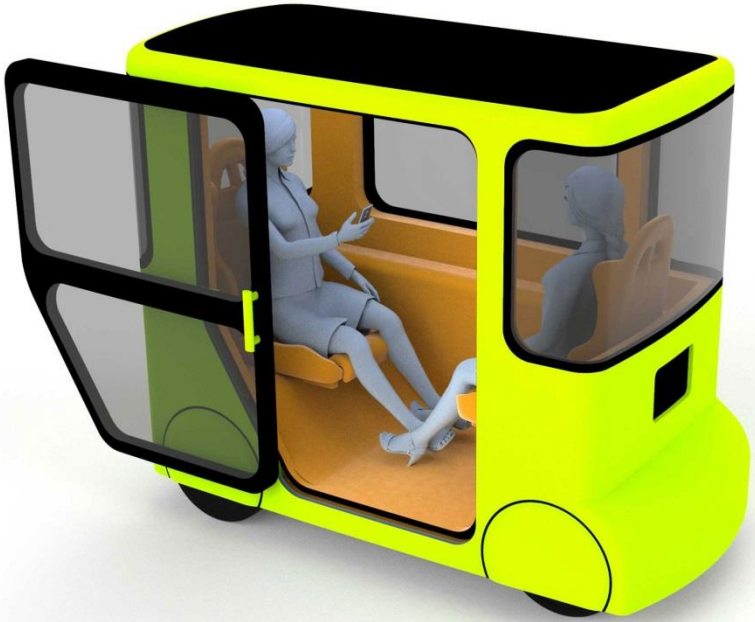
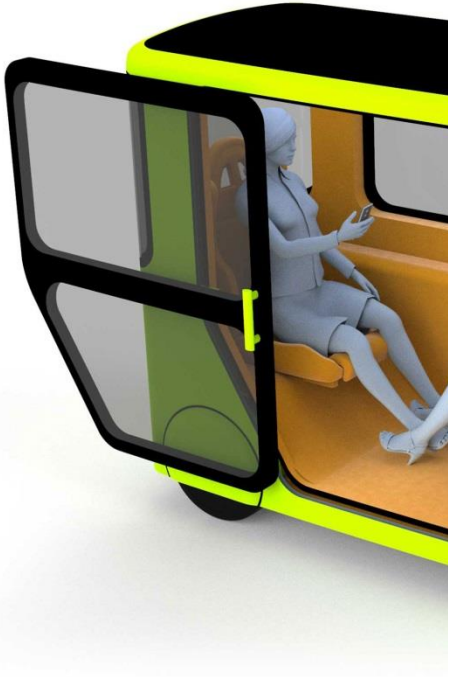
tram-e
AUTONOMOUS URBAN MOBILITY



- *Associe le meilleur du transport individuel et collectif*
- *Utilise des technologies propres et abordables*
- *S'intègre dans les infrastructures existantes*
- *Peut être implanté de façon rapide et progressive*

ETAT DES LIEUX



1. De nombreux citadins utilisent encore leur voiture personnelle. Pourtant, seuls les transports en commun offrent une solution durable.

2. Les dangers des énergies fossiles sont avérés. Mais au rythme du renouvellement des véhicules, une ville propre ne sera possible que dans plusieurs décennies.

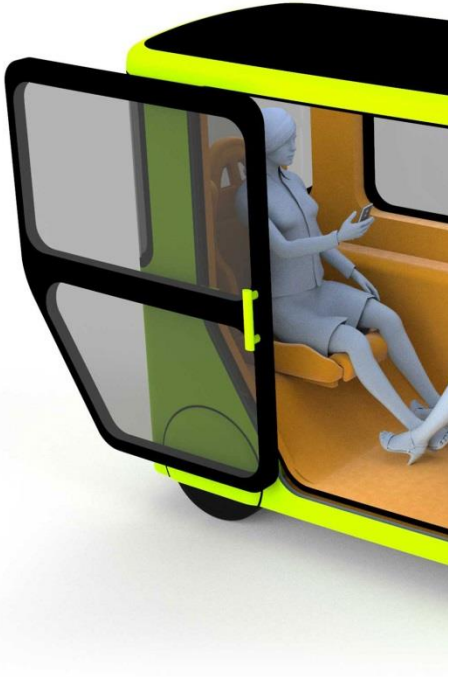
La transition nécessaire des villes passe donc par l'adoption d'un transport en commun :

- si économique et écologique
- si facile et rapide à installer
- si confortable pour les passagers

... que tout déplacement en véhicule individuel devienne absurde, et qu'à terme la ville se libère des voitures.

C'est ce que Tram-e propose.

LA PROPOSITION



Tram-e est un moyen de transport :

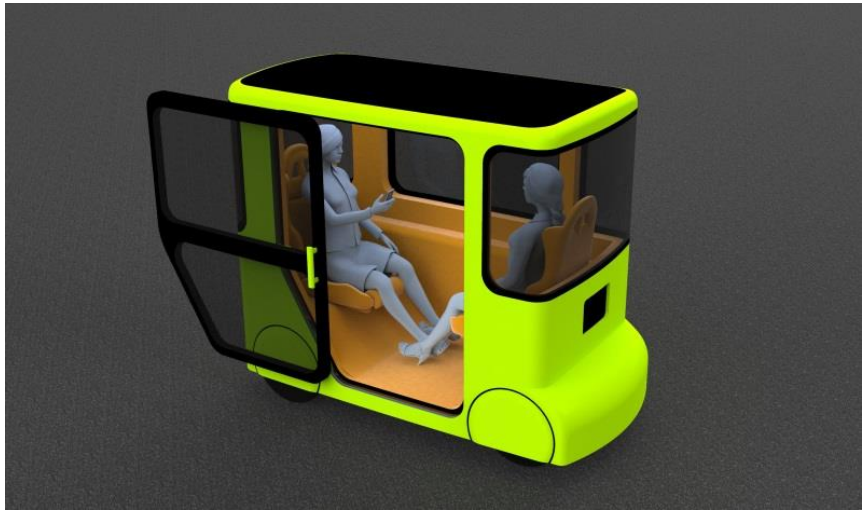
- 100% autonome (sans chauffeur)
- à la fois collectif (pour l'efficacité) et individuel (pour le confort)
- écologique (zéro émission de particules ou de CO^2)
- peu onéreux (200 fois moins cher qu'une ligne de métro)

Et qui :

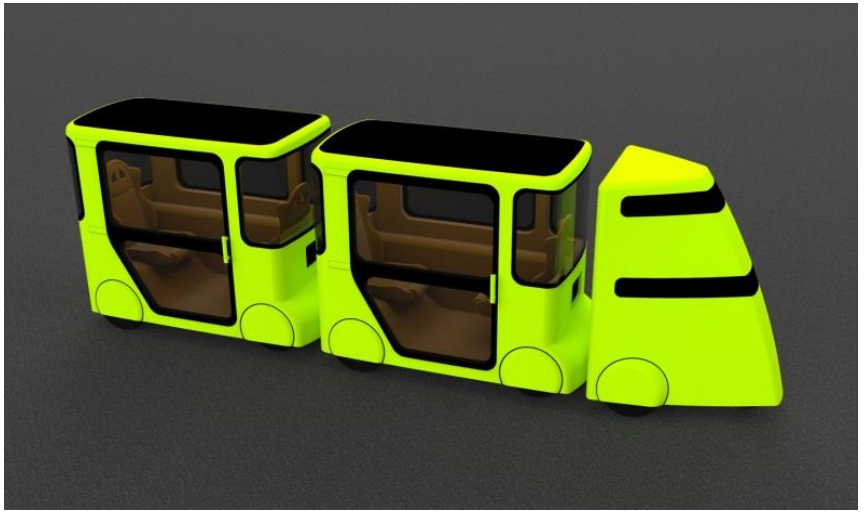
- s'intègre dans les infrastructures existantes (chaussées et trottoirs inchangés)
- conserve en partie le système actuel (véhicules individuels, de livraisons, etc.)
- favorise les autres mobilités vertes (pistes cyclables intégrées)
- peut être implanté rapidement et à tout type d'échelle (ligne unique/ville entière)

PRINCIPE RÉSUMÉ

Tram-e est une version individualisée et modernisée du tramway. Son principe est simple :

