



HAL
open science

Chapitre 9. Transports et mobilités : quelles limites ?

Pierre Zembri

► **To cite this version:**

Pierre Zembri. Chapitre 9. Transports et mobilités : quelles limites ?. Géographie humaine. Mondialisation, inégalités sociales et enjeux environnementaux, 2020. hal-03104015

HAL Id: hal-03104015

<https://hal.science/hal-03104015>

Submitted on 8 Jan 2021

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.

CHAPITRE 9. TRANSPORTS ET MOBILITÉS : QUELLES LIMITES ?

[Pierre Zembri](#)

in Jean-Paul Charvet *et al.*, *Géographie humaine*

Armand Colin | « U »

2020 | pages 289 à 327

ISBN 9782200628079

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/geographie-humaine---page-289.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Armand Colin.

© Armand Colin. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Transports et mobilités : quelles limites ?

L'IMPORTANCE DES TRANSPORTS dans l'économie et dans la vie des habitants de la planète, quelle que soit l'échelle considérée, ne cesse de s'accroître, au point que tout blocage de réseau constitue une menace potentielle sur le bon fonctionnement d'un territoire.

Il est vrai que les systèmes productifs dominants, à base de division interterritoriale du travail, recourent de façon croissante aux transports au détriment de la proximité spatiale.

Notre propos vise à interroger en premier lieu cette place particulière dans les activités humaines, acquise en très peu de temps grâce à une évolution spectaculaire des performances.

Puis il conviendra de s'intéresser aux relations à double sens qui se sont établies entre transports et territoires : le territoire contribue à orienter, à modeler les réseaux de transport et ces derniers, par le niveau d'accessibilité qu'ils lui confèrent, le rendent plus ou moins attractif.

Nous aborderons ensuite le développement de complémentarités entre modes de transport, tant pour le fret que pour les voyageurs, les articulations intermodales devenant tout aussi importantes sinon plus que les réseaux pris séparément. Le développement de la logistique pour le transport des marchandises en est la meilleure illustration, alors que l'on observe de plus en plus la constitution de véritables chaînes multimodales de transport de voyageurs, qu'elles soient mono- ou multi-scalaires.

Mais le rêve d'une mobilité toujours plus fluide, de plus en plus considérée comme un ensemble de services essentiels que les nouvelles technologies contribuent à enrichir en permanence, doit composer avec des exigences environnementales croissantes.

La congestion pose également de redoutables problèmes, et elle peut mettre à mal des politiques de libéralisation dont l'efficacité repose sur l'existence de réserves de capacité.

Évolution technique, transformation de la demande et mondialisation des usages

De la traction animale au supersonique, quelques repères

Les transports voient leurs performances conditionnées par les techniques qu'ils mettent en œuvre. Ces performances conditionnent elles-mêmes l'usage qui sera fait de tel ou tel autre mode par les voyageurs ou les chargeurs, ainsi que l'échelle d'exercice des activités économiques, le secteur des transports étant avant tout au service de ces dernières.

Les grandes étapes des approches géographiques des transports

Si les travaux de « grands anciens » comme Paul Vidal de La Blache, André Siegfried ou Albert Demangeon abordaient les transports comme éléments d'organisation de l'espace, il faut attendre la charnière entre les années 1930 et 1940 pour voir apparaître les premières thèses de géographie des transports (Pierre Brunner, 1935 ; René Clozier, 1940). La plupart des études sont cependant descriptives et les manuels de « géographie de la circulation » des années 1940 et 1950 (Robert Capot-Rey, 1946 ; Aimé Perpillou, 1952 ; René Clozier, 1963) entreprennent au mieux des classifications des systèmes de transport, tout en développant des notions comme l'enclavement ou le désenclavement ou bien l'accessibilité. Les études peuvent porter sur un seul réseau comme les routes (Henri Cavaillès, 1946), les chemins de fer (Marcel Blanchard, 1942) ou les transports aériens (Emmanuel de Martonne, 1948).

L'approche régionale des transports, qui met l'accent sur le rôle des transports dans l'organisation de l'espace, se développe dans les années 1950 avec deux thèses emblématiques : celle de Maurice Wolkowitsch sur l'économie régionale des transports dans le Centre et le Centre-Ouest (1957) et celle de Raymonde Caralp sur les chemins de fer dans le Massif central (1956). Ces deux fortes personnalités ont régné sur la spécialité pendant au moins deux décennies, notamment à travers la commission de Géographie des transports du Comité national de Géographie créée en 1965.

Les années 1970 marquent un tournant vers des approches davantage quantitatives et vers des tentatives de modélisation. L'approche modélisatrice s'inspire plutôt de la théorie des graphes, transposée aux États-Unis par K. J. Kansky aux relations entre la géométrie des réseaux et les caractéristiques régionales (1963). Les travaux de Pierre Merlin associent géographie et économie des transports en région parisienne dès 1965 ; ils portent sur l'application de méthodes quantitatives à l'analyse de l'espace urbain et sur la mise en place d'outils de planification des transports à l'usage des décideurs. Des recherches sont entreprises, à la suite de travaux nord-américains, sur les effets structurants des nouvelles infrastructures de transport.

Les flux sont modélisés, à l'image de ce que fait Michel Chesnais dans sa thèse portant sur l'analyse régionale des échanges ferroviaires en France (1977).

Les années 1980 et 1990 sont, pour leur part, caractérisées par le développement d'approches pluridisciplinaires. La meilleure illustration en est le groupement de recherches « Réseaux » du CNRS qui a, entre 1992 et 2002, associé ingénieurs, économistes, architectes et géographes (entre autres), et qui a tenté de développer une théorie générale applicable à tous les types de réseaux, d'infrastructures ou de services, territoriaux ou virtuels. Les problématiques se complexifient avec des travaux sur les interconnexions de réseaux, l'intermodalité, le lien entre urbanisme, mobilités et choix modal, menés par une nouvelle génération de géographes des transports (Robert Marconis, Francis Beaucire, Jean Varlet, etc.). L'approche environnementale se développe également, les transports pouvant contribuer à l'effet de serre et au caractère durable ou non durable du fonctionnement urbain contemporain. Deux manuels rendent compte de ces nouvelles approches : *Géographie des transports* [BAVOUX, BEAUCIRE, CHAPELON, ZEMBRI, 2005] et *Transports et territoires ; enjeux et débats* [BROCARD (dir.), 2009].

Enfin, les processus de libéralisation, puis plus récemment les technologies numériques, chamboulent les réseaux en même temps qu'ils permettent l'émergence de nouveaux acteurs [AGUILERA et BOUTUEIL, 2018].

Deux cas de figure ont pu se présenter lorsque l'évolution des techniques était transposable à ce secteur. Soit les innovations ont permis à un mode existant de se moderniser, d'augmenter ou d'optimiser ses performances, soit elles ont suscité l'apparition de nouveaux modes susceptibles de concurrencer voire de rendre obsolètes les techniques ou réseaux préexistants. Dans la première catégorie d'effets, nous pourrions citer l'adoption par l'aviation du réacteur en remplacement du moteur à pistons : cette évolution permet aux avions de doubler leur vitesse de croisière, d'acquérir une autonomie leur permettant d'effectuer des liaisons intercontinentales sans escale et de transporter plusieurs centaines de passagers au lieu de plusieurs dizaines. Il en résulte, baisse des prix aidant, une multiplication des échanges internationaux, tant pour affaires que pour loisirs.

Dans la seconde catégorie d'effets entre par exemple l'apparition du chemin de fer au XIX^e siècle. Rendue possible par l'invention de la machine à vapeur, elle rend rapidement obsolète le transport routier hippomobile. Le mode routier connaît ensuite une longue éclipse avant de renaître grâce à une autre innovation technologique : le moteur à explosion. Puis la grande vitesse ferroviaire permet au rail de reprendre des parts de marché... sans préjuger de la suite.

La première « révolution » des transports (1820-1880)

Elle repose sur la machine à vapeur, qui s'applique en premier lieu à la navigation dont le rôle s'intensifie, puis qui permet l'émergence d'un nouveau mode : le chemin de fer. L'espace de vie et de relations s'élargit à la région, voire au pays (le rail a pu être un facteur d'unité nationale, ce dont attestent les exemples des États-Unis ou du Canada). Les marchés nationaux s'unifient et les premières grandes spécialisations agricoles

ou industrielles deviennent possibles. On explique ainsi en France la spécialisation viticole du Languedoc par la possibilité d'écoulement massif de la production vers l'extérieur offerte par le chemin de fer. Ce dernier, par l'entremise de la Compagnie du Midi, joue d'ailleurs le jeu en développant des lignes dédiées à ce trafic.

Il en est de même pour les industries lourdes, développées sur les lieux d'extraction des matières premières (charbon, minerai de fer, etc.) et qui doivent de ce fait être reliées à des régions urbaines, parfois lointaines, pour se développer. Là aussi, les compagnies ferroviaires n'ont pas été avares d'investissements pour écouler les trafics lourds et réguliers, source de leur prospérité initiale. Le tourisme peut aussi apparaître grâce à elles, et il s'internationalise rapidement au sein de grandes entités continentales comme l'Europe. Encore organisés individuellement, les voyages touristiques sont une réussite si l'on maîtrise bien les correspondances entre trains ou entre ces derniers et les services maritimes, ce qui est rendu possible par la publication d'indicateurs internationaux sur le modèle du très réputé guide Cook, dont la première parution date de mars 1873.

La deuxième « révolution » : traction électrique et moteur à explosion (1880-1950)

Les transports urbains, rendus nécessaires par une dissociation croissante entre habitats et lieux de travail, ont été les premiers bénéficiaires du développement de moteurs électriques avec leur application aux tramways, puis aux métros. Jusque-là, ces derniers voyaient leur développement handicapé par la pollution liée à la vapeur, surtout en souterrain. L'électrification permet la multiplication des réseaux de transport collectif lourd, et par là même le développement de périphéries plutôt denses.

La traction électrique bénéficie également aux chemins de fer, qui voient leurs performances s'accroître du fait d'un meilleur rendement : accélérations et décélérations sont plus vives, les charges remorquées peuvent s'accroître, les vitesses de pointe évoluent à la hausse et les rampes se font moins ressentir. Enfin, les engins de traction parcourent de plus longues distances sans maintenance, avec moins de personnel. Les électrifications de lignes se multiplient dans les années 1910-1920, notamment en Europe. Les années 1930 voient le développement de la traction thermique, avec l'adaptation de moteurs à explosion aux locomotives et aux autorails, ce qui confère des performances assez comparables à celles de la traction électrique sans la nécessité d'électrifier les lignes. Les réseaux gérés à l'économie comme ceux des « pays neufs » ou des colonies vont bénéficier largement de cette modernisation plus simple à mettre en œuvre.

Mais le moteur à explosion est aussi la révolution qui permet l'émergence du transport individuel et de stratégies autonomes de localisation des ménages. Les premières automobiles font leur apparition à la charnière entre le XIX^e et le XX^e siècle. Leur production de masse intervient plus tardivement (vers 1920 aux États-Unis, après la Seconde Guerre mondiale en Europe), l'automobile étant le symbole de la modernisation de l'industrie et de l'organisation scientifique du travail (organisation de type fordiste). Aujourd'hui, le taux de motorisation excède un véhicule par ménage dans tous les pays industrialisés, et progresse toujours à l'échelle mondiale. La diffusion de cet équipement oblige à des efforts d'investissements sans précédent sur le réseau routier, avec notamment la construction d'autoroutes, d'abord en milieu urbanisé,

puis en rase campagne. Si l'Allemagne et l'Italie ont développé très tôt de telles infrastructures (dans les années 1920-1930), l'essentiel de l'équipement intervient plutôt après la Seconde Guerre mondiale (y compris aux États-Unis) et il se poursuit toujours aujourd'hui, à un rythme il est vrai moins soutenu.

Le transport maritime bénéficie également de cette deuxième « révolution » : la motorisation diesel évince très rapidement la machine à vapeur. Très souple, elle permet un accroissement sans précédent des capacités d'emport et, peu coûteuse, elle permet une baisse des prix en monnaie constante. Cette évolution très favorable des coûts de transport donne un coup de fouet aux échanges internationaux et permet, les barrières douanières s'estompant progressivement après la Seconde Guerre mondiale, une mondialisation de la concurrence.

Une troisième révolution ?

L'essor du transport aérien (depuis 1960)

La dernière révolution en date est celle du transport aérien. L'avènement du moteur à réaction permet une expansion considérable de ce secteur jusque-là confiné aux déplacements des plus fortunés et aux opérations militaires. Les gains de temps sont spectaculaires et les capacités unitaires s'accroissent fortement. Les prix baissent, ce qui élargit le potentiel de clientèle.

On notera toutefois qu'il a fallu trouver un compromis entre la vitesse, les coûts et la capacité, ce qui a handicapé jusqu'ici le développement du transport aérien supersonique. Il n'est pas exclu qu'à l'avenir l'augmentation des vitesses reprenne si elle ne génère pas de surcoûts excessifs rapportés à la place offerte.

Le transport aérien de masse contribue à la mondialisation des activités et des échanges, déjà initiée par la modernisation du secteur maritime. Il permet également un nouveau changement d'échelle des activités touristiques, les bassins de fréquentation établis dans la période antérieure se trouvant dès lors interconnectés.

La concurrence étant de plus en plus favorisée, les prix baissent là où elle est la plus active, renforçant l'intérêt pour l'avion même pour de courtes distances : les navettes aériennes entre les grandes villes de l'Est des États-Unis en constituent un bon exemple. Mais l'explosion du trafic aérien crée localement des situations de congestion de l'espace aérien et des phénomènes de rejet de la part des populations riveraines des aéroports.

La modernisation de certains réseaux ferroviaires, lesquels introduisent des trains à grande vitesse, tend à disputer à l'avion des passagers sur un nombre croissant de liaisons où les deux modes affichent des performances comparables.

En effet, en tenant compte des délais de précaution et des parcours d'approche, il faut ajouter au minimum au temps de vol proprement dit deux heures, ce qui donne ses chances à la grande vitesse jusqu'à plus de trois heures de gare à gare.

