

# REPRÉSENTATION EN RELIEF DES RÉSEAUX DE TRANSPORT DE L'ARC ATLANTIQUE : DÉFORMATIONS DE L'ESPACE-TEMPS EN « VALLÉES » ET « MONTAGNES »

Alain L'HOSTIS  
CESA  
Université de Tours

## *Résumé*

*Le point de départ de ce travail est la construction d'un graphe du réseau de transport multimodal en trois dimensions. Cette structure est utilisée pour générer une représentation de l'espace-temps basée sur les vitesses moyennes des modes de transport. Le différentiel de vitesse crée des vallées d'espace-temps qui dévoilent les « vraies proximités » et qui démasquent « les fausses » selon les mots de Jacky Perreur. Il y a deux méthodes de construction : rejeter au-dessus ou bien au-dessous du plan des villes les liaisons moins performantes. La comparaison de ces deux méthodes est l'objet de cette communication.*

## *Mots-Clés*

*Aménagement du territoire - Déformation - Espace-temps - Modélisation - Réseaux  
Arc atlantique*

Nous nous situons dans la lignée de la cartographie produite par ordinateur, qui, comme le montre Sylvie Rimbert, sert à « figurer des hypothèses spatiales ; elle permet de montrer les effets bi-dimensionnels de modèles dont on peut faire varier les paramètres, et donc, elle fait entrer l'expérimentation dans certains aspects des sciences sociales » [12].

L'espace est représenté à partir d'un graphe du réseau de transport. Les nœuds du graphe sont les villes, et les arcs sont les infrastructures de transport.

Nous fixons deux contraintes à la représentation :

- par souci de cohérence, nous voulons construire une représentation où la longueur des liaisons entre les villes soit proportionnelle à la durée nécessaire pour les parcourir ;
- nous souhaitons aussi conserver les positions relatives des villes, de manière à préserver la conformation topographique des lieux présente dans les cartes conventionnelles, et ainsi réduire les perturbations visuelles existant sur d'autres types de représentations (comme les anamorphoses) lors de la lecture de la carte.

Entre deux points où une liaison existe, nous traçons une ligne. La ligne est droite (rectiligne) si l'arc appartient au mode de transport le plus performant. Dans le cas contraire, la ligne est brisée dans la troisième dimension, de telle sorte que sa longueur dans la représentation soit proportionnelle à la durée effective du trajet. La structure complexe obtenue est en trois dimensions et est utilisée pour créer une surface en relief. Nous construisons ensuite des « vues » de cette surface complexe.

## **1. Une variante : le graphe des arcs minimaux**

Selon le principe de construction que nous venons d'exposer, les graphes conservent l'intégralité de leurs arcs lors de la réalisation en trois dimensions. Nous avons construit une variante de ce modèle général en ne

conservant dans le graphe que l'arc le plus performant –l'arc minimal– entre chaque couple de sommets. L'idée générale des cartes en relief est la comparaison des réseaux de transport entre eux. Pour pouvoir comparer sur une même liaison différents réseaux, il faut que les arcs du graphe aient même origine et même destination. Or, la densité des entrées varie selon les réseaux [3]. Les entrées, qui sont aussi des noeuds permettant l'interconnexion, sont modélisées par des sommets. La densité du graphe global doit être celle du réseau le plus rapide qui est le réseau à la plus faible densité d'entrées. Avec le graphe des arcs minimaux, pour pouvoir comparer les réseaux de transport, on doit vérifier une contrainte supplémentaire qui porte sur la densité du graphe. La règle est que chaque arc performant supplante un arc du réseau moins performant, ou plusieurs arcs s'il y a plusieurs réseaux moins performants (par exemple, le TGV peut supplanter l'autoroute et la route).