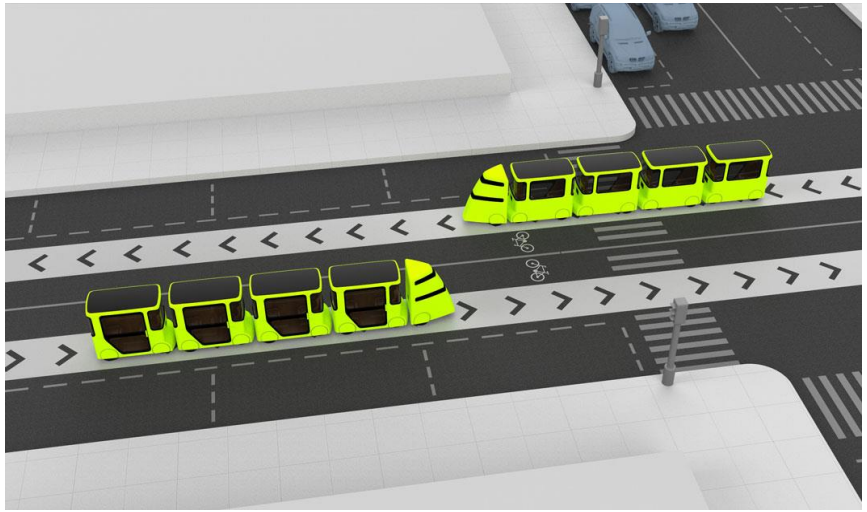


1. Les passagers prennent place dans des pods, petits véhicules individuels électriques.

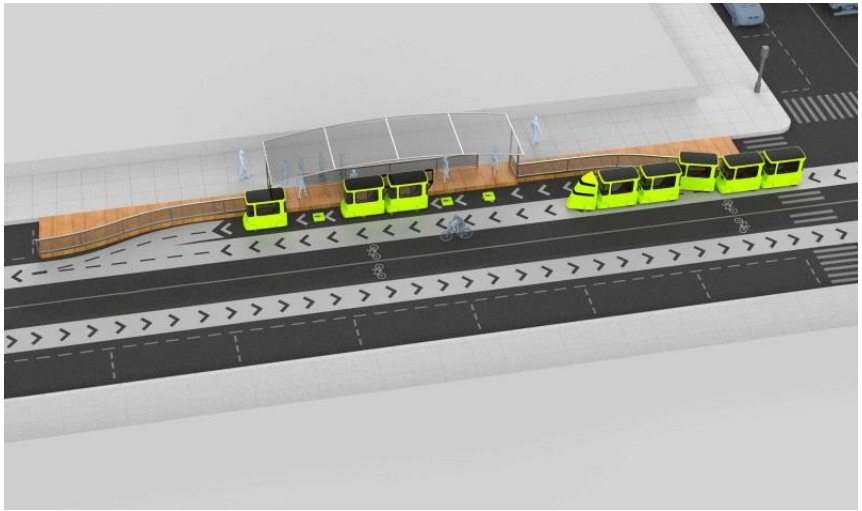


2. Lors des transferts, ces pods sont assemblés pour former des rames, avec à leur tête une locomotive autonome gérant la sécurité.

PRINCIPE RÉSUMÉ



3. Ces rames se déplacent à vitesse constante (sans aucun arrêt) le long de rues réservées, guidées par un marquage au sol.



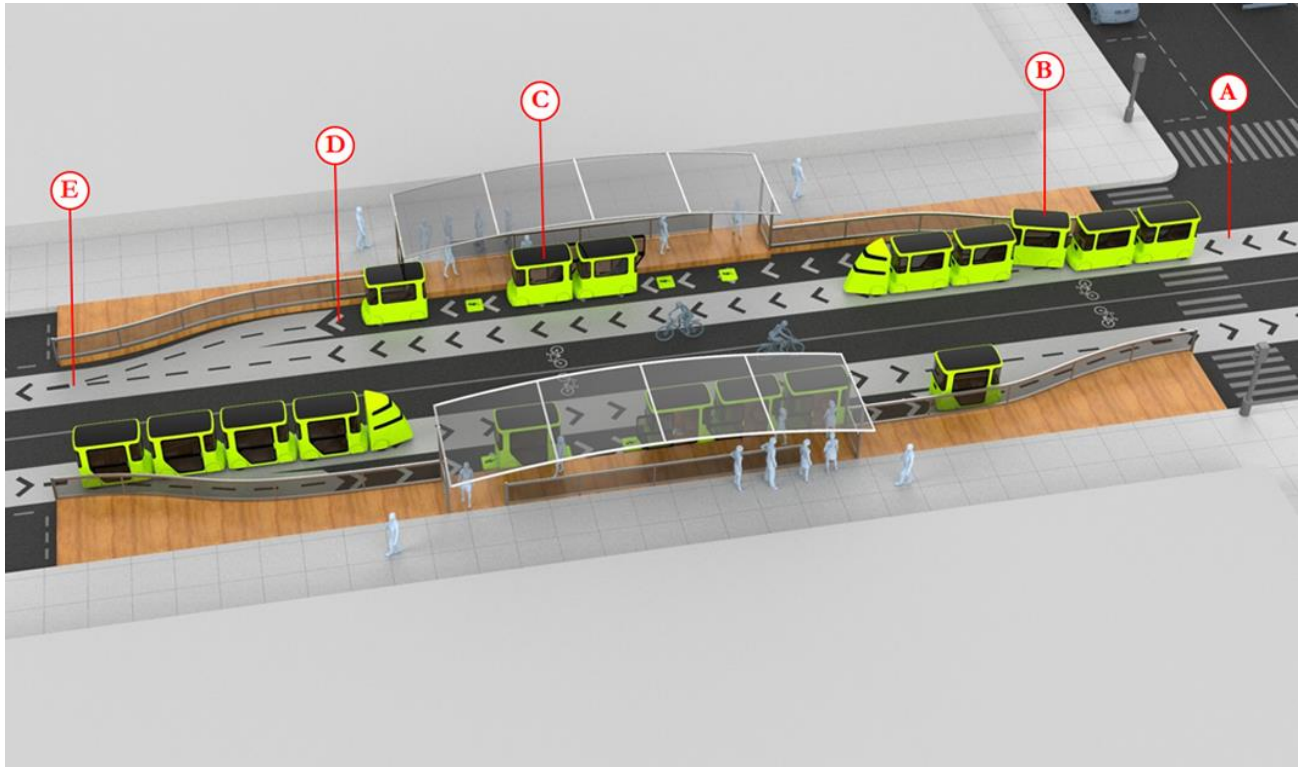
4. A l'approche d'une gare, les pods peuvent se désolidariser de la rame et aller décharger leurs passagers (avant d'en reprendre de nouveaux).

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les rames se déplacent toujours en ligne droite, en suivant un marquage au sol (A).

A l'approche d'une station, chaque pod peut se désolidariser de la rame (B), bifurquer sur une voie parallèle, puis s'arrêter en gare afin d'y déposer ses passagers (C).

Une fois de nouveaux passagers à bord, le pod se place en zone d'attente (D). A l'approche de la rame suivante, il s'élance et se raccroche à l'arrière de cette nouvelle rame (E).



