

# Le rôle de l'invention dans les transports urbains

Autor(en): **Bouladon, Gabriel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales**

Band (Jahr): **29 (1971)**

Heft 3

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-136773>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le rôle de l'invention dans les transports urbains

Gabriel Bouladon

Directeur du Département d'Engineering, Institut Battelle, Genève

## Introduction

Permettez-moi tout d'abord de rappeler quelques évidences qui se sont imposées avec de plus en plus de clarté ces dernières années.

- Le problème est non pas d'inventer mais d'innover.
- Ce n'est pas la recherche qui est le moteur d'une économie mais le développement réussi de l'innovation.
- Face à la multitude des inventeurs et à la prolifération des nouvelles idées, il est nécessaire pour l'industriel, comme pour l'homme politique, de dégager les critères de sélection des idées nouvelles.

Ces réflexions s'appliquent particulièrement au transport, industrie vénérable et peu disposée au changement en raison de la lourdeur des investissements, mais qui, en tant que service, intéresse pratiquement chaque citoyen et stimule donc l'imagination des inventeurs.

Quels critères de sélection pouvons-nous appliquer aux inventions dans le domaine qui nous occupe aujourd'hui: celui du transport urbain ?

Avant d'introduire n'importe quel système nouveau dans la société, il est nécessaire de considérer soigneusement son impact sur les cinq grandes forces qui modèlent notre vie quotidienne.

Ces forces sont:

- Le gouvernement ou, au niveau de la cité, les autorités municipales;
- l'industrie chargée de fabriquer et de vendre avec profit le système;
- les syndicats ou le personnel chargé de les faire marcher;
- les usagers ou utilisateurs-acheteurs qui apporteront leur argent en échange d'un service;
- l'opinion publique enfin de plus en plus sensibilisée par l'impact de la technique sur l'environnement.

Bien entendu, ces forces réagissent entre elles selon des lois relativement complexes. Mais, si une seule de ces cinq composantes est négligée, on peut affirmer que l'innovation aura peu de chances de succès.

Nous allons prendre deux exemples dans le cadre de la cité, empruntés l'un au transport privé, l'autre au transport public, et nous montrerons comment la méconnaissance des

forces en présence a mené à une simplification abusive du problème et finalement a conduit les inventeurs dans une impasse, alors que, une fois pris en compte tous les paramètres du problème, il devient relativement plus facile, en associant l'innovation technique et l'innovation marketing, d'introduire un système nouveau dans la Société.

\* \* \*

Commençons par le transport privé et prenons l'exemple de *l'automobile électrique*. Remarquons tout d'abord que l'automobile, électrique ou non, simplifie le problème en supprimant une des cinq composantes. Par la grâce du self-service, il n'y a plus à craindre de grève du personnel conducteur, puisque l'utilisateur accepte de travailler sans salaire, en feignant de croire que c'est amusant.

Regardons les quatre autres:

- l'opinion publique est incontestablement en faveur d'une automobile qui serait silencieuse et strictement non polluante;
- un premier examen pourrait faire croire que les usagers, à performance et prix équivalents, seraient également en faveur de cette solution;
- il semble que l'industrie puisse aussi bien gagner sa vie en fabriquant des automobiles électriques que classiques;
- enfin, le gouvernement sensible à l'opinion publique verrait dans l'utilisation d'un carburant national (l'électricité) un moyen d'améliorer la balance commerciale et de ne plus dépendre du chantage des pays producteurs de pétrole.

Périodiquement, les plus grandes firmes d'automobile dévoilent à la presse un prototype de voiture électrique urbaine généralement assez laid, quelquefois agréable à l'œil. Puis le silence retombe. Evidemment, chacun sait qu'il subsiste une difficulté technique de taille: le stockage d'énergie. Les batteries actuelles sont encore cinq à dix fois trop lourdes, trop encombrantes et trop coûteuses.

La plupart des firmes font donc des recherches pour développer de nouvelles batteries plus performantes; batteries au sodium ou Ag-Zinc par exemple. De telles recherches, en supposant qu'elles aboutissent techniquement, n'ont en fait aucune chance d'être utilisables pour l'automobile privée.

