



LES ÉCHELLES TERRITORIALES ET TEMPORELLES DES RÉSEAUX DE TRANSPORT

Antoine Beyer

► **To cite this version:**

Antoine Beyer. LES ÉCHELLES TERRITORIALES ET TEMPORELLES DES RÉSEAUX DE TRANSPORT. Echelles et temporalités, Atlante, p. 173 et suiv., 2005, Clefs Concours. <halshs-00632754>

HAL Id: halshs-00632754

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00632754>

Submitted on 26 Oct 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES ÉCHELLES TERRITORIALES ET TEMPORELLES DES RÉSEAUX DE TRANSPORT

Antoine BEYER

in VOLVEY A., *Echelles et temporalités*, Atlande, 2005, Paris, 173 et suiv.

L'approche des réseaux de transport par l'échelle géographique

L'analyse de l'échelle dépasse le simple rapport abstrait entre des objets relevant de réalités distinctes (l'une établie sur et par la carte, l'autre renvoyant au territoire désigné par elle). Elle exprime le souci de prendre en considération l'inscription effective des objets et des phénomènes dans différents ordres de grandeur spatiaux. La relation d'échelle ainsi construite permet de rendre compte du caractère structurant de la confrontation des diverses logiques spatiales auxquelles les phénomènes analysés sont soumis. Ceux-ci peuvent différer de forme et d'intensité aux niveaux de référence considérés. L'échelle est alors géographique dans la mesure où, précisément, elle permet de questionner l'insertion contextualisée de tout objet selon ces ordres de grandeur géographique.

Dans leur fonctionnement, les réseaux de transport s'inscrivent dans une double appartenance qui les fait participer à la fois aux logiques de relation (réseau) et aux contraintes propres de l'étendue (territoire). Ils sont de fait traversés par les tensions qu'entretiennent ces deux grandes catégories d'espaces dont les dynamiques et les contraintes propres engendrent des formes qui peuvent être très utilement interprétés par l'échelle géographique. La démarche proposée revient alors à définir le type de relation et d'arbitrage que les deux espaces entretiennent l'un avec l'autre sous l'angle de mise en tension de leur ordre de grandeur (v. Réseaux de transport I, II, III). Dans cette perspective, trois grandes catégories de rapport peuvent être dégagées, selon que les espaces sont de même dimension ou tendent à s'ajuster (adaptation), ou selon que les espaces sont de dimension différentes. Ils peuvent alors interférer (contradiction) ou relever d'une logique de combinaison scalaire (articulation).

Par ailleurs, un réseau de transport est appelé à gérer le temps autant que l'espace. Cela se vérifie aujourd'hui aussi bien dans le transport de marchandises, où la notion de fiabilité et de délai est primordiale que pour le pilotage des infrastructures autoroutières ou ferroviaires saturées pour lesquelles la modulation de l'accès dans le temps est devenue un élément central de gestion. Au sein des réseaux, les échelles d'analyse se déclinent de ce fait aussi au travers des échelles temporelles, puisque les temps des systèmes spatiaux, tout en coexistant, ne s'inscrivent pas dans le même horizon de durée. Ainsi pour les réseaux de transport, on distinguera communément le temps de l'ordre de l'heure que l'on peut qualifier de temps court (ou temps interne s'il l'on considère qu'il dépend du seul fonctionnement réticulaire). C'est par excellence le temps de la circulation des flux et de leur gestion. Par opposition on qualifiera de temps long (ou temps externe, car le réseau s'inscrit dans un espace géographique englobant) le temps qui s'applique au développement territorial des (infra)structures et qui peut être mesuré en décennies.

Dans le cadre de cette présentation, nous orienterons notre réflexion sur la relation entre la temporalité des réseaux et l'échelle géographique du système réseau/territoire. La démarche suivie va nous permettre d'envisager différentes constructions de la temporalité réticulaire en fonction même du changement d'échelle géographique. Les modifications induites qui seront abordées sur le mode de l'étude de cas se déclineront ainsi dans la continuité des analyses envisagées précédemment entre réseau et territoire, à travers les notions d'adaptation, de contradiction et d'articulation d'échelle.

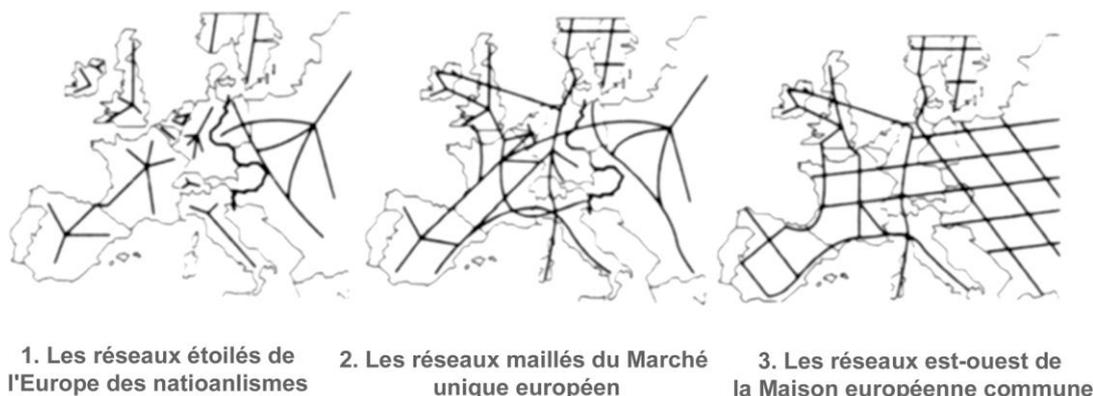
L'adaptation au territoire des échelles spatiales et temporelles d'un réseau de transport

- Adaptation scalaire réseau-territoire

La première situation paraît la plus simple. Elle résulte de la coïncidence des deux échelles : territoire et réseau, du point de vue de leur ordre de grandeur, sont ajustés. Cette situation n'est pas donnée d'emblée mais résulte d'une dynamique où les deux entités, territoriale et réticulaire, tendent à s'aligner l'une sur l'autre. C'est par exemple le cas lorsque qu'un réseau de transport apparaît comme l'instrument d'un projet territorial (v. Réseaux de transport I).

