

UN TRAIN
À 1200 KM/H

PASSI FOU!

Le “train” Hyperloop projeté de transporter des passagers plus rapidement qu’un avion... Un projet apparemment délirant ? Après enquête, **Muriel Valin** a changé d’avis.

Contexte

Le réseau ferroviaire mondial compte plus d’un million de kilomètres de voies ferrées dont 40 000 à grande vitesse (entre 220 et 500 km/h). Pour aller encore plus vite, les prochaines lignes pourraient consister en tubes avec des capsules circulant à l’intérieur. C’est du moins ce que propose le projet Hyperloop.

Quatre clés pour filer à 1 200 km/h



Un tunnel quasiment sous vide pour éviter les frottements

Pour limiter la résistance de l'air, l'intégralité du tube est placée, grâce à des pompes, dans une atmosphère à très basse pression (100 pascals). En amont et en aval des capsules, des sas de décompression, fonctionnant un peu comme des écluses, assurent le déplacement de la pression atmosphérique à la pression de 100 pascals.



Un système d'aspiration de l'air

Pendant tout le trajet, un compresseur, installé à l'avant des capsules vient aspirer l'air présent devant elles, le refroidir et le rejeter vers l'arrière pour faciliter leur déplacement.



Une propulsion magnétique au démarrage

Pour mettre les capsules en mouvement, des moteurs linéaires à induction, placés face à une lame d'aluminium conductrice, et parcourus par un courant triphasé, génèrent un champ électromagnétique qui produit une force de propulsion. Le tout est alimenté par des panneaux solaires fixés sur le dessus du tube.



Une lévitation magnétique pour accélérer

Une fois les capsules lancées, pour maintenir leur vitesse et même les accélérer le long du tube, des aimants les font léviter. Plusieurs solutions techniques sont à l'étude (sustentation magnétique classique, comme celle des trains japonais Maglev, dispositif de lévitation passive qui nécessiterait moins de courant...).

Août 2013, Elon Musk, le célèbre patron américain des voitures électriques Tesla et du transport spatial Space X, fait la une des journaux en dévoilant un nouveau concept de train. Et quel train ! Baptisé Hyperloop ("hyper boucle", en français), le projet ambitionne d'embarquer des passagers à 1 200 km/h au sein de petites capsules qui circulent dans un tube quasi sous vide, à 30 secondes d'intervalle...

Autant le dire, à la rédaction, nous étions sceptiques. Pouvoir relier Los Angeles à San Francisco en 35 minutes, ou atteindre Marseille depuis Paris en moins de 40 minutes, ces perspectives semblaient réjouissantes, certes... sur-

tout en période de bouchons estivaux. Sauf qu'Elon Musk n'était pas le premier à avoir cette idée, et tous ceux qui s'y étaient frottés avant lui s'y étaient cassés les dents.

Dès les années 1900, l'Américain Robert Goddard, père de la fusée spatiale, avait par exemple imaginé un train dans le vide reliant Boston à New York en 10 minutes. Sans suite. D'autres projets similaires ont suivi, notamment en 2012, le concept américain ET3. Mais, chaque fois, ce fut un flop : trop d'énergie, trop d'argent à dépenser.

Et Hyperloop alors ? Eh bien, trois ans après son annonce, plusieurs indices laissent penser que ce projet ne prendra pas forcément la même tournure que ses prédécesseurs.

L'intérêt des industriels, d'abord. Après avoir lancé son idée en 2013, Elon Musk a très vite passé la main et invité tous les intéressés à s'en emparer, lui-même se déclarant trop accaparé par ses projets spatiaux. Du coup, trois entreprises concurrentes (deux américaines, Hyperloop One et Hyperloop Transportation Technologies -HTT- et une canadienne, Transpod) et plusieurs laboratoires se sont créés spécialement dans la foulée pour développer le projet. En l'espace de quelques mois, des chercheurs d'entreprises, d'universités et d'organismes de renom (Airbus, Nasa, Boeing, Deutsche Bahn, MIT...) apportaient leur contribution. En mai dernier, neuf grosses entreprises, dont

MICHEL SAEMANN

la SNCF, ont même participé à une levée de fonds de 80 millions de dollars pour financer les travaux d'Hyperloop One.