Prenons par exemple l'utilisateur. On lui raconte qu'il aura une prise électrique dans son garage et que sa batterie sera rechargée à peu de frais pendant la nuit.

En fait, deux à trois heures seront effectivement nécessaires pour la recharge. Ce qui limite les performances des procédés électrochimiques, ce sont les densités de courant sur les électrodes.

Un véhicule capable de fonctionner dix heures en marche normale, c'est-à-dire environ trois heures à courant de décharge maximal demandera également deux à trois heures pour être rechargé. Ceci conviendrait à la rigueur pour un usage régulier (déplacement domicile-travail) mais le premier soir où notre conducteur sortira pour aller voir des amis ou aller au spectacle et qu'il tombera en panne au centre de la cité, il bénira le fabricant. En outre, les trois quarts des usagers n'ont pas de garage.

Comme l'a dit M. Agnelli : « l'automobile électrique sera une réalité le jour où l'on pourra faire le plein d'électricité dans le même temps que l'on fait le plein d'essence ». Il aurait pu ajouter : « et dans la même station service ».

N'oublions pas en effet qu'il existe déjà une infrastructure automobile et que des sommes importantes ont été investies dans le réseau de stations services mises à la disposition du public. L'industrie pétrolière s'opposera évidemment à une solution automobile qui tendrait à l'ignorer et l'on sait que la puissance des pétroliers est souvent supérieure à celle de gouvernements.

Par ailleurs, les gouvernements eux-mêmes ne peuvent être en faveur de la solution batterie rechargeable à domicile. Ceci pour deux raisons : une raison technique, la consommation d'énergie pétrolière pour l'automobile représentant autant en termes de kilowatts-heures que toute la consommation d'électricité, industries comprises. Il faudrait donc doubler les investissements électriques pour la production d'électricité. Ceci s'ajouterait à l'augmentation naturelle déjà considérable, et il faudrait également doubler les réseaux de distribution aux particuliers, ce qui serait très onéreux. Remarquons, au passage, que les centrales électriques sont elles-mêmes productrices de pollution à la fois atmosphérique et thermique et ne représentent pas sur ce point un progrès notable.

Il existe une autre raison, apparemment plus futile, mais qui revêt pour le ministère des finances une importance primordiale : ce sont les taxes. Il n'est pas imaginable de détaxer l'automobile, fût-elle électrique, car il faut bien payer les investissements routiers. Dès lors, comment faire payer l'automobiliste proportionnellement aux kilomètres parcourus sinon en taxant le carburant « électricité » ? Mais ce même carburant est employé pour la cuisine, l'éclairage et le chauffage, qui n'ont aucune raison d'acquitter une taxe supplémentaire. Tout artifice, tel que prise électrique spéciale, serait en fait très vite contourné.

Dès lors, quelles sont les chances d'une solution qui réunit contre elle une très puissante industrie, les utilisateurs et le gouvernement ? A peu près nulles. Où est la voie d'avenir ?

Il existe bien une solution théorique au problème : la pile à combustible ou « fuel cell ». Elle brûlerait les produits taxables de l'industrie pétrolière et la combustion catalytique serait presque propre. De nombreuses recherches sont en cours depuis vingt ans et il n'est pas exclu qu'elles aboutissent un jour. Il est assez remarquable cependant que l'on qualifie aujourd'hui ces recherches de « fondamentales » alors qu'elles passaient il y a dix ans pour de la recherche « appliquée », voire du développement. Mettons pour l'instant cette voie de côté.

Une première amorce de solution consisterait à faire l'échange standard, à la station service, de batteries montées sur racks. On réunirait ainsi la rapidité relative de la recharge, une concentration des points de distribution permettant une meilleure rentabilité des investissements et un contrôle fiscal éventuel. Cette solution, théoriquement possible, n'est en fait pas très élégante. La manutention est importante, des contestations peuvent s'élever sur l'état des batteries et le contrôle est difficile.

Nous avons cherché, il y a déjà six ans, dans une autre voie : celles des batteries vidangeables ou à « slurry ». Dans un tel système, une pompe à deux tuyaux permet dans le même temps de vidanger la charge désactivée et de la remplacer par une charge active.