Le cas le plus fréquent consiste à assurer la maîtrise du territoire national par les réseaux routiers ou ferroviaires qui offrent le contrôle militaire et dont le développement s'accompagne d'une politique de peuplement et de mise en valeur économique. Au milieu du XIX^e siècle, le célèbre ingénieur Legrand ne parle-t-il pas des infrastructures ferroviaires comme des « rênes du gouvernement » ? L'étoile ferroviaire qu'il dessine autour de Paris reprend un projet politique déjà en place avec les grandes routes d'Ancien Régime convergeant vers la capitale. Ce système de transport illustre d'ailleurs bien l'héritage d'une forme de gouvernement centralisé, dont on peut retrouver les traces dans d'autres États-nations d'Europe occidentale comme l'Espagne ou le Royaume-Uni). Longtemps chaque pays s'est individualisé au sein de ses frontières, irriguant préférentiellement ses territoires et contrôlant jalousement, en les limitant, les connexions avec les pays voisins. La mise en place des réseaux ferroviaires a historiquement correspondu à l'unité politique autant par la constitution de marchés nationaux que par le renforcement de la défense nationale qu'il sustentait. Il reflète bien l'organisation centrée sur l'État, pour lequel le réseau solidarise le territoire politique tout en confortant l'échelle de son fonctionnement. Dans le chapitre 5 de son ouvrage « L'homme à toutes les vitesses », Jean Ollivro propose une interprétation fine de ce phénomène d'un point de vue historique. On pourra se reporter en particulier aux cartes de la figure 40.b p. 125 [Ollivro 2000].

Illustration 1 : Echelles de constructions territoriales et structuration continentale des réseaux de transport. Source : J. Ollivro [2000]



On peut également évoquer de manière plus contemporaine l'exemple des fronts pionniers brésiliens ouverts par les routes transamazoniennes. Celles-ci furent lancées sous la dictature militaire avec le slogan « *integrar para nao entregar* » (intégrer pour ne pas céder). Le pouvoir en place craignait alors une internationalisation de la région qui eut signifié une restriction de la souveraineté étatique, voire une indépendance complète des vastes et très

riches espaces amazoniens. La construction des nouvelles pénétrantes assurait l'accès à de nouvelles ressources naturelles. L'Etat favorisait les migrations canalisées par les infrastructures. Elles permettaient ainsi tout à la fois d'assurer une main d'œuvre bon marché dans des espaces en rapide développement et de faire l'économie d'une réforme agraire dans les régions les plus pauvres du Nordeste qu'elles soulageaient de leur surplus démographique [Droulers 1995].

Dans une autre perspective, la construction de la CEE, puis de l'Union Européenne, a conduit les acteurs de l'aménagement à définir un maillage plus large afin d'assurer la cohésion territoriale de l'Europe et de favoriser les échanges économiques à l'intérieur de cet espace de libre circulation. Il s'est agi de mettre en œuvre une politique d'interconnexion reposant sur la construction d'axes prioritaires et de chaînons manquants. L'extension et l'interconnexion des réseaux nationaux existants à travers les frontières étatiques doivent favoriser l'intégration d'un espace politique en voie de définition. La construction européenne qui implique un changement d'échelle territoriale conduit à modifier la perception, l'évaluation et la conduite des projets d'infrastructure. La définition d'une liste de 30 projets prioritaires définissant le réseau de transport transeuropéen (RTE-T) s'inscrit bien dans le souci de faire coïncider l'échelle des territoires du projet politique avec la portée des réseaux (v. Réseaux de transport III). La grande vitesse ferroviaire est tout à fait révélatrice de cette dynamique. Initialement conçue à une échelle nationale, elle tend à se redéfinir dans une perspective européenne, autant par la multiplication des infrastructures internationales que par l'adoption de normes techniques communes pour le matériel et la signalisation. Dans un contexte libéral, l'uniformisation des modes de gestion qui s'imposent aux opérateurs historiques (séparation comptable des opérateurs de traction et des gestionnaires d'infrastructures) participent de ce même souci d'interpénétration et d'homogénéisation avec l'espoir de voir émerger des acteurs de taille européenne. On voit par là comment le réseau de transport sous toutes ses formes tend, non sans résistance, à assurer la convergence et l'adaptation d'un mode conçu à l'échelle nationale à une nouvelle échelle territoriale.

On doit donc considérer cette relation d'adaptation sous un angle dynamique, c'est-à-dire, dans notre cas, considérer le fait qu'un réseau de transport s'adapte dans le temps à une réalité territoriale donnée. Une telle configuration résulte alors de l'ajustement de l'échelle du réseau à celui du territoire ou à l'inverse de la réalité du territoire à celui du réseau. On peut rapprocher cette logique d'ajustement autant des échelles que des métriques de la notion de *network* qui désigne pour Jacques Lévy tout réseau dont l'extension est limitée par une frontière [Lévy 2003], en référence « aux grandes chaînes de télévision états-unienne à diffusion nationale ».

Le TER-GV¹ des régions françaises, ou le tram-train, développé à Karlsruhe (RFA) à partir de 1979, sont des exemples contemporains de ce rapport dynamique de mise en forme réciproque des dimensions du territoire et du réseau. Ce dernier est devenu un modèle d'adaptation de l'échelle de structuration du réseau aux nouvelles formes de la territorialité urbaine. En assurant la continuité entre le mode ferré urbain (le tramway) et la desserte ferroviaire suburbaine et interurbaine (le train classique), l'idée du tram-train présente donc une solution originale pour adopter le transport public à la nouvelle échelle de la ville. Il a pourtant encore du mal à trouver ses marques en France. Car cette hybridation innovante qui tend à accompagner l'évolution des espaces fonctionnels se heurte toujours à de fortes discontinuités

¹ Le TER-GV mise en service dans la région Nord Pas-de-Calais est un service ferroviaire accéléré qui fait circuler des trains régionaux (Transport Express Régional) sur les infrastructures des lignes à Grande Vitesse (GV) qui traversent la région.

qu'imposent les échelles de territoires institutionnels qui en portent le financement. (v. Le tram train, facteur de décloisonnement des échelles ferroviaires et urbaines).