COMPOSANTS

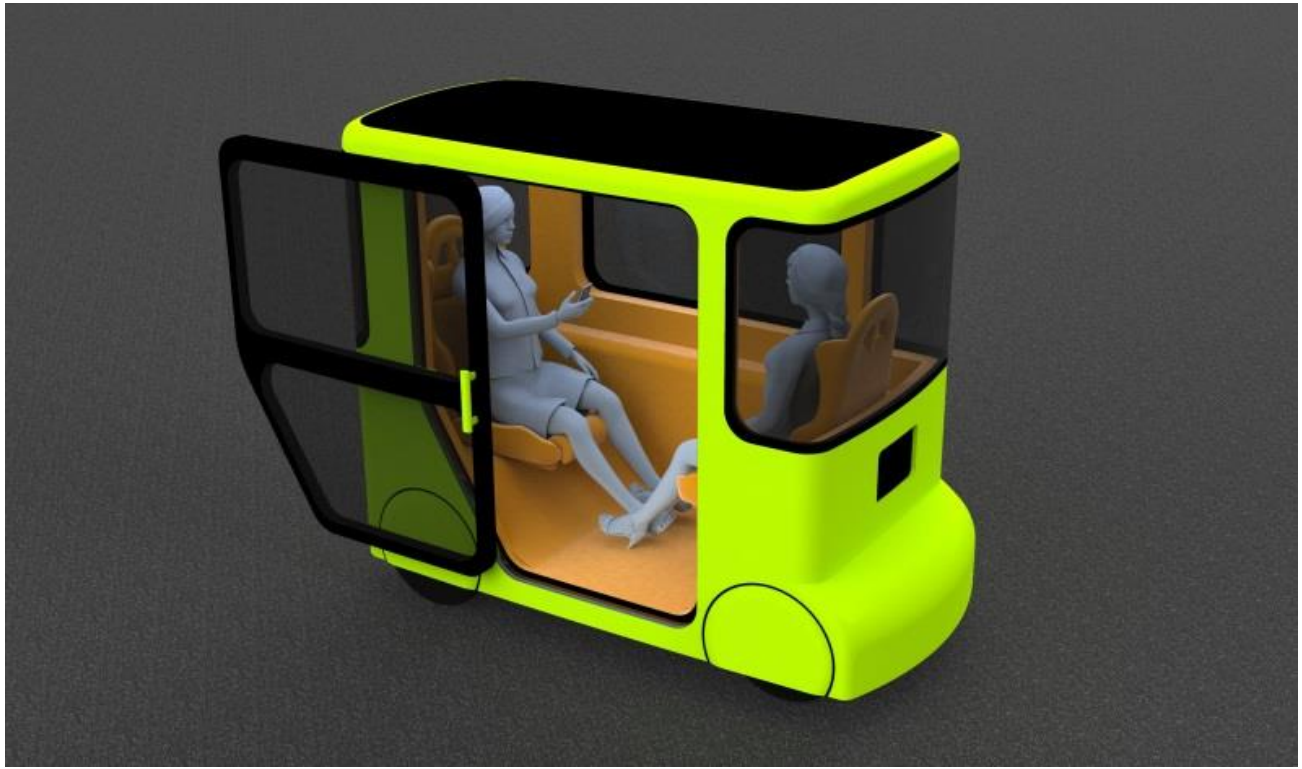
LES PODS

Les passagers voyagent dans des pods individuels (non partagés avec des inconnus).
Ces pods peuvent recevoir jusqu'à :

- deux adultes
- un adulte et deux enfants
- un adulte et une poussette*

Chaque pod est semi-autonome. Grâce à ses batteries, son moteur électrique et ses caméras, il peut gérer sa vitesse et sa direction.

* Des pods aux dimensions spécifiques sont disponibles pour les personnes handicapées.

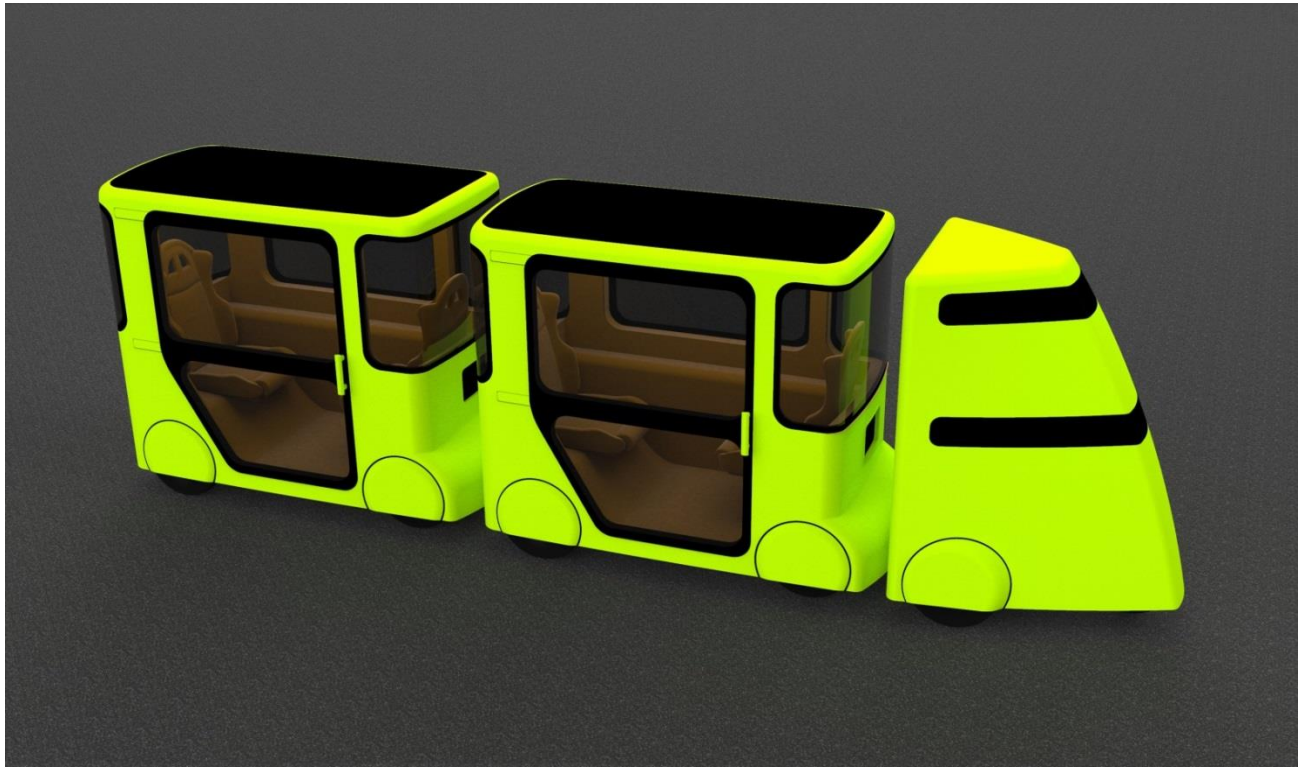


LES RAMES

Les pods se déplacent derrière une locomotive qui assure la sécurité de la rame. Locomotive et pods ne sont pas attachés, mais seulement en contact.

Les locomotives sont autonomes. Elles se déplacent en suivant un marquage au sol et commandent l'arrêt de la rame en cas de risque de collision.

La vitesse des rames est limitée à 25 km/h pour des raisons de sécurité et de confort. (Pour rappel, la vitesse moyenne en ville est de 16 km/h)

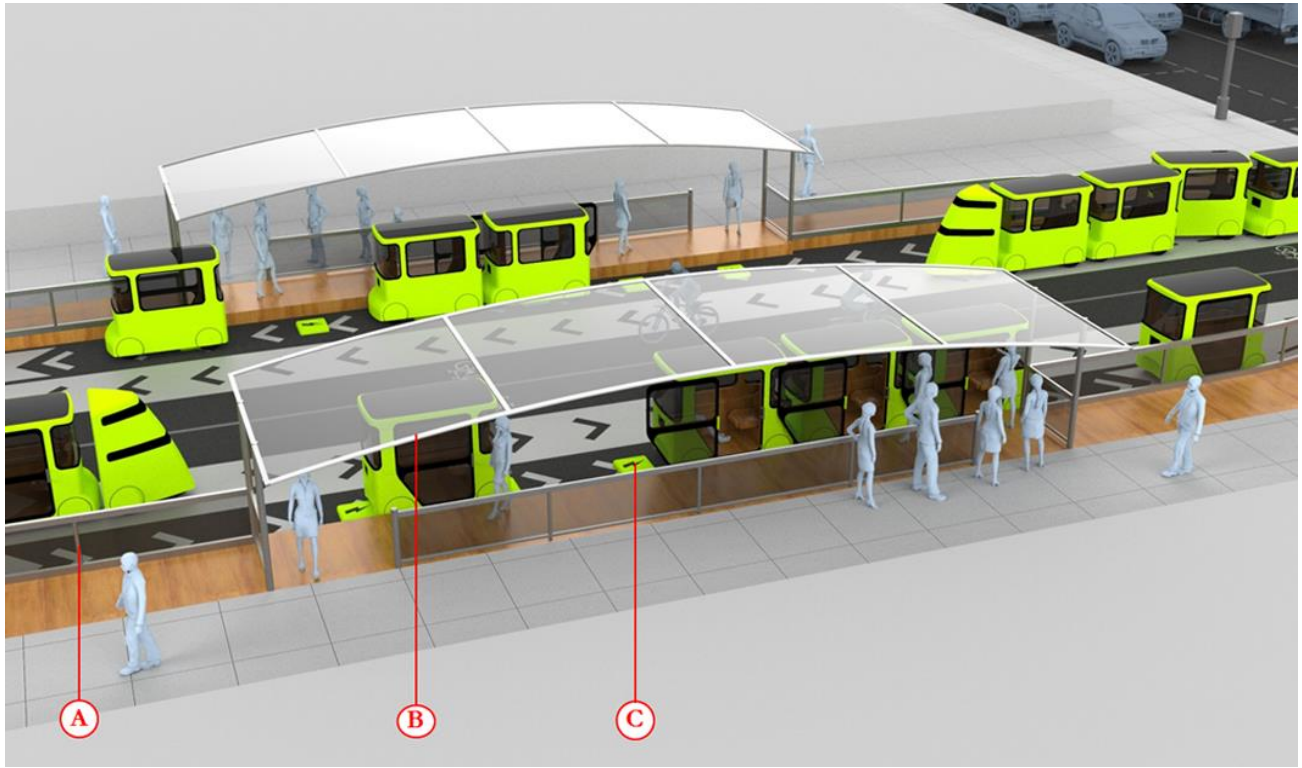


LES GARES

Les gares se résument à des parois de protection placées le long des trottoirs (A), et à un abri pour les passagers en attente (B).