Tableau 9.1 Évolution des trafics des premiers aéroports mondiaux sur la période 1985-2018 (unité : million de passagers annuels)

	1985	1989	1995	2000	2005	2008	2013	2018
Atlanta (E.-U.)	42,5	43,3	57,7	80,2	85,9	90	94,4	107,39
Pékin (Chine)		5	16	21,7	41,0	55,9	83,7	100,98
Dubai (EAU)		4,34	6,2	9,7	23,61	36,59	66,43	89,15
Tokyo Haneda (Japon)	28	36,6	45,8	56,4	63,3	66,75	68,9	87,13
Chicago O'Hare (E.-U.)	48	59,3	77,3	72,1	76,5	69,35	66,77	83,33
Los Angeles (E.-U.)	41,3	45	60,3	66,4	61,5	59,5	66,67	87,53
Londres Heathrow (R.-U.)	30	39,9	54,5	64,6	67,9	67,05	72,37	80,12
Hong Kong				32,75	40,3	47,2	59,59	74,52
Shanghai (Chine)					14,5	28,23	47,19	74,01
Paris-CDG (France)	15,04	20,7	28,4	48,2	53,8	60,9	62,05	72,22
Amsterdam (Pays-Bas)	11,7	15	25,4	39,6	44,2	47,4	52,57	71,05
Delhi (Inde)						20	36,71	69,9
Guangzhou (Chine)						33,44	52,45	69,77
Francfort (Allemagne)	20,3	26,7	38,2	49,4	52,2	53,5	58,03	69,51
Dallas Fort Worth (E.-U.)	37,1	47,6	54,4	60,7	59,1	57,1	60,47	69,1
Istanbul (Turquie)					19,29	26,36	51,3	68,19
Jakarta (Indonésie)				8,5	27,95	32,17	60,13	66,9
Singapour				28,62	32,43	37,69	53,72	65,63
Denver (E.-U.)	24,6	27,6	31	38,75	43,3	51,25	52,55	64,49
Bangkok (Thaïlande)				29,6	39	38,6	51,36	63,38
Séoul Incheon (Corée du Sud)					25,54	30,17	41,68	62,15
New York JFK (E.-U.)	26,8	30,3	31,4	32,85	40,6	47,8	50,42	61,91
Kuala Lumpur (Malaisie)				14,7	23,21	27,53	47,5	59,96
Madrid (Espagne)				32,9	41,94	50,82	39,73	57,89
San Francisco (E.-U.)		30,5		41,04	33,39	37,23	44,94	57,79

Sources : Airports Council International et *Aéroports magazine*.

Comme le montre le tableau 9.1, qui regroupe les 25 premiers aéroports mondiaux en 2018, la croissance du secteur du transport aérien, auparavant générale, est devenue plus contrastée depuis le début des années 2000. La menace terroriste très présente depuis 2001, les pandémies à répétition, les périodes de récession ou de pétrole cher, ont donné un coup d'arrêt à une tendance jusque-là généralisée, avant une reprise des trafics plus sélective. Les aéroports nord-américains, qui tenaient les premières places à l'échelle mondiale, ont connu des fortunes diverses, seul celui d'Atlanta, base principale de Delta Airlines, conservant la première position. Les pays émergents comme la Chine, la Turquie, la Malaisie, la Corée du Sud et plus récemment l'Inde voient leurs

trafics aériens progresser fortement, en lien avec leur économie. Il faut souligner le cas particulier des Émirats arabes unis, qui fondent leur développement sur leur situation barycentrale entre Europe, Asie, Océanie, Afrique et sous-continent indien. Le développement désormais mondialisé d'offres à bas prix fondées sur un modèle de production plus spartiate (*low cost*) compense plus ou moins les pertes de trafic des compagnies classiques sur les marchés matures et accélère la croissance du trafic dans les économies émergentes.

Finalement, plus de la moitié des aéroports ayant accueilli plus de 40 millions de passagers en 2018 ne figuraient pas parmi les 25 premiers mondiaux en 2005.

Des performances en constante évolution

Chaque révolution technologique permet de franchir un seuil de vitesse et/ou de capacité unitaire. Elle permet généralement une baisse des prix du fait de gains de productivité importants. Il en résulte des opportunités de plus en plus tentantes pour des secteurs d'activités qui voient les marchés potentiels et le cercle des fournisseurs s'élargir.

Des gains de vitesse

La vitesse est un élément important d'attractivité d'un mode, notamment s'il est confronté à la concurrence d'un autre moyen de transport, comme le montrent les deux exemples suivants.

Dans les années 1960, les jets accaparent la clientèle des trains transcontinentaux en Amérique du Nord, amenant très rapidement les compagnies ferroviaires à supprimer ces services ou à les transférer à une compagnie nationale créée pour l'occasion (Amtrak aux États-Unis, Via Rail au Canada). Le différentiel de vitesse restant constant, le nouvel exploitant ferroviaire tente de repositionner les dessertes voyageurs sur des liaisons intervalles à courte distance, mais ne parvient pas à trouver des financements pour améliorer les infrastructures et augmenter les vitesses au-delà d'un petit nombre de corridors. La clientèle stagne, ce qui entraîne des menaces régulières de disparition pure et simple de ces compagnies jugées trop gourmandes en subventions.

Dans un tout autre contexte, et avec des distances il est vrai moins grandes, les trains à grande vitesse parviennent à faire jeu égal avec les avions, et même à leur faire perdre des parts de marché. Ainsi, à la suite de la mise en service du TGV entre Paris et Lyon (2 heures pour 420 km), la ligne aérienne concurrente perd dans un premier temps des clients, puis stagne pendant une dizaine d'années. Quand la SNCF met en œuvre le TGV Atlantique entre Paris et Nantes en 1989, les liaisons aériennes Paris Orly-Nantes et Paris Orly-La Roche-sur-Yon sont supprimées sans attendre par leurs exploitants. En juin 2001, sur les lignes Paris-Marseille (3 heures) et Paris-Montpellier (3 h 10), les exploitants aériens réduisent voire suppriment complètement leurs services *ipso facto*. Le développement régulier du réseau à grande vitesse finit par menacer la plus grande part du réseau aérien domestique et court-courrier international.

Tableau 9.2 Évolution de quelques meilleurs temps de parcours ferroviaires sur le long terme en France

Année	Paris-Strasbourg (504 km)	Paris-Lille (258 km)	Paris-Marseille (863 km)
1855	11 h 30	5 h 20	19 h 10
1930	5 h 50	2 h 40	10 h 50
1970	3 h 57 ⁽¹⁾	1 h 55 ⁽¹⁾	6 h 40 ⁽¹⁾
1994	3 h 50 ⁽¹⁾	1 h 00 ⁽³⁾	4 h 10 ⁽²⁾
2007	2 h 20 ⁽²⁾	1 h 00 ⁽³⁾	3 h 00 ⁽³⁾
2019	1 h 50 ⁽³⁾	1 h 00 ⁽³⁾	3 h 00 ⁽³⁾

(1) Électrification de la relation. (2) Vitesse élevée sur parcours partiel. (3) Vitesse élevée sur la totalité du parcours.

En l'absence de concurrence, toute augmentation des vitesses se traduisant par des gains significatifs en termes d'accessibilité provoque un usage accru du mode concerné, du fait de modifications de comportements induites. Pour reprendre l'exemple de la grande vitesse ferroviaire, la possibilité désormais offerte de faire des déplacements sur une demi-journée multiplie les voyages d'affaires sur la relation concernée. De même, les trains à grande vitesse peuvent être utilisés pour des trajets domicile-travail lorsque la durée du trajet n'excède pas celle de relations courantes de grande banlieue. Ainsi chaque jour, Arras, Vendôme, Tours ou Le Mans expédient des contingents non négligeables de migrants alternants vers Paris par le TGV. En Espagne, circulent des TGV destinés aux relations domicile-travail entre la plupart des gares intermédiaires et la capitale. La multiplication des axes équipés fait de la grande vitesse ferroviaire un standard en termes de performances et rend obsolète le train classique de plus en plus considéré comme une catégorie résiduelle (fig. 9.1).

Des gains de capacité

Les différents modes ont également évolué en termes de capacité. Cette dernière se décompose en capacité unitaire des matériels utilisés et en capacité d'accueil des infrastructures, qu'elles soient ponctuelles (ports, aéroports) ou linéaires (routes, voies ferrées, canaux).

Si l'on s'attache aux matériels de transport, les évolutions technologiques déjà abordées ont généré des gains parfois spectaculaires. Ainsi, les premiers camions du début du XX^e siècle acheminaient 3 tonnes de charge utile. Leurs descendants actuels sont limités à 44 tonnes sur le territoire européen, mais les motorisations actuelles permettent de transporter des charges bien plus élevées : il suffit pour s'en convaincre d'aller en Australie, où des « trains routiers » de 120 tonnes sillonnent le pays. L'évolution du transport maritime dans ce domaine est tout aussi spectaculaire, la course au gigantisme ayant culminé vers 1975 avec des « super pétroliers » de plus de 500 000 tonnes de port en lourd. Aujourd'hui, la capacité se mesure davantage en nombre de conteneurs embarqués, donc en volume, qu'en tonnes, mais on est tout de même passé de 1 000 à 24 000 boîtes entre 1968 et les années 2010.

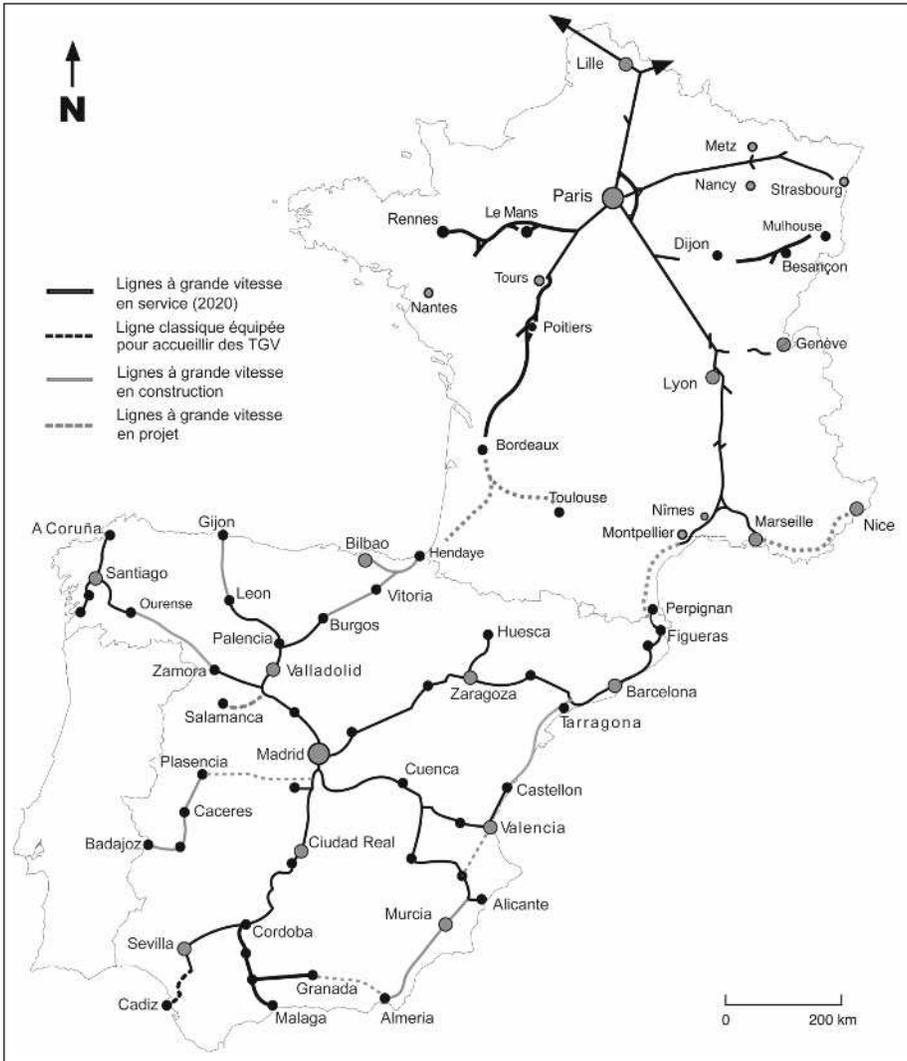


Figure 9.1 La généralisation progressive de la grande vitesse en France et en Espagne

Sources : SNCF et ADIF. Cartographie : P. Zembri et E. Libourel.

Pour ce qui concerne les transports de voyageurs, les évolutions sont du même ordre. Entre le Farman Goliath, gros-porteur des années 1920 avec une vingtaine de passagers, et l'Airbus A380, le facteur est de un à quarante !

Les infrastructures jouent également un rôle dans l'évolution de la capacité d'un système. À quoi bon par exemple disposer d'un pétrolier géant si aucun port ne peut l'accepter ? Il faut distinguer deux types d'évolution :

- La croissance intensive. Elle permet de tirer davantage de capacité d'une infrastructure sans en modifier l'emprise. Le transport ferroviaire a ainsi pleinement tiré

parti de la modernisation des modes de cantonnement (espacement des trains), ce qui permet avec les mêmes voies d'acheminer un trafic bien plus important qu'au XIX^e siècle. L'automatisation, puis l'informatisation des systèmes, l'introduction de modes élaborés d'assistance à la conduite, voire de la conduite automatisée, permettent des cadences élevées : un TGV à 300 km/h toutes les quatre minutes sur la ligne Paris-Lyon depuis juin 2001, une rame de RER toutes les 120 secondes sur le tronçon central de la ligne A pour citer deux exemples. De tels gains retardent d'autant l'échéance de lourds travaux d'élargissement des plates-formes ferroviaires, ce qui est appréciable en milieu densément urbanisé.

– La croissance extensive. C'est le fait des infrastructures non perfectibles par intensification des usages. C'est notamment le cas des routes, des ports et des aéroports : tout gain de capacité ne peut s'obtenir qu'en augmentant la surface des emprises, ce qui peut se révéler coûteux et susciter des oppositions locales animées par une sensibilité environnementale croissante.

Des gains de productivité

L'augmentation conjointe des vitesses et des capacités fait que les besoins en matériels pour acheminer une quantité donnée de personnes ou de marchandises ont beaucoup diminué. Des rotations plus rapides permettent une utilisation plus intensive des trains, bateaux ou avions, et les exploitants en jouent de plus en plus pour augmenter leurs recettes à moyens constants.

Il va sans dire que de telles évolutions ont contribué à une baisse en monnaie constante du coût d'usage de l'ensemble des moyens de transport. Les transports maritimes et dans une moindre mesure les transports aériens en ont profité pour étendre largement leur marché, de nouveaux besoins révélés par la baisse des prix se manifestant. C'est ainsi que le charbon australien ou sud-africain débarqué à Dunkerque a fini par revenir moins cher que celui extrait dans le bassin pourtant proche des Hauts-de-France...

Au total, les transports ont contribué à l'élargissement des aires de chalandise, des aires d'approvisionnement et des aires de recrutement, à toutes les échelles. Ils ont également favorisé un développement de la mobilité des hommes, qu'elle soit régulière (migrations alternantes) ou occasionnelle (tourisme, loisirs).

Une relativisation de la distance physique

Cette dernière tend à céder la place à deux nouvelles notions : la distance-temps et la distance-coût. La prise en compte de la durée plutôt que de la longueur réelle des déplacements traduit à la fois des différences notables de performances entre modes sur un même parcours et l'affectation permanente d'un laps de temps déterminé aux déplacements des personnes ou des biens. La prise en compte du coût permet de relativiser dans une certaine mesure l'importance de certains gains de temps, car la vitesse peut avoir un prix que tout le monde n'est pas prêt à payer. Elle permet également d'utiliser au mieux des modes comme le transport aérien, qui fondent désormais leur tarification sur l'importance et la solvabilité du marché ou sur le niveau de concurrence.