ENFIN PRIS AU SÉRIEUX

Autre indice : début juin, au 11^e Congrès mondial de la recherche ferroviaire, Hyperloop One et Transpod figuraient parmi les principaux intervenants. "Ils ont déjà gagné un premier pari : capter l'intérêt de la communauté ferroviaire, qui a pris leur projet très au sérieux", souligne Jean-Pierre Loubinoux, directeur de l'Union internationale des chemins de fer, présent au congrès. Sachant que les entreprises lancées dans le projet ont également su convaincre plusieurs gouvernements dans le monde (Russie, Slovaquie et

Canada en tête) de commencer à étudier des réalisations concrètes sur le terrain.

Dernier signe, plus concret : en mai dernier, dans le désert du Nevada, Hyperloop One réalisait avec succès un premier test sur un système de propulsion, qui a réussi à accélérer de 0 à 187 km/h en 1,1 seconde. Un essai qui marque le coup d'envoi, d'ici à la fin de l'année, de toute une série d'expérimentations. De quoi réinterroger notre scepticisme originel : et si ce projet n'était finalement pas si fou que ça ?

Du côté des industriels impliqués, l'optimisme est évidemment de mise. "Aujourd'hui, on est en train de voir naître un nouveau concept techniquement faisable", explique Sébastien Gendron, directeur

de Transpod. *Il ne s'agit pas de fusion nucléaire ni de nouveaux concepts de recherche fondamentale. Il va juste falloir revoir des technologies existantes, tirer des leçons des précédents échecs de trains dans le vide et adapter le projet aux réalités du terrain.*

Exemple de ce pragmatisme : dès le départ, et contrairement aux exemples précédents, le projet d'Elon Musk n'imposait pas un vide complet dans le tube - trop coûteux en énergie - mais juste une très basse pression. C'est avec des valeurs avoisinant les 100 pascals (1 000 fois moins que la pression atmosphérique, l'équivalent de la pression à 40 km au-dessus du sol) que les équipes sont donc en train de réaliser leurs tests. Une option qui a

→ l'avantage d'induire peu de frottements pour les capsules (ce qui leur permet de circuler très vite), tout en étant plus facile à réaliser que le vide total.

Autre exemple: le déplacement dans le tube. Elon Musk proposait de faire évoluer les capsules sur un coussin d'air comprimé. Après des tests, l'idée a été abandonnée car le coussin d'air ne conservait pas son épaisseur tout au long du tube. Du coup, des aimants ont remplacé l'air comprimé: les trois entreprises se tournent donc vers des techniques de propulsion et d'accélération proches de celles utilisées sur les trains à sustentation magnétique japonais. Rien n'est encore figé... mais les premiers tests réalisés en mai par Hyperloop One sont prometteurs.

DYNAMIQUE CONTAGIEUSE

Aujourd'hui, certains industriels non impliqués initialement dans le projet se montrent très enthousiastes. *"En voyant cette dynamique, nous nous sommes rapprochés des équipes pour voir comment participer à un certain nombre de développements techniques, et nous nous sommes associés à l'américain Hyperloop One, qui a une approche très pragmatique, commente Mathieu Dunant, direc-*

Un chantier qui a déjà démarré...

Derrière les ordinateurs

Des travaux de modélisation sont en cours sur le design intérieur et l'accueil des passagers (30 minimum). Avec notamment l'installation d'écrans pour limiter les risques de claustrophobie.

En laboratoire

Pour tester la lévitation électromagnétique, Hyperloop One a élaboré un banc d'essai de 18 m³ où la pression peut descendre jusqu'à 1/1 000 de la pression atmosphérique.