Grâce à la faible largeur des pods (un mètre), l'installation des gares ne nécessite pas de modifier les infrastructures existantes (chaussée et trottoirs inchangés).

Remarque : il est possible de rajouter des plots inductifs (C), permettant la recharge des pods en gare, mais leur autonomie leur permet théoriquement d'atteindre le terminus pour y être rechargés.



L’UTILISATION VOYAGEURS

Les pods sont en libre service.
Leur utilisation est très simple :

1. Le passager entre sa destination dans une application mobile dédiée, qui génère un QR code.

2. Le passager rejoint une gare, monte à bord d’un pod en attente, puis scanne le code.

3. Le pod démarre immédiatement et gère le trajet*.

4. A l’arrivée, le passager descend. Sa course est réglée automatiquement.

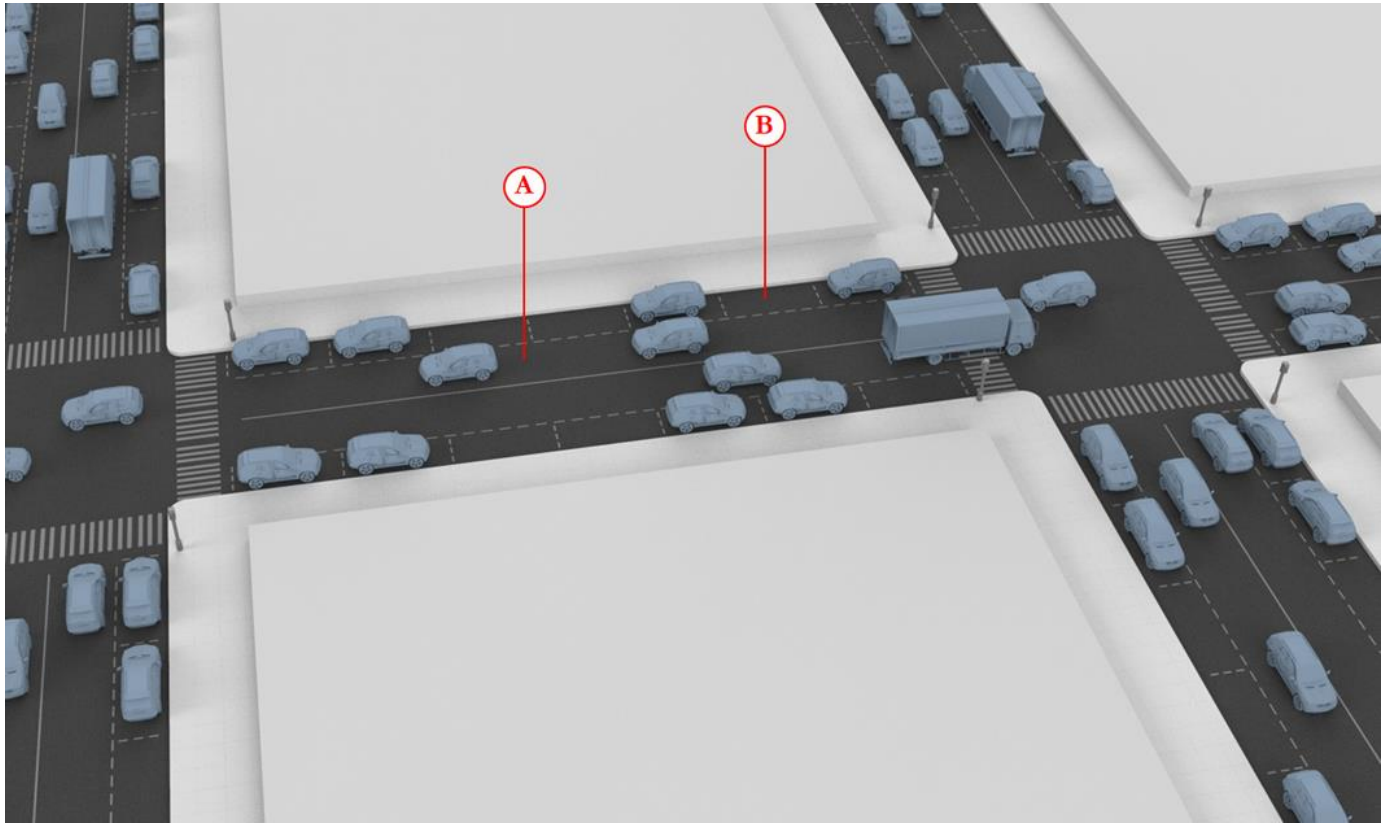
* : contrairement au métro ou au bus, les changements de lignes sont gérés automatiquement ; entre le départ et l'arrivée, le passager ne quitte jamais son pod.

LA MISE EN ŒUVRE

Tram-e utilise des technologies déjà maitrisées par de grandes entreprises françaises telles que Valéo pour les moteurs 48V, Navya ou Easymile pour les navettes autonomes, JCDecaux pour les gares, ou Renault ou Citroën pour les châssis électrifiés.

VILLE ACTUELLE

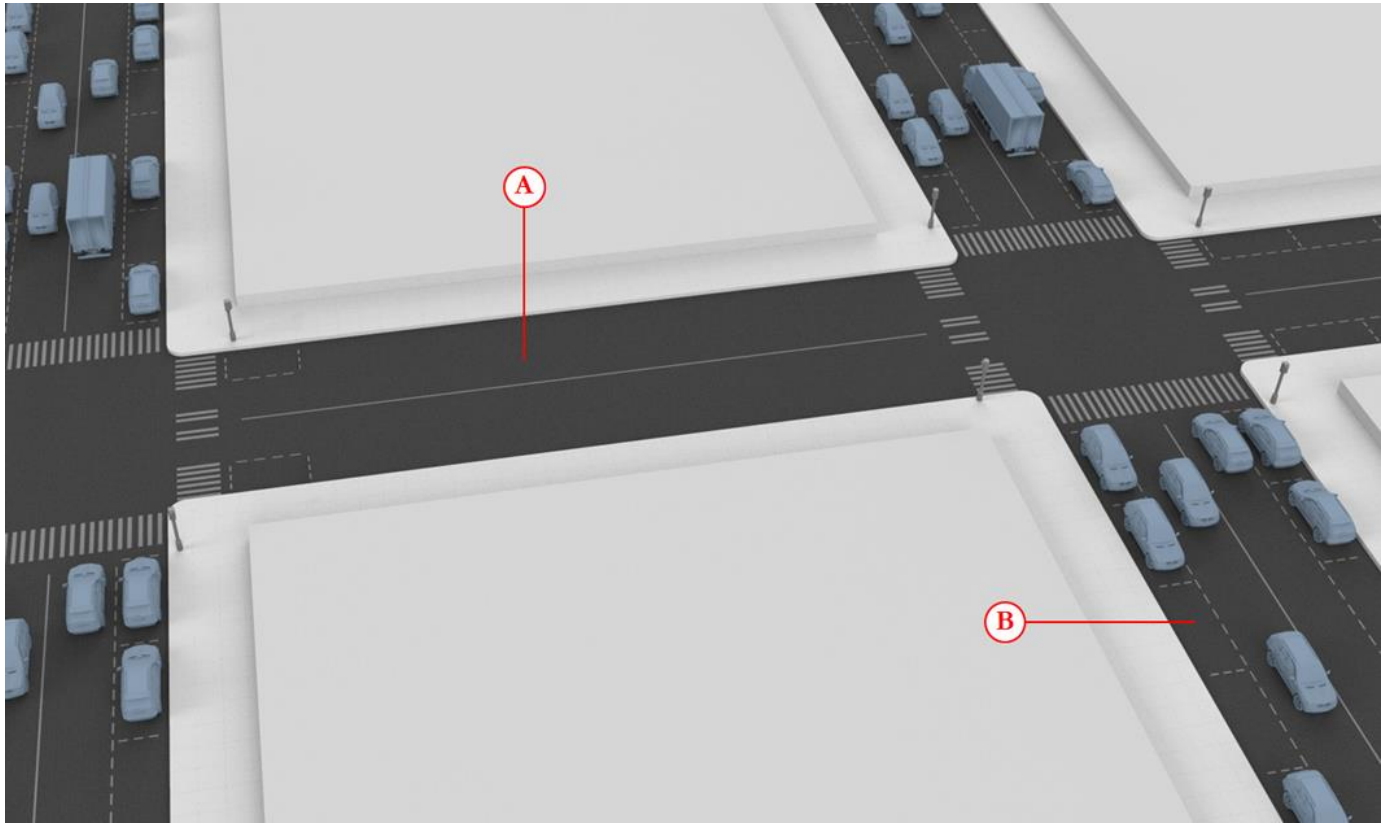
Les rues actuelles possèdent des voies de circulation (A), souvent bordées par des places de stationnement (B).



