aujourd'hui, les exploitants risquent des pénalités des autorités régulatrices s'ils font preuve de trop de souplesse dans la fréquence des rames. Les difficultés ne sont alors pas technologiques, mais contractuelles.

*Propos recueillis par Antoine PECQUEUR*

“ Le pays détenant actuellement le plus de kilomètres de lignes automatiques est Singapour (215 km), un micro-État qui a fait le choix d'un réseau entièrement automatisé ”

## Une vitrine technologique

C'est sur le sol français qu'a été construit le premier métro automatique, il y a 40 ans, à Lille. « Cette innovation s'est faite au même moment que le TGV » rappelle Xavier Bernier qui décrit une « vitrine technologique de l'ingénierie française ». Aujourd'hui, les deux premiers opérateurs dans le monde en nombre de lignes exploitées sont Keolis (13 lignes) et la RATP (5 lignes) ex æquo avec ATM (Azienda Trasporti Milanesi) et TMB (Transports Metropolitans de Barcelona).

Mais le pays détenant actuellement le plus de kilomètres de lignes automatiques est Singapour (215 km), un micro-État qui a fait le choix d'un réseau entièrement automatisé. Suivent la Chine (165 km), puis la France (147 km). L'étude note aussi la différence entre les lignes construites ex nihilo (dites greenfield) et celles en cours de conversion (dites brownfield). Avec des conséquences directes : par exemple, la ligne 1 du métro parisien « brownfield » n'a pas de dispositif permettant aux handicapés d'accéder à toutes les stations, contrairement aux lignes créées ex nihilo.



A. P.

## Les principaux exploitants du métro automatique (en km de ligne)

Keolis <sup>(1)</sup>	<b>282</b>	VAG	<b>22</b>
SMRT Corporation Ltd (SMRT)	<b>154</b>	ViaMobilidade	<b>20</b>
Shanghai Metro Operation Co. Ltd.	<b>116</b>	Protrans BC	<b>18</b>
RATP <sup>(2)</sup>	<b>107</b>	ATAC S.p.a	<b>18</b>
Prasarana (Rapid Rail and Rapid KL)	<b>97</b>	Yurikamome Company	<b>15</b>
Transports Metropolitans de Barcelona (TMB)	<b>75</b>	Gruppo Torinese Trasporti (GTT)	<b>13</b>
SBS Transit (SBS)	<b>62</b>	BKV ZRT	<b>13</b>
ATM	<b>61</b>	Uijeongbu Light Rail Transit Co., Ltd	<b>13</b>
British Columbia Rapid Transit Company	<b>59</b>	Yokohama Seaside Line	<b>11</b>
MTR	<b>43</b>	Busan Transportation Corporation	<b>11</b>
Shentong Metro Group <sup>(3)</sup>	<b>42</b>	Toei (Bureau des Transports de la Métropole de Tokyo)	<b>10</b>
Metro de Santiago (Metro S.A.)	<b>37</b>	Aichi Rapid Transit	<b>10</b>
Neo Trans	<b>33</b>	Osaka Municipal Transportation Bureau (OMTB)	<b>9</b>
Companhia do Metropolitano de São Paulo	<b>29</b>	Toronto Transit Commission	<b>8</b>
Tiseo	<b>28</b>	Transports publics de la région lausannoise	<b>6</b>
Taipei Rapid Transit Corp.	<b>25</b>		



© Patrick Lavel

## A Copenhague, le métro modèle d'Hitachi Rail et d'ATM

*21 ans après son inauguration, le métro automatique de Copenhague, dont les deux premières lignes ont été réalisées dans le cadre du développement d'une ville nouvelle, s'est étendu et enrichi d'une ligne circulaire, tout en inspirant les réseaux de Brescia, Milan et prochainement Thessalonique.*

**Les RER B et D vont être équipés de trains neufs aux standards européens ETCS.**

L'an passé, le métro de Copenhague a dépassé le milliard de voyageurs transportés depuis son lancement, sur ses quatre lignes qui totalisent aujourd'hui 38 km. Chaque jour, quelque 300 000 voyageurs passent par ses 39 stations à l'architecture intemporelle et empruntent, à une vitesse moyenne de l'ordre de 40 km/h, ses rames automatiques et silencieuses conçues par AnsaldoBreda et Ansaldo STS, aujourd'hui Hitachi Rail. Un record de fréquentation a été battu l'été 2022, le jour de la première étape du Tour de France, avec 569 000 voyageurs. Et alors que la ligne M4 est en cours de prolongement vers le sud du centre-ville, une cinquième ligne, la M5, est déjà à l'étude.