N'étant pas électrochimiste, je n'entrerai pas (et c'est fort heureux!) dans le détail technique d'une telle batterie dont le développement, évidemment secret, est en cours. Aussi bien, ce n'est pas l'objet de cet exposé. Ce qui nous intéresse aujourd'hui, c'est comment guider l'innovation technique pour qu'elle puisse s'insérer tout naturellement dans les circuits de distribution et les mécanismes fiscaux existants. Une telle solution répond à ces critères. Elle offre en effet l'avantage:

- pour l'usager de savoir toujours exactement où il en est grâce à un indicateur de niveau classique situé dans le réservoir, et de pouvoir faire le plein dans une station-service en une minute;
- pour les pétroliers, de distribuer à *la même* clientèle et avec le *même* réseau de stations service, une énergie propre au lieu d'une énergie polluante. Par ailleurs, à la station service, une « fuel cell » fixe, de grande puissance et à haute température, que l'on sait faire, transformerait directement et avec un excellent rendement l'énergie des *mêmes* produits pétroliers, livrés par les *mêmes* camions citernes en courant électrique continu utilisé pour la recharge du slurry.
- pour l'environnement de réduire fortement la pollution thermique et atmosphérique étant donné le rendement élevé de l'opération précédente.
- pour le gouvernement enfin de constater la présence rassurante d'un compteur volumétrique classique sur la pompe distributrice, assimilée à la pompe à finance.

Gageons que, avec autant de parrains heureux, ce nouveau-né ne tardera pas à faire parler de lui.

\* \* \*

Un exemple analogue peut être trouvé dans les transports publics. Certains experts ont condamné ceux-ci sous prétexte qu'ils incorporent dans leur coût une trop grande part de main-d'œuvre (jusqu'à 60 % pour les autobus et tramways) et que cette part ne pourra aller qu'en croissant avec l'élévation escomptée du niveau de vie. Ceci rendrait de moins en moins compétitifs les transports publics par rapport aux transports privés.

La réponse est évidente: un transport public d'avenir ne peut être qu'automatique, c'est-à-dire pratiquement en site propre. L'automatisation intégrale éliminera également en grande partie l'impact des conflits sociaux désastreux pour les usagers. Restent les syndicats, qui souvent s'opposent à un progrès technologique lorsqu'il supprime de la main-d'œuvre.

Fort heureusement, nous n'avons pas en Suisse ces problèmes. On a plutôt du mal, actuellement, à trouver des conducteurs. Mais aux Etats-Unis, où la situation est différente, une solution économiquement aberrante, sorte de taxis collectifs mis à la sauce cybernétique dénommée « dial-a-bus », a pu être proposée comme un moyen de transport public d'avenir parce qu'elle reçoit évidemment l'appui des syndicats et des constructeurs d'automobiles.

Revenons au vrai problème: celui de l'encombrement des grandes cités. Constatons simplement qu'il est matériellement impossible de faire pénétrer, tous ensemble, les automobilistes qui occupent 20 m<sup>2</sup> au minimum, au cœur d'une cité faite pour des piétons qui n'en demandent que trente fois moins pour circuler et flâner. Il faudra bien créer au cœur

des cités des parcs naturels pour piétons, réservés à la vie sociale, à moins que l'on ne préfère transformer nos villes en déserts de béton réservés à la mécanique. La plupart des cités européennes et asiatiques s'orientent heureusement vers la première solution sous la pression de *l'opinion publique*.

Pourquoi nos transports publics sont-ils si inefficaces et si mal utilisés? Justement peut-être parce qu'ils ne transportent pas ou mal. Dans tous les systèmes de transports existants, dérivés du char à bœufs, même si l'on y ajoute des coussins d'air et des moteurs linéaires, on a confondu deux fonctions: la fonction « Transport », essentiellement et idéalement continue et à vitesse constante, et la fonction « Embarquement/Débarquement », qui nécessite l'arrêt, d'où le terme de *Station*. Ce que coûte réellement la « station » au transport public est malheureusement fort mal perçu. Je ne parle pas seulement des 15 à 20 % du coût total que représente, par exemple dans un réseau de métro, le coût réel des stations, mais bien du fait que, pendant les arrêts, un train et sa zone de sécurité bloquent la ligne de transport, si bien que les 6/7 ou 85 % de la ligne de métro la plus automatisée sont, en réalité, inoccupés.