- Adaptation temporelle réseau-territoire

Dans une perspective de convergence entre échelles des réseaux et des territoires, une des illustrations les plus frappantes de modification scalaire de la temporalité sous l'influence du dimensionnement des réseaux est la transformation de la mesure du temps qui a accompagné de développement et la mécanisation des transports au cours des xix^e et xx^e siècles. Le bouleversement des vitesses a en effet nécessité que soit repensée et coordonnée une mesure du temps qui jusque là était tributaire du lieu. La mise en réseau des territoires a conduit à mettre en réseau les horloges.

Aussi longtemps que les transports s'effectuent en calèche, les quelques minutes de différence entre les heures locales vraies (heures solaires) qui ont cours dans chaque ville du parcours sont négligeables en regard de l'importance des délais de transport et des aléas de la route qui ne permettent pas au demeurant de définir précisément l'heure d'arrivée. Les données seront fondamentalement modifiées avec le développement des trafics ferroviaires au milieu du xix^e siècle, puis des télégraphes. Avec les nouvelles techniques se pose alors un problème inédit de gestion, celui de la coordination des horaires d'arrivée et de départ des trains, là où chaque État, voire chaque ville disposait d'une heure de référence spécifique. Le problème de synchronisation a trouvé tardivement une réponse avec l'homogénéisation de la mesure du temps par l'établissement d'une heure de référence d'abord dans les limites spatiales de chaque réseau ferroviaire –référence fondée sur le temps local du siège–, puis pour les pays dans leurs limites territoriales, et finalement en Europe, pour des espaces plus vastes encore. Comme l'écrit G. Dohrn-van Rossum [1997] « C'était désormais le chemin de fer qui transmettait l'heure de la capitale dans les régions ». L'émiettement territorial de l'Allemagne posait des difficultés particulières de conversion horaires et multipliaient les situations cocasses entre réseaux ferroviaires pourtant étroitement imbriqués. Relier deux villes allemandes à l'époque pouvait ainsi conduire à régler chaque fois sa montre de quelques minutes. Ces questions trouvèrent un épilogue en 1891 avec la « réforme du temps » qui imposait l'unification horaire au sein du nouveau Reich. Définie comme le temps solaire moyen du quinzième degré de longitude à l'est du méridien de Greenwich (soit TU + 1), cette référence sera ensuite adoptée par de nombreux pays voisins et connue sous l'appellation d'heure centre-européenne. L'épineux problème de la régulation centralisée des horloges trouvait aussi une solution technique avec les liaisons télégraphiques qui, accompagnant les rails, permettaient de diffuser une heure de référence fiable. Cet épisode d'extension de l'univers ferroviaire établit les causes de l'abandon définitif de l'heure vraie (solaire) pour l'adoption d'une heure conventionnelle. On voit donc ici comment le changement d'échelle imposée par les transports modernes rendait obsolète la définition d'une heure solaire définie à l'échelle de chaque ville qui aura perduré en France jusqu'en 1911 ! Enfin, il faut rappeler plus globalement que la banalisation du transport ferroviaire a profondément modifié le rapport social au temps, inculquant au public l'usage des minutes et de manière générale le culte de l'exactitude. La diffusion du rail a fini par redéfinir les contours spatiaux du temps. Jusque là local, puisque fixée sur l'heure vraie tributaire de la course du soleil, il prend une définition plus conventionnelle en même temps qu'il s'inscrit dans une perspective aréolaire.

Inversement, les cas sont aussi fréquents où le temps imprime sa dimension à l'architecture des réseaux de transport. Telle est par exemple la situation des plans de transport de la messagerie, service d'acheminement des paquets et de petits colis pour le transport de pièces détachées, de produits finis, d'échantillons ou documents. Le regroupement de nombreux

envois légers et leur tri reposent sur l'interdépendance technique de plates-formes constituées en réseaux solidaires et spécialisés. La configuration des réseaux de messagerie résulte alors de l'ajustement des moyens à plusieurs exigences : le respect strict des délais de livraison, la nécessité d'une couverture spatiale définie, la contrainte de minimisation des coûts d'exploitation.

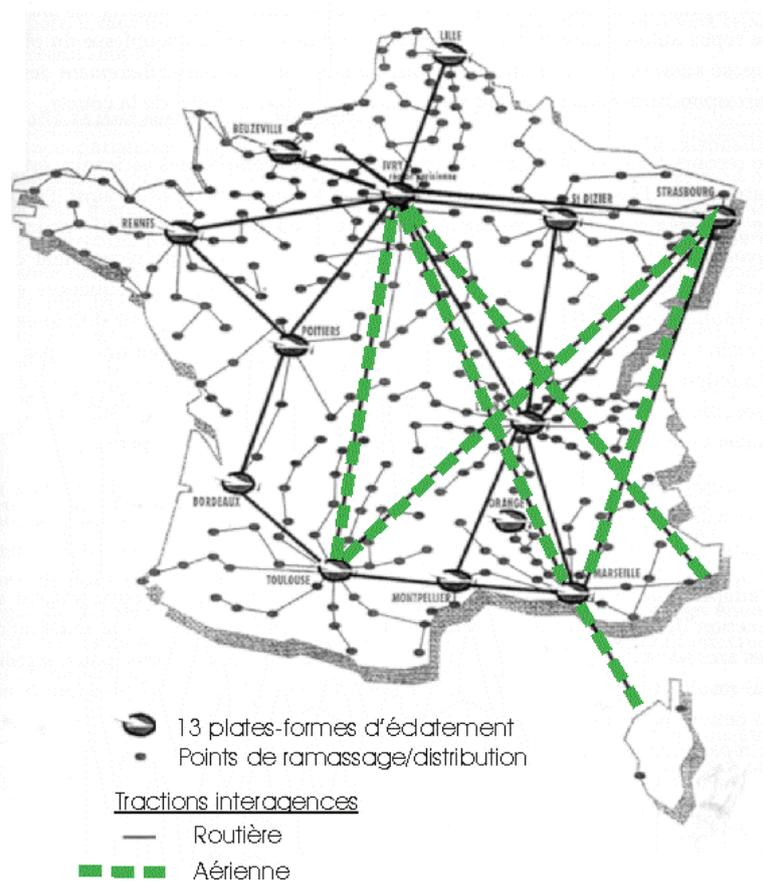
III°3

La carte suivante (illustration 2) présente le plan de transport effectif d'un service national de messagerie express tel qu'il se présentait en 1999. Son offre assure à ses clients une livraison avant 8h30 pour tout envoi remis la veille jusqu'à 19h. Le transport de nuit présente, en effet, l'avantage de minimiser les discontinuités temporelles dans les relations commerciales. Un envoi expédié à la fermeture des bureaux arrivera le jour suivant à destination avant la reprise du travail, donc sans temps mort pour la production