Sur une représentation en durée de transport, le TGV l'emportera partout où il existe. Là où l'on supprime l'arc routier, la question du sort des facettes attenantes se pose. Nous choisissons d'attacher les facettes de l'arc routier disparu à l'arc le plus performant restant, que ce soit l'autoroute, le TGV ou tout autre binôme fonctionnel. Cette option est difficile à justifier conceptuellement, dans la mesure où elle induit la perspective d'un contact entre les infrastructures et l'espace parcouru.

Cependant, la réalisation du graphe des arcs minimaux produit un relief beaucoup plus riche que la représentation de départ. Sur cette dernière, deux sommets reliés par une infrastructure performante sont situés sur deux pics isolés, ainsi que tous les autres sommets du graphe. Dans la nouvelle représentation, la ligne rapide forme une crête qui relie les deux sommets connectés, tandis que les sommets n'appartenant pas au réseau rapide restent positionnés sur des pics de forme pyramidale.

On peut alors filer la métaphore du relief et mettre en œuvre le vocabulaire de la géomorphologie : les portions connexes des réseaux de transport rapide composent des chaînes de montagnes d'espace-temps ; l'espace est rythmé par des vallées temporelles ; les villes voient se creuser des gouffres d'espace-temps lors de la connexion des réseaux de transport rapide interurbains aux réseaux urbains ; les zones interstitielles s'articulent autour des talwegs –lignes unissant les points bas d'une vallée– créés par les lignes de transport à grande vitesse, etc.

## 2. Le relief du bassin atlantique

Pour construire ces cartes, nous avons utilisé un sous-graphe du graphe du réseau de transport des pays européens de la façade Atlantique. Ce dernier a été élaboré dans le cadre d'un contrat de recherche portant sur le développement des réseaux de l'Arc atlantique<sup>1</sup>.

Nous avons établi les hypothèses de développement sur la base du schéma directeur national de la grande vitesse et du schéma directeur européen de la grande vitesse. Le graphe du réseau de transport inclut la route (70 km/h), l'autoroute (110 km/h) et le TGV (220 km/h). Nous n'avons pas intégré les lignes du schéma directeur autoroutier national dans le but de montrer uniquement l'effet spatio-temporel du TGV. Le réseau TGV réalisé et les projets de lignes nouvelles forment une structure totalement arborescente dans la moitié Ouest du territoire.

La figure 1 montre l'Ouest français sous une orientation inhabituelle. Il s'agit de vues à partir de l'Atlantique : on trouve au premier plan les principales villes du littoral atlantique. Paris est situé au fond de l'espace.

Les cartes en relief de temps sont basées sur le graphe des arcs minimaux qui montrent la forme très particulière du réseau arborescent de l'Ouest français. Les effets de cette forme du réseau sur l'espace-temps de la carte en relief, sont très particuliers : ils montrent que l'amélioration « des réseaux va [...] rapprocher les différentes villes de Paris, mais les éloigner les unes des autres » [5]. L'espace se contracte, mais selon une unique direction, celle du sens province-Paris.

Le relief prend la forme d'un ensemble de vallées dont les axes sont parallèles aux branches du réseau TGV. Ces vallées d'espace-temps figurent l'effet du réseau rapide sur l'espace interstitiel. Celui-ci est comme déclassé ; il ne bénéficie pas automatiquement de l'amélioration du réseau. La métaphore du relief est ici particulièrement riche : « pour [prendre] l'image de l'effet éventail, c'est comme si les branches de l'éventail se raccourcissaient et s'écartaient de manière à conserver au minimum la distance existant entre les branches » [5].