Dès lors, on voit que lorsque l'on a dépensé 100 millions de francs suisses pour un kilomètre de métro (coût du RER parisien), 90 ont été dépensés pour satisfaire à la fonction « Embarquement/Débarquement » et 10 seulement pour la fonction « Transport ». Ce n'est plus un transport public, mais un... stationnement public!

N'existe-t-il pas une meilleure répartition des investissements? Oui, si l'on songe à séparer les deux fonctions: un système assurera le transport, un autre l'embarquement/débarquement. Grâce au principe du transport continu, le gain énorme de productivité de la fonction « Transport », *qui sera à vitesse égale sept fois plus performante*, (100 % contre 15 %), pourra être affecté selon les préférences et les besoins:

- à la réduction du gabarit, donc des investissements;
- à l'augmentation du confort, c'est-à-dire de la place offerte par voyageur;
- à l'augmentation du débit ou à toute combinaison de ces trois paramètres.

On notera au passage la satisfaction de *l'usager* dont on aura supprimé les temps d'attente aux stations et donc augmenté la vitesse réelle de transport et surtout le sentiment important de liberté. *Mettre la technique au service de l'homme et non l'inverse*: telle doit être notre devise pour les temps présents et à venir.

Grâce au transport continu, nous augmenterons également *sa liberté d'accès*. Les usagers souhaitent, sur une ligne de transport, des entrées et des sorties aussi nombreuses que possible, à la limite tous les 100 m.; mais justement, avec la conception classique, cela est impossible. Un système de transport qui passerait tout son temps arrêté, ne transporterait plus rien. Nous retrouvons ici l'opposition fondamentale entre « Station » et « Transport ». C'est la raison pour laquelle on écarte le plus possible les stations: 500 à 600 m. au minimum, parfois un kilomètre. Ce faisant, les vitesses commerciales, que l'on annonce avec beaucoup de satisfaction, n'intéressent en fait personne: il s'agit de la vitesse des trains, du matériel et non des usagers qui ont encore aux deux extrémités de longs parcours à effectuer... On retrouve ce mépris de l'homme de la part des technocrates. Ce sont les mêmes qui conseillent aux citadins d'insonoriser leur bâtiment pour permettre aux avions de faire

du bruit! On parle fort justement en français des compagnies exploitantes, mais trop rarement des exploités.

La mutation technique que nous proposons permet de résoudre ce problème d'accès. Grâce à la séparation des fonctions, rien n'empêche de multiplier les systèmes automatiques d'embarquement/débarquement à raison, si besoin, d'un tous les 100 m.; *cela n'affectera en rien la vitesse de transport* puisqu'elle est continue.

Fort bien, me direz-vous, mais cela va coûter très cher, qui paiera? Il serait facile de répondre que la forte économie faite sur la ligne de transport (utilisée à 100 % et donc capable, nous l'avons vu, pour le même investissement, de transporter sept fois plus) suffira à payer les systèmes automatiques d'accès, mais on peut aller plus loin et résoudre, du même coup, le conflit qui oppose les tenants de l'économie planifiée et centralisée (de type français ou soviétique) à ceux de la libre entreprise qui voient dans le profit individuel le seul moteur du progrès.

En matière d'urbanisme, la sous-optimisation au niveau de la propriété individuelle a amené les désordres et les laideurs que l'on sait et il n'est pas niable que seule l'autorité municipale peut prendre en compte l'intérêt global des citoyens et le respect nécessaire de la qualité de la vie urbaine. Malheureusement, il n'est pas niable non plus que, lorsque l'on passe de la planification à la réalisation, l'Etat est beaucoup moins efficace que l'entrepreneur privé.