Illustration 2. Plan de transport d'un expressiste national [Beyer 1999]

III°4

)



Au cours des années quatre-vingt et quatre-vingt-dix, ces services se sont d'abord imposés à l'échelle nationale avec des moyens très contrastés selon les pays. À l'échelle des Pays-Bas ou du Royaume Uni, un pôle de convergence routier unique avec un tri centralisé pouvait suffire à assurer cette qualité de service. Aux États-Unis ou en Australie, une offre similaire imposait d'emblée le recours à une imposante flotte aérienne, structurée elle aussi, mais à une autre échelle, sur le principe de *hub and spokes** [glossaire/voir avec fiches Vrac]. Depuis

quelques années, l'intégration du marché européen a suscité l'évolution d'une demande qui attend des transporteurs la qualité de prestation comparable à l'échelle de l'Union. Seuls peu d'acteurs, regroupés pour l'essentiel autour des postes européennes, ont eu la capacité financière de répondre à cette exigence. Les réseaux de messagerie longtemps fondés sur une offre nationale ont donc été amenés à modifier profondément l'architecture de leur réseau pour rester dans la course. Si les délais (échelle temporelle) sont restés constants, les zones à couvrir (échelle spatiale) se sont fortement étendues, conduisant à une profonde reconfiguration des plans de transport. Pourtant, quelle que soit l'importance de la couverture territoriale de référence, des tendances similaires sont à l'œuvre conduisant à une polarisation croissante des flux sur un nombre réduit de centres de tri avec la réduction des délais de livraison.

Le temps est d'abord celui du délai des envois unitaires et de la gestion quotidienne de l'exploitation, mais c'est aussi le moyen et le long terme de l'évolution du réseau. La problématique centrale de la messagerie résulte de la mise en cohérence de la souplesse nécessaire du service et de la rigidité des installations techniques. La forme et les spécifications techniques du réseau doivent pouvoir être modifiées pour répondre à l'évolution des besoins en termes de nombre de connexions et de délais. Elles évoluent sous la contrainte des coûts dans une activité hautement concurrentielle. Comme le suggère très justement G. Dupuy [1991] :

"Le réseau définit en même temps l'espace et le temps. Il établit entre eux un nouveau rapport fondé sur la circulation, le flux, la vitesse. [...] La dimension cinétique du réseau est donc fortement liée à la dimension topologique, tout comme à la dimension adaptative".

Et c'est bien ce lien de cohésion d'une architecture dictée autant par le temps que par l'espace que présentent de manière explicite les configurations réticulaires de la messagerie.

La contradiction entre les échelles spatiale et temporelle du réseau et du territoire.

L'ajustement évoqué plus haut laisse cependant entendre que les grandeurs des deux catégories d'objet que sont les territoires et les réseaux peuvent ne pas coïncider, et même entrer en conflit. Il s'agit alors de définir alors le cas d'une contradiction scalaire dans laquelle le fonctionnement de l'un nuit à l'équilibre, à l'efficacité, voire à l'existence de l'autre.

Un réseau trop peu étendu qui ne parvient pas à irriguer l'ensemble d'un territoire, peut conduire à affaiblir des solidarités globales au profit de cohérence plus limitées, régionales par exemple et peuvent finir par faire éclater la première. L'inadaptation de l'échelle du réseau se vérifie aujourd'hui fréquemment à un échelon inférieur de la réalité territoriale. Elle s'exprime communément par une réaction d'opposition entre la logique du territoire et celle du réseau. La contradiction d'échelle peut s'illustrer très concrètement à travers la mise en place d'une nouvelle infrastructure de transport perçue comme synonyme de dégradations de l'environnement paysager, sonore, conduisant à l'évolution des usages et valeur du bien. Ce n'est d'ailleurs pas toujours au détriment des riverains, même si ce cas est le plus facile à identifier. Ainsi, les grandes infrastructures de transport, si elles apparaissent nécessaires aux échelles supérieures du territoire, pour lesquelles elles sont conçues, se traduisent localement par des nuisances qui peuvent se décliner de différentes façons : effet de coupure, dégradation des paysages, pollutions sonores et aériennes, que les économistes tentent aujourd'hui d'évaluer monétairement. Elles sont d'autant moins supportables localement que l'infrastructure n'est pas accessible aux riverains : pour maintenir leur efficacité les diffuseurs territoriaux (arrêts, échangeurs, gares) se font plus rares à mesure que la vitesse de circulation croît. On parle alors d'« effet de tunnel » (v. Réseau de transport I). La