ETAPE 1 : RÉSERVATION DES RUES

Les axes où l'on désire implanter Tram-e sont réservés (A). La circulation ainsi qu'une partie des places de parking y sont supprimées (seuls les véhicules de secours, de police et de livraison peuvent exceptionnellement y circuler).

Dans les rues non réservées (B), la circulation et le stationnement de voitures individuelles restent possibles.

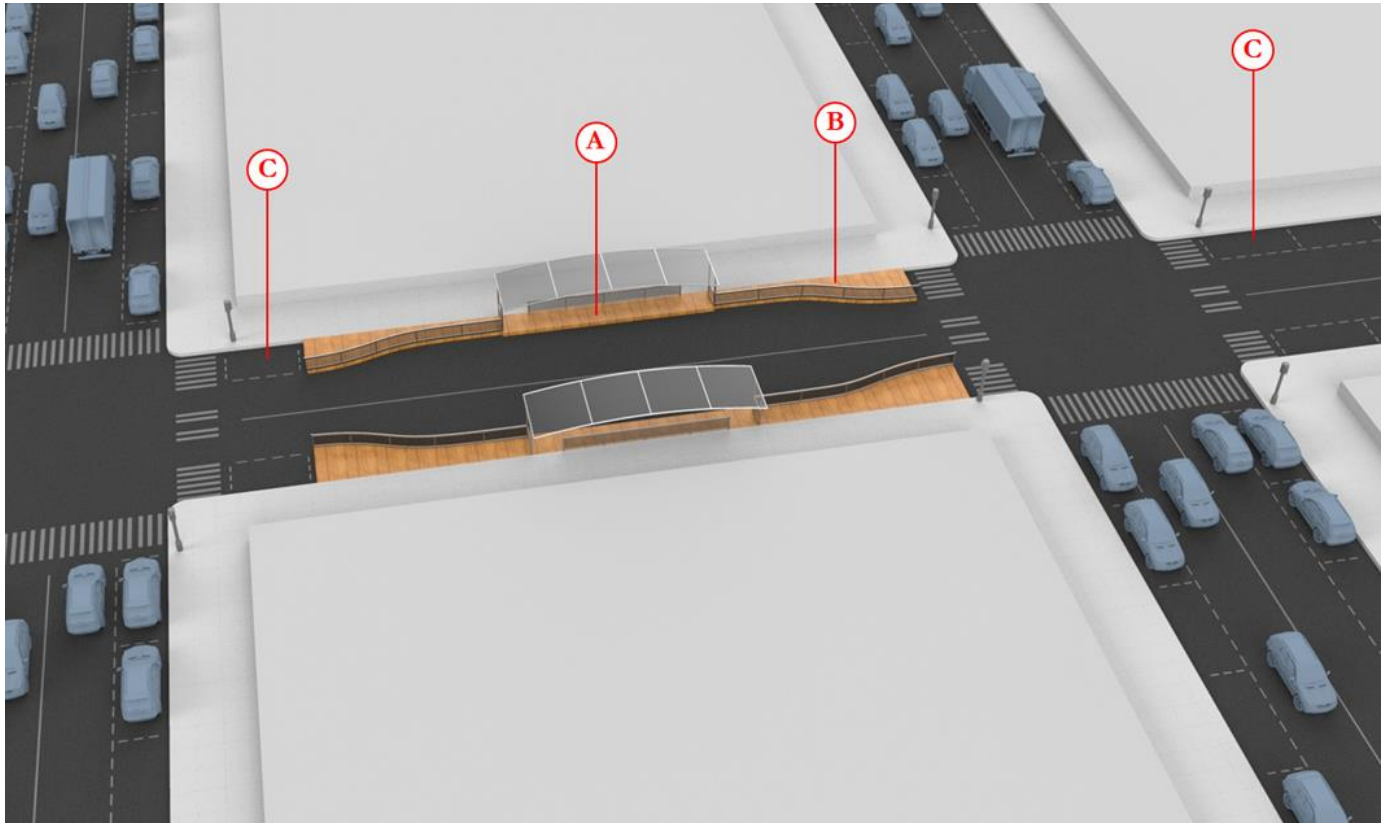


ETAPE 2 : IMPLANTATION DES GARES

Les gares (A), préfabriquées en amont, sont installées en quelques heures le long des trottoirs.

L'implantation de ces gares ne porte pas atteinte aux bâtiments ou trottoirs existants. Ces derniers voient même leur surface augmentée (B) (ce qui autorise la mise en place de stations de vélos ou de trottinettes, par exemple).

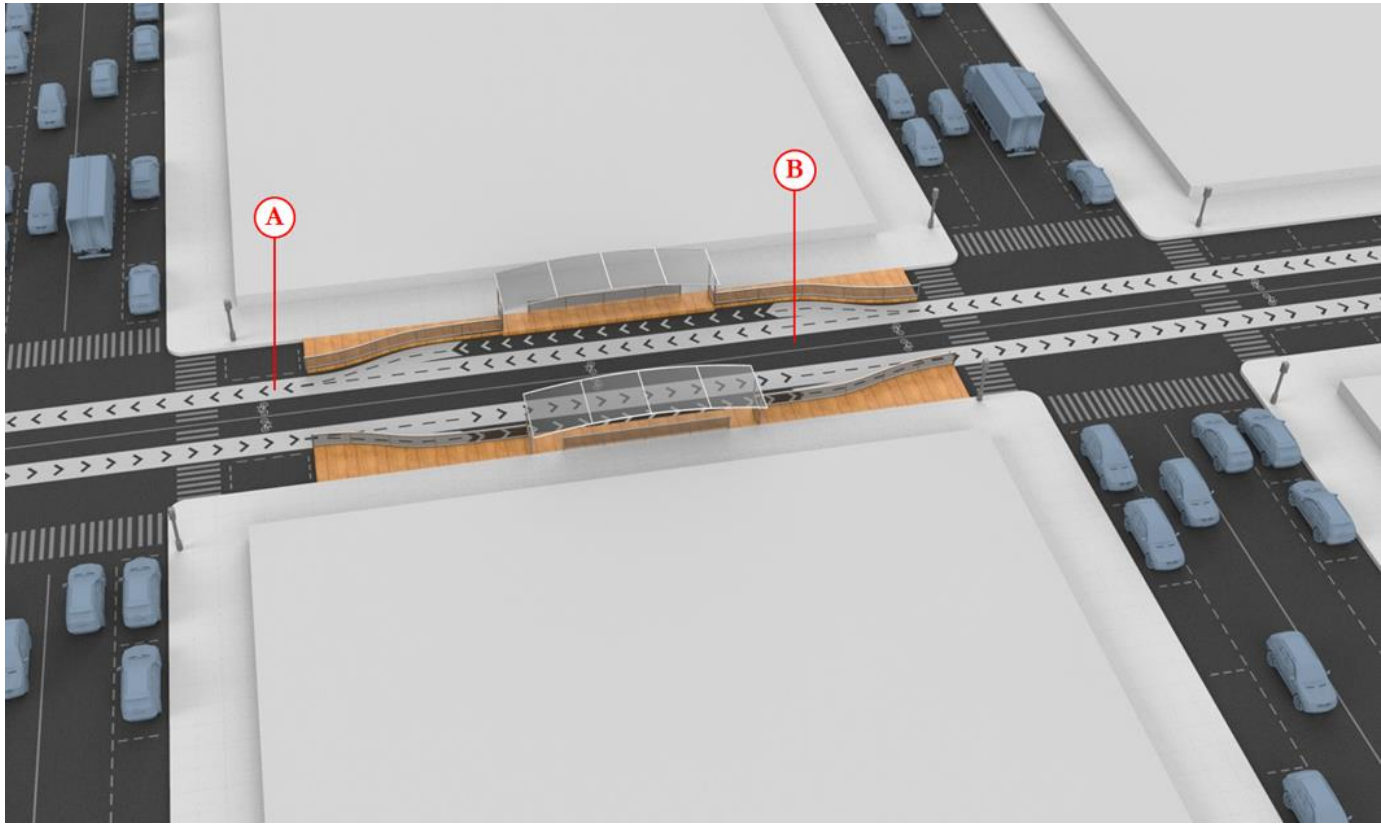
A noter : de nombreuses places de parking (C) restent disponibles pour les livraisons.