Le système que nous proposons permet, sur une ligne ou *axe de transport* décidé et financé par les autorités responsables, de greffer les intérêts privés sous forme d'accès individuels qui seront payés par les grands magasins, les grandes entreprises, les autres systèmes de transport, les parkings qui en bénéficieront. Ces accès pourront être ajoutés au fur et à mesure des besoins, la ligne elle-même étant extensible. Il n'est pas un directeur de grand magasin qui pourra voir défiler devant sa porte des centaines de clients potentiels par minute sans vouloir leur donner la possibilité de ralentir et de s'arrêter chez lui pour acheter. Au besoin, les commerçants se grouperont.

Ainsi, la plus grande partie des investissements sera-t-elle finalement apportée par les entreprises privées, cependant que l'on multipliera pour l'usager les possibilités d'entrées et de sorties.

Sur le système idéal de transport, le piéton devrait se sentir aussi libre et aussi à l'aise que lorsqu'il marche sur une place publique ou dans une rue réservée aux piétons, libre de s'arrêter, de repartir, de rebrousser chemin, de changer de voisins ou de voisines.

Les piétons ne sont pas des astronautes que l'on peut enfermer dans une capsule programmée, et ceux qui croient possible d'appliquer les techniques d'analyse de systèmes développées pour le programme « Apollo », et avec les mêmes équipes, aux problèmes autrement complexes de la circulation urbaine se préparent de graves déconvenues.

En résumé, cette nouvelle formule de transport, discrète, silencieuse, non polluante, associe l'intérêt du grand public et celui des usagers, assure la coopération du gouvernement et des intérêts privés et évite grâce à l'automatisme intégral les problèmes de personnel. Il ne reste plus qu'à résoudre le problème technique...

Je ne voudrais pas donner ici l'impression, surtout à un public si averti, que c'est la partie la plus facile et escamoter la difficulté technique comme je l'ai fait, à regret, pour l'exemple précédent.

En fait, ce que nous avons cherché, il y a déjà dix ans, c'est un principe *d'accélérateur continu*, qui puisse prendre les usagers à la vitesse normale et lente d'un escalator (soit 75 cm. par seconde ou 2,7 km/h.) et les accélérer progressivement, confortablement et sans danger, jusqu'à des vitesses cinq à dix fois plus grandes.

Beaucoup d'inventeurs se sont penchés sur ce problème, et je pourrais vous citer plus de vingt brevets, certains vieux de quarante ans, allant du principe du losange déformable, appliqué dans les dessous de plats chers à nos grand-mères, jusqu'aux courroies parallèles ou intercalées à vitesses différentes, obligeant le candidat ou la candidate au suicide à sauter de l'une à l'autre au bon moment et si possible sans talons hauts, en passant par les systèmes vibratoires qui vous désintègrent sous prétexte de vous masser tout en vous accélérant!

Tout le secret de notre système continu réside dans l'accélérateur dénommé « Intégrateur » et qui, associé en première étape à une courroie transporteuse rapide, sera commercialisé par la Société « Dunlop » sous le nom de « Speedway » dès 1973.

Le schéma ci-joint (fig. 1) donne une idée du principe d'accélération adopté. Pour l'utilisateur, l'« Intégrateur » se présente à l'entrée comme un bande transporteuse normale ou un escalator. Les plates-formes (ou marches) défilent lentement sous un peigne standard. L'utilisateur ayant embarqué peut soit s'arrêter, soit marcher le long d'un chemin légèrement oblique guidé par deux mains-courantes.

Si le voyageur reste sans marcher sur sa plate-forme, il remarquera que celle-ci, tout en continuant à avancer à vitesse lente dans la direction d'embarquement, commence à glisser avec une vitesse progressivement accélérée dans la direction perpendiculaire, ce qui se traduit par une translation à vitesse lente par rapport à la marche suivante et le long de son grand côté.