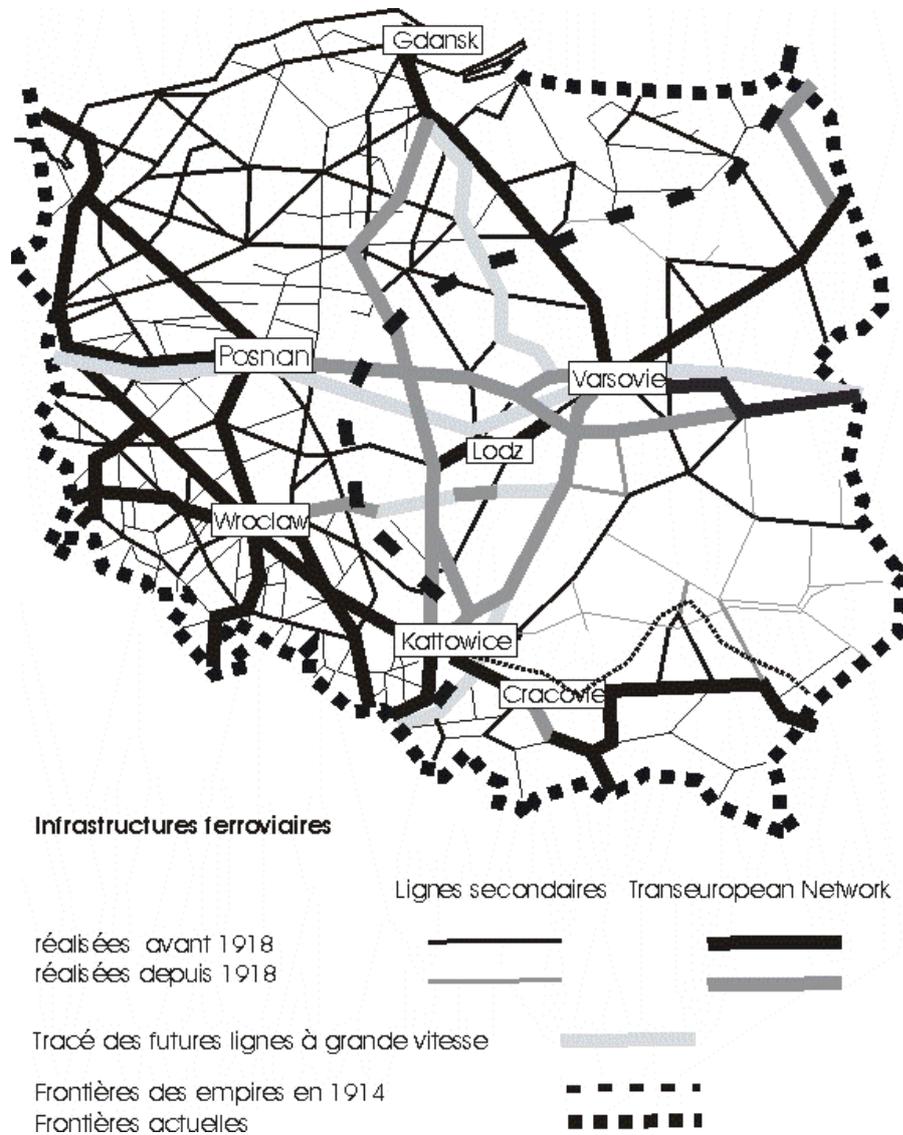
confrontation d'échelle passe par l'arbitrage de la puissance publique qui ne se fait pas toujours au détriment du local comme le rappelle l'annulation, en 2002, du projet du troisième aéroport parisien qui aurait dû voir le jour à Chaulnes, petite commune rurale de la Somme. Ailleurs, la restructuration du territoire global peut passer par la déstructuration, voire la destruction d'un territoire local. La densité des réseaux de transport qui cisailent la vallée du Rhône sans qu'elle en tire véritablement profit en constitue une belle illustration. Elle ne compte pas moins d'une autoroute à 2 x 3 voies, deux routes nationales (N7 et N86), deux oléoducs (l'un de produit raffiné vers la chimie lyonnaise et l'autre de pétrole brut depuis Lavéra jusqu'à Karlsruhe), des lignes à haute tension, une voie navigable de gabarit européen, deux axes ferroviaires classiques et une ligne à grande vitesse. Toutes ces infrastructures de transport sollicitent l'étroit couloir rhodanien qui subit un véritable traumatisme. En dehors même des servitudes d'emprises foncières qu'ils imposent, ces réseaux techniques viennent profondément perturber les relations de proximité et bouleverser les terroirs depuis cinquante ans par d'incessants remembrements. Pour désigner la résistance et l'opposition prévisibles des acteurs locaux à des projets de réalisation d'infrastructure de grande ampleur susceptibles de créer des nuisances, les aménageurs parlent du syndrome Nimby. L'acronyme renvoie à l'expression anglaise *Not In my BackYard*, autrement dit « pas dans mon jardin », à laquelle font écho dans le même registre NOOS (*Not on our street*, « pas dans notre rue ») ou LULU (« *locally unwanted land uses* », usages du sol non désirés localement). Il renvoie au souci de concilier les usages divers d'un lieu sur lequel viennent se télescoper les échelles. Il se traduit par des mesures concrètes telles que la construction de passages sous autoroutes pour la circulation locale ou la réalisation de murs antibruit, la multiplication de diffuseurs qui tentent de rendre compatibles les portées divergentes des usages territoriaux. Ces aménagements se chiffrent aussi en termes de coûts, c'est-à-dire finalement en une grandeur négociable mais cette fois-ci a-spatiale.

Si l'on interroge maintenant les incompatibilités d'échelle en rapport avec une approche /dans une perspective temporelle, l'inadaptation des échelles peut procéder d'une dynamique territoriale induite par de fortes ruptures historiques. Le bouleversement des dispositifs étatiques et idéologiques successifs qui a profondément marqué les réseaux de circulation de l'Europe centrale et orientale en est un exemple saisissant. En moins d'un siècle, cet espace a connu plusieurs bifurcations majeures scandées par les deux guerres mondiales et la chute du Rideau de fer en 1989. La discontinuité temporelle introduite après 1918, par exemple, a modifié les logiques d'échelles sur le plan territorial avec l'éclatement des Empires et l'avènement d'entités étatiques plus réduites. Mais elle peut aussi se lire dans la disjonction des deux échelles temporelles des réseaux, celle des infrastructures existantes et leur inadaptation aux besoins nouveaux de circulation. Pourtant même inadaptés les réseaux ferrés perdurent, pour devenir malgré eux la mémoire des systèmes territoriaux passés dans une temporalité désormais figée. La même analyse peut s'appliquer après 1989, lorsque les réseaux ferrés, adaptés localement à l'écartement russe² et hiérarchisés en fonction d'un transport massif vers l'Union Soviétique, se sont trouvés en décalage complets avec les besoins émergents, ceux de liaisons vers l'Europe Occidentale où le mode routier tendait à s'imposer. Les bifurcations spatio-temporelles qu'a traversé l'Europe Centrale se trouvent ainsi figées dans les réseaux de transport ferroviaire. Héritées des empires centraux, ces anciens réseaux pourraient peut-être retrouver, dans leur tracé du moins, un intérêt partiel dans un logique d'intégration européenne après avoir été pendant près de quatre vingt ans en contradiction flagrante avec la géographie politique. On peut alors parler de résilience* [glossaire, v. Huerta] réticulaire.