ETAPE 3 : MARQUAGE AU SOL

Locomotives et pods se déplacent en suivant des marquages au sol, qui délimitent des couloirs (A) réservés.

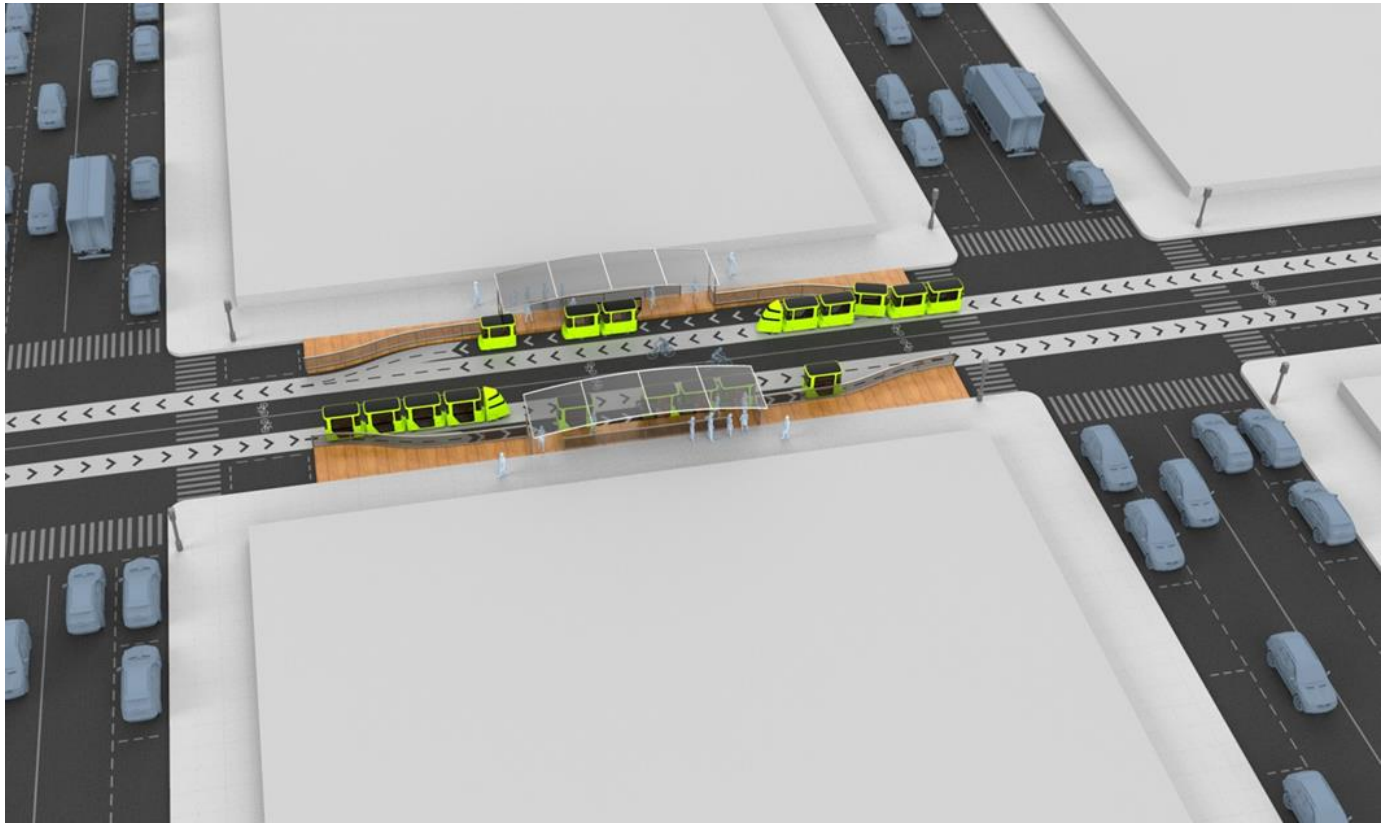
A noter : grâce à l'étroitesse des pods, il est possible de créer au centre des pistes cyclables permanentes (B).



ETAPE 4 : MISE EN CIRCULATION

Tout est prêt. Tram-e peut être lancé. Les travaux n'auront pris que quelques jours. Si besoin, le process peut être inversé, et Tram-e retiré en quelques heures.

A noter : dans cet exemple, véhicules de police/pompiers/livraison peuvent toujours circuler, mais en empiétant sur les voies réservées. Dans le cas de rues plus larges ou à sens unique, une voie leur est réservée.