Distance-temps et budget temps-transport

Chacun apprécie désormais ses déplacements en heures et en minutes plutôt qu'en kilomètres. C'est notamment le cas lorsqu'il s'agit de la mobilité quotidienne mais aussi pour des déplacements à plus longue distance du fait de la « démocratisation » des vitesses élevées (autoroutes, TGV, avion). Les déplacements se trouvent de fait déterritorialisés dans la mesure où on est prêt à faire un parcours plus long en kilomètres s'il est plus rapide. La représentation des temps de parcours peut, du fait de l'hétérogénéité des performances permises par les infrastructures, placer sur le même isochrone des villes situées à des distances très variables du point de départ. À cet égard, le train à grande vitesse a pu générer des « effets réducteurs » assez spectaculaires (fig. 9.2).

À l'échelle des agglomérations et des « bassins de vie », la mobilité quotidienne semble s'établir dans un cadre temporel fixé par les citoyens eux-mêmes. C'est le budget temps-transport mis en évidence en 1974 par Yacov Zahavi dans une étude commandée par le United States Department of Transportation [ZAHAVI, 1974]. On peut considérer que ce budget temps n'est pas le même selon la taille des agglomérations et selon les catégories socioprofessionnelles. L'hypothèse de sa constance dans le temps (dite conjecture de Zahavi) implique que toute amélioration apportée aux réseaux de transport se traduisant par des temps de parcours réduits est susceptible de contribuer à un allongement des distances parcourues. En d'autres termes, tout gain de temps risque d'être réinvesti dans de la distance supplémentaire, ce qui contribuerait à expliquer au moins en partie les spectaculaires expansions des villes observées depuis que l'usage de l'automobile a commencé à se généraliser. Dans le cas de l'Île-de-France (tableau 9.3), l'évolution très mesurée du budget temps-transport sur 42 ans masque une croissance sensible des distances parcourues qu'une amélioration des performances des différents modes permet de compenser.

**Tableau 9.3 L'évolution de la mobilité en Île-de-France :
une illustration de la pertinence de la conjecture de Zahavi**

	1976	2010	2018	Évolution 1976-2018
Durée moyenne des déplacements :				
- tous modes confondus	22 min	24 min	23 min	+ 4,5 %
- en transports collectifs	45 min	48 min		
- en voiture	21 min	23 min		
Portée moyenne des déplacements :				
- tous modes confondus	3,7 km	4,5 km	4,7 km	+ 27 %
- en transports collectifs	7,9 km	9 km		
- en voiture	5,4 km	6,2 km		

Source : Enquêtes globales de transport STIF-OMNIL-DRIEA.

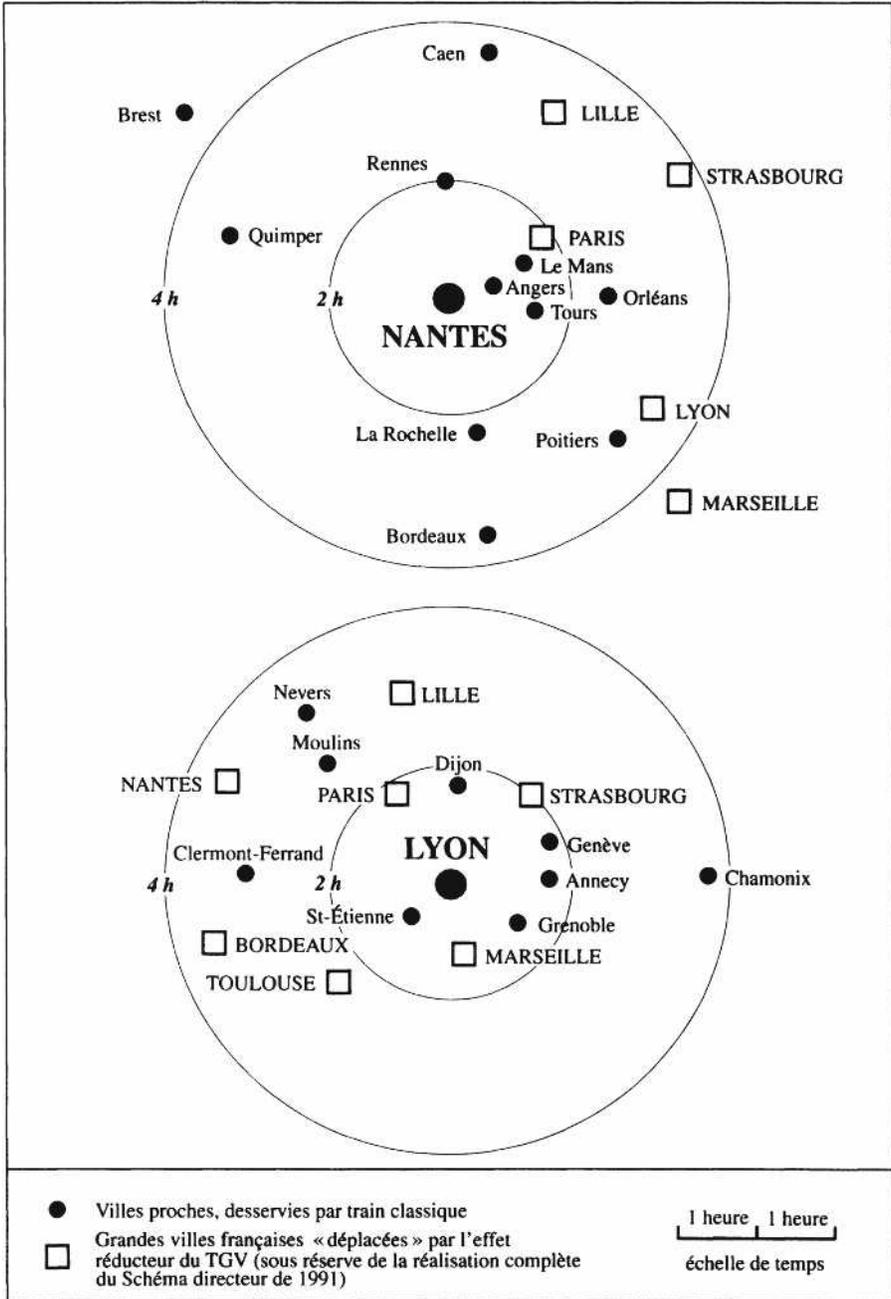


Figure 9.2 Les effets à la fois réducteurs et distanciateurs de l'arrivée du train à grande vitesse : évolution de l'accessibilité à terme de deux villes françaises

Source : BEAUCIRE, 2002.

La distance-coût

L'effacement de la distance physique au profit du coût du transport intervient lorsqu'il y a déconnexion manifeste entre ces deux paramètres. C'est le cas lorsque la tarification n'est plus proportionnelle à la distance. Les « prix de marché » auxquels le transport aérien a eu recours à partir de l'introduction de la concurrence tiennent davantage compte de l'agressivité commerciale des autres compagnies ou du remplissage des appareils que des kilomètres parcourus. La multiplicité des tarifs offerts par les compagnies contribue à complexifier les comparaisons. En pratique, il est possible d'effectuer un parcours transatlantique en catégorie économique en acceptant toutes les restrictions formulées par la compagnie (billet non échangeable, délai minimal entre aller et retour, etc.) au prix d'un aller-retour dans la journée pour motifs professionnels entre deux villes européennes. Les entreprises ferroviaires européennes passent progressivement aux prix de marché sur les relations où elles sont en concurrence avec l'avion ou l'autocar.

Cet état de fait peut contribuer à influencer le choix d'une destination touristique, lequel s'effectuera alors davantage en fonction du budget de la clientèle que du nombre d'heures de vol à qualité de prestations comparable.

Enfin, la prise en compte du coût peut empêcher des choix de localisation acceptables en termes de distance temps. D'où l'intérêt dans certains cas de mettre en place des barrières tarifaires : c'est ce que fit la SNCF lors de la mise en service du TGV Nord, de façon à empêcher un usage trop intensif de la grande vitesse pour des migrations alternantes que des parcours d'une heure (Lille-Paris), voire moins (Arras-Paris en 40 minutes), auraient pu encourager.

Transports et territoires : des relations contraignantes

C'est une question qui fonde de nombreux travaux de recherche, tant en géographie qu'en économie spatiale, et qui prend bien souvent un tour politique dans la mesure où la création d'infrastructures de transport est du ressort d'entités publiques et où elle entre à plein dans le cadre de politiques d'aménagement et de développement des territoires.

Le territoire comme contrainte, de la topographie aux limites de gestion

Si la topographie s'impose surtout aux réseaux les plus territorialisés (les transports terrestres), elle oblige lors de leur implantation à des arbitrages entre coût et performances qui peuvent se révéler lourds de conséquences à plus ou moins long terme. Les contraintes physiques se traduisent également par le passage obligé par des corridors, véritables faisceaux multimodaux où l'espace disponible est restreint (l'axe rhénan par exemple). Les concentrations humaines peuvent se révéler également contraignantes dans la mesure où elles génèrent une forte demande de transports sans offrir suffisamment d'espace pour installer les infrastructures nécessaires.

Enfin, les effets de frontières peuvent contrarier le développement des réseaux de transports à toutes les échelles, certains périmètres de gestion pouvant se révéler particulièrement imperméables.

L'insertion des infrastructures de transport terrestre à plusieurs échelles

Ces infrastructures sont réalisées de façon à optimiser les performances du mode concerné sans que son implantation soit dispendieuse pour le maître d'ouvrage. D'où l'intérêt d'aborder la question du tracé à plusieurs échelles, en « zoomant » progressivement.

Une fois que le principe de création d'une nouvelle liaison est acquis, on va rechercher les meilleurs tracés sous forme de « fuseaux » de plusieurs kilomètres de largeur élaborés de façon à éviter les obstacles topographiques les plus importants (massifs montagneux, lacs, etc.). Après approbation d'un fuseau, une étude plus détaillée doit conduire à la définition d'un tracé précis, tenant compte des détails de la topographie. On recherche également les caractéristiques du parcellaire, de manière à faciliter d'éventuels remembrements et à limiter les destructions de bâtiments. Une étude d'impact permet de mesurer tous les inconvénients locaux qui pourraient résulter du choix d'implantation, tant sur le fonctionnement des espaces traversés que sur les environnements locaux ou les paysages.

L'idée première dans l'élaboration des tracés est d'éviter au maximum les pentes, qui réduiraient les vitesses, et les ouvrages d'art, forcément coûteux. Le tracé doit « coller » le plus possible au terrain sans trop affecter les performances du mode de transport utilisant l'infrastructure. C'est un arbitrage permanent qui, par le passé, a pu pénaliser certains itinéraires construits « à l'économie ». Les infrastructures correspondent aux performances envisageables à l'époque de leur conception. Il se peut que l'évolution des techniques les rende progressivement inadaptées voire complètement obsolètes. Une bonne partie des tracés ferroviaires européens datant du XIX^e siècle ne permet pas des vitesses élevées car leurs concepteurs ont privilégié les profils en long (minimisant les pentes) aux profils en travers (les vitesses pratiquées s'accommodaient de faibles rayons de courbure). Le passage à la grande vitesse ferroviaire, qui s'appuie sur des motorisations très puissantes, incite à opérer l'arbitrage inverse : privilégier la ligne droite et admettre des pentes plus fortes et de plus grande longueur que le matériel « avale » sans réduction de vitesse rédhibitoire (fig. 9.3).

Quand les concepteurs ne peuvent l'éviter, des ouvrages d'art s'avèrent nécessaires. Ces viaducs, tunnels ou ponts permettent de franchir des obstacles topographiques impossibles à contourner. Les techniques de construction progressant au fil du temps, la longueur de ces ouvrages, leur portée ou leur esthétique ont beaucoup évolué. Ainsi, les tunnels de plusieurs dizaines de kilomètres ne sont plus rares. Ils peuvent être sous-marins (entre les îles japonaises d'Honshu et Hokkaido, sous la Manche) ou plus classiquement sous des massifs montagneux, comme les tunnels de base alpins récemment mis en service (Saint-Gothard, Lötschberg en Suisse) ou à venir (tunnel de base du Fréjus entre la France et l'Italie).

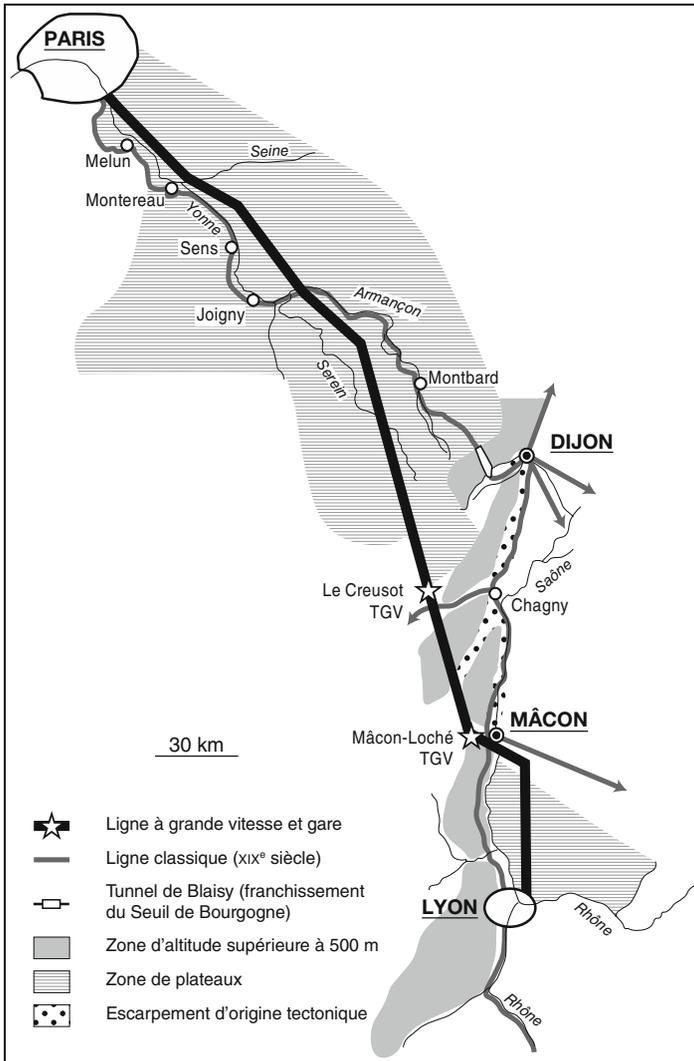


Figure 9.3 Tracés ancien et récent de l’itinéraire ferroviaire Paris-Lyon : la traduction de deux conceptions successives en phase avec les performances du matériel contemporain

La topographie peut également susciter l’apparition de corridors, c’est-à-dire de faisceaux d’infrastructures en tronc commun le long de vallées ou de littoraux dont il est difficile de s’éloigner, et qui constituent la seule voie de passage possible sans compromettre les performances des modes concernés. Une partie de la vallée du Rhin entre Bâle et Cologne, la vallée du Rhône entre Lyon et Avignon, le littoral méditerranéen entre Cannes et Gênes en constituent des exemples (fig. 9.4).