Figure 1 : Le relief temporel du bassin atlantique selon les schémas directeurs européens de l'autoroute et du TGV

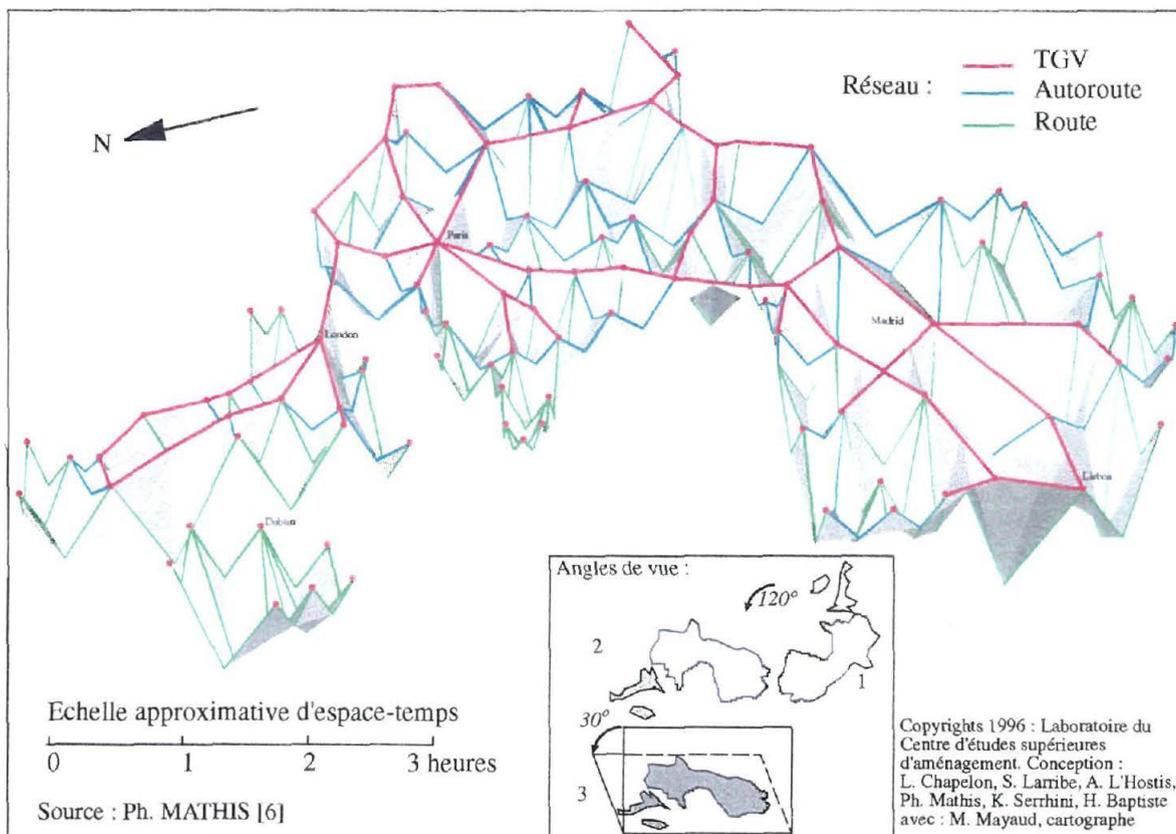
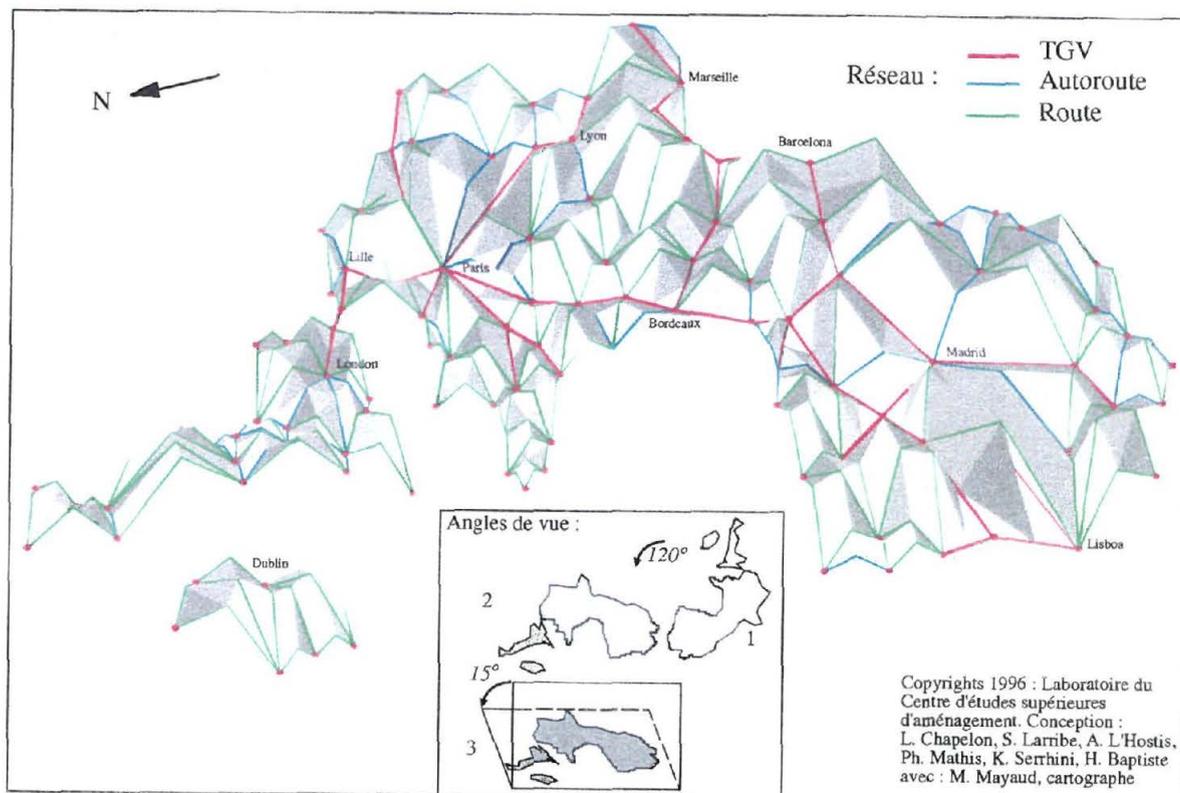