Pourtant, lorsqu'il a été inauguré, le 19 octobre 2002, le métro automatique de Copenhague n'en menait pas large. Sa mise en service était en retard de deux ans par rapport à la date initialement prévue, d'autant plus symbolique qu'elle aurait coïncidé avec l'ouverture du pont sur le détroit de l'Øresund. On l'appelait alors le « Mini-métro », du fait de la longueur réduite de ses rames (39 m) et de son petit réseau de deux lignes courtes, qui totalisait 11 km et ne desservait que 11 stations, en partie dans la ville nouvelle d'Ørestad, encore très vide... Mais en moins d'un an, ce réseau s'est enrichi de 5,8 km et de six stations, offrant une desserte plus en adéquation avec la demande des habitants, tout en offrant de meilleures correspondances avec

les autres transports. Et moins de cinq ans après son lancement, le métro automatique a atteint l'aéroport international de Kastrup, par un prolongement de 4,5 km et 5 stations. Les nombreuses récompenses reçues par le métro de Copenhague au cours des années suivantes ont certainement joué dans l'attribution, en 2011, de la conception, de la construction, de l'exploitation et de la maintenance de deux lignes supplémentaires à Ansaldo STS (aujourd'hui Hitachi Rail) et à l'opérateur Metro Service A/S, propriété des transports de Milan (ATM) et d'Ansaldo STS. Le 29 septembre 2019, après huit ans de construction, la ligne circulaire M3 était inaugurée par la reine Margrethe II et la Première ministre Mette Frederiksen. La construction de cette ligne de 15,5 km, entièrement souterraine, et de 17 nouvelles stations a représenté, selon son maître d'ouvrage et propriétaire,

Metroselskabet, « le plus grand projet de construction à Copenhague en 400 ans ». Mais le 28 mars 2020, pour l'ouverture de la ligne M4, pas de cérémonie, pour cause de pandémie...

Quoiqu'il en soit, le métro automatique de Copenhague a fait école en deux décennies, tant pour ses solutions techniques que pour son design intemporel. En Italie, le métro de Brescia (2013) est un clone parfait de celui de la capitale danoise, alors que les lignes M5 (2013) et M4 (2022) du réseau ATM de Milan présentent un fort air de famille. Et cette famille doit s'enrichir l'an prochain d'un nouveau membre : le métro automatique de Thessalonique, dont l'exploitation et la maintenance de la première ligne (9,6 km et 13 stations) a été attribuée par l'entreprise publique Elliniko Metro au consortium Thema, qui regroupe ATM (51 %), une fois de plus, et Egis (49 %). ■ Patrick LAVAL

### Le métro automatique de Marseille passe à l'étape des essais dynamiques

Depuis le 23 octobre, les soirs de semaine, les Marseillais doivent prendre des bus de substitution en lieu et place du métro. Et pour cause, les premiers essais dynamiques du futur métro automatique, baptisé Neomma, ont débuté une semaine après la dernière rencontre de la Coupe du monde du rugby au Stade Vélodrome (Angleterre – Fidji en quart de finale). Le constructeur Alstom a livré la première rame fin juillet, des essais statiques ont été réalisés au cours de l'été, les essais en ligne pour tester le nouveau matériel ainsi que la signalisation ont donc débuté de nuit. Ils vont s'étaler sur près d'un an. Concrètement, du lundi au jeudi, le métro de la RTM fermera ses portes à 21h30, au lieu de minuit et demi. Les usagers doivent emprunter des bus qui suivent à peu près le même trajet. Les week-end, jours et fériés, soirs de match ou d'événements culturels, le métro fonctionnera normalement. La mise en service des premiers trains automatiques est prévue fin 2024 sur la ligne M2. D'ici là, Alstom doit en livrer trois au premier semestre, puis deux par mois à partir de début 2025 pour équiper l'ensemble du réseau avec



38 trains au total. En parallèle, au printemps 2024, Faiveley et Eiffage doivent commencer les travaux préalables à la pose des façades de quais sécurisées, les portes palières. L'automatisation totale du réseau est « à ce jour, planifiée vers juin 2026 sur la ligne M2, et vers juillet 2027 sur la ligne M1 » indique la RTM. Entre temps, des rames automatiques et des rames avec conducteur se côtoieront sur les deux lignes du métro. A Paris, le chantier d'automatisation de la

ligne 4 du métro de la RATP doit s'achever d'ici fin 2024. À Lyon, les travaux sur la ligne B sont terminés, cela va désormais être au tour de la A de passer à des rames sans conducteur, à l'horizon 2035. Et comme à Marseille, cela a nécessité des fermetures anticipées en soirée, avec des bus de substitution et une communication rodée. Dans la cité phocéenne, la RTM commence à comprendre les défis d'une information voyageurs bien anticipée. N.A