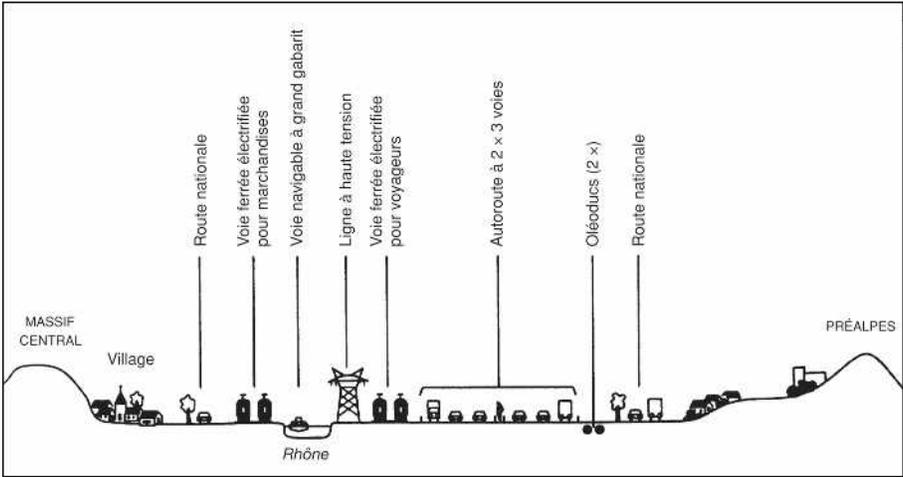


Figure 9.4 Coupe-type du corridor rhodanien

Source : MÉRENNE, 1995.

Les réseaux moins territorialisés doivent également compter avec la topographie

L’implantation des ports doit tenir compte des caractéristiques du littoral, des fonds marins proches de ce dernier, de l’espace disponible pour accueillir les activités connexes, ainsi que des possibilités de communication avec l’arrière-pays. Il en résulte un nombre limité de sites dont la valorisation est possible.

La première condition à remplir est d’avoir une étendue d’eau abritée vis-à-vis de la houle et autant que possible du jeu des marées. Deux catégories de sites y satisfont sans aménagements importants : certaines rades (tout dépend de la configuration de leur ouverture vers le large) et les estuaires, rias ou fjords. L’intérêt des seconds réside dans la possibilité de pénétrer assez profondément dans les terres et d’échapper ainsi au mouvement des marées qui s’atténue progressivement. Dans les autres cas, il a fallu construire des digues pour protéger artificiellement le site de la houle. Des îles, des bancs de sable ou une flèche littorale peuvent servir d’appui à de tels ouvrages.

La profondeur des fonds marins proches et des bassins doit permettre le passage et l’amarrage des bateaux les plus couramment utilisés. La course au gigantisme à partir des années 1970 a obligé certains ports (notamment d’estuaires) à opérer des dragages importants, à aménager des chenaux ou des passes plus larges et plus profonds, à creuser des bassins mieux adaptés. Dans certains cas, il a fallu aménager des installations annexes hors du site originel, à l’image du terminal pétrolier d’Antifer à proximité du port du Havre, pour accueillir les plus gros navires (tirants d’eau compris entre 30 m et 50 m).

Les réserves foncières doivent être suffisantes pour créer de nouveaux bassins ou développer des activités liées à celles du port (stockage de pondéreux ou de conteneurs, industries de transformation, gares de triage, etc.). Pour cela, le relief littoral ne doit pas être trop contraignant. À défaut, on recherchera des zones de hauts-fonds

susceptibles d'être gagnées sur la mer, à l'instar de ce qui a été fait à Rotterdam (création de l'Europoort). Les sites de ports doivent de plus en plus être évolutifs, compte tenu du renouvellement des exigences du secteur du transport maritime.

Enfin, l'accès à l'arrière-pays doit être aisé. L'adossement du port à de grands axes fluviaux, routiers ou ferroviaires, pénétrant sans difficulté dans l'intérieur des terres et offrant de bonnes capacités de transport, détermine son intérêt pour les grands armements mondiaux qui sont entrés dans une logique de diminution du nombre d'escales (une par façade maritime en principe) pour massifier les flux et mieux remplir des bateaux de capacité croissante. Ce phénomène touche en particulier le transport des conteneurs, pour lesquels une bonne connexion avec les modes terrestres est primordiale. La concurrence entre les ports se traduit désormais par des investissements massifs dans des axes terrestres destinés à élargir leurs arrière-pays : c'est ce qui arrive actuellement entre Anvers et Rotterdam avec la mise en œuvre de deux lignes ferroviaires concurrentes à destination de la Ruhr (Allemagne).

***Rhin d'Acier* contre *Betuweroute* : quand deux ports concurrents se battent sur le terrain des dessertes ferroviaires**

L'accessibilité terrestre est désormais un enjeu majeur pour les ports maritimes, dans un contexte de forte croissance de la concurrence et de sélectivité des armements, qui ne veulent plus toucher tous les ports d'une façade maritime. Transporteurs et chargeurs se fondent de plus en plus sur la desserte terrestre des arrière-pays pour apprécier l'efficacité des ports, au même titre que d'autres critères utilisés de longue date comme les coûts de la maintenance. Gouvernements et opinions publiques exigent de surcroît des transports respectueux de l'environnement, ce qui interdit de promouvoir des solutions reposant intégralement sur l'usage de la route. Enfin, le volume des transbordements est en croissance du fait de l'augmentation de capacité unitaire des navires : un porte-conteneurs peut décharger plusieurs milliers de « boîtes » qu'il faut acheminer vers d'autres ports ou vers des destinations intérieures. Tout cela milite pour que communautés portuaires et gouvernements s'intéressent de plus près à la desserte terrestre et à la revalorisation du chemin de fer au sein de cette dernière. Les projets anversoïses et néerlandais vont dans ce sens.

– La *Betuweroute* : promue par le gouvernement néerlandais et le port de Rotterdam, c'est une ligne parallèle au Rhin dédiée au seul trafic fret et reliant le terminal de Maasvlakte à la frontière allemande sans transiter par les nœuds saturés du réseau ferré. Elle doit permettre une nette augmentation de la part du rail dans les acheminements terrestres (moins de 10 % du total en 1990), avec à terme une cinquantaine de navettes par jour et une part de marché voisine de 25 %. Inaugurée en 2007 pour sa partie néerlandaise, elle revêt un caractère stratégique marqué depuis l'alliance capitaliste intervenue entre les composantes Fret des chemins de fer allemands (DBAG) et néerlandais (NS). Mais l'ouverture des marchés ferroviaires européens en permet l'accès à de nombreuses compagnies concurrentes, très focalisées sur l'accès au plus grand port européen. La section néerlandaise est gérée par une société

ad hoc regroupant le gestionnaire d'infrastructures néerlandais ProRail (50 % du capital) et les autorités portuaires de Rotterdam (35 %) et d'Amsterdam (15 %).

– *Rhin d'Acier* : c'est un projet porté par la communauté portuaire d'Anvers et les chemins de fer belges, dont le partenariat a déjà permis à la part de marché du mode ferroviaire de dépasser les 20 %. Il s'agit de réactiver un itinéraire direct tombé en désuétude depuis plusieurs décennies entre le port flamand et la Ruhr, de façon à éviter les grands complexes ferroviaires belges saturés (Bruxelles, Liège). Mais ce projet n'a pu avancer au même rythme que son concurrent néerlandais, du fait de la nécessité de traverser sur quelques dizaines de kilomètres le Limbourg... néerlandais (l'extrême sud du pays, autour de Maastricht). Autorités gouvernementale et régionale multiplient les obstacles en arguant notamment du fait que le tracé traverse une réserve naturelle d'un grand intérêt écologique, qu'il est désormais question de franchir en souterrain, ce qui renchérit considérablement le coût prévisionnel de la réouverture. Ces manœuvres dilatoires (il a fallu recourir à la Cour permanente d'arbitrage) permettent à Rotterdam de gagner avec succès du temps par rapport à son proche concurrent.

Les sites d'aéroports posent des problèmes comparables, les exigences étant cependant différentes. Les deux contraintes principales sont de disposer d'un terrain plat de taille suffisante pour accueillir les emprises nécessaires (pistes, parkings, hangars, etc.) et d'un dégagement suffisant aux alentours pour que décollages et atterrissages puissent s'effectuer dans des conditions de sécurité optimales. Les régions montagneuses posent bien sûr davantage de problèmes, les deux conditions n'étant pas forcément remplies. Lorsque les contraintes de place sont telles qu'aucun terrain naturel n'offre suffisamment d'espace, il faut envisager des travaux très coûteux de remodelage, ce qui a été fait par exemple pour les nouveaux aéroports d'Hong Kong (International) et de Séoul (Incheon). Au Japon, l'aéroport du Kansai, mis en service à la fin des années 1990, est en fait une île artificielle. L'aéroport de Nice-Côte d'Azur est en partie gagné sur la mer.

Dans un contexte de libéralisation du transport aérien et d'augmentation du nombre de mouvements, les aéroports disposant de réserves foncières sont les mieux placés, à condition que leur environnement immédiat ne se soit pas urbanisé de façon inconsidérée. En France, l'aéroport de Roissy faisait figure de privilégié avec près de 12 000 hectares d'emprise. Il est aujourd'hui condamné à se contenter de quatre pistes du fait de l'opposition des riverains, et l'on a longtemps recherché un nouveau site d'aéroport beaucoup plus éloigné de Paris, avant d'y renoncer du fait de perspectives moins certaines de développement du trafic aérien. Les aéroports moins bien dotés doivent faire preuve d'imagination, à l'image de celui de Schiphol (Amsterdam) qui envisage de délocaliser ses nouvelles pistes sur des hauts fonds sableux de la mer du Nord et de les relier aux installations actuelles par une navette ferroviaire rapide.

Réseaux et territoire politique

Un certain nombre de réseaux terrestres dépendent pour leur développement et pour leur gestion d'autorités politiques de divers niveaux : États, provinces ou

régions, départements ou comtés, municipalités. Ces autorités ont tendance à ancrer les réseaux dans leur territoire, sans forcément se soucier des connexions avec les territoires voisins, ni de la réalité des usages. On trouve là le divorce entre la « territorialité aréolaire » et la « territorialité des réseaux » énoncé par Gabriel Dupuy [DUPUY, 1991]. De la même façon, l'emboîtement des compétences (chaque collectivité a la responsabilité des transports qui opèrent à l'échelle de son territoire) peut déboucher sur des connexions de qualité inégale entre réseaux.

Le divorce entre les deux territorialités est visible à toutes les échelles, avec des degrés de gravité variables [VARLET et ZEMBRI, 2010]. Il peut être voulu : l'Espagne et la Russie impériale ont choisi des écartements de voie ferrée différents de ceux du reste de l'Europe essentiellement pour des raisons stratégiques, cette différence technique pouvant perturber sérieusement l'approvisionnement des lignes d'un éventuel envahisseur. Dans le cas espagnol, l'intégration au réseau européen à grande vitesse impose désormais de réaliser toutes les lignes nouvelles à l'écartement standard. Les connexions entre lignes nouvelles et le réseau classique à voie large sont assurées du fait de la maîtrise par l'industrie ferroviaire espagnole d'une technologie originale d'essieux à écartement variable développée dans les années 1960 et popularisée par les rames Talgo qui en ont été équipées.

Il peut être la conséquence de la mésentente entre des territoires autrefois unis. La séparation entre les deux Allemagne de 1949 à 1990 s'est traduite par des coupures physiques de routes, de voies ferrées et de canaux. Il en a été de même entre les deux Corée, la séparation étant toujours d'actualité à ce jour (des travaux de reconnexion en un seul point ont cependant été menés au début des années 2000).

Il est plus généralement générateur d'effets de frontière comme des hiatus de desserte, des goulets d'étranglement, des différentiels de fréquence ou des ruptures de charge obligées. Un exemple classique est celui du métro parisien qui, géré et financé par la ville de Paris, s'arrêtait aux portes de celle-ci alors que l'agglomération dense débordait largement de la commune-centre. Il a fallu attendre 1931 (date d'un accord entre la Ville et le Conseil général de la Seine) pour qu'il soit autorisé à pénétrer en banlieue, le premier prolongement de ligne *extra muros* ayant été inauguré en 1934. D'une façon plus générale, lorsque les périmètres de gestion ne correspondent plus à la réalité des déplacements, il en résulte des différences de traitement durement ressenties par ceux qui habitent du mauvais côté de la limite. C'est ce que l'on observe aujourd'hui aux limites de l'Île-de-France, la qualité de desserte et la tarification propres à cette dernière région ne se retrouvant pas au-delà alors que l'agglomération déborde largement en Hauts-de-France ou en région Centre-Val de Loire.

Les réseaux et la structuration des territoires

Les effets des réseaux et infrastructures de transport s'exercent à différentes échelles et dans différents domaines. Ils intéressent le géographe dans la mesure où le mode de territorialisation des réseaux influe sur le fonctionnement des territoires desservis, voire même simplement traversés. La différence entre simples points d'entrée-sortie et nœuds de réseau joue au profit de ces derniers, ce qui contribue à la sélection d'espaces de plus grande accessibilité, quelle que soit l'échelle considérée : celle de l'agglomération urbaine, celle de la région, voire celle du continent.

Il importe donc, dans l'analyse, de combiner la géographie propre du réseau et celle des territoires, en mesurant par exemple l'accessibilité d'un point. Cette dernière est fonction des performances des différents réseaux le desservant. Plus elle est élevée, plus le lieu sera attractif, tant pour des ménages que pour des acteurs économiques souhaitant s'implanter. *A contrario*, une piètre accessibilité sera un facteur de moindre développement.

Un effet de coupure plus ou moins marqué à l'échelle locale

Le degré de coupure est lié à la facilité de franchissement de l'infrastructure de transport. Une route, une voie urbaine, une emprise de tramway, sont traversables sans difficulté particulière. Les traversées sont généralement prévues voire régulées (systèmes de feux, passages piétons, etc.). Il n'y a donc pour ainsi dire qu'un très faible effet de coupure susceptible de perturber le fonctionnement des zones concernées. En revanche, les autoroutes, les voies de chemin de fer, les canaux, les voies de métro, sont impossibles à croiser à niveau. D'une manière générale, plus la vitesse des mobiles susceptibles de parcourir l'infrastructure est élevée, plus on cherchera à la protéger des intrusions. Dans ces cas, l'effet de coupure est maximal, ce qui a amené à parler d'« effet tunnel » : l'infrastructure tend à se déconnecter totalement du territoire traversé et à constituer un monde à part dont on ne sort qu'en cas d'absolue nécessité.

À l'échelle locale, la coupure se manifeste surtout par la rareté des points de franchissement et l'obligation d'accomplir des détours parfois importants, mal ressentis par ceux qui y sont astreints. D'où le recours désormais traditionnel, lorsque l'on construit une infrastructure rapide (autoroute, voie ferrée), au remembrement afin de ne pas fractionner des exploitations agricoles et perturber de fait leur fonctionnement. En milieu urbain, assez paradoxalement, l'approche des coupures semble être moins systématique. Elles créent pourtant des effets négatifs, comme l'apparition de « délaissés », zones enclavées entre plusieurs infrastructures. Certaines d'entre elles, constituant des opportunités foncières aisément mobilisables et peu coûteuses, ont accueilli des constructions à caractère social dont les habitants ressentent un réel sentiment d'enfermement. Un maillage serré d'infrastructures rapides en milieu urbain peut ainsi créer une série d'enclaves difficilement valorisables.