© PHILIPPE FRANVSEIX - PATRICK T. FALLON - TRANSPOD - J. GURZINSKI/AFP

“

JEAN-PIERRE LOUBINOUX
Directeur de l'Union internationale des chemins de fer

Ils ont déjà gagné un premier pari : capter l'intérêt de la communauté ferroviaire

teur général adjoint en charge de l'innovation chez Systra, une entreprise française filiale de la SNCF et de la RATP, spécialiste en ingénierie ferroviaire. *"Nous allons travailler notamment sur la sécurité. Nous sommes convaincus que ce projet va marcher. Ce nouveau concept est un tournant technologique qu'il ne faut absolument pas louper!"*



Et aussi sur le terrain

Dans le désert du Nevada, le 11 mai dernier, Hyperloop One a procédé à un premier test de propulsion. Le système a effectué une accélération de 0 à 187 km/h en 1,1 s avant d'être freiné par du sable.



sion extrêmement basse. Mais l'avis est unanime: rien ne paraît infranchissable techniquement. *"Finalement, le plus grand obstacle ne va pas être tant la prouesse technologique que réussir à convaincre des régions ou des gouvernements d'investir dans la construction d'un réseau et d'une infrastructure d'une telle ampleur"*, note Jean-Pierre Loubinoux.

Angeles à 6 milliards de dollars (soit 10 fois moins que le prix de la ligne à grande vitesse en construction entre les deux villes). Tous les spécialistes jugent toutefois cette somme largement sous-estimée, en particulier du fait des kilomètres de tubes non enterrés, situés à plusieurs mètres au-dessus du sol, qu'il va falloir construire de toutes pièces.

Même de la part d'un spécialiste de la recherche ferroviaire extérieur au projet comme Jean-Pierre Loubinoux, le ton reste très positif: *"Qui aurait imaginé, il y a cinquante ans, qu'on aurait fait rouler des trains à plus de 500 km/h? On y est parvenu. Hyperloop, à sa manière, est un énorme défi scientifique, mais il est crédible."*

AUCUN OBSTACLE TECHNIQUE

Beaucoup de questions doivent encore être réglées: par exemple, concernant la sécurité et la gestion des pannes, notamment le risque de dépressurisation ou d'arrêt des capsules en cours de route. Ou la durée de vie des matériaux dans des conditions de pres-

Car le tube devra être déployé sur des circuits suffisamment longs et sans interruption pour que la vitesse se justifie: *"Pour que l'accélération soit supportable, comparable à celle ressentie dans un métro, il faudra augmenter la vitesse des capsules progressivement; 50 km au minimum seront nécessaires pour atteindre 1 200 km/h. Le tube n'aura donc aucun intérêt sur des trajets inférieurs à plusieurs centaines de kilomètres"*, explique Sébastien Gendron, qui imagine relier Montréal à Toronto (550 km) en moins d'une heure contre six actuellement en train.

Dans son projet initial, Elon Musk avait estimé le coût d'une ligne San Francisco-Los

Alors, voyagerons-nous réellement un jour sur ces nouvelles lignes de chemin de fer (si l'on peut encore les appeler ainsi)? A Transpod, on y croit. *"Hyperloop arrive à un moment où les trains ont atteint leur limite en terme de vitesse et où il faut inventer autre chose, moins polluant que l'avion"*, analyse Sébastien Gendron. Une manière de reformuler ce que l'un des pionniers des trains sous vide, Robert Goddard, disait déjà il y a un siècle: *"Il a été souvent prouvé que les rêves d'hier sont l'espoir d'aujourd'hui et la réalité de demain."*

A la rédaction, en tout cas, nous suivrons de près l'avancement de ce projet pas aussi fou qu'il n'en a l'air...



A lire (en anglais): le document d'Elon Musk présentant l'Hyperloop. A voir: la vidéo du premier test.

★ EN SAVOIR PLUS

science-et-vie.com