Figure 2 : Le relief inversé du bassin atlantique par le mode le plus rapide selon les schémas directeurs européens de l'autoroute et du TGV



Au bout de chaque crête d'espace-temps, on remarque les fins de lignes en cul-de-sac. Nantes et Rennes sont situées aux extrémités des branches du réseau. Pour ces deux villes, le réseau TGV les rapproche spectaculairement de Paris, mais leurs interrelations n'évoluent pas : la carte en relief montre le creusement des vallées qui séparent toujours les pôles de l'Ouest. Paradoxalement, les vallées se creusent à cause de l'amélioration des liaisons axiales.

Cette analyse est à nuancer pour le Sud-Ouest. En effet, à partir de Bordeaux, la ligne se scinde en deux, un tronçon vers la frontière espagnole, un autre vers Toulouse. Par ailleurs, le réseau, qui est perpendiculaire à la côte dans l'Ouest, devient parallèle à celle-ci, légèrement avant Bordeaux.

« La réalisation de réseaux à grande vitesse a [...] comme premier effet de faciliter considérablement les relations entre les villes situées sur le réseau au bénéfice des plus grandes d'entre elles » [5]. La conséquence indirecte de cette réalisation est la pénalisation relative des liaisons transversales. Dans ce schéma, toutes les liaisons à longue distance passent par Paris qui devient l'interface presque obligatoire pour les relations lointaines, nationales et surtout internationales.

L'insuffisance la plus manifeste qui apparaît sur la figure 1 concerne les liens entre les pôles régionaux. L'affaiblissement relatif des liaisons interrégionales s'opère simultanément à l'amélioration des liaisons centre-périphérie. On constate que le différentiel d'espace-temps n'est que partiellement comblé par l'autoroute. La cohésion de l'Ouest français demandera à l'avenir un développement des relations transversales.