² La distance séparant les deux files de rails d'une voie ferrée est de 1524 mm dans les Etats issus de l'Empire russe d'avant 1914, contrairement à l'écartement standard ou européen qui est de 1435 mm.

III°3 .

La résilience des différentes échelles du réseau ferré polonais.
Conception et réalisation de l'auteur d'après diverses sources.



Les nœuds de réseau comme élément d'articulation des échelles territoriales et temporelles

Le troisième mode de relation envisagé repose sur l'emboîtement et l'articulation des échelles territoriales et réticulaires. Ainsi par exemple un nœud de réseau (une gare, un aéroport) peut assurer l'interrelation entre deux échelles territoriales (v. Réseau de transport I). Un point du réseau particulièrement riche et sensible en regard de la question des échelles est assurément le lieu que l'on désigne du terme de nœud. Si plusieurs lignes s'y croisent, elles ne sont pas forcément de même nature ou de portée équivalente. Une gare importante voit par exemple converger différents modes de transport, des trains de banlieues ou régionaux aux TGV. Elle est généralement accessible aux transports urbains (bus, train, tram, métro) et aux voitures individuelles. On voit par là qu'un tel dispositif technique est amené à participer simultanément à plusieurs échelles territoriales qu'elle doit mettre en contact en les articulant. À l'instar des grands aéroports internationaux, l'aéroport de Roissy 2 présente un cas particulièrement riche, moins par la taille que par l'extraordinaire effort d'articulation d'échelles géographique. Le bâtiment cherche à faciliter l'accès entre les échelles du transport : de l'ordre de l'hectomètre pour le service de desserte interne du bus entre les terminaux ou avec les parkings de courte durée, de la dizaine de kilomètres pour le RER avec la capitale, de la centaine de kilomètres pour les trains à grande vitesse ferroviaire ou l'autoroute, enfin de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres pour les moyens courriers et de plusieurs milliers de kilomètres pour les vols longs courriers. Le dispositif de connexion territorial correspond aussi à une démultiplication possible des vitesses et des échelles en correspondance. Toute l'architecture du lieu –et l'on peut effectivement parler ici de lieu en ce sens qu'il cherche à assurer le contact sur un espace le plus restreint possible– est conçue comme une machine à gérer de la manière la plus efficace possible les flux de voyageurs et de marchandises en assurant les interconnexions scalaires.

Toutefois l'interconnexion dans un nœud de transport par la rupture de charge qu'il impose pour changer d'échelle est aussi pénalisant en termes de confort pour l'utilisateur et d'efficacité pour l'exploitant. De la même manière que l'on va optimiser la rupture spatiale dans le nœud, on tend à minimiser la rupture temporelle, le temps d'attente, liée à la correspondance pour changer d'échelle. Dans le monde du transport aérien a été développé depuis une vingtaine d'années le système de convergence spatiale et temporelle sur un aéroport principal désigné comme *hub** [glossaire, v. fi réseau de trp I]. Il permet ainsi de coordonner les mouvements des avions de portées différentes. Selon des relations de rabattement, les courts et les moyens courriers viennent alimenter les vols longs courriers et repartent avec les passagers de diffusion, permettant ainsi de démultiplier les destinations pour les passagers en transit. Cette organisation conduit d'une part à une nécessaire adaptation des aérogares qui doivent être en mesure de répondre à un afflux massif et ponctuel d'avions. Dans certains cas, on assiste même à une accentuation volontaire dans une perspective stratégique de saturation spatiale et temporelle des capacités aéroportuaires afin d'en interdire l'accès aux compagnies concurrentes. Les installations, capacités d'accueil des voyageurs et de traitement des bagages, doivent être calibrés pour cette pointe de trafic, c'est-à-dire pour répondre aux vagues successives de passagers arrivant et partant sur de courts intervalles. Par ailleurs l'architecture des réseaux induit un fort contraste hiérarchique entre les aéroports *hubs* et les autres en termes de qualité de liaison. Des logiques similaires répondant aux exigences de massification sur quelques grands axes se retrouvent désormais dans d'autres modes de transport (v. Réseau de transport 1). Ainsi les compagnies maritimes ont développé le système de *feederling*, où les porte-conteneurs principaux font escale et vers lesquels convergent des navires de taille plus modeste qui assurent le pré- ou post-acheminement régionaux par voie maritime. Dans les transports publics, Rail 2000 suisse fondé sur le principe du cadencement horaire appliqué à l'ensemble d'un pays est un modèle qui souligne combien la gestion fine des temporalités peut s'articuler avec les échelles territoriales desservies.

En termes de temporalité, on peut lire d'une part, la nécessaire articulation des flux internes (exploitation quotidienne) et de l'architecture globale du réseau qui se développe à plus long terme. La mise en place de Rail 2000 a exigé 20 ans de travaux sur le réseau suisse pour arriver à rendre l'infrastructures en capacité de répondre aux niveaux d'exigence posés (v.Fiche Cognitive Rail 2000). Aujourd'hui, les réseaux de transports sont de plus en plus conçus et calibrés en fonction de rythmes qui scandent leur fonctionnement et où la dimension spatiale et temporelle sont intimement solidaires.

Les trois types de relation envisagés entre changement d'échelle territoriale et temporalité souligne la complexité des rapports possibles entre réseau et territoire. Poussant plus avant la réflexion sur l'échelle géographique, nous pouvons avancer l'idée qu'un réseau de transport établit, en le matérialisant, un rapport géographique qui lie étroitement l'espace et le temps. Par sa configuration même, tout réseau de transport donne une dimension spatiale au temps du trajet ou de la structure réticulaire, de même qu'il associe une dimension temporelle à l'espace. D'une certaine manière, il place le temps et l'espace géographique sur une même échelle, dans la mesure où par son fonctionnement est établi, sinon une mesure commune entre les deux grandeurs, du moins un rapport étroit entre les deux ordres de grandeur. Le réseau de transport rend de ce fait *commensurable*, au sens fort du terme, le temps et l'espace.