La coupure exacerbée que constitue l'« effet tunnel » trouve son origine dans une autonomisation poussée de l'infrastructure par rapport aux espaces traversés. Le fait de s'inscrire sur un territoire n'implique pas forcément qu'on le desservira : le but est d'aller vite et de limiter les points d'entrée sur le réseau. C'est l'évolution que l'on observe avec le développement de réseaux autoroutiers, accessibles selon le statut des voies et la philosophie générale des concepteurs à intervalles moyens compris entre 5 et 40 km. L'autoroute est un monde à part, clôturé, disposant de services propres (aires de repos et de services, voire animations culturelles, etc.), qui permet de parcourir des centaines de kilomètres sans ressentir le besoin d'en sortir. En se substituant à des axes routiers classiques dont vivaient de nombreuses villes en situation intermédiaire (hôtellerie, restauration, autres commerces), l'autoroute prive les espaces traversés d'une partie de leur activité. Une partie de celle-ci se transfère parfois sur les échangeurs, créant des zones hôtelières ou des *business loops* fonctionnant au profit quasi exclusif des utilisateurs de l'autoroute.

Les lignes ferroviaires à grande vitesse sont davantage encore déconnectées des milieux locaux traversés, les gares étant réservées aux seules agglomérations susceptibles de fournir un volant suffisant de clientèle. Ainsi, sur les 800 km de ligne TGV joignant Paris à Marseille, on ne compte que cinq gares intermédiaires directement implantées sur la ligne nouvelle, soit en moyenne une tous les 160 km ! Il en résulte des oppositions parfois violentes à la construction de telles infrastructures, les riverains étant fondés à penser que les nuisances subies ne seront pas contrebalancées pour ce qui les concerne par des gains d'accessibilité. Le milieu local s'estime donc sacrifié aux intérêts de grandes concentrations de population éloignées.

L'accessibilité est un facteur de qualification ou de déqualification des territoires

L'accessibilité se mesure à la fois en nombre de liaisons possibles et en rapidité de ces liaisons. Elle est réputée possible à tout moment lorsqu'il s'agit de transports individuel (automobile) ou auto-organisé (transport routier de fret par exemple). En revanche, elle est tributaire des fréquences offertes par les modes de transport collectif, ce qui amène à prendre en compte, outre les temps de parcours, les intervalles entre services. Elle peut également être contrariée de façon ponctuelle ou chronique par la capacité insuffisante des infrastructures, source de congestion et donc de dégradation des performances. Dans leur stratégie de localisation, particuliers et entreprises prennent en compte l'accessibilité des lieux envisagés par rapport à leurs destinations régulières. Une entreprise de transport susceptible de desservir l'ensemble d'un territoire privilégiera par exemple la position la plus centrale possible au sein, non de la surface à couvrir, mais du réseau d'infrastructures l'irriguant. Il peut arriver que les deux centralités coïncident, mais elles peuvent également diverger.

Tout gain d'accessibilité favorise les territoires concernés, et défavorise relativement ceux dont la situation demeure inchangée. Les notions de désenclavement et d'enclavement, qui correspondent à une appréciation relative du degré d'accessibilité d'un lieu donné ou d'une région, sont couramment utilisées pour désigner ces deux situations. Les récriminations parfois entendues lorsqu'un projet d'infrastructure rapide prend du retard, invoquent le risque de non-compétitivité économique des territoires concernés. Pendant de nombreuses décennies et dans de nombreux pays, le désenclavement autoroutier ou ferroviaire a tenu lieu de politique de développement local et régional, sans donner dans tous les cas les résultats attendus. C'était en effet méconnaître la complexité des facteurs d'arbitrage entre localisations par les activités, l'accessibilité n'étant qu'un élément parmi d'autres, certes nécessaire mais pas suffisant : la nature du tissu économique et du marché du travail locaux, les avantages offerts par les collectivités (garanties d'emprunt, prix réduit des terrains, exonérations fiscales, etc.), la localisation des fournisseurs ou des clients principaux, entrent aussi en ligne de compte. Plus simplement, en période de récession ou de moindre croissance économique, l'offre en opportunités de localisation risque d'être supérieure à la demande.

Au sein des grandes agglomérations, les zones les plus accessibles ne sont plus forcément les quartiers centraux. Compte tenu de la prééminence du transport routier de marchandises et de l'automobile, compte tenu également des besoins en surface de certaines activités, le bon compromis entre accessibilité et disponibilité de terrains

au meilleur prix se situe essentiellement dans des périphéries plus ou moins éloignées. Les nœuds autoroutiers, les aéroports, les grands chantiers de transport combiné, les installations portuaires récentes, sont autant de points de fixation pour des activités variées :

- l'industrie recherche flexibilité, faibles coûts de localisation et un niveau constant d'accessibilité permettant à la fois de maintenir un faible niveau de stocks et de garantir des délais de livraison acceptables à ses clients ;

- le grand commerce (hypermarchés, grandes surfaces spécialisées, etc.) recherche également de faibles coûts de localisation et joue sur l'accessibilité automobile qui déterminera l'importance de l'aire de chalandise. Ce type d'activités s'adresse à l'ensemble des agglomérations, voire aux espaces ruraux, accessibles dans un délai raisonnable. C'est la même logique qui pousse actuellement les complexes de loisirs (parcs d'attractions, multiplexes cinématographiques, etc.) à adopter des stratégies de localisation comparables ;

- le secteur des transports et de la logistique recherche également des surfaces disponibles importantes, une accessibilité aussi régulière que possible (il faut donc éviter à tout prix la zone de congestion centrale des agglomérations), mais aussi la proximité des deux catégories précédentes qui constituent l'essentiel de sa clientèle. Comme nous le verrons ci-dessous, l'externalisation croissante de la gestion des stocks par les entreprises et le développement du commerce électronique renforcent les synergies entre ces trois activités.

Des réseaux aux chaînes multimodales de transport

Multimodalité et intermodalité sont deux grands néologismes apparus à la fin du ^{xx}e siècle dans le monde des transports et des activités qui s'appuient sur ces derniers. Il s'agit en pratique d'associer différents modes de transport des marchandises au sein de « chaînes », ce que l'évolution des techniques a rendu possible.

À cet égard, l'invention du conteneur et surtout sa standardisation ont joué un rôle important dans le recours croissant à ces chaînes, qui présentent de surcroît l'intérêt d'être flexibles : on peut modifier à tout moment les itinéraires, les lieux de rupture de charge ou le nombre et la nature des modes utilisés. La baisse des coûts et la fiabilisation qui en résultent sont des facteurs d'intégration croissante du transport dans les processus de fabrication, avec le développement de la logistique, comme nous le verrons en second lieu.

Nous verrons également que l'organisation des transports collectifs de voyageurs tend à adopter un modèle comparable et que le traitement de l'intermodalité (au sens du passage d'un mode à l'autre), forcément moins bien ressentie par une personne que par un conteneur, devient un enjeu contemporain majeur dans un contexte d'engorgement urbain croissant. La constitution de produits touristiques repose également sur la bonne combinaison de modes opérant à des échelles différentes.

La constante progression des charges conteneurisées et du transport combiné

Une réelle intermodalité et des ruptures de charge minimisées

Le conteneur n'est pas une invention récente, puisque le premier du genre est apparu en 1956 aux États-Unis, à l'initiative d'un transporteur routier (Mac Lean). Il a rapidement suscité l'intérêt des armements maritimes, soucieux de réduire les coûts de manutention dans les ports ainsi que les risques de dégradation des marchandises à l'occasion des transbordements. Il s'agit en fait d'un emballage réutilisable (la durée de vie moyenne d'un conteneur avoisine les sept ans), solide et de manipulation aisée. Sa standardisation sous l'égide de l'ISO (*International Standard Organization*) en permet un usage universel, ce qui n'empêche pas une diversification des formes : il existe par exemple des conteneurs citernes ou à toit ouvert. Les capacités d'emport sont mesurées en équivalent vingt pieds (EVP ou TEU en anglais).

Ce nouveau contenant a donné lieu à la construction de navires spécialement adaptés, les porte-conteneurs, dont la capacité d'emport va croissant. Cette évolution conduit à faire naviguer des unités acheminant de 5 000 à plus de 20 000 EVP, dont la largeur leur interdit pour l'instant l'accès au canal de Panama (d'où l'appellation d'*overpanamax*) et qui ne sont pas destinés à faire escale dans tous les ports d'une façade continentale. Ceux qui ne génèrent pas suffisamment de trafic pour justifier l'escale de tels géants des mers sont desservis par des navettes de plus petite taille qui alimentent le port choisi par l'armement (d'où leur appellation de *feeder*).

Parallèlement, les compagnies de chemins de fer ont développé le transport combiné, qui se caractérise par l'embarquement de tout ou partie d'une semi-remorque routière sur des wagons, selon des techniques diversifiées. Dès les années 1940, des remorques routières au gabarit spécialement adapté ont circulé sur le réseau ferroviaire européen. Par la suite, des semi-remorques utilisant pleinement les gabarits routiers ont pu être transportées sur des wagons spécialement adaptés, baptisés « wagons kangourous » : ces derniers se caractérisent par une partie surbaissée entre les deux bogies, permettant d'encaster les trains de roues des remorques et donc de permettre des hauteurs plus importantes. La fin des années 1960 a vu apparaître les caisses mobiles pouvant être désolidarisées du train de roulement des semi-remorques. Il en a résulté une économie de « poids mort » non négligeable. Les années 1980 voient l'apparition aux États-Unis du *roadrailer* ou semi-rail : les caisses des semi-remorques sont spécialement renforcées de façon à venir s'appuyer indifféremment sur un train de roues classique ou sur un bogie ferroviaire. Le poids mort en régime ferroviaire s'en trouve encore réduit, aucun châssis de wagon n'étant nécessaire et deux remorques successives partageant un seul bogie. Cette technique originale a peu conquis les réseaux européens, la résistance du semi-rail aux chocs et à la compression étant trop limitée par rapport aux normes édictées par ces derniers.

On trouve également dans la catégorie du transport combiné, mais pour des applications particulières (franchissement de massif montagneux, traversée de pays réglementant de façon drastique la circulation des poids lourds), ce que l'on nomme la route roulante. Il s'agit de services ferroviaires embarquant l'intégralité de l'ensemble

routier (tracteur et semi-remorque) et donc acheminant un poids mort important (fig. 9.5). Les pays alpins comme la Suisse ou l’Autriche encouragent leur développement pour épargner aux populations locales des nuisances permanentes liées au trafic routier de transit. Dès 1968, une première navette Bâle-Chiasso a été mise en service. D’autres axes ont été ouverts par la suite à travers la Suisse et l’Autriche (Munich-Vérone par exemple). La traversée de la Manche par l’eurotunnel doit être également considérée comme une route roulante, avec moins de restrictions liées au gabarit que les autres axes.

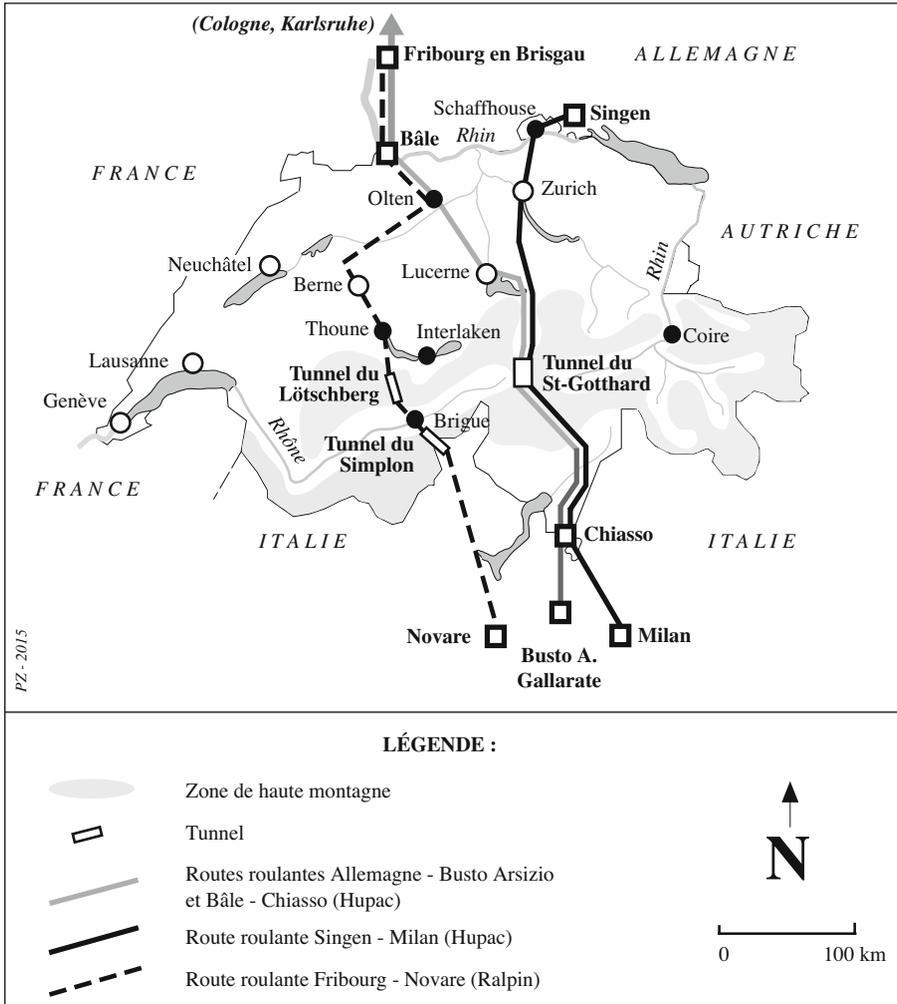


Figure 9.5 Les tracés des routes roulantes à travers la Suisse en 2019

Le recours à ce type de transport est encouragé par la Confédération qui ne souhaite pas voir ses infrastructures routières engorgées par un trafic de transit qui ne rapporte rien à l’économie nationale. La part de marché de la route roulante est estimée à 10 % mais elle devrait encore progresser avec la mise en service de nouveaux tunnels de base.

Afin d'assurer une continuité de circulation sur toute la longueur de la rame sans engager le gabarit ferroviaire, il a été nécessaire de doter les wagons concernés de roues de petit diamètre, plus fragiles et sujettes à une usure plus rapide. Le développement récent d'un wagon porteur (Modalohr) dont la plate-forme pivotante permet un embarquement par le côté, ce qui n'impose plus une continuité de circulation d'un bout à l'autre de la rame et donc plus de roues de petit diamètre, semble constituer un progrès décisif pour le développement d'une telle technique. Il est en service sur la navette Aiton-Orbassano (*via* le Mont-Cenis) et sur les autoroutes roulantes Bettembourg (Luxembourg)-Le Boulou et Calais-Le Boulou. Des développements sont en cours sur l'axe Atlantique (Calais-Île-de-France-Espagne).