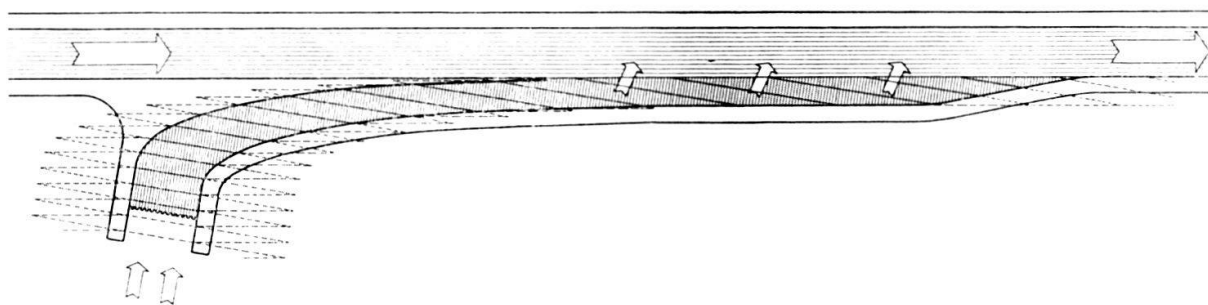
Ainsi, chaque plate-forme suit, dans le plan, une trajectoire parabolique résultant de la superposition:

- 1) d'un mouvement lent et constant dans la direction d'embarquement;
- 2) d'un mouvement à accélération constante dans une direction perpendiculaire à la précédente.

Ce mouvement composé est naturel: c'est celui de la pierre lancée du haut d'une montagne, ou de la fumée emportée par le vent.

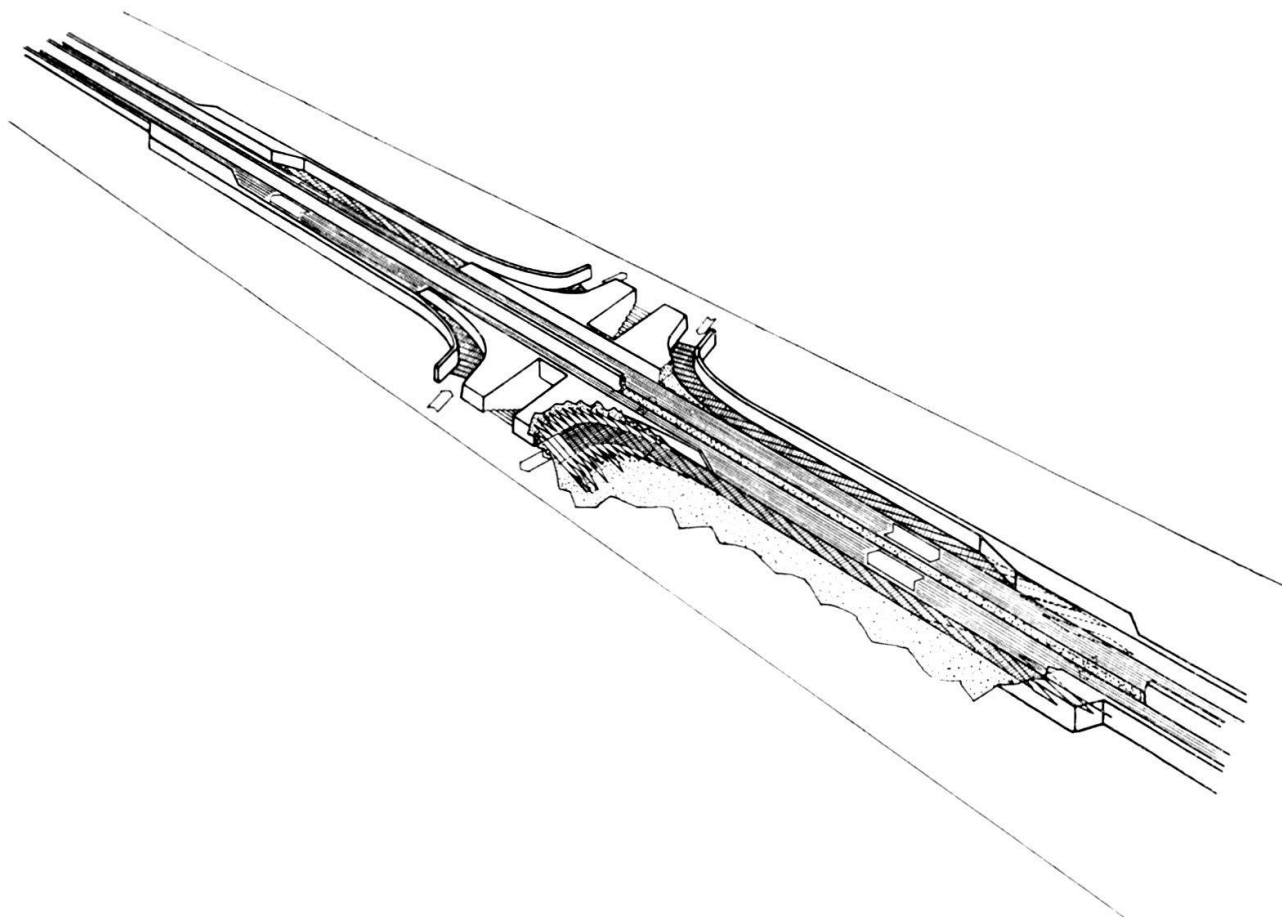
Lorsque les plates-formes sont décalées d'une valeur prédéterminée (ici six fois leur largeur) le second mouvement est arrêté. La direction résultant du déplacement fait alors un angle  $\alpha$  avec la direction d'embarquement tel que  $\cos \alpha = \frac{1}{R}$  où  $R$  est le rapport d'accélération désiré (ici  $R = 6$  et  $\alpha = 80^\circ$ ). La vitesse du passager dans cette nouvelle direction est alors six fois plus grande que la vitesse d'embarquement.