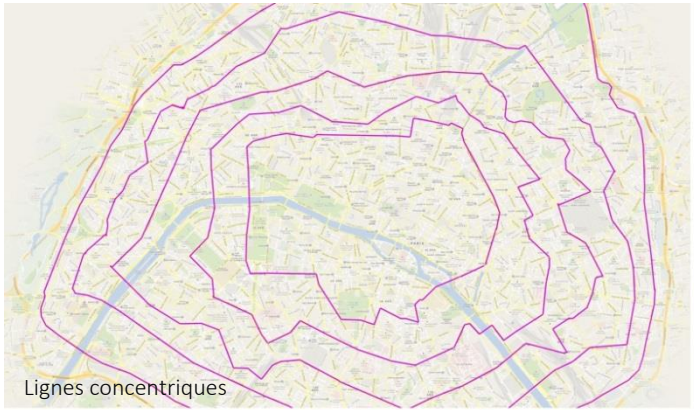


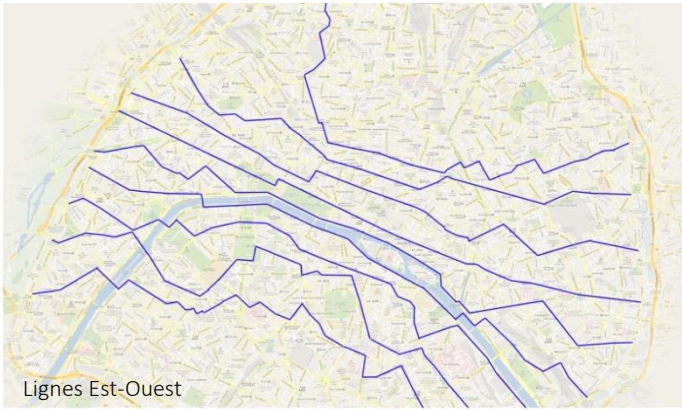
LE RÉSEAU

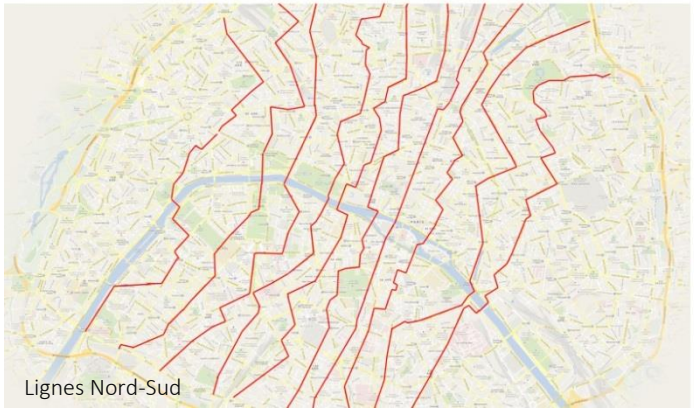
LES LIGNES TRAM-E

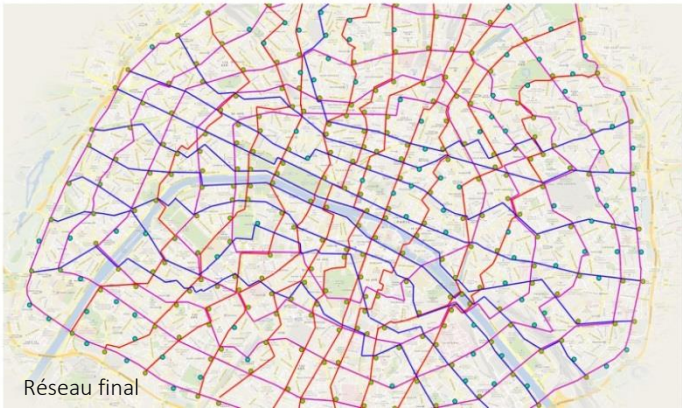
Tram-e peut être installé très progressivement, et à tout type d'échelle.

Une ligne unique allant d'un point A à un point B peut se justifier en elle-même. Mais il est aussi possible d'installer Tram-e à l'échelle d'une ville entière, en créant un réseau constitué de lignes simples, reliées entre elles par des intersections (à l'image du métro parisien).


Lignes concentriques


Lignes Est-Ouest


Lignes Nord-Sud


Réseau final

LES INTERSECTIONS

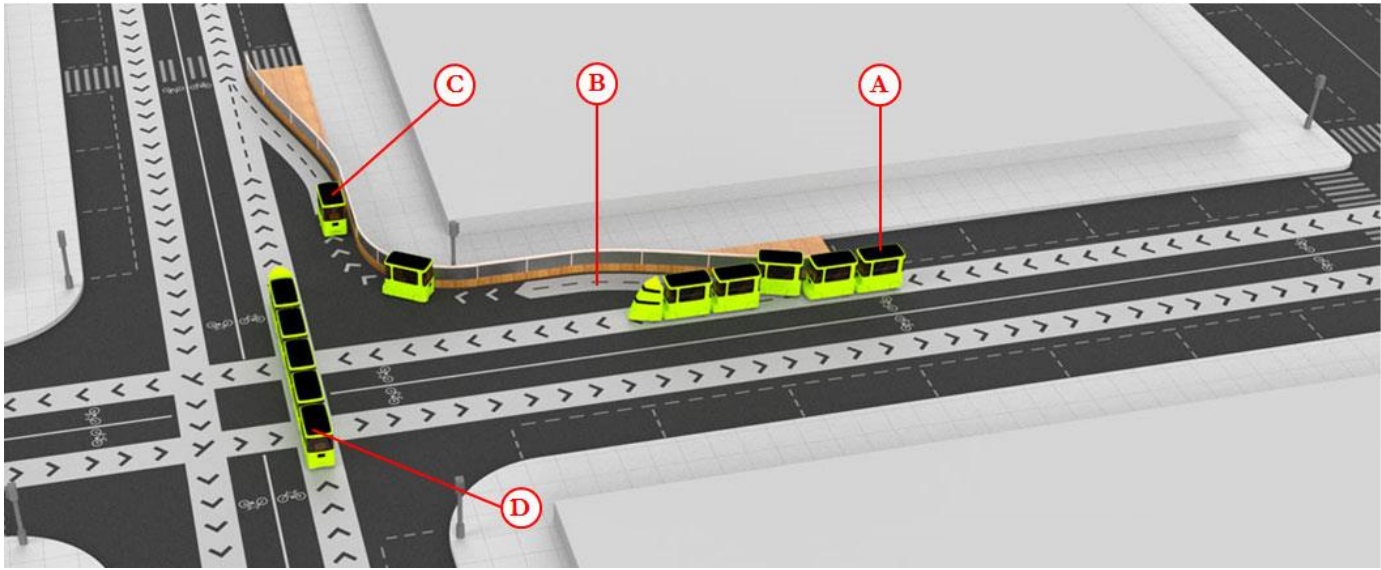
Cas d'un carrefour sans gare

1. Une rame (A) approche un carrefour.

2. La locomotive ainsi que la plupart des pods continuent tout droit et traversent le carrefour.

3. Les pods devant changer de ligne bifurquent sur la voie (B), ralentissent et s'immobilisent au point (C).

4. Une rame perpendiculaire (D) arrive. Dès qu'elle a dépassé le carrefour, les pods en attente au point (C) s'élancent et viennent se positionner en queue de rame.



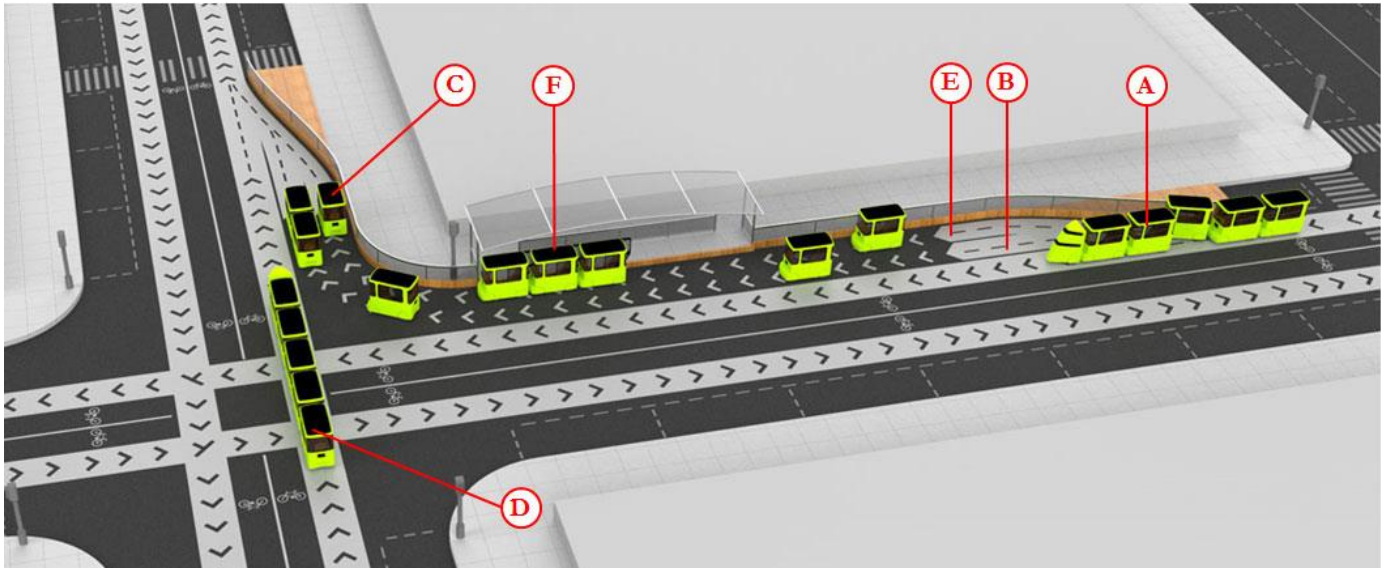
LES INTERSECTIONS

Cas d'un carrefour avec gare

Comme précédemment, sauf :