Un outil d'accélération des échanges qui génère des organisations nouvelles

La conteneurisation a suscité le développement de nouvelles organisations combinant plusieurs modes sur de très longues distances et génératrices de gains de temps. C'est ainsi qu'a pu apparaître le pont terrestre nord-américain qui permet de traverser le continent d'est en ouest ou inversement en évitant un transit maritime forcément plus long par le canal de Panama voire, pour les *overpanamax* déjà cités, par le Cap Horn. Les conteneurs sont déchargés sur une côte, puis sont acheminés par fer (les possibilités sont multiples) jusqu'à la côte opposée où ils sont à nouveau transbordés sur un autre bateau. Le gabarit généreux des réseaux ferrés nord-américains permet de substantiels gains de productivité en permettant un chargement sur deux niveaux des conteneurs sur les wagons (*double stack*). La remise à niveau en cours des réseaux de l'ex-Union soviétique (Ukraine, Biélorussie, Russie, etc.) pourra permettre à moyen terme d'acheminer des conteneurs de l'Europe à l'Extrême-Orient selon un modèle comparable.

Mais le transit continental ne constitue qu'une petite part des utilisations de la conteneurisation, l'essentiel des avantages pouvant être relevé sur les relations entre les ports et leur arrière-pays. Dans la compétition qui oppose actuellement entre eux les différents ports d'une façade, les possibilités d'acheminement des conteneurs jouent un rôle déterminant, ce qui oblige parfois à des investissements coûteux de mise au gabarit des ouvrages d'art (tunnels notamment) des lignes aboutissant aux ports. La construction de lignes ferroviaires spécialisées sur lesquelles les acheminements ne sont pas retardés par la nécessité de faire coexister divers trafics sur la même infrastructure constitue également un moyen d'action, dans la mesure où le port concerné peut compter sur le soutien de l'État auquel il appartient. Le recours au mode ferroviaire est en tout cas quasi obligé du fait du nombre de conteneurs débarqués en une seule escale (souvent plusieurs milliers) : à raison d'un ensemble routier par conteneur, on imagine le surcroît de circulation qui en résulterait pour les riverains des voies d'accès aux ports... Dans certains cas (Rotterdam ou Anvers par exemple), le mode fluvial peut apporter une contribution non négligeable mais pour autant non généralisable, compte tenu de la configuration des réseaux navigables. Le recours au ferroviaire permet également de délocaliser dans l'intérieur des terres l'éclatement ou la concentration des flux de conteneurs. Ces opérations s'effectuent désormais dans des ports secs sélectionnés pour leur capacité de diffusion optimale.

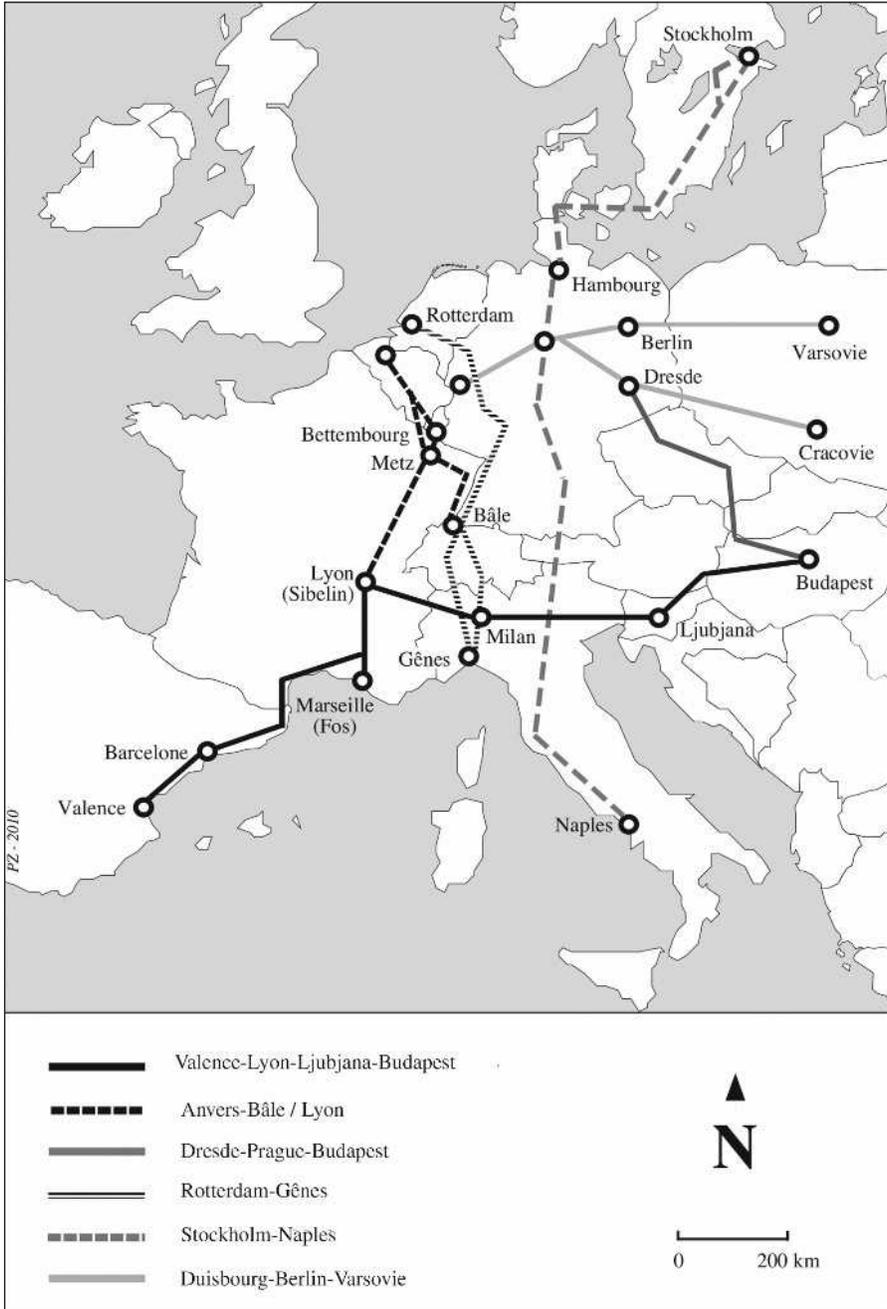


Figure 9.6 Les corridors de fret internationaux promus par l'Union européenne

Source : SNCF Réseau.

Les corridors ferroviaires européens visent à accroître ce trafic entre façades maritimes et points d'éclatement des trafics en améliorant l'interopérabilité technique ainsi que la qualité de service sur ces axes, notamment aux points frontières. Le développement de ces corridors répond à l'idée de promouvoir un réseau ferroviaire européen à priorité fret, sur lequel le transport sera plus fiable et performant en termes de temps de parcours, en fiabilité et en capacité. Après une première phase de définition de *freeways* à la fin des années 1990, qui n'a pas débouché sur une collaboration exemplaire des exploitants, l'UE a relancé des études sur six axes correspondant davantage à la configuration actuelle des flux de trafic. Ces six axes seront équipés en priorité d'un nouveau système européen de signalisation (ERTMS) qui est destiné à remplacer la pléthore actuelle de systèmes nationaux qui nuit à l'interopérabilité et qui limite l'arrivée de nouveaux entrants sur le marché (fig. 9.6). Leur commercialisation doit se faire par le biais d'un guichet unique représentant l'ensemble des gestionnaires d'infrastructure concernés.

Le système productif repose sur l'ensemble des modes de transport combinés entre eux

La constitution de chaînes de transport fiables est une condition *sine qua non* de la division internationale du travail et des délocalisations. Mais, à plus petite échelle, elle permet également le fonctionnement de nébuleuses associant donneurs d'ordres et sous-traitants (industrie automobile par exemple) et l'approvisionnement en continu d'entreprises constituant de moins en moins de stocks.

L'émergence de la fonction logistique

On peut considérer grossièrement trois composantes dans la production de biens matériels : la fabrication proprement dite, le stockage et le transport. Dans un cas de figure simple, qui était le modèle dominant jusque dans les années 1970, ces trois opérations s'enchaînaient à partir d'un site unique de production et les produits finis pouvaient rester un laps de temps variable en stock. Les mutations intervenues depuis cette période ont eu pour objet de sous-traiter et de délocaliser le maximum d'opérations, tout en réduisant drastiquement le niveau des stocks, l'objectif ultime étant de ne produire qu'une fois la commande passée (pilotage par l'aval). Il y a donc de moins en moins unité de lieu d'un bout à l'autre des processus de production et les phases de production sont entrecoupées de phases de stockage et de transport des composants ou des sous-ensembles d'un site à l'autre, d'un sous-traitant à un autre, d'un ensemble de sous-traitants au site d'assemblage.

Chacune de ces interfaces production-transport est critique au sens où tout retard, tout dysfonctionnement, a pour conséquence de stopper le processus de fabrication et de générer des coûts insupportables. D'où l'importance, parallèlement à des flux physiques aussi fiables que possible, d'organiser une bonne circulation de l'information, ce qui donne un rôle majeur aux nouvelles technologies de communication (transmission de données informatiques notamment). L'ensemble de ces mesures, regroupé sous le vocable de logistique, a pour objectif de réduire les coûts de production et la valeur immobilisée des stocks, tout en assurant à la clientèle un

service conforme aux engagements pris (délais, plages horaires de livraison, reprise des emballages, etc.).

La logistique n'étant pas forcément le « cœur de métier » des producteurs, elle a de plus en plus tendance à être externalisée au profit de prestataires logistiques, qui sont le plus souvent des entreprises de transport cherchant à enrichir leur prestation de base, aux marges laminées par la concurrence, par des opérations de gestion de stock, de conditionnement-emballage voire d'assemblage avant livraison et de mise en service des produits le cas échéant chez les clients. La personnalisation des prestations logistiques devient la règle, ce qui rend difficile toute définition exhaustive. Selon les estimations, l'ensemble des coûts logistiques fluctue entre 12 % [SAVY, 1993] et 20 % [SAMII, 1997] du prix final des produits, ce qui est loin d'être négligeable (fig. 9.7). Rapportée au produit intérieur brut, l'activité logistique pèse entre 10 % (pays développés) et 20 % (pays moins avancés), ce qui est loin d'être négligeable [SAVY (dir.), 2015].

Quelques conséquences spatiales du développement de la logistique

Pilotage par l'aval et livraisons juste-à-temps modifient en profondeur la nature des flux qui cessent d'être massifs et réguliers pour devenir davantage fractionnés et aléatoires, tout en étant soumis à des contraintes de rapidité, de ponctualité et de fiabilité jusque-là réservées à une minorité de transports. Cette modification sans précédent de la demande a brutalement marginalisé les opérateurs trop rigides dans leur organisation, au premier rang desquels les exploitants ferroviaires, au profit d'un secteur en forte progression depuis les années 1970 : le transport routier. Les charges transportées sont désormais « camionnables » (lots de quelques kilos à quelques dizaines de tonnes) et le secteur a fait preuve d'une grande souplesse et d'une grande réactivité, qualités appréciées par les chargeurs. Il a joué également d'une grande diversité de spécialisations : transport de lots complets, groupage (regroupement de lots d'origines diverses), messagerie (transport de petits lots au moyen de dessertes régulières reliant entre eux des centres de tris régionaux ou nationaux), express (transport de petits colis et de documents urgents), etc. Les transporteurs peuvent également se spécialiser par type de marchandises : vrac liquides ou solides, transports sous température dirigée, produits fragiles, produits à haute valeur ajoutée, voire vêtements sur cintres ! S'ajoute désormais une part non négligeable de logistique inverse, pour le retour des emballages consignés ou des produits à recycler.

Les plates-formes de tri, de stockage, d'éclatement ou de regroupement des lots deviennent des lieux importants du transport et en même temps de la production et/ou de la distribution. Ces plates-formes peuvent être publiques (construites par la collectivité au profit de plusieurs opérateurs) ou privées (à l'usage exclusif d'un opérateur qui peut le cas échéant y concentrer les opérations relatives à un seul gros client). Leur localisation répond à des impératifs d'accessibilité variables selon leur échelle d'activité et leur degré de spécialisation. Ainsi, une plate-forme d'éclatement à partir de laquelle s'opèrent des livraisons dans une région donnée sera localisée de façon à toucher tous les destinataires potentiels dans un laps de temps moyen acceptable. Une plate-forme de tri nationale en messagerie ou en express se localisera dans une position la plus centrale possible, compte tenu de la configuration du réseau routier rapide. Lorsqu'il y a des réseaux de dessertes régulières, ceux-ci s'organisent en *hub and spokes* (littéralement « moyeu et rayons »), de façon à permettre une

correspondance généralisée entre les différentes lignes régulières pendant une plage de « rendez-vous » généralement positionnée en milieu de nuit et à garantir le même délai pour l'ensemble des liaisons permises par le réseau. Certaines régions bien positionnées et bien desservies sont évidemment favorisées pour ce type d'implantation, contrairement aux territoires excentrés : la logistique est davantage facteur de concentration spatiale que de dispersion.

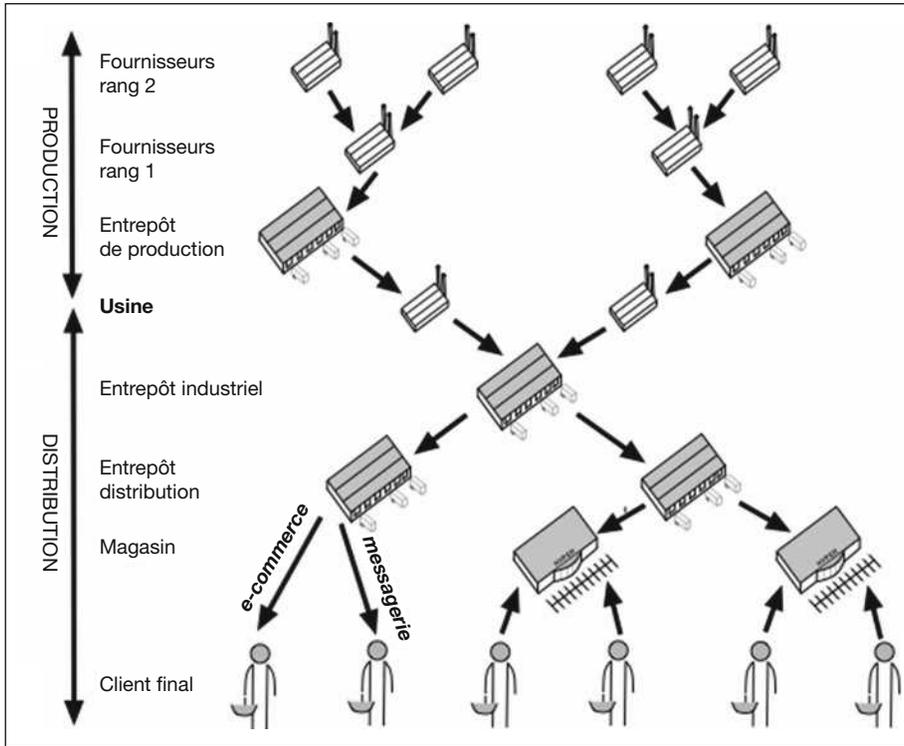


Figure 9.7 L'enchaînement des chaînes logistiques de production et de distribution

Source : Argan, élaboration par l'auteur.