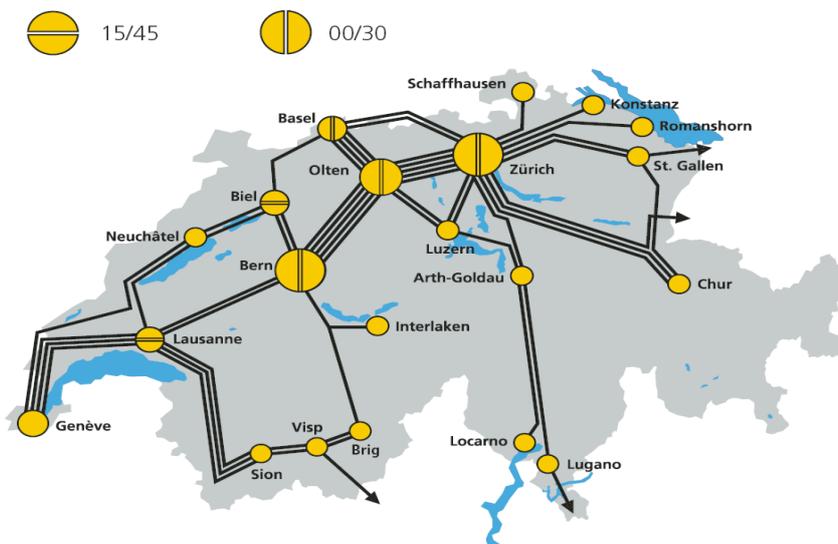
Rail 2000 en Suisse et le système des points nodaux

Le projet suisse de Rail 2000 s'attache depuis près de 20 ans à un ambitieux système de transport collectif à l'échelle de la Suisse entière. Il s'agit de hiérarchiser et de d'assurer une complémentarité entre des flux ferroviaires et routiers du transport de voyageurs à diverses portées spatiales et temporelles. Ratifié par une votation populaire en 1987 (57% de oui), le système Rail 2000 correspond en fait à la mise en place d'un système complet de cadencement de tous les modes de transport public à l'échelle de l'ensemble d'un pays ! Si le projet repose sur des principes simples et donc clairement lisibles pour tout usager (la hiérarchie des vitesses, le cadencement et la convergence des flux à partir de points nodaux), il est en revanche d'une redoutable complexité dans sa mise en œuvre financière et technique. Ce concept a demandé la construction de 160 km de lignes nouvelles, impliquant plus de 120 de chantiers répartis sur l'ensemble du réseau national et des investissements de plus de 3,5 milliards d'Euros. Le projet combine les nouvelles infrastructures avec la mise en service de nouveaux trains assurant une optimisation des horaires avec cadence à la demi-heure sur les principales lignes du pays. Pour assurer une offre attractive sur longue distance, le nombre trains directs a été renforcé et articulé avec l'ensemble des autres services, notamment le Car Postal, qui dessert un réseau d'environ 10 000 kilomètres sur les territoires peu densément peuplés. Les trains de vitesse différentes (*Intercity*, trains régionaux et locaux-omnibus convergent à une heure déterminée en gare aux divers quais.

Chaque arrêt ne dure que quelques minutes, afin de permettre aux passagers de réaliser une correspondance sans attente. Les trains les plus lents arrivent les premiers et repartent après avoir laissé la voie libre aux trains plus rapides. Le délai permet alors aux voyageurs qui le souhaitent de poursuivre leur voyage à bord de trains plus rapides et à ceux qui sont à bord de ces derniers d'atteindre éventuellement une gare secondaire à laquelle l'*Intercity* ne s'arrête pas.

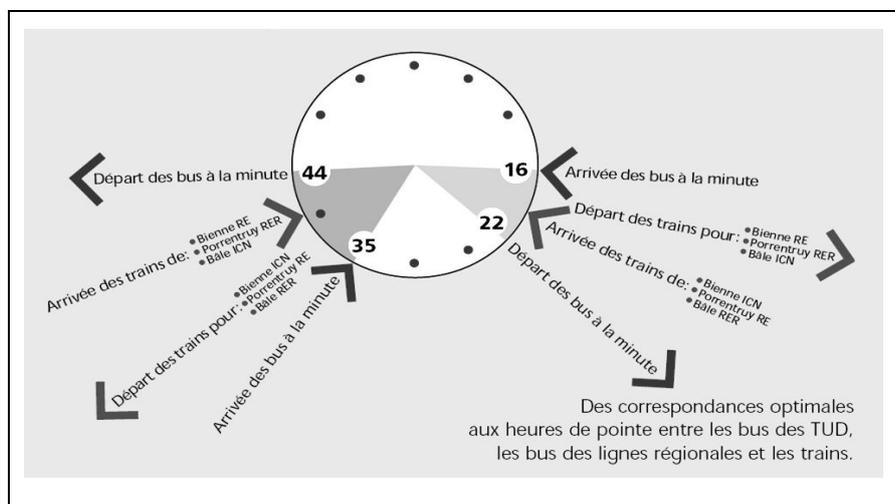
Carte schématique de l'offre Rail 2000. Arrivée et départ des trains chaque demi-heure, deux éventualités (heure + 15, + 45 / heure pile, et demie).

Source : CFF et Car Postal, 2004



Correspondances fer et bus au nœud de Delémont. La desserte locale par bus est coordonnée selon le principe «1 train = 1 bus».

Source : TUD, Transports Urbains Delémontais, 2004



Sur le parvis de la gare, la correspondance est assurée avec l'ensemble des réseaux de transport urbains et avec les cars régionaux qui se sont alignés sur l'horaire ferroviaire. Pour les points nodaux, le système de convergence se répète à heure fixe, ce qui simplifie la lisibilité de l'offre pour le voyageur qui sait par exemple que les trains entrent en gare soit juste avant l'heure ou la demi-heure pile, soit à la 15e et 45e minute, pour repartir quelques instants plus tard.

III°8

La mise en œuvre de ce système suppose donc une coordination exemplaire assurée par une entente sur les horaires et sur l'inter-opérabilité des titres de transport. Car à quoi servirait cette coordination s'il l'on en perdait le fruit en devant acheter son passage suivant !