Dans une analyse prospective des effets sur l'espace-temps de la réalisation du schéma directeur national de la grande vitesse ferroviaire, nous aboutissons à identifier clairement une insuffisance dans les liaisons interrégionales de l'Ouest français. Sur la base d'une évaluation des effets d'une évolution simulée du réseau, nous pouvons proposer une adaptation du schéma directeur dans un but de rééquilibrage territorial.

### 3. Le relief « positif »

Dans la représentation précédente, les liaisons des réseaux s'inscrivent en négatif dans la troisième dimension. C'est-à-dire que les liaisons peu performantes s'étagent sous le plan des villes. On construit alors des « vallées » et les villes sont situées au sommet de « pics ».

A partir du graphe des arcs minimaux, nous inscrivons maintenant les liaisons au-dessus du plan des villes, de manière à créer non plus des « vallées » mais des « montagnes ». Il s'agit uniquement d'inverser la troisième coordonnée (le « z ») des points médians des liaisons. La figure 2 montre le relief positif de l'arc atlantique vu à partir d'une position située à l'Ouest.

Le message véhiculé par la représentation est très différent de celui des cartes basées sur le principe général en relief négatif. La première carte fait ressortir le réseau TGV qui est posé sur la cime des crêtes d'espace-temps. L'espace interstitiel est rejeté au fond des interstices du réseau. Tout au contraire, sur la carte en relief positif, le réseau TGV s'inscrit au fond des vallées d'espace-temps, tandis que l'espace banal prend la forme de massifs montagneux. Plus la montagne est élevée, et plus les liaisons sont lentes. La première carte souligne les liaisons TGV entre les grands pôles, tandis que la seconde met l'accent sur les obstacles temporels qui sont la conséquence de l'absence de liaisons performantes.

La carte en relief positif est vue sous un angle ( $15^\circ$ ) inférieur à l'angle de vue de la carte 1 ( $30^\circ$ ), pour que l'on puisse distinguer le réseau TGV plus clairement. En effet, avec un angle de  $30^\circ$ , les montagnes du relief positif cachent presque totalement le réseau rapide, ce qui rend la compréhension du relief très difficile.

En regardant attentivement la carte 2 on se rend compte de la richesse de la représentation : les montagnes d'espace-temps y jouent, dans l'accessibilité aux lieux, exactement le même rôle que le relief physique. Pour aller de Bordeaux à Lyon, il est préférable d'emprunter le TGV de fond de vallée passant par Toulouse et Montpellier, que de traverser les chaînes de montagnes d'espace-temps escarpées. Les montagnes d'espace-temps de la carte cachent les villes difficiles d'accès.

La plus grande richesse des cartes en relief positif a une contrepartie. Ces représentations sont beaucoup plus sensibles au point de vue adopté que les cartes en relief négatif. Il est plus difficile d'avoir une vision

globale du réseau, car le relief cache les réseaux et les villes, alors que sur les cartes en relief négatif, les villes et le réseau sont mis en évidence. Ces cartes sont très nettement dépendantes du choix du point de vue, donc aussi éminemment soumises aux choix et à la subjectivité du modélisateur.

La métaphore du relief prend ici un sens beaucoup plus concret que sur les cartes basées sur les modes minimaux. Le problème est que les montagnes occultent en partie les villes et les réseaux, ce qui rend la représentation plus difficile à comprendre. Sur une carte statique il est difficile de comprendre la topologie de l'espace.

Les cartes en relief sont un outil d'analyse et de lecture des effets spatiaux des infrastructures de transport. Sur la base de l'analyse des effets d'un projet d'infrastructure de transport, il est possible d'élaborer de nouveaux projets et de les simuler. La représentation produit des éléments qui peuvent éclairer sous un jour nouveau certaines conséquences de la modification des réseaux de transport. Il est possible d'évaluer de manière prospective les effets des projets de modification de l'offre de transport.