*Fig. 1. Vue générale de l'« Intégrateur »*

L'« Intégrateur » permet l'embarquement de deux passagers de front (flèches du bas) par seconde, à vitesse lente (env. 2,7 km/h.). Il les accélère ensuite jusqu'à 16 km/h., vitesse de la bande transporteuse parallèle. Les passagers n'ont plus, alors, qu'à faire un seul pas pour passer de l'un à l'autre. Le système est sans danger et peut être emprunté par des voitures d'enfants ou par des chaises d'invalides.



*Fig. 2. Vue générale perspective d'une station intermédiaire*

La « Station » consiste en deux points d'embarquement et deux points de débarquement, qui sont les entrées et sorties pour deux courroies transporteuses fonctionnant parallèlement et dans des directions opposées. Chaque courroie transporteuse peut transporter 40.000 passagers/heure environ à la vitesse de 16 km/h. L'accélération et la décélération ont lieu par l'intermédiaire d'intégrateurs indépendants, chacun d'eux formant une chaîne continue.

On a ainsi réussi, à l'aide d'un changement de direction et grâce à la forme spéciale des marches, à obtenir, le long d'un cheminement continu (c'est-à-dire sans trous, ni surfaces qui se recouvrent) une accélération constante du passager qui amène celui-ci sans danger ni secousses à la vitesse désirée.

La barrière de l'« Intégrateur » du côté de la courroie transporteuse, est supprimée dès que l'accélération est terminée. Il ne reste plus alors au passager qu'à faire un pas pour se transférer sur cette courroie, qui défile parallèle à l'« Intégrateur » au même niveau et à la même vitesse (16 km./h.).

La barrière de l'« Intégrateur » du côté opposé à la courroie transporteuse et la main courante aident le passager, grâce à leur inclinaison progressive, à passer sur la courroie.

La décélération et le débarquement utilisent le même principe inversé; le passager quitte l'« Intégrateur » à la même vitesse lente à laquelle il a embarqué.

Ainsi, et pour la première fois, a été réalisé à l'aide d'un mécanisme relativement simple un *chemin continu à vitesse variable*.

La figure 2 montre l'organisation générale d'une station avec deux bandes transporteuses et quatre « quais mobiles » pour la sortie et l'entrée dans chaque direction.

La capacité d'un « Intégrateur » est de l'ordre de 10.000 passagers par heure tandis que celle de la courroie est bien supérieure: environ 40.000 personnes par heure pour une largeur hors tout de 1,5 m., soit six fois la capacité d'une courroie transporteuse normale à faible vitesse.

Le coût du système « Speedway » complet a été évalué entre 10 et 15 millions de francs suisses par kilomètre (suivant la capacité, le nombre des stations et la vitesse). Ce coût est environ le tiers de celui d'un métro de même capacité dont l'emprise au sol serait, par ailleurs, bien supérieure.