Les vitesses et les dessertes s'inscrivent dans un système complexe et hiérarchisé qui a nécessité de repenser les logiques de circulation, de redessiner sur certains tronçons les capacités du réseau en fonction des exigences et d'acquérir du nouveau matériel. Un véritable mécanisme d'horlogerie des transports dans la plus pure tradition suisse ! En 2001, sur la ligne qui longe le lac de Neuchâtel, les sections sinueuses à voie unique ont été rectifiées puis élargies à deux voies. La nouvelle ligne du Pied sud du Jura a été modernisée et équipée pour recevoir les trains pendulaires rapides. Depuis 2001, de tels trains relient toutes les heures St-Gall, Zurich, Bienne et Lausanne.

Ainsi, en décembre 2004, vingt-deux ans après l'introduction des horaires cadencés, avec l'achèvement de la première étape de Rail 2000, l'offre ferroviaire suisse a été remaniée à 90% pour faire un grand pas en avant. Bref, un extraordinaire travail d'horlogerie des transports qui souligne que la Suisse est toujours la patrie de la précision.

L'avantage d'une très bonne lisibilité pour l'utilisateur a toutefois le revers de rendre le plan de transport extrêmement rigide. Toute insertion de circulations supplémentaires se heurte à l'occupation des capacités des voies et à l'impérieux respect de l'architecture des horaires. Pensé à l'échelle nationale, le cadencement rend ainsi beaucoup difficiles les circulations internationales qui n'ont pas été prises en considération d'emblée. Les rames du TGV Est-Européen qui circulera à partir de 2007 à destination de la Suisse alémanique via Strasbourg se heurte ainsi à la fois aux fortes densités, mais aussi aux vitesses réduites des trains régionaux et nationaux sur le tronçon Bâle-Zurich. L'architecture spatio-temporelle du cadencement vient ici renforcer l'effet des frontières nationales que l'on cherche par ailleurs à atténuer.

Le tram train, facteur de décloisonnement des échelles ferroviaires et urbaines.

Développé à Karlsruhe à partir de 1979, le tram-train de la capitale badoise est devenu un modèle dont on cherche à reproduire le principe dans d'autres villes européennes [Chaine et Lhomet 1997], [Chaigneau et Pécheur 1997]. Sarrebruck (D) a développé une liaison transfrontalière de ce type avec Sarreguemines (F). Aujourd'hui de nombreuses métropoles régionales françaises comme Nantes, Strasbourg ont des projets à l'étude ou en cours de réalisation d'équipement similaires comme à Mulhouse. Mais qu'est-ce qu'un tram-train et quels avantages procure-t-il par rapport aux modes conventionnels ? Comment permet-il pour le transport collectif de repenser les échelles de la ville ?

Si l'innovation introduite par le tram-train est à la fois technique et institutionnelle comme nous allons le voir, elle est aussi et peut-être avant tout conceptuelle. Comme son nom l'indique, le principe du tram-train repose sur l'hybridation des techniques ferroviaires des trains classiques et des caractéristiques urbaines des tramways. En interconnectant deux modes de transport, il établit une solution de continuité entre deux échelles jusque-là disjointes tant par les opérateurs que par les logiques d'exploitation, à savoir le centre dense et

les zones sub- et péri-urbaines. L'enjeu est alors bien l'adaptation du transport ferroviaire classique partagé entre les fonctions locales et régionales à l'évolution d'un espace urbanisé qui a changé d'échelle. Car le tram-train est conçu pour accompagner les besoins de déplacement vers le centre des résidents de la deuxième, voire une troisième couronne urbaine. Il se propose comme une alternative attractive à l'automobile qui elle ignore les limites territoriales auxquelles ne cesse de se heurter le transport collectif classique.

Le nouveau matériel doit répondre aux spécifications des deux univers techniques ferroviaires qu'il emprunte en termes de sécurité, de vitesse, de signalisation, de tension, de hauteur de quai et bien évidemment d'écartement des rails. Un gabarit de véhicule moins imposant, d'emprunter la voirie du centre-ville et de mieux organiser les correspondances avec les réseaux urbains existants. Si le coût du matériel roulant s'en trouve alourdi, le système bénéficie de la réutilisation d'infrastructures ferroviaires existantes sur des voies secondaires devenues périurbaines et sur les lignes urbaines. Cette obligation en fait un mode de transport interface, hybride tant pour le matériel que pour le personnel.

Son interopérabilité supprime la rupture de charge entre les points d'arrêt de la périphérie et du centre-ville, alors que le transport ferroviaire classique s'interrompait en gare centrale. L'intérêt du tram-train est donc d'offrir des trajets directs, confortables et plus réguliers que les bus ou les autocars péri-urbains. Le recours à un matériel léger assure une accélération et un freinage rapide qui permettent de multiplier si nécessaire les stations sans pénaliser le temps de trajet. D'anciennes gares peuvent ainsi être réactivées et de nouveaux arrêts créés pour mieux correspondre aux besoins des zones suburbaines. Le détournement ponctuel de lignes ferroviaire héritée du XIX^e siècle peut lui faire traverser des noyaux urbanisés que le train classique évitait ou ignorait. A plus long terme, le tram-train est aussi conçu par les urbanistes comme un instrument pour canaliser l'évolution de la tache urbaine et favoriser la densité de l'urbanisation et l'émergence de centralités secondaires .

En assurant la continuité entre le mode ferré urbain (le tramway) et la desserte ferroviaire suburbaine et interurbaine (le train classique), l'idée du tram-train présente donc une solution originale pour adopter le transport public à la nouvelle échelle de la ville. Il a pourtant encore du mal à trouver ses marques en France. Car cette hybridation innovante qui tend à accompagner l'évolution des espaces fonctionnels se heurte toujours à de fortes discontinuités qu'imposent les échelles de territoires institutionnels qui en portent le financement.

En assurant la continuité entre le mode ferré urbain (le tramway) et la desserte ferroviaire suburbaine et interurbaine (le train classique), l'idée du tram-train présente donc une solution originale pour adopter le transport public à la nouvelle échelle de la ville. Il a pourtant encore du mal à trouver ses marques en France. Car cette hybridation innovante qui tend à accompagner l'évolution des espaces fonctionnels se heurte toujours à de fortes discontinuités qu'imposent les échelles de territoires institutionnels qui en portent le financement.