Plates-formes et entrepôts logistiques calquent bien souvent leur implantation sur le réseau des aires métropolitaines, les localisations en milieu périurbain étant très majoritaires. Il s'agit à la fois d'être proche de marchés significatifs pour les expéditions et les réceptions, de bénéficier de l'accessibilité que confèrent les grands nœuds d'infrastructures qui sont rarement en rase campagne, et d'un marché du travail suffisamment diversifié et actif pour ne pas rendre le recrutement de spécialistes trop difficile. Symétriquement, la disponibilité d'installations et de prestataires logistiques devient un facteur supplémentaire de localisation d'unités de production, ce qui ne peut que renforcer les aires métropolitaines qui en bénéficient.

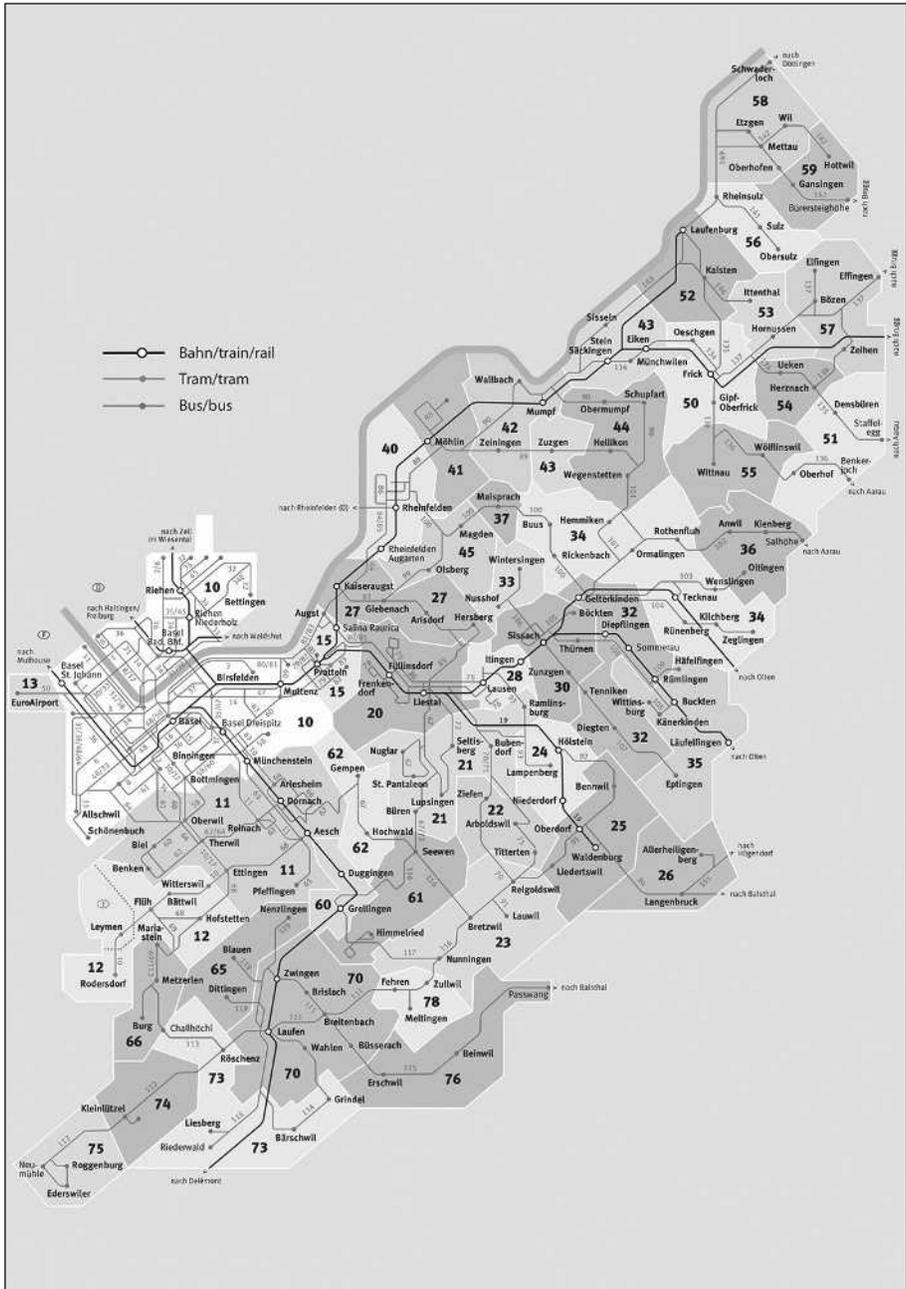


Figure 9.8 Un exemple de zonage en nid-d'abeilles : la communauté tarifaire du nord-ouest de la Suisse

Source : TNW.

La diversité des modes de transport voyageurs est mise à profit

Cette diversité, dans un contexte d'engorgement urbain croissant, peut être un atout dans la mesure où un mode donné n'est pertinent que pour une fraction du marché des déplacements. Cette pertinence s'apprécie en fonction de la densité de population desservie, du caractère plus ou moins massif des flux, de l'étalement de la demande dans le temps, de l'abondance ou de la rareté de l'espace circulaire. Cependant, l'atout peut devenir handicap si les modes se positionnent en concurrents les uns des autres, si les interfaces sont inexistantes, si la gestion est atomisée. À cet égard, l'antagonisme entre automobile et transport collectif, pris comme des systèmes distincts et non complémentaires, gérés par des entités différentes, est symptomatique de ce type d'évolution.

Deux aspects de l'intermodalité concernant les déplacements de personnes doivent être pris en compte : entre différents modes de transports collectifs d'une part et entre transports collectifs et individuels d'autre part.

L'intermodalité entre modes de transports collectifs

Il s'agit d'un ensemble d'opérations destinées à mettre en relation des réseaux ressortissant de gestionnaires et de transporteurs différents, dont l'échelle d'opération, les modes d'exploitation ou les niveaux de service peuvent différer. Les caractéristiques techniques des modes peuvent également varier ; les modes de financement et de tarification également. Autant dire que les situations peuvent aller du plus simple au plus complexe.

L'intermodalité nécessite en premier lieu un rapprochement physique des réseaux, qui peut s'effectuer sous différentes formes, présentant un degré de rupture de charge plus ou moins important :

1. la simple correspondance. Elle constitue le minimum possible. Des points d'arrêt ressortissant de réseaux différents sont suffisamment rapprochés pour que le voyageur puisse passer de l'un à l'autre. Les horaires sont normalement conçus pour que le passage d'un réseau à l'autre soit facilité (minimisation des temps d'attente), mais ce n'est pas obligatoire. Les cheminements entre points d'arrêt ne sont pas forcément facilités ;
2. la connexion par des nœuds. Elle constitue un stade plus élaboré où plusieurs correspondances sont regroupées sur des lieux équipés pour le passage d'un réseau à l'autre, de façon à minimiser la rupture de charge. Entrent dans cette catégorie la plupart des aéroports, les gares routières, des grandes gares de correspondance accueillant des réseaux différents, des stations de métro ou de chemin de fer sur lesquelles sont rabattues des lignes d'autobus, etc. L'information est centralisée et des stratégies de déplacement conjuguant plusieurs modes ou réseaux deviennent possibles ;
3. l'interconnexion. C'est la mise en place de liaisons entre réseaux différents, de façon à permettre le passage de circulations de l'un à l'autre. Cette opération implique un minimum de compatibilité technique permettant de définir un matériel hybride, et une collaboration étroite entre les réseaux concernés qui doivent penser à l'échelle des lignes interconnectées et non plus à celle de leur propre territoire.

Il en résulte pour l'utilisateur une absence de rupture de charge et une transparence totale des opérations de passage d'un réseau à l'autre, ce qui constitue un atout non négligeable dans une comparaison avec le transport individuel : l'automobiliste ignore les ruptures de charge...

Au-delà des aspects techniques évoqués jusqu'ici, l'intermodalité entre réseaux de transports collectifs s'accompagne bien souvent de mesures destinées à faciliter l'exploitation de l'ensemble des réseaux mis en relation et l'usage de cet ensemble par les voyageurs. Le travail des autorités politiques et des exploitants porte ainsi sur la mise en place d'une tarification commune, nécessaire pour que la facilité de rupture de charge ne soit pas contrariée par la nécessité d'acquiescer un billet ou un abonnement pour chaque exploitant. Ce n'est pas forcément simple dans la mesure où les modes de financement peuvent être très différents et où les principes de tarification peuvent être difficilement compatibles d'un réseau à l'autre. Parmi les simplifications très favorables au développement de l'usage, on peut citer l'ancien zonage concentrique des transports parisiens ou les tarifications en nid-d'abeilles (juxtaposition de zones tarifaires de taille et de forme équivalentes) des communautés tarifaires allemandes ou de la communauté tarifaire nationale néerlandaise.

Plus récemment ont été développées des tarifications uniques à l'échelle d'une agglomération, d'un département ou d'une région, qui associent à la simplification déjà évoquée des prix bas favorisant l'accès au réseau pour le plus grand nombre. Reste cependant à savoir qui finance la différence qui n'est plus demandée aux utilisateurs, et si la nouvelle organisation est soutenable à terme.

Les différents degrés d'interconnexion

La constitution du réseau express régional (RER) parisien a été l'occasion de développer au moins deux types de mise en relation entre les deux exploitants principaux, la SNCF et la RATP, et de mettre au point la terminologie utilisée ici. Certains réseaux font cependant depuis longtemps de l'interconnexion sans effort de clarification terminologique, à l'instar des différentes entreprises ferroviaires qui échangent des convois aux points-frontières selon de multiples protocoles liés au degré de compatibilité technique entre les réseaux (alimentation électrique, écartement des voies, gabarit, etc.) ou de certains réseaux de métro qui accueillent sur leurs voies des trains de banlieue (à Séoul ou dans différentes villes japonaises). D'autres formes ont été développées plus récemment, comme l'interconnexion entre lignes de tramway urbain et de chemin de fer périurbain ou régional en Allemagne (Karlsruhe depuis 1992, Sarrebruck depuis 1997) et en France (à Mulhouse notamment).

L'interconnexion du premier degré (ou « bout à bout ») est la plus simple à mettre en œuvre, dans la mesure où les réseaux mis en contact continuent à exploiter leur domaine de part et d'autre du point d'échange. Seul le matériel roulant passe d'un réseau à l'autre, les conducteurs se relayant en « gare-frontière ». C'est ce qui se produit sur les lignes A et B du RER à Nanterre-Préfecture pour la première et à la Gare du Nord pour la seconde.

L'interconnexion du second degré substitue au « chacun chez soi » énoncé ci-dessus l'interopérabilité : les réseaux interconnectés exploitent leurs trains sans distinction de domaine ou bien un réseau exploite du matériel d'interconnexion sur les infrastructures des autres. C'est le principe de fonctionnement de la ligne D du RER où des trains SNCF passent sur un tronçon RATP sans changement de conducteur. C'est ainsi également que fonctionnent les interconnexions train-tramway : conducteurs et matériels du réseau urbain entrent dans le domaine des chemins de fer nationaux sans formalité particulière et vice versa.

Enfin, l'aboutissement d'un processus d'interconnexion pourrait être la mise en place d'un exploitant spécifique des liaisons interconnectées, comme cela a été le cas à Milan.

Le passage de l'information d'un réseau à l'autre et la mise en commun des informations produites par chaque exploitant doivent permettre au voyageur ayant débuté son déplacement d'avoir des informations sur les conditions de poursuite de ce dernier, notamment en situation perturbée, et d'obtenir avant son départ toutes les informations utiles à la planification de son déplacement. Le développement d'Internet permet même dans les meilleurs cas d'obtenir de l'information sur les conditions de déplacement, les tarifications, les horaires, les services des différents réseaux d'une ville ou d'une région donnée à distance. Le développement de centrales de mobilité permet de diffuser une information personnalisée et de déclencher des offres *ad hoc* en cas de besoin. Enfin, l'usage croissant des smartphones permet d'accéder à de l'information en temps réel, très utile en cas de perturbation. Il ouvre également des perspectives d'élargissement des offres disponibles en agrégeant aux services collectifs classiques les véhicules en libre service (automobiles, vélos, trottinettes, etc.) et les offres de co-voiturage : on parle alors de mobilité servicielle (ou *mobility as a service* : MaaS).

L'intermodalité entre automobile et transports collectifs

Il s'agit ici d'une gestion du partage modal entre deux systèmes de transport à la fois concurrents et très différents dans leur organisation. En effet, les transports collectifs associent comme nous l'avons vu des modes divers ; ils offrent des fréquences variables selon les lignes et les heures, et les parcours sont ponctués de ruptures de charge et d'attentes, sans parler de la sensation d'entassement aux heures de pointe. Le système routier se caractérise par l'absence de rupture de charge, un niveau élevé de confort et une disponibilité permanente que seule la congestion peut pondérer. Mais dans les parties centrales des agglomérations, l'automobile peine de plus en plus à trouver de l'espace disponible pour circuler (saturation croissante des infrastructures) et pour stationner, ce qui incite les autorités d'agglomération à provoquer un transfert modal de l'automobile vers les transports collectifs, selon des modalités qui varient d'un pays à l'autre.

Il s'agit à la fois de pénaliser l'usage de l'automobile et d'améliorer l'offre de transports collectifs. Bien souvent, les solutions retenues se focalisent sur des aspects financiers : il s'agit soit de dissuader soit d'inciter par des systèmes de taxation ou de tarification qui visent à faire payer un « juste prix » de l'usage d'un véhicule particulier

qui consomme de l'espace là où il se trouve être le plus cher. Mais on trouve également des options plus coercitives.

Les efforts des pouvoirs publics peuvent porter sur la réglementation du stationnement en zone dense : tarification dissuasive pour les non-résidents, raréfaction de l'offre sur voirie (solutions adoptées dans plusieurs villes suisses), taxation de l'usage d'une place gratuite sur son lieu de travail au titre des avantages en nature, etc. On peut également trouver un niveau de tarification proportionnel à la densité du réseau de transports collectifs.

La réglementation de la circulation en zone dense donne lieu à différentes écoles de pensée. Les pays scandinaves sont plutôt partisans de l'instauration d'un péage urbain. L'entrée dans le périmètre central est subordonnée à acquittement d'un droit de péage dont peuvent être dispensés dans certains cas les véhicules acheminant plus de deux ou trois personnes (covoiturage). C'est ce qui avait été instauré à Bergen (Norvège) à la fin des années 1980, puis à Oslo. La cité-État de Singapour (dès 1975), et plus récemment les villes de Londres et de Stockholm, ont également adopté ce système.

Les pays d'Europe du Sud sont plutôt partisans de restrictions de la circulation automobile en zone centrale sans sanction financière. De nombreuses villes italiennes (265 de toutes tailles en 2019), très sensibles à la pollution de leurs nombreux monuments et quartiers historiques, ont instauré des « zones à trafic limité » (ZTL) couvrant l'essentiel de leur centre, interdites d'accès aux non-résidents (à l'exception notable des touristes accédant aux hôtels) en général entre 7 heures et 19 heures. C'est le cas entre autres de Bologne, Milan, Rome et Turin. De façon plus subtile, le cloisonnement des quartiers centraux et l'organisation de boucles de circulation empêchant tout trafic de transit peuvent limiter la circulation automobile. Un schéma de ce type a été adopté à Strasbourg à l'occasion de la mise en service de la première ligne de tramway.