5. Les pods devant s'arrêter en gare bifurquent sur la voie (E).

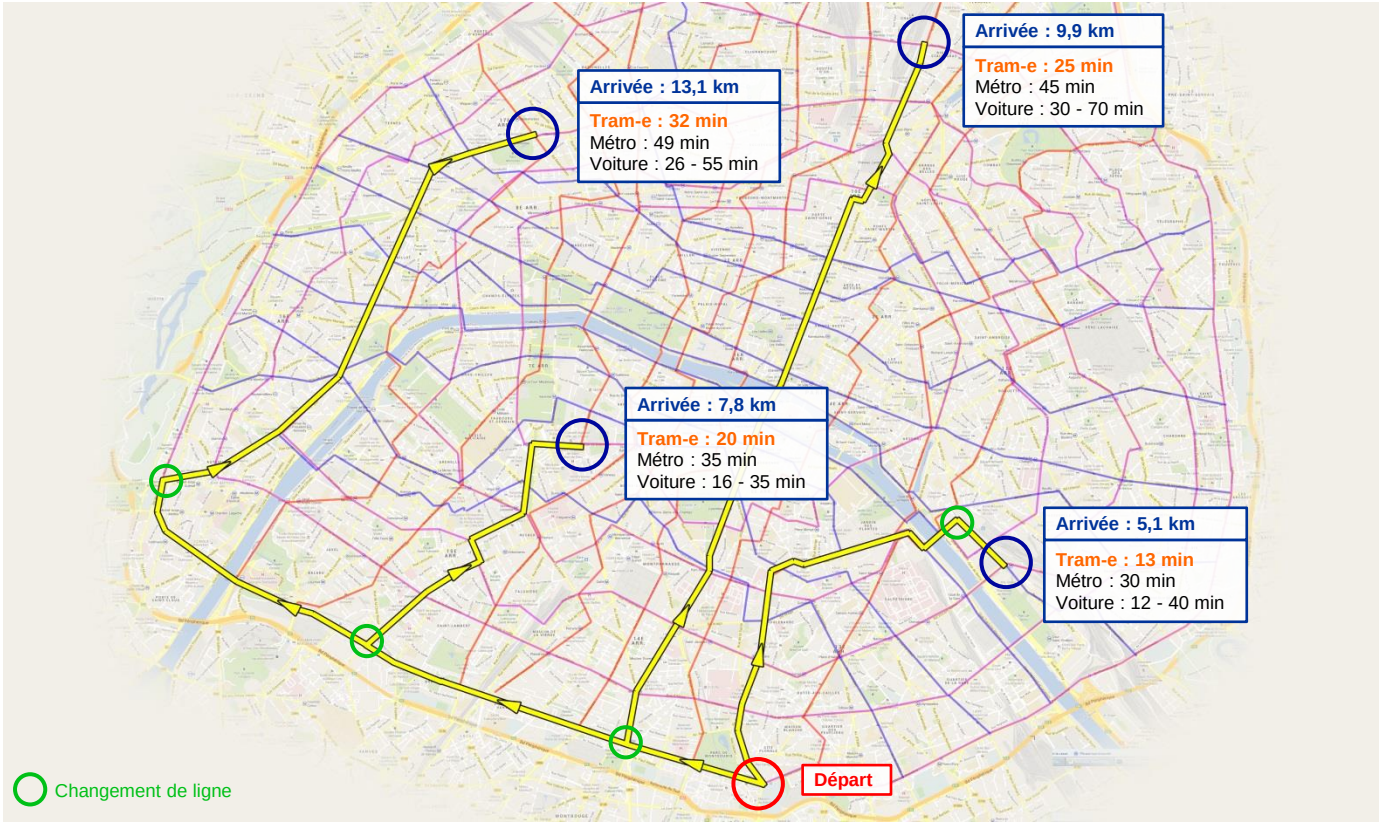
6. Ils s'immobilisent en gare (F), déposent leurs passagers, en reprennent de nouveaux, et vont rejoindre les pods en attente au point (C).



LES TRAJETS

Aller d'un point A à un point B, sans jamais tourner sur la gauche (afin de ne pas risquer de collision) et en changeant de ligne une fois maximum, est possible grâce au réseau en maillage.

La vitesse des rames est limitée à 25 km/h, mais en l'absence de tout arrêt (à l'exception du changement de ligne parfois nécessaire), les temps de trajet restent très courts.



BILAN

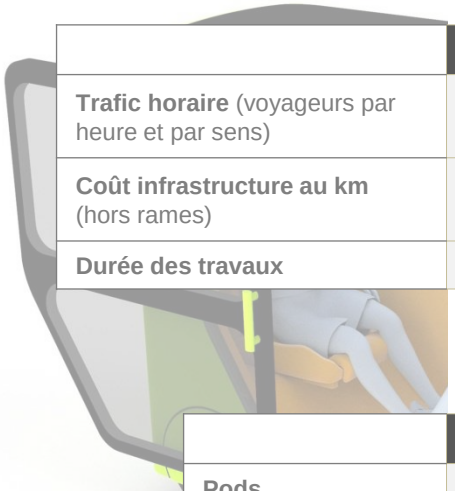
UN MOYEN DE TRANSPORT PARFAIT ?

	Tram-e	Bus	Tramway	Métro	Taxi/VTC	Voiture	Remarques sur Tram-e
Rapidité du transfert							Trajet presque continu, indépendant du trafic
Temps "utile"							Possibilité de travailler assis, avec collègue
Coût du trajet							Pas d'achat, de PV, de frais de stationnement
Confort & sérénité							Silence ; pas de risque de vol, de dégradation
Promiscuité							Absence de voisins gênants, de chauffeur
Claustrophobie							A l'air libre ; lumière naturelle
Sécurité							Risque d'accident nul (alcool,…)
Pollution particules		Elec / Fos			Elec / Fos		Pas d'émission de particules fines
Gaz à effet de serre		Elec / Fos			Elec / Fos		Electrique
Horaires de service							Service ininterrompu (24/7)
Densité (voyageurs/h)							Seul point limitant

Bon Moyen Mauvais **Elec**trique / **Fos**sile

PERFORMANCES

Comparatif / solutions collectives actuelles



	Métro/RER	Tramway	Tram-e	Remarques
Trafic horaire (voyageurs par heure et par sens)	50 000 pass/h	10 000 pass/h	**7 000 pass/h**	Le nombre de lignes peut être facilement multiplié
Coût infrastructure au km (hors rames)	80 à 120 M€	20 M€	**0,5 M€**	
Durée des travaux	6 ans	3 ans	**2 semaines**	

Exemple de coût pour une ligne Tram-e simple de 5 km, aller/retour (en €)

	Prix unitaire	Nombre par ligne	Coût total
Pods	5 000	70	350 000
Locomotive	10 000	14	140 000
Gare	10 000	20	200 000
Marquage au sol	5 000	1	5 000
Terminal/recharge	40 000	1	40 000
			735 000 €

AVANTAGES POUR LES MUNICIPALITÉS

1. Une ville plus belle et sereine, qui gagne en attractivité pour les touristes

2. Une revalorisation de l'immobilier et des commerces (silence, praticité)

3. Plus de place pour les loisirs, les commerces

4. Des bâtiments moins dégradés par la pollution

5. Une meilleure santé et moins de stress pour les habitants

Quant aux avantages pour la planète, ils sont évidents en terme de lutte contre la pollution et le réchauffement climatique.

DÉTAILS TECHNIQUES ET DÉVELOPPEMENTS

LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE

1. Batteries : locomotives et pods possèdent leurs propres batteries de faible capacité (7 kWh pour une autonomie de 60 km), qui peuvent être rechargées en quelques minutes aux terminus et/ou en gare pour les pods.

2. Autonomie : accélération et vitesse sont des facteurs cruciaux. Grace à une vitesse faible (25 km/h) et constante (un léger ralentissement peut être nécessaire afin de laisser passer une rame perpendiculaire à l'abord d'un carrefour), la consommation énergétique reste très faible.

3. Freinage régénératif : il permet de recharger les batteries des pods au freinage (autonomie augmentée) mais aussi d'éviter l'émission de particules fines dangereuses (les freins classiques, bien que présents, ne servent qu'en cas d'urgence). De même, le poids contenu des pods limite l'usure des pneus, elle aussi source de pollution.

4. Tension de 48 volts : grâce au poids réduit des véhicules, le système électrique pourra être limité à du 48V. Ceci induit une sécurité parfaite (pas de risques d'électrocution), et des coûts de fabrication et d'entretien réduits.

DÉVELOPPEMENTS FUTURS

1. Le toit des pods peut être équipé de cellules photovoltaïques afin de gagner en autonomie.

2. Une caméra optionnelle peut être installée à l'intérieur des pods pour assurer la sécurité des passagers et/ou éviter les dégradations.

3. L’ouverture et la fermeture des portes des pods peut être automatisée.

4. Quand la technologie sera au point, les pods pourront devenir autonomes. Les locomotives ne seront alors plus nécessaires, et les passagers pourront alors monter et descendre des pods en dehors des gares (ces dernières pourront néanmoins être conservées afin de permettre le rechargement par induction).

tram-e

AUTONOMOUS URBAN MOBILITY

CONTACT :

Fabrice Doléac

Tél : 07 81 14 16 80

Email : fdoleac@yahoo.com