Le relief positif consiste à placer les arcs peu performants au-dessus du plan chorotaxique et non plus en dessous comme dans le principe général. L'image est profondément transformée, elle est moins lisible, mais elle recèle une information très riche. La métaphore du relief y prend un sens plus concret, car les relations difficiles sont figurées par des montagnes escarpées, et non par des vallées.

## Bibliographie

- [1] CAUVIN C., MARTIN J.P., REYMOND H., 1993 : « Une accessibilité retrouvée », in *Circuler demain*, dirigé par A. Bonnafous, F. Plassard, B. Vulin, La Tour d'Aigues, DATAR/Editions de l'Aube, pp. 93-127
- [2] L'HOSTIS A., 1996 : « Transports et aménagement du territoire : cartographie par images de synthèse d'une métrique réseau », *Mappemonde*, n° 3, pp. 37-43
- [3] L'HOSTIS A., 1997 : *Images de synthèse pour l'aménagement du territoire : la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide*, Thèse d'Aménagement de l'espace, Université de Tours, janvier 1997
- [4] MARCHAND B., 1973 : « Deformation of a transportation surface », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 63, pp. 507-521
- [5] MATHIS P., 1996 : « La stratégie des réseaux de transport dans le grand Ouest », in *L'Entreprise Atlantique*, dirigé par Y. Morvan, La Tour d'Aigues, Editions de l'Aube, pp. 97-111
- [6] MATHIS P., 1996 : « Bassin atlantique et réseaux de transport », in *Le Colporteur des mondes : penser l'Atlantique en Europe*, dirigé par Xavier Gizard, La Tour d'Aigues, Editions de l'Aube, 150 pages
- [7] MATHIS P., POLOMBO N., L'HOSTIS A., 1993 : « Les grandes vitesses », in *Circuler demain*, ss la dir. de A. Bonnafous, F. Plassard, B. Vulin, La Tour d'Aigues, DATAR/Editions de l'Aube, pp. 129-142
- [8] MULLER J.C., 1979 : « La cartographie d'une métrique non euclidienne : les distances-temps », *L'Espace géographique*, vol. 8, n° 3, pp. 215-227

- [9] OFFNER J.M., 1993 : « Les effets structurants du transport : mythe politique, mystification scientifique », *L'Espace géographique*, n° 3, pp. 233-242
- [10] PERREUR J., 1989 : « L'évolution des représentations de la distance et l'aménagement du territoire », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n° 1, pp. 115-141
- [11] RIMBERT S., 1990 : *Carto-graphies*, Paris, Hermès, Série Géographie assistée par ordinateur, Traité des nouvelles technologies, 176 pages
- [12] RIMBERT S., 1992 : « Géographie et cartographie », in *Encyclopédie de Géographie*, Paris, Economica, pp. 129-158
- [13] SHIMIZU E., 1992 : « Time-space mapping based on topological transformation of physical map », in W.C.T.R., « Sixième conférence mondiale sur la recherche dans les transports », Lyon : W.C.T.R., pagination multiple
- [14] VICKERMANN R., 1996 : « Restructuring of transport networks », *EUREG*, n° 3, pp. 16-26

## Notes

<sup>1</sup> - Contrat pour la DATAR intitulé « Transport à grande vitesse et structuration de l'arc atlantique ». La recherche a suivi une approche prospective d'aménagement de l'espace, construite autour d'hypothèses de développement des réseaux de transport à grande vitesse, autoroute et TGV. Outre le rapport final produit en 1993, cette recherche a donné lieu à la publication en 1993 d'un article intitulé « Les grandes vitesses », dans l'ouvrage *Circuler demain*, sous la direction de Alain Bonnafous, François Plassard et Bénédicte Vulin, puis en 1996 d'un second article, « La Stratégie des réseaux de transport dans le grand Ouest », paru dans un ouvrage publié sous la direction d'Yves Morvan, *L'Entreprise Atlantique*