Ces mesures ne sont socialement tenables que si les réseaux de transport collectif voient leur offre améliorée et leur tarification rendue attractive, de façon à constituer une alternative crédible. De façon à capter les flux automobiles en provenance de zones périphériques peu denses, de nombreuses agglomérations ont entrepris l'aménagement de points de connexion entre réseau routier et transports collectifs urbains à haut débit baptisés parcs relais (ou P + R, *Park and Ride*). La tarification de ce stationnement en périphérie est calculée de façon à ne pas pénaliser l'automobiliste faisant l'effort de laisser sa voiture hors de la zone centrale. Afin d'agrémenter la rupture de charge obligée au niveau de ces parcs relais, certains d'entre eux proposent des commerces et des services aux automobilistes (révision, lavage, etc., durant la période de stationnement).

Nouveaux acteurs, nouveaux enjeux

Dans un contexte de libéralisation croissante des services, les transports se retrouvent affectés par plusieurs évolutions qui contribuent à la fois à diversifier les offres et à faire baisser les prix. Les processus de déréglementation ont débuté dès la fin des années 1970 aux États-Unis, avant de s'étendre à la presque totalité de la planète. Le *low cost* est désormais incontournable, alors que cette conception du service n'existait que de manière marginale à la fin des années 1980. Les années 2012-2015 ont vu

le développement de services de mise en relation entre offreurs non professionnels qui déstabilisent les offres conventionnelles, tandis que se développait parallèlement la mise en libre-service de véhicules particuliers sur la voie publique. Il importe donc de faire le point sur ces évolutions certes récentes, mais dont le potentiel de restructuration des marchés est important.

Une concurrence accrue

Les services de transport à toutes les échelles sont de plus en plus soumis à des politiques d'ouverture des marchés et de libéralisation. Deux options s'offrent au choix des décideurs politiques :

- la concurrence pour le marché : l'exploitation des réseaux est mise à intervalles réguliers en appel d'offres, et les titulaires des contrats ne le sont que pour une durée déterminée et sous réserve du respect du cahier des charges. Les services de transports collectifs urbains et régionaux sont largement concernés par cette forme d'organisation, qui a permis de faire émerger des compétiteurs d'envergure mondiale essentiellement anglais et français ;

- la concurrence sur le marché : n'importe quel compétiteur peut entrer sur un marché sous réserve de satisfaire à des exigences de base, comme le respect des normes techniques et de sécurité applicables sur le réseau. C'est désormais la règle en matière de transport routier de marchandises, de transport maritime, de transport aérien et plus partiellement de transport ferroviaire.

La Grande-Bretagne s'est singularisée par l'ouverture complète de ses marchés de transport public urbain (hormis dans le Grand Londres, où c'est la concurrence pour le marché qui s'applique). Les marchés interurbains sont ouverts depuis les années 1980 aux États-Unis, en Grande-Bretagne et en Espagne. Ils l'ont été plus tardivement en Allemagne (2013) et en France (2015).

La mise en concurrence participe de l'internationalisation des offres et du recul des transporteurs nationaux. On a ainsi vu apparaître des transporteurs aériens réellement européens avec la libéralisation achevée en 1997 : une compagnie comme Easyjet base ses avions dans une dizaine de pays différents. Des fusions et absorptions sont devenues envisageables entre compagnies nationales : Air France et KLM, Lufthansa et Swiss, etc.

À défaut de s'unir, les compagnies ont pu préférer s'allier en constituant de puissantes alliances au sein desquelles la clientèle doit être traitée comme si elle n'avait affaire qu'à une seule compagnie.

La concurrence est réelle sans être frontale : la structuration de réseaux en un ensemble de nœuds de correspondance (ou *hubs*) vers lesquelles convergent des services permet d'offrir une pluralité d'itinéraires à la clientèle d'une ville sans que deux transporteurs soient présents sur le même couple origine-destination (fig. 9.9).

Enfin, la concurrence peut être aussi bien intramodale (entre opérateurs exploitant le même mode) qu'intermodale : l'autocar sur autoroute prospère au détriment du train conventionnel tandis que la grande vitesse ferroviaire grignote des parts de marché au transport aérien court-courrier.

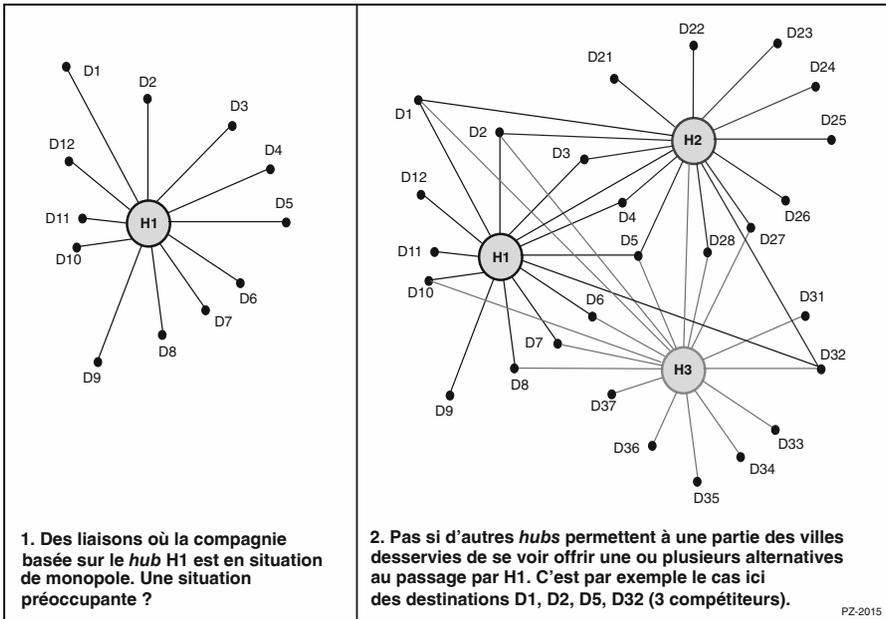


Figure 9.9 La concurrence par les nœuds plutôt que ligne à ligne : un sous-produit de la libéralisation du transport aérien

La multiplication des offres à bas prix

C'est également un sous-produit de la libéralisation, reflétant le choix de certains acteurs du marché d'offrir des produits dépouillés (*no frills*) selon un modèle économique en rupture avec celui des opérateurs déjà présents sur le marché. Il ne s'agit pas de casser les prix en vendant à perte (stratégie suicidaire adoptée par certains nouveaux entrants qui n'y ont pas survécu), mais de construire une structure de coûts innovante permettant de gagner de l'argent tout en offrant des tarifs réduits.

Dans le transport aérien, les transporteurs *low cost* achètent leurs appareils par grosses quantités pour bénéficier de prix négociés ; ils n'utilisent que des avions récents peu gourmands en kérosène et peu coûteux en maintenance ; ils maximisent leur utilisation pour les laisser le minimum de temps au sol ; ils rendent le service à bord payant, voire le dépôt de bagages en soute ; ils font effectuer plus de rotations au personnel de bord ; la billetterie est totalement dématérialisée et le recours à des intermédiaires fortement limité, etc.

Enfin, la nécessité d'optimiser les rotations interdit d'offrir des correspondances au niveau des nœuds du réseau (qui ne sont donc pas des *hubs* mais de simples bases) [ZEMBRI, 2009] de façon à éviter des attentes perturbantes.

La première compagnie *low cost* revendiquée était Southwest Airlines aux États-Unis. Son intrusion sur le marché a largement contribué à la déconfiture d'acteurs historiques du marché, mais elle a fait évoluer son modèle pour devenir une compagnie

plus traditionnelle, en offrant notamment des correspondances, en développant une classe Affaires et même un programme de fidélisation.

Les compagnies *low cost* ont mieux résisté aux crises successives qui ont affecté le transport aérien entre 2001 et 2010, et elles ont pu à cette occasion développer leur clientèle. Ce phénomène peine toutefois à dépasser le cadre du transport aérien : les libéralisations du secteur ferroviaire ont jusqu'ici peu touché les services voyageurs.

Cependant, l'irruption de concurrents extérieurs (covoiturage, autocar) montre que les clients du train peuvent être également sensibles au prix, au point d'accepter de passer plus de temps en voyage.

Mutualisation des véhicules et implication croissante des particuliers

La dernière révolution des transports en date a été provoquée par la généralisation d'Internet et des smartphones. Alors que les pionniers du covoiturage peinaient à mettre en relation offreurs et passagers, le développement de l'Internet mobile a permis un décollage extrêmement rapide du partage de véhicules.

Un site de mise en relation n'est pas un organisateur de transport, encore moins un opérateur. Il permet à des automobilistes d'offrir des places à des passagers payants (on parle pudiquement de défraiement, puisque c'est une ressource non fiscalisée) sur un parcours donné. Il ne peut donc s'engager sur la bonne fin de la prestation.

Le phénomène a été largement encouragé dans certains pays comme la France par les pouvoirs publics, voire les entreprises ou les assureurs (le risque de somnolence au volant s'en trouve réduit), tout en donnant lieu à de vigoureuses protestations de la part des transporteurs en place qui y voient surtout le développement d'une concurrence déloyale (les autocaristes espagnols ont ainsi attaqué en justice le site BlaBlaCar en 2015). Certains opérateurs ferroviaires y voient la possibilité de développer des offres porte-à-porte en complément de leurs services.

En tout état de cause, ce développement de l'économie collaborative (ou du partage) ne laisse personne indifférent et ne semble pas être contesté sur le principe : seuls les excès de professionnalisation des offreurs de service devraient être sanctionnés, à l'image du très controversé service Uber Pop.

La mutualisation de véhicules individuels s'effectue également par la mise à disposition d'automobiles ou de vélos en libre-service sur la voie publique, moyennant abonnement et paiement à la distance ou au temps. Les technologies de l'information et de la communication mises en œuvre permettent de géolocaliser les véhicules disponibles et de faciliter la facturation, tout en permettant aux opérateurs de gérer leur parc et d'opérer des transferts entre stations en cas de besoin.

En tout état de cause, ces nouveaux services à la mobilité ont été inventés par des entreprises qui n'ont aucun lien avec les opérateurs traditionnels de transport : le vélo en libre-service a été inventé par des afficheurs publicitaires (Clear Channel, Decaux) et les sites de mise en relation sont de purs produits de la nouvelle économie et de jeunes entrepreneurs individuels. La « vieille économie » des transports devra composer avec. Peut-être parviendra-t-elle au moins partiellement à se les approprier, mais les offres devraient s'en trouver durablement enrichies.

*L'enjeu environnemental :
une importance croissante, une menace ?*

La congestion croissante, les pics de pollution en plus grand nombre, incitent les autorités d'agglomération à se pencher sur la place du véhicule particulier. La remise en cause d'un partage de l'espace public jusqu'ici très favorable à l'automobile en circulation et en stationnement est de moins en moins taboue.

D'autres utilisateurs font d'ailleurs pression en ce sens (piétons, cyclistes, etc.). Au niveau européen, plusieurs pays dont l'Allemagne et la France ont été mis en demeure de réduire leurs émissions de polluants par la Cour de Justice de l'Union européenne (CJUE). Concernant plus particulièrement la France, la justice européenne estime qu'elle a dépassé de manière systématique et persistante la valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote depuis le 1^{er} janvier 2010. Le dioxyde d'azote (NO₂) est un gaz très toxique émis principalement par le trafic routier, et en particulier par les véhicules diesels. Douze agglomérations françaises sont en cause pour ces dépassements répétés : Paris, Marseille, Lyon, Nice, Toulouse, Strasbourg, Montpellier, Grenoble, Reims, Clermont-Ferrand, Toulon ainsi que la vallée de l'Arve, couloir d'accès encaissé et urbanisé au tunnel du Mont-Blanc.

La pression des pouvoirs publics sur les constructeurs automobiles est donc maximale, pour que leur offre évolue vers une majorité de véhicules non-émetteurs de gaz à effet de serre et de polluants. Le scandale du « dieselgate », révélé en 2015, a instillé au sein de l'opinion publique et du personnel politique l'idée que les constructeurs n'hésitaient pas à tricher sur leurs émissions pour masquer l'insuffisance de leurs efforts, et surtout qu'il fallait passer à d'autres motorisations.

Si l'État de Californie avait fait figure de pionnier en imposant un pourcentage minimum de véhicules zéro émission dès la fin des années 1990 (l'objectif actuel du programme *Zero emission vehicles* – ZEV – est d'un million et demi de véhicules propres en circulation en 2025), l'UE a depuis considérablement durci sa politique en promouvant l'instauration de péages généralisés pour les poids lourds, en fonction de la distance parcourue et du niveau d'émissions (directive Eurovignette du 27 septembre 2011). L'instauration d'un tel péage sur le réseau principal français, baptisé écotaxe, a été rapportée en 2014 après un mouvement social mené essentiellement en Bretagne.

Une autre façon de procéder est la taxation écologique des sources d'énergie carbonées : là aussi, l'accélération de son rythme d'augmentation à partir de 2017 pour accélérer la transition écologique a déclenché une fronde sans précédent en France en novembre 2018 (mouvement des Gilets jaunes).

Pour autant, la plupart des pays européens l'ont adoptée et le niveau atteint en France avant suspension des augmentations programmées n'est pas négligeable (30,50 € par tonne de CO₂). Un dernier volet d'une politique de conversion énergétique consiste en un ensemble d'incitations financières à acquérir des véhicules propres : subventions à l'achat, facilités de circulation par rapport aux véhicules conventionnels, exemption de taxes, etc. Cela permet notamment d'effacer en partie des surcoûts à l'acquisition qui demeurent importants.

Enfin, il apparaît que le secteur routier n'est pas responsable de l'ensemble des émissions de gaz à effets de serre : la pression s'oriente désormais vers le transport maritime, qui brûle du fuel lourd (HFO) riche en soufre et en particules fines.

On estime que le transport maritime, dont la croissance ne se dément pas, émet 3 % des gaz à effet de serre à l'échelle mondiale.

Des mesures de « verdissement » du secteur ont été prises sous l'égide de l'Organisation maritime internationale (OMI), mais elles ne feront sentir leurs effets qu'au rythme du renouvellement de la flotte. Certains pays comme la Norvège donnent l'exemple en imposant un rythme accéléré de conversion (objectif : aucune émission pour les parcours domestiques norvégiens en 2026).

Le transport aérien est également sous pression. S'il paraît difficile d'envisager un changement de source d'énergie dans la décennie à venir, c'est l'usage même de l'avion pour des parcours court et moyen courriers qui est contesté, le rail accéléré constituant une alternative de plus en plus crédible.

Des mouvements citoyens appelant à éviter les voyages par avion lorsqu'une telle alternative existe se développent sur le modèle du Flygskam (littéralement honte de l'avion) initié en Suède en 2018.