L'objet du « Speedway » est d'ailleurs non pas de faire concurrence au métro, dont la vitesse commerciale n'est réellement plus grande que pour des distances supérieures à 2,5 km., mais bien plutôt de le compléter par un réseau plus serré.

L'étude de faisabilité ayant été positive, le développement d'un prototype de l'« Intégrateur » a été décidé. Ce prototype situé à Genève comprend une zone d'embarquement et d'accélération, une zone à vitesse constante assez longue pour permettre le transfert sur une bande transporteuse marchant à 10 km./h. et le retour sur l'« Intégrateur », puis une zone de décélération et sortie. L'ensemble représente à peu près 40 m. de longueur.

Le but de ce prototype est multiple: tout d'abord mettre à l'épreuve la conception mécanique du système, ensuite *tester son confort et son acceptabilité*. Il est certain que le glissement latéral relatif d'une plate-forme par rapport à l'autre pourrait surprendre le public. En fait, il s'agit d'un décalage progressif dans le sens horizontal analogue au décalage progressif dans le sens vertical des marches d'un escalator, auquel le public est habitué. Le piéton rectifiera de lui-même la position d'un pied qui se trouverait à cheval sur deux plates-formes. Il convient simplement qu'il ne soit pas surpris; dans ce but, l'accélération latérale a été limitée pour l'instant à 0,35 m./sec.<sup>2</sup> (contre 1 à 1,3 m./sec.<sup>2</sup> pour le métro) avec une introduction très progressive. Seuls les essais permettront de dire si des valeurs supérieures sont acceptables, ce qui se traduirait par une économie de place et de matériel.

Bien entendu, le prototype permettra aussi de tester le confort des systèmes de support, de guidage et d'entraînement des plates-formes. On peut signaler qu'un moteur linéaire à un seul stator a été construit et expérimenté avec succès à Battelle pour cette dernière application.

Enfin, ce prototype permettra d'éprouver la fiabilité d'ensemble de l'« Intégrateur » et d'avoir une bonne approximation du coût direct d'opération.

Rappelons à ce sujet que la courroie transporteuse est considérée comme le système de transport de très loin le plus économique (environ 1 cent U.S.A. par passager × mile contre 3 à 6 cents pour les autres systèmes de transport) et que rien n'empêche une courroie transporteuse de fonctionner à 4 ou 5 m./sec. Bien au contraire, l'augmentation de vitesse se traduit par un coût de transport plus économique, la capacité étant augmentée en proportion. Les premières estimations montrent que le coût des « intégrateurs », à raison d'un tous les 400 m., représentera environ 50 % du coût global du système « Speedway ». Le coût d'exploitation, rapporté au passager/km. sera environ le tiers de celui du métro. Lorsque l'on sait que le déficit d'exploitation du métro représente autant que les recettes, on voit qu'un tel système pourrait être gratuit et coûter finalement moins cher à la collectivité que les solutions classiques.

On remarque que le système « Speedway » répond pratiquement à tous les critères exposés dans l'Introduction: compatible avec l'environnement humain, silencieux, non polluant, toujours disponible pour les usagers, automatique, bon marché aussi bien à installer qu'à exploiter, peu encombrant enfin, il constituera dans le domaine des transports publics urbains une révolution aussi importante que l'automobile électrique dans le domaine du transport privé.

## **Conclusion**

J'espère avoir réussi à démontrer par ces deux exemples vécus de l'innovation appliquée aux transports dans la cité, qu'il ne faut pas sous-estimer la capacité d'invention de la recherche appliquée, à condition toutefois que l'inventeur soit non pas un homme isolé (l'époque de Léonard de Vinci est bien morte) mais un homme de synthèse capable d'intégrer toutes les composantes du problème posé, grâce aux réflexions d'une équipe pluridisciplinaire qu'il anime, à condition également qu'il ait réussi à intéresser une grande industrie à son idée, car seule une grande industrie sera capable de faire l'effort financier considérable du développement technique et du lancement commercial, à condition enfin que son principe recueille l'adhésion profonde du public à qui il est destiné et celle des autorités gouvernementales responsables de la qualité de l'environnement, tout cela bien entendu dans les limites d'un budget raisonnable.